

MAGYAR SZABVÁNYÜGYI HIVATAL
SZABVÁNYOSÍTÁSI SZAKKÖNYVTÁR

5. SZÁM

GÉPIPARI TŰRÉSEK
ÉS ILLESZTÉSEK

SZABVÁNYKIADÓ BUDAPEST 1976

Írta: MAJDÁN ISTVÁN

Lektorálta: RÁBEL GYÖRGY

ISBN 963 402 022 4

A kiadásért felel az MSZH Kiadói Főosztályának vezetője

Felelős szerkesztő: Bohn Sándor — Műszaki szerkesztő: Sáska István

Kiadvány száma: SZK/51 — Ívszám: 13 A/5 iv +5 db A/4 melléklet — Példányszám: 2500

Nyomdába adva: 1975. aug. hó — Imprimálva: 1976. márciushó — Megjelent: 1976. május hó —

76/4142. Franklin Nyomda, Budapest. Felelős: Vágó Sándorné igazgató

TARTALOM

	Oldal
Előszó	7
A TÚRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZEREK KIALAKULÁSA ÉS FELÉPÍTÉSE	
1. A TÚRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZEREK KIALAKULÁSA	11
1.1. A túrés és az illesztés fogalmának kialakulása	11
1.1.1. A DIN-túrésrendszer	12
1.1.2. Az OSZT-illesztésrendszer	13
1.1.3. A túrések és illesztések hazai szabványosítása	14
1.2. A túrések és illesztések nemzetközi egységesítése	15
1.2.1. Az ISA-rendszer	15
1.2.2. Az ISO-rendszer	16
1.2.3. A KGST-rendszer	17
2. A CSERÉLHETŐSÉG SZÜKSÉGESSÉGE ÉS FELTÉTELEI	19
2.1. A csereszababátosság fogalma	19
2.2. Gyártási hibák és eloszlásuk	20
2.3. A túrésezés szükségessége és gazdaságossága	21
3. ALAPELVEK ÉS ALAPFOGALMAK	23
3.1. Mértékegységek	23
3.2. Alaphőmérséklet	24
3.3. Szabványos hosszmeretek	25
4. A TÚRÉSEKKEL ÉS AZ ILLESZTÉSEKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK	26
4.1. Méretek	26
4.2. Eltérések	28

	Oldal	
4.3.	Tűrés és tűrésmező	29
4.4.	Játék és fedés	30
4.5.	Illesztés és illeszkedés	31
4.6.	Tűrés és illesztési rendszerek	32
4.7.	Alakhúság és helyzetpontosság	33
4.7.1.	Az alakeltérések értelmezése	33
4.7.2.	A helyzeteltérések értelmezése	35
4.8.	A szabványos elnevezések idegen nyelvű megfelelői	37
5.	A KGST EGYSÉGES TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZERE	42
5.1.	Érvényességi tartomány és általános elvek	42
5.2.	A tűrések meghatározása	43
5.2.1.	Átmérőcsoportok	44
5.2.2.	Minőségek	48
5.2.3.	Tűrés egységek	48
5.2.4.	Tűrés-alapsorozatok	50
5.2.5.	Alapeltérések	52
5.2.6.	Határeltérések	56
5.2.7.	Kerekítési szabályok	58
5.3.	A szabványos tűrések jelölése	60
5.4.	Tűrés rendszer, tűrés választékok	60
5.4.1.	Tűrés választék az 1 mm-nél kisebb méretek számára	61
5.4.2.	Tűrés választék az 1–500 mm-ig terjedő méretek számára	61
5.4.3.	Tűrés választék az 500–3150 mm-ig terjedő méretek számára	66
5.4.4.	Tűrés választék a 3150–10 000 mm-ig terjedő méretek számára	69
5.5.	Illesztések és illesztési rendszerek	70
5.5.1.	Illesztési módok	70
5.5.2.	Illesztési rendszerek	75
5.5.3.	Az illesztések jelölése	75
5.5.4.	Az illesztések választéka	76
5.6.	Szám példák	85
6.	A TŰRÉSEZETLEN MÉRETEK PONTOSSÁGA	92
7.	A TŰRÉSEK ÉS AZ ILLESZTÉSEK MEGADÁSA	95
7.1.	A tűrések megadása	95
7.2.	Az illesztések megadása	98

	Oldal	
7.3.	A tűrésetlen méretek pontosságának megadása	98
7.4.	Az alakhúság és a helyzetpontosság megadása	99
8.	AZ ALKATRÉSZEK TŰRÉSEINEK ELLENŐRZÉSE	102
TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI TÁBLÁZATOK		
9.	TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK SZÁMÉRTÉKEI	111
9.1.	A tűrés-alapsorozatok számértékei	111
9.2.	Az alapeltérések számértékei	115
9.3.	Csapok és lyukak szabványos tűrései	127
9.3.1.	A szabványos csaptűrések számértékei	132
9.3.2.	A szabványos lyuktűrések számértékei	144
9.4.	Az illesztések áttekintő táblázatai	153
10.	AZ ALAK- ÉS HELYZETTŰRÉSEK SZÁMÉRTÉKEI	154
11.	AZ ÁLLANDÓ MÉRETŰ IDOMSZEREK TŰRÉSEINEK SZÁMÉRTÉKEI	161
TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK ALKALMAZÁSÁNAK IRÁNYELVEI		
12.	AZ ILLESZTÉSEK KIVÁLASZTÁSA	173
12.1.	Az illesztések kiválasztásának szempontjai	173
12.2.	Az illesztés jellege	175
12.3.	Laza illesztések	177
12.4.	Átmeneti illesztések	178
12.5.	Szilárd illesztések	178
12.6.	Az illesztési rendszer megválasztása	179
12.7.	Az illesztések kiválasztásának szempontjai	181
12.8.	Példák az illesztések kiválasztására	181
13.	TŰRÉSNAGYSÁGOKHOZ RENDELHETŐ ÁTLAGOS ÉRDESSÉGEK	186
14.	A MÉRET- ÉS AZ ALAKTŰRÉSEK ÖSSZEFÜGGÉSE	190
14.1.	A köralakúság és a hengeresség tűrésének összefüggése a mérettűrésekkel	191

	Oldal
14.2. Az egyenesség és a síklapúság összefüggése a méret-tűrésekkel	193
15. NEM ILLESZKEDŐ MÉRETEK TŰRÉSEZÉSE	196
15.1. Alkalmazási szempontok	197
15.2. Példák	198
A tűrésekkel és az illesztésekkel kapcsolatos országos szabványok és nemzetközi szabványjellegű dokumentumok	204
Irodalom	207

ELŐSZÓ

Az 1971. júliusában a KGST XXV. ülészakán elfogadott „Komplex program” 9. fejezetének 6. pontja előírja, hogy: „1976-ig az összes tagállam számára egységes tűrési és illesztési rendszert kell létrehozni a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) ajánlásaival összhangban, biztosítva e rendszer 1980-ig történő fokozatos alkalmazásbavételét”.

Ennek megfelelően a KGST-tagállamok szakértői kidolgozták, majd szakértői üléseken egyeztették a tűrési és illesztési rendszer alapelveit, majd a részletesen kidolgozott dokumentumokat a KGST Szabványügyi Állandó Bizottság elé terjesztették jóváhagyásra. A jóváhagyott dokumentumok képezik az egységes rendszer alapját, amelynek alkalmazására a KGST-tagállamok a közeljövőben térnek át.

Az egységes tűrési és illesztési rendszer bevezetésének fontos előfeltétele, hogy a szabványosító szakemberek (szabványbázisok), tervező intézetek, oktatási intézmények és az ipari szakemberek (műszaki és gazdasági vezetők, gyártmány- és gyártástervezők stb.) részletesen ismerjék a rendszer alapelveit, felépítését és adatait, továbbá alkalmazásának lehetőségét, feltételeit és gazdasági előnyeit.

Ez a könyv azzal a céllal készült, hogy a szakemberek minden adatot egy helyen találjanak, amely az egységes tűrési és illesztési rendszer megismeréséhez és gazdaságos alkalmazásához szükséges. Ennek megfelelően a könyv röviden áttekinti a tűrési és illesztési rendszerek kialakulását és fejlődését, mint az egységes rendszer kialakításának előzményeit, majd ismerteti a tűrésekkel és az illesztésekkel kapcsolatos legfontosabb alapelveket, fogalmakat és meghatározásokat. Ezután rátér az egységes rendszer részletes ismertetésére, rámutatva a korábbi rendszerek (ISA, ISO és OSZT) adataival való egyezőségekre, illetve az eltérésekre.

A részletes ismertetés kiterjed a tűrések meghatározásához szükséges elvek, szabályok, képletek és egyéb adatok felsorolására és alkalmazásának ismertetésére, utalva azokra a munkákra is, amelyek az egységes tűrési és illesztési rendszer továbbfejlesztésére irányulnak.

A teljesség kedvéért a könyv röviden összefoglalja a tűrések és az illesztések rajzon történő megadásmódjait, továbbá az azok ellenőrzéséhez szükséges idomszerek tűrésezésének elveit és a tűrések számértékeit.

Ezt követi a tűrések és az illesztések gyakorlati alkalmazásához szükséges táblázatok ismertetése, amelyek tartalmazzák a tűrésnagyságokat, az alapeltéréseket, a szabványos csap- és lyuktűréseket, valamint az illesztések jellemző adatainak számértékeit. Végül alkalmazási irányelvek találhatóak; amelyek szintén a gyakorlati emberek számára adnak hasznos tanácsokat a tűrések és az illesztések gazdaságos alkalmazásához.

Minden fejezet végén megtalálható a fejezetben említett szabványok és szabványajánlások száma és címe, tehát az olvasó tájékozódhat a hazai és a nemzetközi szabványosítás eredményeiről is.

A tűrések és az illesztések jellemző adatainak ismertetését számos ábra és számpélda egészíti ki.

A szerző a könyvet szerény adaléknak szánja a KGST egységes tűrési és illesztési rendszerének széles körű megismertetéséhez, ami a rendszer ipari bevezetésének nélkülözhetetlen előfeltétele.

Budapest, 1975. július hó

A SZERZŐ

A TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZEREK KIALAKULÁSA ÉS FELÉPÍTÉSE

1. A TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZEREK KIALAKULÁSA

1.1. A tŰrés és az illesztés fogalmának kialakulása

A *tűrés* és az *illesztés* fogalmának a keletkezése a történelem előtti időkre tehető, a fogalmak mai tartalommal azonban csak a termelési viszonyok és a termelőeszközök hosszú fejlődése után kialakult tömeggyártás elterjedése óta használatosak.

A ránk maradt tárgyi emlékek arról tanúskodnak, hogy az ősember több darabból álló használati eszközeit (kőbalta, nyíl stb.) az egyes darabok sajátos „illesztése” révén készítette. Ebből arra következtethetünk, hogy az egyes darabok (a kőbalta nyele, a nyílhegyek stb.) csak akkor feleltek meg rendeltetésüknek, ha méreteik bizonyos határokon belül szóródtak, tehát valamilyen „tűréssel” készültek.

Írásos emlékeinkből azt is tudjuk, hogy *Hunyadi János* 1443 táján 6 kőgolyót küldött Brassó városának azzal a paranccsal, hogy azok „mintájára” 40–40 db lövedéket készítsenek. Később *Nagy Péter* cár, a nervai ütközet és poltavai csata között (1709 körül), egyedül a kamenszki vasgyárban több mint 440 t ágyúgolyót készített. Nyilvánvaló, hogy a lövedékeknek cserélhetőeknek kellett lenniük, tehát bizonyos „tűrés”-sel kellett azokat készíteni. Péter 1715-ben már olyan utasításokat adott a tulai és az olonyeci fegyvergyáraknak, hogy a puskákat és a pisztolyokat minták szerint készítsék, ami felvetette az egyes fegyver-alkatrészek kölcsönös cserélhetőségének igényét is.

A tűrés és az illesztés fogalma lassan a polgári életbe is bevonult a gépgyártás fejlődésével. *Richard Reynolds* angol műgépész-mester 1760-ból származó naplóbejegyzéséből tudjuk, hogy vörösfémről öntött gőzhengerét olyan pontosan sikerült henger alakúra csiszolni, hogy a legnagyobb és a legkisebb átmérő különbsége kisebb volt egy

kisújjnyinál. (Mivel a henger átmérője 28" volt, ez az ovalitás az ISO-rendszer szerint kb. IT18 pontosságnak felel meg.)

Minőségi változást hozott a tűrések tudatos mérése, amely a tömeggyártásban a kétoldali határméréssel vált általánossá. Ezt a mérési módot *J. Whitworth* már 1850 körül bevezette a fegyvergyártásba, az iparban azonban csak az 1800-as évek végén kezdett elterjedni.

E néhány, kiragadott példa is szemlélteti, hogy a tűrés és az illesztés fogalma már régóta használatos a fogalmak szabatos meghatározása nélkül. A szabatos meghatározás szükségességét a tömeggyártás vetette fel. A megállapodásokat ugyanis írásba kellett foglalni különféle gazdasági okok miatt, ami szükségszerűen a szabványosítás-hoz vezetett.

A századforduló táján (1900 körül) már több, iparilag fejlett országnak volt tűrésrendszere, amely csupán egy minőségi fokozatot tartalmazott a pontos alkatrészek (köszörült csapok, dörzsölt furatok stb.) számára. A tűrések egységesítése: szabványosítása azonban az egyes országok saját gyártási tapasztalatai alapján, egymástól elszigetelten ment végbe. Jelentősebb tűrésrendszerek: a DIN, az OSZT és számunkra a magyar szabványokban rögzített tűrések és illesztések, amelyek jól szemléltetik a szabványosítás fejlődését.

1.1.1. A DIN-tűrésrendszer

Századunk első évtizedeiben a német iparban általánosan elterjedt a határmérő idomszerek használata a tűrésezett alkatrészek ellenőrzése területén. Az idomszerek méreteit üzemi szabványokban rögzítették. Emiatt az alkatrészek cserélhetősége csak egy-egy üzemen belül volt lehetséges, hiszen az üzemi szabványok előírásai egymástól eltérőek voltak. Ahhoz, hogy a cserélhetőség az egész iparban lehetségessé váljon, szükség volt a tűrések, az illesztések és a határmérő idomszerek méreteinek egységesítésére, tehát egységes nemzeti szabványok létrehozására.

Az egységesítést a *Német Szabványbizottság* (Deutsche Normenausschuss) végezte, amelyet 1917-ben alapítottak. A bizottság az ipar, a műszaki-tudományos intézetek és szervezetek szakembereinek közreműködésével kidolgozta a DIN-tűrésrendszert, amihez felhasználta a különböző üzemek előírásait és gyártási tapasztalatait, sőt más országok tűrés- és illesztési rendszereit, illetve közel 20 éves üzemi tapasztalatait is.

A DIN-rendszer az 1–500 mm-es átmérettartományban egységes elveket ad a tűrések, illetve az eltérések számítására, és bevezeti a

tűrésesség (PE) fogalmát. Ennek nagysága csak a névleges mérettől függ, és a következő összefüggéssel számítható:

$$PE = 0,005 \sqrt[3]{D} \quad (\text{PE és } D \text{ mm-ben})$$

A tapasztalati összefüggés azonos gyártási nehézségeket tételez fel az adott mérettartományban.

A hosszas vita után 1920-ban elfogadott tűrésrendszer szerint kialakított illesztésekre négy minőségi fokozatot rendszeresítettek. A nemes, a finom, a simító és a durva illesztésekre az egyes minőségi fokozatok alaplyukának tűrése: 1; 1,5; 3; 10, az alapcsapé pedig: 0,7; 1, 3 és 10 tűrésességnyi volt. Egy-egy minőségi osztály különböző tűrésű lyukakat és csapokat fogott össze, így az alkatrészek pontossága közvetlenül hozzá lett rendelve a minőséghez, tehát a megmunkáláshoz szükséges szerszámgépet egyedül a minőségjelző szám alapján lehetett megválasztani.

Az illesztések általában a laza illesztésekre korlátozódtak, a finom fokozatban azonban voltak átmeneti illesztések is, sőt egy könnyű kivitelű sajtoló illesztés is. Az egész rendszerben az alaplyuk- és az alapcsap-rendszer azonos terjedelemben szerepelt.

A DIN-rendszer alapján több ország — köztük Magyarország is — dolgozott ki tűrésrendszert. Ezek alkalmazása során a rendszer több hiányosságára fény derült, amelyeket a nemzetközi egységesítés próbált megszüntetni.

1.1.2. Az OSZT-illesztésrendszer

Az OSZT-illesztésrendszert a *Szovjetunió* dolgozta ki saját ipari tapasztalatai alapján. A rendszer tervezete 1926-ban jelent meg, az első OSZT-szabványt pedig 1929-ben hagyták jóvá. A szabvány az 1–500 mm-es mérettartományra négy pontossági osztályban írt elő tűréseket és illesztéseket.

Az OSZT-rendszert az ipar fejlődésének és a nemzetközi együttműködés követelményeinek megfelelően 1932-ben öt, majd 1937-ben további két pontossági osztállyal egészítették ki.

A negyvenes és az ötvenes években az OSZT-rendszert kiterjesztették az 1 mm-nél kisebb és az 500–10 000 mm-es mérettartományra, majd felvették a rendszerbe az ISO-rendszer előnyben részesítendő tűréseit is.

Az OSZT-rendszer alapelveit a GOSZT 7713–62 részletezi. Eszerint a tűrések és az illesztések a névleges méretekhez vannak hozzá-

rendelve, mégpedig csaprendszerben és lyukrendszerben. Néhány alapelv, a névleges méretek tartományainak határai, a tűrésegységek és a tűrések meghatározásának módja eltér az ISO-rendszerétől, ezért a két tűrésrendszer egymással minden további nélkül nem helyettesíthető.

Az OSZT-rendszert a Szovjetunió kivül 1973-ig a BNK, és 1968-ig az RSZK is alkalmazta. Jelentősége egyre csökken, mivel 1976-tól a Szovjetunió is áttér a KGST egységes tűrés rendszerére, amely az ISO-rendszeren alapul.

1.1.3. A tűrések és illesztések hazai szabványosítása

A szabványosítás Magyarországon is a tűrések és az illesztések egységesítésével kezdődött. Az első gyári szabványt 1919 táján vették be a Ganz-gyárakban *Kandó Kálmán* vezérigazgató intézkedésére.

Az országos szabványosítás *Magyar Ipari Szabványosító Bizottság* működésének kezdetével 1921-ben indult. Ekkor Angliában és Amerikában már fejlett szabványosítás folyt, ezért a bizottság céltudatosan kereste a külföldi szabványosítási tapasztalatokat és tanulmányozta a külföldi szabványokat. A hazai szabványosításra a legnagyobb hatást a DIN-szabványok gyakorolták, hiszen iparunk akkor sok nehézséggel küzdött és sok szál fűzte a német iparhoz. Így aztán a végleges alakban megjelent DIN-szabványok váltak a magyar szabványosítás alapjává.

A DIN alapján indult meg a nemzetközi egységesítés is az ISA, majd az ISO-rendszer kidolgozásával. A nemzetközi előírások alapján módosultak hazai előírásaink is és kialakultak a jelenleg is érvényes tűrés- és illesztésszabványaink. Ezeket a szabványokat a magyar ipar is kipróbálta; előírásaik gazdaságosan betarthatóak, ezért *alapvető* módosításukra *nincs* szükség.

A szabványosítás felvetette a tűrés és az illesztés fogalmának szabatos meghatározását. Az egymástól függetlenül kialakult meghatározások azonban eltérőek.

A nemzetközi szóhasználatban a *tűrés*: „a legnagyobb és a legkisebb méret különbsége, vagy a felső és az alsó határméret különbségének abszolút értéke”.

A magyar szabványok értelmében viszont (MSZ 180) a harmincas évek meghatározásától: „A tűrés az a méretszóródás, amelyet a gyártás lehetősége megkövetel és gazdaságossága megszab”, az ötvenes évek meghatározásán át: „A tényleges méret szóródásának megengedett terjedelme a tűrés” jutott el jelenleg is érvényes meghatá-

zásig, amely szerint: „Tűrés a méretszóródás megengedett nagysága és határainak az alapmérethez viszonyított elhelyezkedése”.

Hasonló az *illesztés* meghatározásának fejlődése is. Jelenleg a nemzetközi előírások szerint: „Az illesztés a párosítandó alkatrészek viszonya, amit az alkatrészek párosítás előtti mérete határoz meg”, a hazai előírások szerint viszont: az „Illesztés két csatlakozó alkatrész tűréseit tartalmazó előírás”.

1.2. A tűrések és illesztések nemzetközi egységesítése

A tömeggyártás elterjedése és a nemzetközi árucserre kiszélesedése felvetette a tűrések és az illesztések nemzetközi egységesítésének szükségességét. Az egységesítésből ugyanis a következő *előnyök* származnak:

- Az egész világon egységes tűrés és illesztési adatok jelennek meg a géprajzokon, ami elősegíti azok jobb megértését és a nemzetközi dokumentációcserét;
- A méretadó szerszámok (dörzsárak, újjmarók stb.) és az idomszerek méretei egységesekké válnak, így azok a nemzetközi piacon is beszerezhetőek lesznek;
- Lehetővé válik a különböző országokban gyártott alkatrészek kölcsönös cserélhetősége.

A nemzetközi egységesítést különféle nemzetközi szabványügyi szervezetek végezték. Ezek munkájának eredményeit a következőkben ismertetjük.

1.2.1. Az ISA-rendszer

A tűrések és illesztések nemzetközi egységesítését *először* az 1926 áprilisában alapított *Nemzetközi Szabványügyi Szervezet*, az ISA (International Federation of the National Standardization Associations) tűzte ki célul. Munkájának alapját a DIN-rendszer és az annak alkalmazása során szerzett gyártási tapasztalatok képezték.

A nemzetközi egységesítést sürgette az egyre fokozódó nemzetközi árucserre. Ugyanakkor a DIN-rendszer felülvizsgálata is szükségessé vált, mivel létrehozásakor még nem állt rendelkezésre elegendő tömeggyártási tapasztalat, és közben a gyártóeszközök és a gyártási eljárások is továbbfejlődtek, ami felvetette a rendszer hiányosságait és kiegyezésének szükségességét.

Az ISA abból indult ki, hogy az alkatrészek cserélhetősége érdekében egységesíteni kell azok csatlakozó méreteinek megengedett szóródását, továbbá az azok gyártásához és ellenőrzéséhez szükséges eszközök méreteit, valamint a rajzelőírásokat is. Ennek alapján létrehozta az 1,6–500 mm-es mérettartomány számára az *ISA tűrési és illesztési rendszert*. A rendszer kidolgozásához felhasználta a szervezethez tartozó országok szabványait és gyártási tapasztalatait. Az ISA-rendszert 15 európai ország — köztük Magyarország is — fogadta el.

Az ISA-rendszert 1940-ben az ISA-Bulletin 25. számában tették közzé, és alkalmazását széleskörben ajánlották. Ez a rendszer megfelelt az akkori gyártási követelményeknek, és biztosította a hengeres és sík lapokkal határolt alkatrészek csereszabotosságát.

Az ISA-rendszer alapelvei megegyeznek a DIN-rendszerével, a *tűrésegység* összefüggését azonban pontosították:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D.$$

Az összefüggés második tagja az átmérő növekedésével arányos mérési pontatlanságokat veszi figyelembe.

A tömeggyártás fejlődése később magával hozta az ISA-rendszer felülvizsgálatának szükségességét.

1.2.2. Az ISO-rendszer

Az ISA-rendszert az ISA utódként 1945-ben létrehozott *ISO* (International Organization for Standardization) vizsgálta felül, majd megfelelő pontosítások után 1962-ben kibővítette az ISO/R 286–1962 ajánlás első részét, amely az ISO-rendszer alapelveit tartalmazza.

A szükséges változtatásokat és kiegészítéseket az *ISO/TC 3 Műszaki Bizottság* végezte el, amelyben helyet kaptak a hüvelyk-rendszert alkalmazó országok szakemberei is. A módosítás alapelve az volt, hogy az ISA-rendszer szerint elkészített alkatrészek maradék nélkül cserélhetőek legyenek az új, az ISO-rendszer szerint gyártott alkatrészekkel.

Az ISO-rendszer alapelvei, felépítése és tűrésadatai tehát lényegében megegyeznek az ISA-rendszer megfelelő adataival, azonban több, lényeges eltérés is van a két rendszer között. Ezek az alábbiak:

- A névleges méretek tartománya ki lett terjesztve az 1 mm-nél kisebb és az 500 mm feletti méretekre is 3150 mm-ig.
- Kidolgozták a tűréseket és az eltéréseket az 1 mm-nél kisebb méretekre a 13 minőségig bezárólag.

- Meghatározták az 500–3150 mm-es mérettartomány számára a tűrések és az eltérések számértékeit, ezeket azonban csak kísérleti célra tették közzé.
- Felvettek az 1 minőségnél finomabb két új minőséget is, amelyeket 01 és 0 jelöl.
- A finommechanika és az órapar számára új alapeltéréseket vettek fel, amelyek 10 mm névleges méretig használatosak, mégpedig lyukra: CD, EF és FG, csapra pedig: cd, ef és fg jellel. Ezek az alapeltérések a jelben levő két betűnek megfelelő alapeltérések mértani közepárayosaként határozhatók meg.
- A J és a j alapeltérések megtartása mellett felvették a J_s és j_s alapeltéréseket, amelyek az egész mérettartományban minden minőségre érvényesek, és szimmetrikus tűrésmező-elhelyezkedést jelölnek.
- Végül a tűrésegység összefüggését megadták a hüvelyk-rendszer számára is, és a számértékeket (tűrések, eltérések) hüvelykben is táblázatokba foglalták.

1.2.3. A KGST-rendszer

A KGST-tagállamok különböző tűrésrendszereket vezettek be, mégpedig Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország, Német Demokratikus Köztársaság és Románia az ISO-rendszeren, Bulgária, Mongólia és a Szovjetunió pedig az OSZT-rendszeren alapuló tűrés-rendszert.

A KGST-tagállamok között kialakult munkamegosztás, az egyre fokozódó dokumentáció- és árucseré, a szocialista gazdasági integráció és az automatizálás fejlődése azonban felvetette olyan *egységes tűrési és illesztési rendszer* létrehozásának a szükségességét, amely valamennyi tagállam nemzeti rendszerét helyettesíti. E rendszer kidolgozását az 1962-ben létrehozott KGST Szabványügyi Állandó Bizottság 25. ülésén több tagállam kezdeményezte.

Az egységesítő munka természetesen már korábban megindult. Ennek eredménye a csapok és a lyukak egységes választékának 1958-ban történt kidolgozása, amelyet az RSZ 508–66 „Tűrések és illesztések” című szabványajánlásban tettek közzé. Ezt követően további egységesítések történtek és megjelent az RSZ 1157–67 „Nagy pontoságú illesztések”, az 1198–67 „Tűrések és illesztések az 1 mm-nél kisebb méretekre” és az RSZ 1876–69 „Sima idomszerek lyukakhoz és csapokhoz 500 mm-ig”. Ezeket a szabványajánlásokat az egységes

rendszer tartalmazó szabvány jóváhagyásával egyidejűleg 1975-ben hatálytalanították, mivel azok beolvadtak az egységes rendszerbe.

Jelentős lépés volt az egységesítésben az SZM 1-69 „Tűrések és Illesztések. Terminológia” című segédanyag kidolgozása is, amely betűrendben tartalmazza a tűrésekre és az illesztésekre vonatkozó alapfogalmakat a KGST-tagállamok nyelvén, továbbá angolul és franciául, megteremtve az egységes szóhasználat előfeltételeit. A kiadványnak azóta megjelent a korszerűsített változata.

A további egységesítő munkához részletes intézkedési terv készült. Ennek értelmében a KGST Szabványügyi Intézete kidolgozta az ISO- és az OSZT-rendszerhez tartozó tűrések, eltérések és illesztések kölcsönös összehasonlításának elveit a két rendszer egymással történő helyettesíthetőségének megvizsgálása céljából.

Ezt követte a KGST-tagállamok nemzeti szabványainak, továbbá az azok bevezetéséből szerzett és alkalmazásakor összegyűlt üzemi tapasztalatok elemzése. Az elemzésbe bevonták a fejlett tőkés országok szabványait is. Az elemzést az ISO- és az OSZT-rendszerhez tartozó tűrések, eltérések, játékok, fedések és illesztések adatszerű összehasonlítása követte. Az összehasonlító táblázatok részletes áttekintést adtak a két rendszerről, tehát fontos alapot szolgáltatottak mind az egységes tűrési és illesztési rendszer kidolgozásához, mind az előnyben részesítendő tűrés- és illesztésválaszték összeállításához.

A részletes elemzésből az is kitűnt, hogy a két rendszer terminológiája és felépítése sokban hasonlít, de lényeges eltérések is vannak közöttük. Ezek közül a legfontosabbak: a tűrésegység számítására szolgáló összefüggés eltérő, tehát a tűrésadatok számszerűen nem egyeznek. Eltérő a névleges méretek tartományának lépcsőzése, és az alapeltérések számítás módja. Nem egyezik a pontossági osztályok száma. Az ISO-rendszerben az illesztés tulajdonképpen a szabványos lyuk- és csaptűrés előírása, az OSZT-rendszerben pedig szabványos illesztések is vannak. Végül eltérő a két rendszerben a tűrések és az illesztések jelölés módja is.

Az elemzést megvitatták a KGST-tagállamok szakértői és arra a megállapításra jutottak, hogy nem lehet olyan harmadik rendszert létrehozni, amely helyettesítheti az ISO- és az OSZT-rendszert, tehát az egységes tűrési és illesztési rendszert vagy az ISO vagy az OSZT alapján kell kidolgozni. A további elemzésből az is kitűnt, hogy az ISO-rendszerben

- a tűrésegységet meghatározó összefüggés elvileg pontosabb, mivel figyelembe veszi a gyártás és a mérés feltételeit is,
- az alapeltérések felépítése és rendszere logikusabb, tehát alkalmazása előnyösebb,

- a tűrésnagyságok meghatározása egyszerűbb,
- a tűrések és az illesztések jelölése pedig egyértelműbb, közérthetőbb és nemzetközi jelölésre alkalmasabb

mint az OSZT-rendszerben, ezért az egységes rendszert célszerűbb az ISO-rendszer alapján kidolgozni. Így egyszersmind a nyugat-európai országokkal is egyszerűbbé válik az árucseré.

2. A CSERÉLHETŐSÉG SZÜKSÉGESSÉGE ÉS FELTÉTELEI

2.1. A csereszabatoság fogalma

A korszerű sorozat- és tömeggyártás nem képzelhető el olyan gazdaságosan előállítható alkatrészek és részegységek nélkül, amelyek egymástól függetlenül nagy darabszámmal előállíthatók és kölcsönösen cserélhetőek.

Cserélhetőségen azt kell érteni, hogy az azonos megnevezésű és rendeltetésű alkatrészek és részegységek minden darabja egyformán eleget tesz a vele szemben támasztott összes követelménynek (minőségi előírásnak). E sokrétű követelmény közül a gépgyártásban a legfontosabb a méret- és az alakhűség követelménye, ezért a továbbiakban csak azzal foglalkozunk.

Csereszabatoságnak nevezzük az alkatrészek és részegységek azon tulajdonságát, hogy válogatás és utánmunkálás nélkül, tehát akadály nélkül szerelhetőek, illetve kölcsönösen cserélhetőek. Ez röviden úgy is fogalmazható: a *szabványos* alkatrészek és részegységek *csereszabatosak* (pl. gördülőcsapágyak, kötőelemek stb.).

Ezen belül *teljes* csereszabatoság az, ha az alkatrészpár azonos elnevezésű alkatrésze minden pótlólagos illesztő művelet nélkül biztosítja a szerelhetőséget és a normális működés feltételeit, a *részleges* csereszabatoság pedig az, amikor az azonos megnevezésű alkatrészek csak utánmunkálás vagy kompenzáló elem beiktatása után, illetve megfelelő tűréscsoportokba való válogatás révén biztosítják az előbbi feltételeket.

Az utóbbi eset főleg akkor adódik, ha a gazdaságos gyártás csak a helyes működést biztosító tűréseknél nagyobb tűréssel valósítható meg, tehát a szűk tűréseket megfelelő tűréscsoportok képzésével kell létrehozni (pl. gördülőcsapágyak elemei, szoros illesztésű menet, ékkötések stb.).

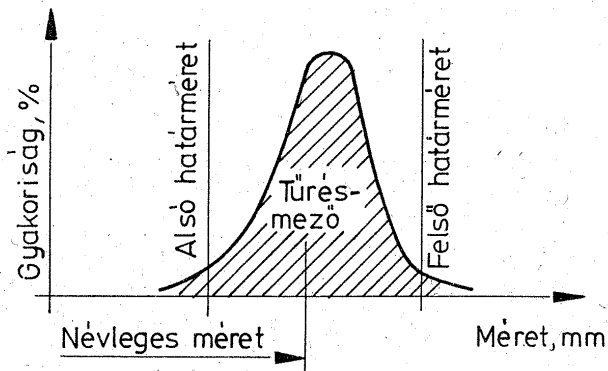
A csereszabatoság korszerű változata a *funkcionális* csereszabatoság, amely az üzemeltetési követelményeket és az élettartamot is

figyelembe veszi, tehát a gazdaságilag optimális funkció is teljesül, vagyis a gépek működésének optimális üzemeltetési mutatói (teljesítmény, termelékenység, pontosság, hatásfok, megbízhatóság, élettartam stb.) megadott határok közé esnek, illetve meghatározott ideig azokon belül maradnak.

2.2. Gyártási hibák és eloszlásuk

Az alkatrészek méretei (névleges méretek) sohasem állíthatók elő *tökéletes* pontossággal, ezért a tényleges méretek bizonyos határok között *szóródnak*. A méretszóródást az alkatrész anyagán kívül a gyártás körülményei: a szerszám gép pontossága és beállítása, a szerszám beállítása és kopása, a befogásból és melegedésből adódó méretváltozások stb. is befolyásolják.

A méretszóródás terjedelméről és jellegéről jó tájékoztatást kaphatunk, ha a kész alkatrészek tényleges (mért) méreteit nagyság szerint csoportosítjuk, és azok alapján ún. *gyakorisági diagramot* készítünk (1. ábra).



1. ábra

Az ábra alapján megállapítható, hogy nagy számú alkatrész esetén a tényleges méretek eloszlása nem egyenletes a szóródásmezőn belül, hanem a mező közepe táján igen sok méret található, majd attól mindkét irányban csökken ez a szám. A görbe általában nem szimmetrikus.

A méretszóródás bizonyos határokon belül nem befolyásolja károsan az alkatrész rendeltetésszerű használhatóságát, ezért a gyako-

risági görbe alatt elhelyezkedő *szórásmező* egy része (az 1. ábra vonalkázott része) elfogadható (tűrésmező), sőt alárendelt célra készített vagy nem illeszkedő alkatrészek esetében a teljes szóródás is megengedhető.

A gyártási hibák elosztásának ez a törvényszerűsége teszi lehetővé az alkatrészek méreteinek tűrésezését és a tűrések gazdaságos ellenőrzését.

2.3. A tűrésezés szükségessége és gazdaságossága

Az alkatrészek névleges méreteit a működési és egyéb feltételek szabják meg. A kapcsolódó alkatrészek helyes együttműködése viszont az azok illeszkedő felületein szerelés előtt mérhető méretek különbségétől függ. Ezért működés szempontjából az alkatrészek méretei eltérhetnek a rajzon előírt *névleges méretek*től, ha a helyes működést megszabó felületek ilyen alakja és helyzete mellett a kívánt illeszkedés megvalósul.

Az egy példányban készülő szerkezetek esetében tehát az illeszkedő felületek méretei is eltérhetnek a rajztól, a nagyobb darabszám viszont megköveteli, hogy az alkatrészek egyes méretei minden példányon gyakorlatilag egyformára készüljenek, mivel legtöbbször nem tudható előre, hogy szereléskor melyik alkatrészt melyikkel párosítják majd.

Az elméleti megfontolások és a tapasztalat egyaránt azt igazolják, hogy a kész alkatrészek méretei többé-kevésbé eltérnek az előírt névleges mérettől, azaz az alkatrészek *tényleges méretei* szóródnak (2.2. szakasz).

Ugyanakkor az alkatrészek valódi méretei meg sem ismerhetők, mivel azok ellenőrzése csak bizonyos hibával (mérési bizonytalanság, a mérőeszköz kopása stb.) végezhető. Az egyszerűség kedvéért tehát az alkatrész tényleges méretének a méréssel megállapított méretet tekintjük.

A tényleges méretek szóródása legtöbbször — elsősorban az illeszkedő felületek méretei esetében — csak bizonyos határok között engedhető meg, hiszen azon túl szerelési nehézségek, működési pontatlanságok, a csereszabotosság (2.1. szakasz) korlátozása vagy megszüntetése, illetve karbantartási nehézségek adódhatnak. Ezért a gyártással szükségszerűen együttjáró méretszóródást korlátozni kell. Ez a korlátozás a *tűrésezés*.

A *tűrést* tehát úgy is felfoghatjuk, mint a tényleges méret szóródásának *megengedett* terjedelmét.

Az esetenként és tetszőlegesen megválasztott tűrések szerint sem a gyártás, sem a mérés nem lenne gazdaságos, ezért a megfelelő tűréseket ki kell választani, rendszerbe kell foglalni, tehát *szabványosítani* kell, és meg kell szabni a mérési eljárásokat is. Mindez lehetővé teszi a tűrések egységes és szabatos előírását, a gyors és szabatos mérést, tehát a szerelés és a karbantartás során a *cserélhetőséget*.

Az egységesítés a *sorozatgyártás* megszervezésének egyik előfeltétele, hiszen így lehetővé válik a különböző műhelyek, üzemszerek és gyárak együttműködése és közöttük a munkamegosztás. Ez azt is jelenti, hogy fokozódik a szerelés szabatosága, a karbantartás során pedig lehetővé válik az alkatrészcsere, olyan alkatrész felhasználásával, amelyet akár az eredeti, akár más üzem gyártott. Ugyanakkor a gyártóeszközök, a szellemi és a fizikai energia jobban és gazdaságosabban kihasználhatóvá válik.

Ezek az előnyök sok tekintetben az egyedi gyártás során is jelentkeznek, hiszen az egyszerű, de szigorú ellenőrzés, amely pl. két határmérő idomszerezrel valósítható meg, különösebb *többletköltség nélkül* javítja a minőséget, megkönnyíti a szerelést, az alkatrészcsereét és a javításokat, csökkenti a félreértések és viték lehetőségét, végül fokozza a gyártási fegyelmet.

A *gazdaságosságot* növeli az illesztések költségeinek a csökkentése is, ami többféle módon elérhető. Ismeretesek olyan eljárások, amelyekkel a szűk tűrések helyett tágabbak alkalmazhatók az illeszkedési jelleg érintetlenül hagyásával. Ezek közül a legfontosabbak:

- Az *alkatrészek összeválogatása*, vagyis a tág tűréshatárokkal legyártott alkatrészek szűk tűrésű csoportokba válogatása, és egy-egy csoport alkatrészeinek párosítása (pl. gördülőcsapágyak elemei).
- *Rugalmas gépelemek* (kúpos szorítóhüvely, hasított szeg, rugó stb.) alkalmazása a méretszóródások kiegyenlítésére.
- *Beállítható gépelemek* alkalmazása a méretláncban.
- Az illeszkedő felületek közé vitt *műanyagréteg* a játék megszüntetése érdekében (főleg szilárd kötések esetén).

A tűrések és az illesztések gazdaságosságának egyes szempontjaira még visszatérünk.

3. ALAPELVEK ÉS ALAPFOGALMAK

3.1. Mértékegységek

Méterrendszerben a hosszmeretek (hosszúság, szélesség, magasság, vastagság, sugár, átmérő és ívhosszúság) egysége (SI-egység) a *milliméter* (mm), ami a méter (m) ezred része, tehát:

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m.}$$

Szabványokban, műszaki rajzokon és dokumentációkban lehetőleg minden hosszmeretet és méreteltérést milliméterben kell megadni, a dimenzió (mm) feltüntetése nélkül. Ez azt is jelenti, hogy ezek dimenzió nélkül megadott számértékei milliméterben értendők. Szabványokban és tűréstáblázatokban – az egyszerűség kedvéért – a tűrésnagyságok, a határeltérések, illetve az idomszerek kopási adatai gyakran mikrométerben szerepelnek. A *mikrométer* (μm) a milliméter ezredrésze, tehát:

$$1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm.}$$

A mértékegységek egyértelmű reprodukálhatósága érdekében 1960-ban nemzetközileg rögzítették a méter definícióját, amely az MSZ 4900/1–70 alapegységei között is szerepel a következő fogalmazásban:

„Méter a 86-os tömegszámú kriptonatom $2p_{10}$ és $5d_5$ energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő vákuumban terjedő sugárzás hullámhosszúságának $1\,650\,763,73$ -szorososa.”

Megjegyezzük, hogy ennek a sugárzásnak a hullámhossza vákuumban $\lambda = 6057,8021 \cdot 10^{-10}$ méter, és a nemzetközileg egységesített feltételek mellett ilyen sugárzást a Kr_{86} -lámpa sugároz.

Egyes országok jelenleg is a hüvelyk-rendszert használják, ezért az ISO-rendszer számadatai hüvelykben is meg vannak adva. A milliméter és a hüvelyk átszámítására pontos összefüggés van:

$$1 \text{ hüvelyk} = 25,4 \text{ mm.}$$

Az átszámítás módját az MI 18 600–72, az átszámítási táblázatokat pedig az MSZ 158–51 tartalmazza.

Az SI-rendszer alapmennyiségei és mértékegységei az ISO/R 31/1–65, a tűrésezett méretek hüvelyk-milliméter és milliméter-hüvelyk átszámítási táblázatai pedig az ISO/R 370–64 ajánlásban találhatóak.

A szögmeretek SI-egysége a *radián* (rad), ami a kör sugarával egyenlő hosszúságú körívhez tartozó középponti szöggel egyenlő (MSZ 4900/1–70). A műszaki gyakorlatban azonban a *fok* (°), a *perc* (′) és a *másodperc* (″) szögegységek terjedtek el, amelyekre a következő összefüggések érvényesek:

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}, \quad 1' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ \quad \text{és} \quad 1'' = \left(\frac{1}{60}\right)'$$

3.2. Alaphőmérséklet

A különböző anyagból készített alkatrészek méretei a hőmérséklet változásának hatására különböző módon változnak. A méretváltozás arányos a hossz mérettel, a hőmérséklet-különbséggel és a hőtágulási együtthatóval. Emiatt a tűrések rögzítésére és vizsgálatára – az egyértelműség megteremtése érdekében – valamilyen közös hőmérsékletben: *alaphőmérsékletben* kell megállapodni. Az alaphőmérséklet a tűrések és az illesztések (MSZ 1851–67), valamint a mérőeszközök (MSZ 154–54) száma egyaránt:

$$+20^\circ\text{C}$$

Ez azt jelenti, hogy a tervező a tűrésszámításokat erre a hőmérsékletre végzi és a mérőeszközök, idomszerek mérőmérete is ezen a hőmérsékleten egyezik a névleges mérettel, tehát az alkatrészek ellenőrzését lehetőleg az alaphőmérsékleten kell elvégezni.

Az alaphőmérséklet egyébként megfelel az évi átlagos szobahőmérsékletnek, és a nemzetközi előírásokban is a fenti értékkel egyező szerepel (ISO/R 1–51).

A hőokozta méretváltozások nem hanyagolhatók el, hiszen pl. az acél 1 °C hőmérséklet-változás hatására méterenként 11,5 μm-rel változtatja méretét. Az acélból készült mérőhasábbal tehát a helyesen méretezett 100 mm-es hossz 10 °C-on kereken 12 μm-rel rövidebbnek tűnik, ami az IT6 minőségnek több mint 50%-os hibával történő mérését jelenti.

Hasonló mérési hibát okozhat, ha az alkatrész és a mérőeszköz más-más anyagból készül, már néhány fokos eltérés is az alaphőmérséklettől. Ha például könnyűfém-ből készült alkatrészt acél idomszerrel 25 °C-on vizsgálják, a 100 mm-es alkatrész mérete 11,75 μm-rel, a mérőeszközé pedig 5,75 μm-rel tér el az alaphőmérséklet-hez tartozó mérettől. A keletkező méretkülönbség (6 μm) nagyobb, mint az IT8 minőséghez tartozó teljes tűrésnagyság (T = 54 μm) 10 %-a, tehát ilyen körülmények között az alkatrészt nem szabad minősíteni.

3.3. Szabványos hosszmeretek

A *szabványos hosszmeretek* (MSZ 138–73) a *szabványos számok* (MSZ 1700–51) kerekítése révén keletkeztek, figyelembe véve az MI 1702–69 előírásait.

A szabványos számok sorozatainak megalkotása *Charles Renard* francia mérnök-tiszt nevéhez fűződik. Az ő tiszteletére a sorozatokat Ra betűjel jelöli. A szabványos számok mértani sorozatok elméleti értékeinek kerekített tagjaiból állnak. A mértani sorozatok hányadosa 10-nek 5., 10., 20., 40. ill. 80. gyöke, tehát: 1,6; 1,25; 1,12; 1,06 ill. 1,03, így tíznek egészszámú többszöröse a sorozat tagjai. Ennek megfelelően beszélünk Ra5, Ra10 stb. sorozatról.

A szabványos számok képezik a fizikai, műszaki és gazdasági mennyiségek sorozatainak általános alapját. Így például a csatlakozó méretek sorozatát, aminek legnagyobb előnye, hogy a választék egységesítése révén a gyártó nagy sorozatokat állíthat elő, tehát a gyártás gazdaságos lesz, a vevő pedig egyszerűbben, gyorsabban juthat hozzá a szabványos szerszámok, készülékek, idomszerek és alkatrészek raktári készleteihez.

A szabványos számok alkalmazásának előnye vitathatatlan, ezért a tűrésrendszerek felépítésekor is felhasználták azokat a névleges méretek tartományának felosztásakor. A tartományhatárok ugyanis az Ra10, illetve az Ra20 szabványos sorozatnak felelnek meg. Ugyancsak mértani sorozatot képeznek a tűrésegységek is az IT5 minőségtől, mégpedig az Ra5 sorozat 1,6-os hányadosának megfelelő, tehát kb. 60%-os növekedéssel.

A szabványos számokkal, illetve hosszmeretekkel kapcsolatos nemzetközi előírások: a KGST/RSZ 431–71, RSZ 1857–69 és RSZ 1858–69, illetve az ISO/R. 3–53, ISO/R 17–55 ISO 370–75 és az ISO/R 497–73.

A 3. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 138–73	Szabványos hosszmeretek
MSZ 154–54	Mérőeszközök alaphőmérséklete
MSZ 158–51	Hüvelyk-milliméter és milliméter-hüvelyk átszámítási táblázatok
MSZ 1851–67	ISO illesztési rendszer. Alapelvek
MSZ 1700–51	Szabványos számok (számsorozatok)
MI 1702–69	A szabványos számok és sorozataik alkalmazása

MSZ 4900/1-70	Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége. Általános előírások. Tér- és időmennyiségek
MI 18600-72	Mértékegységek átszámítása SI-egységekre
ISO/R 1-51	Ipari hosszmérő eszközök alaphőmérséklete
ISO/R 3-53	Szabványos számok, szabványos számsorozatok
ISO/R 17-55	A szabványos számok és számsorozatok alkalmazási irányelvei
ISO/R 31/1-65	Az SI alappennyiségei és mértékegységei, valamint a tér és az idő mennyiségei és egységei
ISO 370-75	Tűrésezett hüvelyk-milliméter és milliméter-hüvelyk átszámítása
ISO/DIS 497-73	Irányelvek a szabványos számok és az erősebben kerekített szabványos számok sorozatainak alkalmazására
KGST/RSZ 431-71	Szabványos hosszmeretek
KGST/RSZ 1857-69	Szabványos számok és számsorozatok

4. A TŰRÉSEKKEL ÉS AZ ILLESZTÉSEKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK

A méretek, az eltérések, a tűrések és az illesztések alapfogalmait az MSZ 180-63 tartalmazza, amely lényegében megegyezik a KGST/SZT 145-75 és az ISO/R 286-62 számú nemzetközi előírások fogalomrendszerével. Az eltérésekre az egyes fogalmak ismertetésekor utalunk.

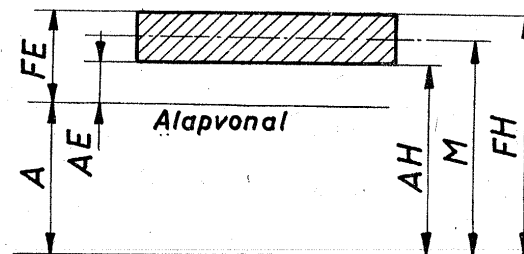
4.1. Méretek

A tűrések és az illesztések szempontjából a *méret* a hosszúságot (átmérő, vastagság, magasság stb.) valamilyen mértékegységben (mm, μm stb.) kifejező számérték.

A nagyságrendet megadó (a rajzon előírt) méret a *névleges méret* (N), a méréssel meghatározott (észlelt, mért) méret pedig a *tényleges méret* (TM), amelyet a pontosan meg nem határozható valódi (valóságos, igazi) méret helyett elfogadunk.

Az alkatrészek *tényleges mérete* általában eltér a *névleges mérettől*, mivel a gyártási eljárásokkal az előírt méret pontosan nem valósítható meg, azonban a méretszóródás következtében a *tényleges méretek* a *kívánt méret* körül ingadoznak.

A tűrések és az illesztések szempontjából fontos szerepet kap az *alappéret* (A), amelyre az eltéréseket vonatkoztatjuk. Ez általában azonos, sőt szabványos tűrésmegadás esetén mindig azonos a *névleges mérettel* (2. ábra).



2. ábra

Példa: A 125 h9 előírás esetén az alappéret 125,000 mm, tehát a *névleges mérettel* azonos, de a méret ellenőrzéséhez készített villás idomszer nemmegy-oldalához tartozó vizsgáló idomszer *névleges mérete*: 125 mm, *alappéréte* pedig 124,9 mm.

Az egymással illesztett alkatrészek közös alappéréte az *illesztés névleges mérete*.

A 2. ábra alapján értelmezhetők a *határméretek* is, mégpedig a *felső határméret* (FH), amely az előírt, még megengedett legnagyobb méret, illetve az *alsó határméret* (AH), amely az előírt, még megengedett legkisebb méret. A mérethelyes alkatrész *tényleges méretének* e két határ között kell elhelyezkednie, illetve szélső esetben azok egyikén lehet.

A *határméretekből* kiszámítható a *közepes méret* (M), mint azok *számtani középértéke*:

$$M = \frac{1}{2} (FH + AH)$$

Elvileg a *közepes méret* fejezi ki a tervező elgondolását, ezért kívánatos, hogy az alkatrészek *tényleges mérete* minél jobban közelítse azt.

Ha a méret mindkét határmenete meg van szabva, *tűrésezett méret*, ha csak a felső vagy az alsó határmérete van előírva, *egyirányban határolt méret*, ha pedig a méretszám mellett nincs a tűrés feltüntetve, akkor *tűrésezetlen méret* keletkezik. Ezek előírás módját a 7. fejezet tartalmazza.

Végül az idomszerek számára értelmezni kell még két méretet. A *megy-oldali határméret* az alkatrész legnagyobb kiterjedésének felel meg, tehát a csap felső, illetve a lyuk alsó határmérete. Határmérő idomszer használatakor ez a megy-oldali idomszer által ellenőrzött határ. A *nemmegy-oldali határméret* viszont a legkisebb anyagkiterjedésnek felel meg, tehát a csap alsó, illetve a lyuk felső határmérete. Határmérő idomszer használatakor ezt a nemmegy-oldali idomszer ellenőrzi.

4.2. Eltérések

Az *eltérés* (méreteltérés) általában valamely méret (tényleges, legnagyobb stb.) és az alpméret különbsége, tehát akár pozitív, akár negatív lehet.

Ennek megfelelően a *tényleges eltérés* (TE) a tényleges méret és az alpméret különbsége, tehát:

$$TE = TM - A$$

Hasonlóan értelmezhető a *határeltérés* is, amely valamely határméret és az alpméret különbsége.

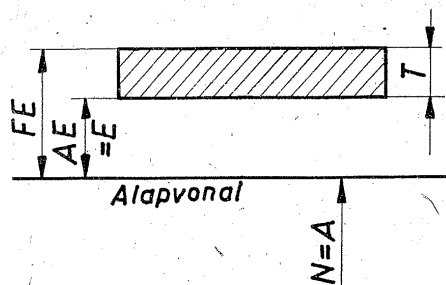
A 2. ábra alapján a *felső határeltérés* (FE) a felső határméret és az alpméret különbsége:

$$FE = FH - A$$

az *alsó határeltérés* (AE) pedig az alsó határméret és az alpméret különbsége:

$$AE = AH - A$$

A két határeltérés közül az, amelyik a *tűrésmező* fekvését az alapvonalhoz képest egyezményesen meghatározza az *alapeltérés* (E). Ez az alapvonalhoz közelebb eső, tehát a kisebb abszolút értékű határeltérés (3. ábra).



3. ábra

4.3. Tűrés és tűrésmező

A tűrések megszabása, azaz a megengedett méretszóródás határainak az előírása a *tűréselés*. Ehhez ismerni kell a *tűrés* fogalmát, amely magában foglalja a méretszóródás megengedett nagyságát és határainak az alpmérethez viszonyított elhelyezkedését is.

Idegen nyelvekben a tűrés (dopuszk, tolerance, tolérance, Toleranz) fogalma csupán a tűrésnagyságot jelöli, tehát a magyarban meg-honosodott tűrés fogalomnak nincs egyértelmű megfelelője.

A magyar szabványok tehát a tűrésen a tűrésnagyság és a tűrés elhelyezkedésének együttesét értik. Ennek megfelelően a *tűrésnagyság* (T) a felső és az alsó határméret különbsége, illetve a felső és az alsó határeltérés algebrai különbsége. A tűrésnagyságnak előjele nincs, tehát a következő különbség abszolút értékével egyenlő:

$$T = FH - AH = FE - AE$$

A tűrés elhelyezkedése az alpméret és az egyik határméret különbségként határozható meg. Megállapodás szerint az alpméretnek és annak a határméretnek a különbségét kell venni, amely a kisebb abszolút értékű számot adja.

A minőség a szabványos illesztési rendszerekben a tűrésnagyságok olyan csoportja (tűrés-alapsorozat), amelyben bármely alpmé-rethez tartozó tűrés egyforma pontossági szinten, illetve szabatosági fokon készültek tekinthető.

A minőség megnevezése a KGST- és az ISO-rendszerben azonos. Példák: IT01, IT6.

A tűrés ábrázolható (3. ábra). Ilyenkor a tűrést ábrázoló sáv, amelyet az alsó és a felső határeltérés távolságában az alapvonalal párhuzamosan húzott két egyenes határol a *tűrésmező*. A tűrésmezőt a tűrés nagyságával (T) arányos szélessége és az alapvonalhoz viszonyított fekvése (a tűrés elhelyezkedése) jellemzi. Ábrázolásakor erősen nagyított lépték használatos.

Az 2. és a 3. ábrán az *alapvonal* (nulla-vonal) az alpméretnek (nulla eltérésnek) felel meg. Ha az alapvonal vízszintes, a pozitív eltéréseket egyezményesen felfelé, a negatív eltéréseket pedig lefelé kell mérni.

A tűrésmező fekvését, azaz a tűrésmezőnek az alapvonalhoz viszonyított elhelyezkedését a szabványos tűrésrendszerekben betű-jellel jelölik.

Valamely tűrésrendszerhez tartozó tűrést *szabványos tűrésnek* nevezzük, amelynek nagysága a tűrés egység és a minőségi tényező szorzata. A tűrés egység csak a névleges mérettől függ, a minőségi tényező pedig a mindenkor minőségre jellemző.

4.4. Játék és fedés

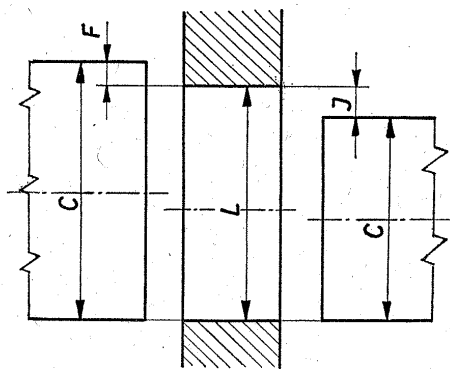
A játék és a fedés fogalmának meghatározásához szükség van két alapfogalom szabatos meghatározására. Ezek:

A *csap* (C), amely az alkatrész minden külméretének általános értelemben használt egyezményes elnevezése, függetlenül attól, hogy a felület hengeres vagy nem, és a *lyuk* (L), amely a belméretek analóg elnevezése.

Illeszkedő alkatrészpárok esetén a csap közrefogott, a lyuk pedig közrefogó méretet jelöl.

Az illesztési rendszer számára kiválasztott csap neve: *alapsap*, a lyuké pedig: *alplyuk*.

E fogalmak segítségével már meghatározható az illeszkedő alkatrészpárok között keletkező játék vagy fedés is (4. ábra).



4. ábra

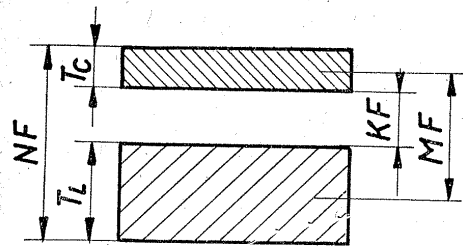
A *játék* (J) a lyuk és a csap méretének a különbsége, ha a lyuk mérete nagyobb a csap méreténél, tehát:

$$J = L - C \quad (L > C)$$

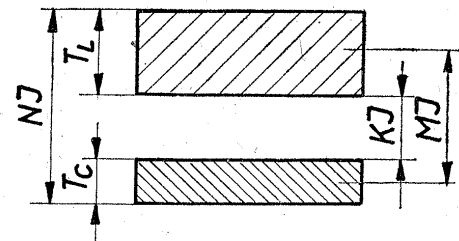
A *fedés* (F) a csap és a lyuk szerelés előtt mért méretének a különbsége, ha a lyuk mérete kisebb a csap méreténél:

$$F = C - L \quad (C > L)$$

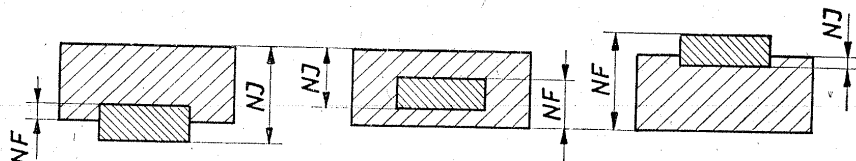
Mivel csap és a lyuk mérete egyaránt szóródhat, az illeszkedésben keletkező játék vagy fedés nagysága is bizonyos határok között változik. A fedés és a játék szélső értékei az 5., 6., és 7. ábrák alapján határozhatók meg.



5. ábra



6. ábra



7. ábra

A *legnagyobb játék* (NJ), amely laza vagy átmeneti illesztésben keletkezhet, a lyuk felső és a csap alsó határméretének különbségként számítható:

$$NJ = FH_L - AH_C \quad (FH_L > AH_C)$$

A *legkisebb játék* (KJ), amely laza illesztésben (5. ábra) keletkezhet, a csap felső és a lyuk alsó határméretének különbségként számítható:

$$KJ = AH_L - FH_C \quad (AH_L > FH_C)$$

A *legnagyobb fedés* (NF), amely szilárd vagy átmeneti illesztésben (6. és 7. ábra) keletkezhet, a csap felső és a lyuk alhatárméretének különbsége:

$$NF = FH_C - AH_L \quad (FH_C > AH_L)$$

A *legkisebb fedés* (KF), amely szilárd illesztésben (6. ábra) keletkezhet, a csap alsó és a lyuk felső határméretének különbsége:

$$KF = AH_C - FH_L \quad (AH_C > FH_L)$$

4.5. Illesztés és illeszkedés

Az *illesztés* két csatlakozó, közös alpméretű alkatrész túréseit tartalmazó *előírás* abból a célból, hogy a kívánt illeszkedés, illetve a kívánt illesztés-jelleg megvalósuljon. Az *illeszkedés* viszont a két

összeszerelendő alkatrész csatlakozásának a szerelés előtt mért valószínű méretének a különbségéből számítható *jellemző*, tehát játék vagy fedés.

Eszert az illesztés előírás, az illeszkedés pedig a megvalósult illesztés. Az illeszkedésben tehát vagy játék vagy fedés keletkezik, ami tervezéskor (illesztéskor) még nem bizonyos, ezért „átmeneti illeszkedés” nem lehetséges.

Az illesztésre jellemző az *illesztés eredő tűrése*, amely az illesztett alkatrészpár tűrésnagyságainak összege:

$$T_i = T_L + T_C$$

Ez megadja az alkatrészpár között adódható *játék* vagy *fedés* lehetséges szóródását is:

$$T_i = NJ - KJ \quad \text{vagy} \quad T_i = NJ + NF \quad \text{vagy} \quad T_i = NF - KF$$

Az illesztés jellegét egyetlen mérőszám jellemzi, mégpedig: a *közepes játék* (MJ) vagy a *közepes fedés* (MF), ami a két összeszerelendő alkatrész közepes méretének a különbségeként számítható. Ez a közepes illeszkedés mérőszáma, vagy röviden a közepes illeszkedés.

Az előírt jelleg a tervező elgondolását fejezi ki. A szereléskor keletkező tényleges illeszkedés mérőszáma ettől eltérhet, bizonyos szóródással.

Elvileg három féle illesztés lehetséges, mégpedig: *laza illesztés*, amely szerint a csatlakozó alkatrészek csak játékkal – lazán – illeszkedhetnek, *szilárd illesztés*, amely szerint az alkatrészek csak fedéssel – szilárdan – illeszkedhetnek, és *átmeneti illesztés*, amely szerint az alkatrészek – a tényleges méretük szóródásától függően – játékkal vagy fedéssel illeszkednek (5., 6. és 7. ábra).

A szokásos ábrázolásban laza illesztés esetén a lyuk tűrésmezője teljes egészében a csap tűrésmezője felett, szilárd illesztés esetén a csap tűrésmezője alatt helyezkedik el, átmeneti illesztés esetén pedig a lyuk és a csap tűrésmezői egymást többé-kevésbé átfedik.

4.6. Tűrési és illesztési rendszerek

A nagyságukkal és alapeltérésükkel (elhelyezkedésükkel) meghatározott szabványos tűrések tervszerű sorozata *tűrési rendszert*, a tűrési rendszer lyuk- és csaptűrései tervszerű párosításainak összesége pedig *illesztési rendszert* alkot.

Az illesztési rendszer kétféle lehet, mégpedig: *Alaplyuk-rendszer*, amelyben a különböző játékok és fedések kizárólag a csapok tűréseinek változtatásával képezhetők, egyetlen lyuk-tűrés megtartásával

(vagy többféle minőségű, de azonos alapeltérésű lyukakkal), és *alapcsap-rendszer*, amelyben a játékok és a fedések kizárólag a lyukak tűréseinek változtatásával képezhetők, egyetlen csaptűrés megtartásával (vagy többféle minőségű, azonos alapeltérésű csappal).

Az ISO- és a KGST illesztési rendszerben az alaplyuk alsó határ-eltérése, illetve az alapcsap felső határ-eltérése nulla.

4.7. Alakhűség és helyzetpontosság

Az alkatrészeket legtöbbször egyszerű *mértani felületek* (sík-, henger-, csavarfelület) határolják, amelyeket az alkatrész *valóságos felülete*, tehát az anyagot a környezettől elválasztó felület, csak bizonyos eltérésekkel közelít meg. Az eltérések a vizsgált valóságos felülettel érintkező, az alkatrész anyagán kívül elhelyezkedő, a felülettel egyező jellegű mértani felület (vonal), az un. *ráfekvő felület* (profil) segítségével értelmezhető.

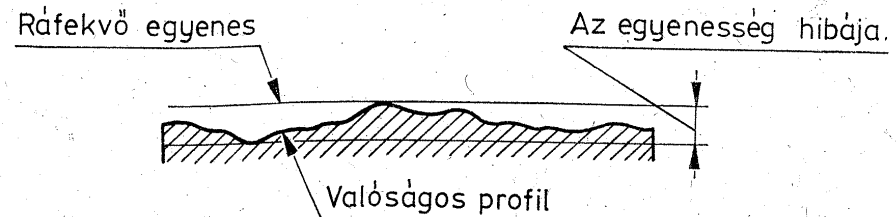
Az előírt mértani formától való eltérés az *alakeltérés*, a valóságos felület helyzetének, illetve a felület tengelyének, szimmetria-síkjának a névleges helyzettől való eltérése pedig a *helyzeteltérés*.

Az alak- és a helyzeteltérésekkel kapcsolatos fogalmakat és azok meghatározásait – mérési példákkal kiegészítve – az MSZ 14 001 – 66 tartalmazza, amely a KGST keretein belül egységesített adatok, a KGST/RSZ 327 – 65 alapján készült és nagymértékben megegyezik az ISO/R 1101 – 69 ajánlás adataival is. A következőkben ezek alapján foglaljuk össze a legfontosabb fogalmak értelmezését és meghatározását.

4.7.1. Az alakeltérések értelmezése

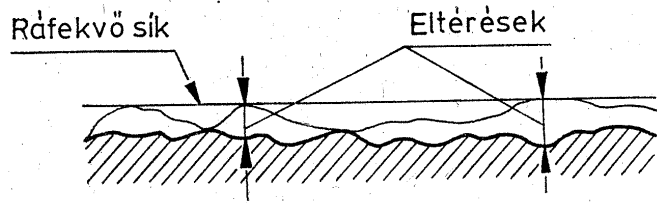
A legnagyobb alakeltérést *alakhibának* nevezzük. A leggyakrabban előforduló alakhibák a következők:

Az *egyenesség hibája*, amely a ráfekvő egyenes és a valóságos vonal (profil között mért legnagyobb távolság (8. ábra).



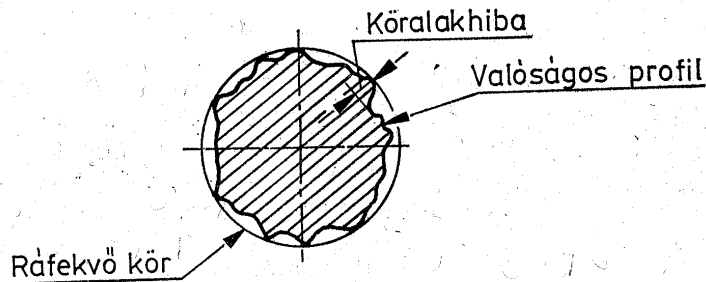
8. ábra

A síklapúság hibája, amely a ráfekvő sík és a valóságos felület között mért legnagyobb eltérés (9. ábra).



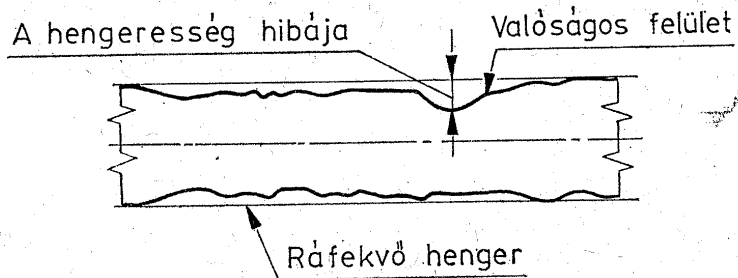
9. ábra

A köralakhiba, amely a ráfekvő kör és a valóságos köralak (szelvény) között mért legnagyobb távolság (10. ábra).



10. ábra

A hengeresség hibája, amely a ráfekvő henger és a valóságos felület között mért legnagyobb eltérés (11. ábra).

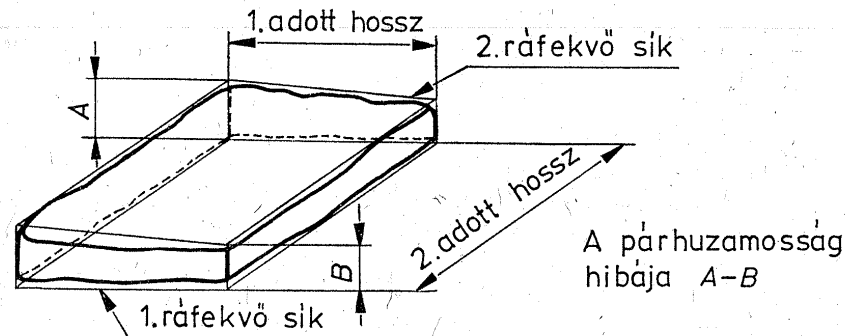


11. ábra

4.7.2. A helyzeteltérések értelmezése

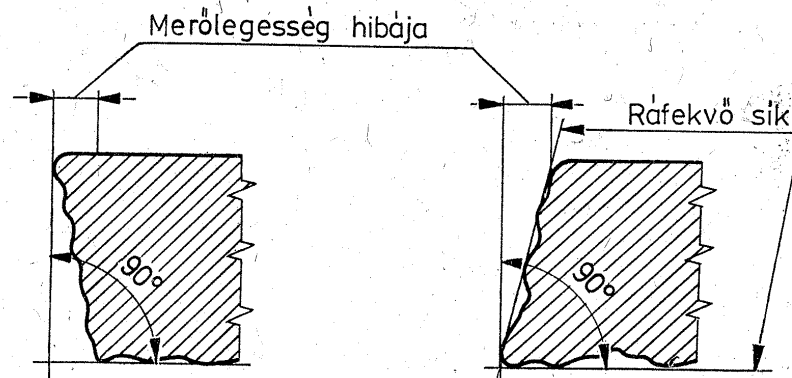
A helyzeteltérések megengedett legnagyobb szóródása a *helyzettűrés*, amelyet általában attól függetlenül kell betartani, hogy mekkorák az alkatrész méreteinek tűrései. Adott esetben ez a tűrés túl is léphető, ha az alkatrész tényleges méretei nem terjednek a mérettűrésekkel meghatározott felső határig. Ilyenkor *módosítható* vagy *függő* helyzetűrésről beszélünk. A leggyakrabban előforduló *helyzet-hibák* a következők:

A *párhuzamosság hibája*, amely két ráfekvő elem (pl. sík vagy egyenes) legnagyobb és legkisebb távolságának a különbsége, adott tartományban vagy hosszban (12. ábra).



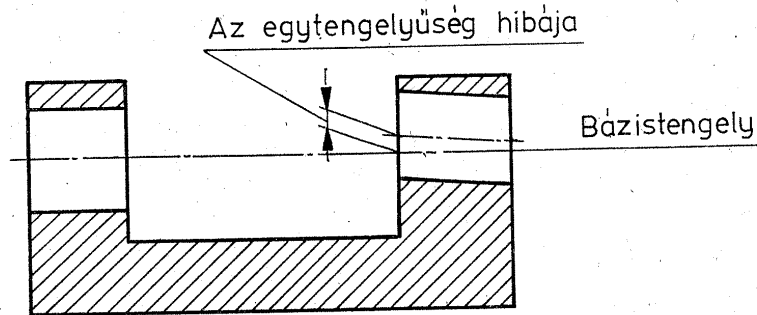
12. ábra

A *merőlegesség hibája*, amely a ráfekvő elemek (egyenes, tengely, sík) által bezárt valóságos szögnek a derékszögtől mért eltérése, hossz- mértékben kifejezve és adott hosszra vonatkoztatva (13. ábra).



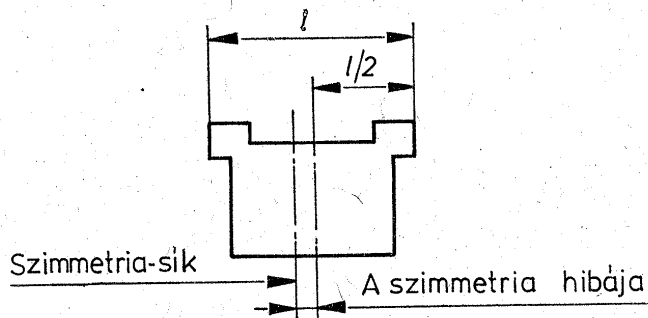
13. ábra

Az *egytengelyűség hibája*, amely a vizsgált felület tengelyhelyzetének legnagyobb lineáris eltérése (külpontossága, excentricitása) a bázisul kijelölt másik tengelytől, a vizsgált felület teljes hossza mentén (14. ábra) vagy egy adott keresztmetszetben.



14. ábra

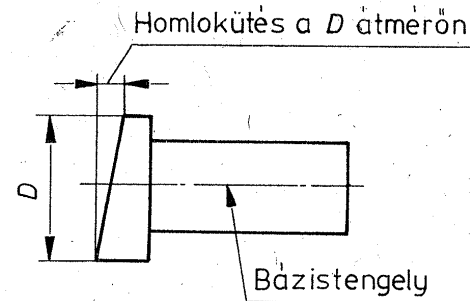
A *szimmetria hibája*, amely az ellenőrzendő elemek szimmetriasíkjai (szimmetriatengelyei) között mért legnagyobb eltérés (15. ábra).



15. ábra

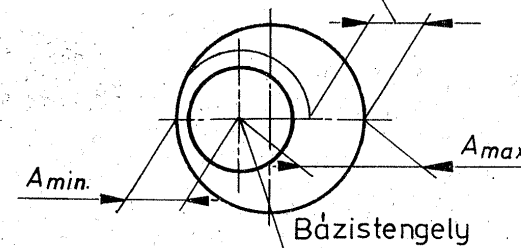
A *homlokütés* (tengelyirányú vagy axiális ütés), amely a vizsgált alkatrész forgástengelyére merőleges bázisfelület és a valóságos homloklap felületének tényleges pontjai között tengelyirányban mért legnagyobb és legkisebb távolság különbsége, adott átmérőn körbeforgatva mérve (16. ábra).

A *radiális* (sugárirányú) *ütés*, amely a forgásfelület valóságos pontjai és a bázistengely között mért legnagyobb és legkisebb távolság különbsége, a tengelyre merőleges, adott keresztmetszetben mérve (17. ábra).



16. ábra

$$\text{Radiális ütés} = A_{max.} - A_{min.}$$



17. ábra

Egyes alak- és helyzethibáknak az MSZ 14001–66 néhány *jellegzetes fajtáját* is megadja. Ilyenek pl. a köralakhiba esetén az *ovalitás*, a *szögletesség*, az *egyenvastagság* és a *bütykösség*, vagy a párhuzamosság hibája esetén a *forgásfelület és síkfelület párhuzamosságának hibája* és az *egyeneselek* (tengelyek, élek) *térbeli párhuzamosságának hibája*.

4.8. A szabványos elnevezések idegen nyelvű megfelelői

A szabványirodalom tanulmányozásának megkönnyítése érdekében betűrendben összefoglaljuk a szabványos elnevezések megfelelőit francia, angol, német és orosz nyelven

Alakhiba	Alapcsap
Écart de forme	Arbre normal
Form deviation	Basic shaft
Formabweichung	Einheitswelle
Отклонение формы	Основной вал

Alapcsap-rendszer
Système d'ajustements à
arbre normal
Shaft basis system of fits
System Einheitswelle
Система основного вала

Alapeltérés
Écart fondamental
Fundamental deviation
Grundabmass
Основное отклонение

Alaplyuk
Alésage normal
Basic hole
Einheitsbohrung
Основное отверстие

Alaplyuk-rendszer
Système d'ajustements à alésage
normal
Hole basis system of fits
System Einheitsbohrung
Система основного отверстия

Alapméret
Dimension nominale
Basic size
Nennmass
Номинальный размер

Alapvonal
Ligne zéro
Zero line
Null-linie
Нулевая линия

Alsó határeltérés
Écart inférieur
Lower deviation
Unteres Abmass
Нижнее отклонение

Alsó határméret
Dimension minimum
Minimum limit of size
Kleinstmass
Наименьший предельный размер

Átmeneti illesztés
Ajustement incertain
Transition fit
Übergangspassung
Переходная посадка

Csap
Arbre
Shaft
Welle (Aussenmass)
Вал

Egyenesség hibája
Écart de rectitude
Deviation from straightness
Abweichung von Geraden
(Ungeradheit)
Отклонение от прямолинейности

Egytengelyűség hibája
Écart d'alignement
Deviation from alignment
Abweichung vom Fluchten
(Mittenabweichung)
Отклонение от соосности

Eltérés
Écart
Deviation
Abmass
Отклонение

Fedés
Serrage
Interference
Übermass
Натяг

Felső határeltérés
Écart supérieur
Upper deviation
Oberes Abmass
Верхнее отклонение

Felső határméret
Dimension maximum
Maximum limit of size
Grösstmass
Наибольший предельный размер

Határméret
Dimension limite
Limit of size
Grenzmass
Предельный размер

Helyzethiba
Écart de position
Positional deviation
Lageabweichung
Отклонение расположения

Hengeresség hibája
Écart de cylindricité
Deviation from cylindricity
Abweichung von der Zylinder-
form
Отклонение от цилиндричности

Homlokütés
Déplacement axial
périodique
Axial runout
Planlaufabweichung
Торцовое биение

Illesztés
Ajustement
Fit
Passung
Посадка

Illesztés eredő túrése
Tolérance d'ajustement
Variation of fit
Passtoleranz
Допуск посадки

Illesztés névleges mérete
Dimension nominale (d'un
ajustement)
Basic size of a fit
Passmass
Номинальный размер соединения

Illesztési rendszer
Système d'ajustements
Fit system
Passsystem
Система посадок

Játék
Jeu
Clearance
Spiel
Зазор

Köralkhiba
Écart de circularité
Deviation from circularity
Abweichung vom Kreis
(Unrundheit)
Отклонение от круглости

Laza illesztés
Ajustement avec jeu
Clearance fit
Spielpassung
Посадка с зазором

Legkisebb fedés
Serrage minimum
Minimum interference
Kleinstübermass
Наименьший натяг

Legkisebb játék Jeu minimum Minimum clearance Kleinstspiel Наименьший зазор	Minőség (kvalitás) Qualité Grade of tolerance Qualität Квалитет
Legnagyobb fedés Serrage maximum Maximum interference Grösstübermass Наибольший натяг	Nemmegy-oldali határméret Limité „n'entre pas” „Not go” limit Ausschuss-Seite-Grenzmass Непроходной предел
Legnagyobb játék Jeu maximum Maximum clearance Grösstspiel Наибольший зазор	Párhuzamosság hibája Écart de parallélisme Deviation from parallelism Abweichung von der parallelen Lage (Unparallelität) Непараллельность
Lyuk Alésage Hole Bohrung (Innenmass) Отверстие	Radiális ütés Erreur de coaxialité Radial runout Rundlaufabweichung Радиальное биение
Megy-oldali határméret Limite „entre” „Go” limit Gut-Seite-Grenzmass Проходной предел	Síklapúság hibája Écart de planéité Deviation from flatness Abweichung von der Ebene (Unebenheit) Неплоскость
Merőlegesség hibája Écart de perpendicularité Deviation from perpendicularity Abweichung von der Recht- winkligkeit Отклонение от перпендикулярности	Szabványos tűrés Tolérance fondamentale Standard tolerance Grundtoleranz Основной допуск
Méret Dimension, cote Size Mass Размер	Szilárd illesztés Ajustement avec serrage Interference fit Presspassung Посадка с натягом

Szimmetria hibája Écart de symétrie Deviation from symmetry Abweichung von der Symmetrie Отклонение от симметричности	Tűrésegység Unité de tolérance Standard tolerance unit Toleranzeinheit Единица допуска
Tényleges eltérés Écart effectif Actual deviation Istmass Действительное отклонение	Tűrés rendszer Système de tolérances Limit system Toleranzsystem Система допусков
Tényleges méret Dimension effective Actual size Istmass Действительный размер	Tűrésmező Zone de tolérance Tolerance zone Toleranzfeld Поле допуска
	Tűrés nagyság Tolérance Tolerance Toleranz (Masstoleranz) Допуск

A 4. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 180 – 63	Tűrés és illesztés alapfogalmai
MSZ 14 001 – 66	Az alakhúság és a helyzetpontosság alapfogalmai
ISO/R 286 – 62	ISO illesztési rendszer. Általános rész, tűrések és eltérések
ISO/R 1101 – 69	Alak- és helyzetűtések. I. rész. Általános előírások, jelképek és rajzjelek
KGST/SZT 145 – 75	A KGST egységes tűrés és illesztési rendszere. Általános elvek, tűrés- és alapeltérés-sorozatok
KGST/RSZ 327 – 65	Felületek alak- és helyzeteltérései. Fogalmak és meghatározások

5. A KGST EGYSÉGES TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI RENDSZERE

5.1. Érvényességi tartomány és általános elvek

Az *egységes rendszer* a kör szelvényű és a sík lapokkal határolt alkatrészek tűréseire, és az azok egymáshoz rendeléséből adódó illesztésekre érvényes a 10 000 mm-ig terjedő mérettartományban. Ez a mérettartomány 1 mm-ig főleg a műszeripar, 1–500 mm-ig az általános gépipar, 500 mm felett pedig a nehézgépipar termékeit érinti.

Az egységes rendszer az *ISO-rendszeren* alapul, célszerűen kiterjesztve azt a 3150 feletti 10 000 mm-ig terjedő mérettartományra is.

A tűrések és az illesztések olyan alkatrészekre vonatkoznak, amelyek hőmérséklete megegyezik az *alaphőmérséklettel* (3.2. szakasz), tehát 20 °C.

A méretek milliméter, az eltérések és a tűrések pedig mikrométer mértékegységben (3.1. szakasz) vannak megadva.

A számsorozatok (a névleges mérettartományok, átmérőcsoportok és tűrésegységek sorozatai) a szabványos számok, illetve szabványos hosszméretek (3.3. szakasz) sorozataiból vannak kiválasztva.

A felső határeltérés *egyezményes* jelölésére lyuk esetén az **ES**, csap esetén pedig az **es**, míg az alsó határeltérés *egyezményes* jelölésére lyuk esetén az **EI**, csap esetén pedig az **ei** jel szolgál.

Az egységes rendszer alapelvei:

- A tűrésnagyságok a névleges méretekkel együtt növekednek.
 - Az alaplyuk és az alapcsap tűrésmezőjét egyik oldalról az alapvonal határolja.
 - Az alaplyuk-rendszer és az alapcsap-rendszer elvi felépítése megegyezik.
 - A névleges méret és az eltérések ismeretében megállapíthatók azok a határok, amelyek közé az alkatrész tényleges méreteinek esnie kell, illetve amelyek egyikén szélső esetben elhelyezkedhet.
- Gyártáskor természetesen figyelembe kell venni még a mérőeszközök mérési bizonytalanságát, kopását és gyártási tűréseit is.

Az egységes rendszer a következőket tartalmazza:

- A tűrésegységek meghatározásához szükséges összefüggések.
- Minőségek, tűrés-alapsorozatok és az azok segítségével meghatározott tűrésnagyságok.

- Az alapeltérések meghatározásához szükséges összefüggések, azok jelölése és számértékei.
- A tűrések meghatározásának rendszere, a tűrésegység és az alapeltérés felhasználásával.
- Illesztési rendszerek.
- Tűrés- és illesztésválaszték.
- Az alkatrészek ellenőrzéséhez szükséges időmszerek mérőmértékei, gyártási tűrései, megengedett kopása és alkalmazási feltételei.
- A tűrések és az illesztések megadása.

A KGST-rendszer érvényességét az egyéb tűrési és illesztési rendszerekével az 1. táblázat hasonlítja össze:

1. táblázat

Névleges mérettartomány		Melyik rendszerben vannak adatok
felett	-ig	
–	1	KGST, ISO, OSZT
1	500	KGST, ISO, OSZT, ISA, DIN
500	3150	KGST, ISO, OSZT
3150	10000	KGST, OSZT

5.2. A tűrések meghatározása

A tűrés a tűrésnagyság és az alapeltérés meghatározásával számítható. Ennek megfelelően összefüggéseket és szabályokat kellett megalkotni, amelyekkel az alapeltérések és a tűrésnagyságok meghatározhatók, majd ki kellett számítani a tűrések számértékeit és táblázatba kellett foglalni azokat.

A tűréseket természetesen nem célszerű a lehetséges méretek végtelen sokaságára külön-külön meghatározni, ezért csak néhány méretre számították ki azokat, és a kapott számértékeket érvényesnek mondták ki egy-egy mérettartományra (átmérőcsoportra), amelyeken belül tehát a tűrésnagyság állandó.

5.2.1. Átmérőcsoportok

Átmérőcsoportok az 500 mm-ig terjedő mérettartományban, mm-ben

2. táblázat

Főcsoport		Mellékcsoport	
felett	-ig	felett	-ig
	3		
3	6	—	—
6	10		
10	18	10	14
		14	18
18	30	18	24
		24	30
30	50	30	40
		40	50
50	80	50	65
		65	80
80	120	80	100
		100	120
120	180	120	140
		140	160
180	250	160	180
		180	200
		200	225
		225	250

(A táblázat folytatódik)

(A táblázat folytatása)

Főcsoport		Mellékcsoport	
felett	-ig	felett	-ig
250	315	250	280
		280	315
315	400	315	355
		355	400
400	500	400	450
		450	500

Megjegyzés: A mellékcsoportok az a...c és az r...zc, illetve a A...C és a R...ZC alapeltérésekhez használhatók.

Az 500 mm-ig terjedő mérettartomány az általános gépgyártás számára a legfontosabb. A mérettartomány felosztása (főcsoport, mellékcsoport) teljesen megegyezik az ISO-rendszer felosztásával.

Az 500–3150 mm-es mérettartomány felosztása (főcsoport, mellékcsoport) szintén megegyezik az ISO-rendszer felosztásával, de az ISO-rendszer ebben a mérettartományban csak kísérleti célokra ad tűréseket (3. táblázat).

Itt említjük meg, hogy az ISO/R 286–62 nemzetközi szabvánnyá való átdolgozása kapcsán tervezik az ISO-rendszer kiterjesztést is 4000 mm-ig.

A KGST-rendszer kidolgozásakor felmerült a mérettartomány 10 000 mm-ig történő kiterjesztésének szükségessége, ezért létrehozták a 4. táblázatban található átmérőcsoportokat is az egységes rendszer számára.

A tűrésjegységeket a tűrésnagyságokat és az alapeltéréseket az átmérőcsoportok határainak a mértani középárányosára kell kiszámítani, és az így kapott értékek az egész tartományra érvényesek. Az átmérőcsoportba az alsó határnál nagyobb és a felső határt magában foglaló mérethalmaz tartozik. A kiszámított értékeket a kerekítési szabályoknak megfelelően kell kerekíteni (5.2.7. szakasz).

A 3 mm-nél kisebb teljes mérettartományra az 1 és 3 mm mértani középárányosa, tehát $\sqrt[3]{3} = 1,732$ mm érvényes.

Átmérőcsoportok az 500—3150 mm-es mérettartományban, mm-ben

3. táblázat

Főcsoport		Mellékcsoport	
felett	-ig	felett	-ig
500	630	500	560
		560	630
630	800	630	710
		710	800
800	1000	800	900
		900	1000
1000	1250	1000	1120
		1120	1250
1250	1600	1250	1400
		1400	1600
1600	2000	1600	1800
		1800	2000
2000	2500	2000	2240
		2240	2500
2500	3150	2500	2800
		2800	3150

Megjegyzés: A mellékcsoportok a c, cd és az r-v, illetve a C, CD és a R-V alapeltérésekhez használhatók.

Átmérőcsoportok a 3150—10 000 mm-es mérettartományban, mm-ben

4. táblázat

Főcsoport		Mellékcsoport	
felett	-ig	felett	-ig
3150	4 000	3150	3 550
		3550	4 000
4000	5 000	4000	4 500
		4500	5 000
5000	6 300	5000	5 600
		5600	6 300
6300	8 000	6300	7 100
		7100	8 000
8000	10 000	8000	9 000
		9000	10 000

Megjegyzés: A mellékcsoportok a c, cd és az r-v, illetve a C, CD és az R-V alapeltérésekhez használhatók

Például a 80—120 mm-es átmérőcsoport számára a tűrésnagyságokat és az alapeltéréseket a $\sqrt{80 \cdot 120} = 97,979$ mm-es átmérőre kell meghatározni.

A főcsoportok és a mellékcsoportok használatát szemlélteti a következő példa:

Mekkora átmérővel kell az 1900 mm néveleges mérethez tartozó alapeltérést számítani?

Mivel az 1900 mm-es méret a 3. táblázat szerint az 1600—2000 mm főcsoportba, illetve az 1800—2000 mm mellékcsoportba esik, a d . . p, illetve a D . . P alapeltéréseket a $\sqrt{1600 \cdot 2000} = 1788,8$ mm-es méretre, a c, cd és az r . . v, illetve a C, CD és az R . . V alapeltéréseket pedig a $\sqrt{1800 \cdot 2000} = 1897,4$ mm-es méretre kell kiszámítani. Az így kapott értékek az egész átmérőcsoportra, tehát az 1900 mm néveleges mérethez is érvényesek.

5.2.2. Minőségek

A KGST-rendszer valamennyi mérettartomány számára 19 minőséget rendszeresít. A tűrésnagyságokat és az alapeltéréseket pedig az összes minőségre megadja.

A minőségeket a következő számok jelölik:

$$01, 0, 1, 2, \dots, 17$$

Az ISO-rendszer ezzel szemben az 1–500 mm-es mérettartományban az 01, 0, 1, 2, ... 16 az 500–3150 mm-es mérettartományban pedig az 5, 6, ... 16 minőségekhez ad tűrésértékeket. A KGST-rendszer tehát itt is lényeges bővítést tartalmaz.

Mivel az azonos névleges méretű és alapeltérésű alkatrészek minőségének azonos a minőségjele, és egy meghatározott méret tűrésnagysága minden azonos minőségű alkatrész esetében egyenlő, a minőség egyben meghatározza az egyes alkatrészek tűrésnagyságát is. A minőség tehát általában jól használható a méretpontosság megjelölésére is. Ebből pedig az következik, hogy a tervező, a gyártásvezető és a szerkesztő a minőség alapján jól tud tájékozódni és dönteni, hogy milyen gyártási eljárást, gyártóeszközt (gépet, készüléket, számszámot stb.) és mérőeszközt célszerű választani az alkatrészek gazdaságos gyárthatósága érdekében. Így például a 6 minőségű (IT6 tűrésnagyságú) méret előállításához pontosabb, tehát egyben drágább gépre van szükség, mint a 9 minőségű (IT9 tűrésnagyságú) méret megvalósításához.

5.2.3. Tűrésegységek

A tűrésegységek meghatározásához szükséges összefüggések a forgácsoló megmunkálással szerzett tapasztalatok alapján keletkeztek. Az 1,6–500 mm-es mérettartományra a DIN a 20-as években az

$IPE = 0,05 \sqrt[3]{D}$ tűrésegységet rögzítette. Ezt a tömeggyártásban szerzett tapasztalatok alapján az ISA pontosította, és az összefüggést kiegészítette a mérési pontosságot, a hőhatásokat és a rugalmas alakváltozásokat figyelembe vevő $0,001D$ taggal, majd az ISO kiterjesztette az 1 mm-nél kisebb méretekre is.

A KGST egységes tűrés- és illesztési rendszerben a pontosított tűrésegységet fogadták el az 500 mm-ig terjedő névleges méretekre, tehát:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D$$

Az összefüggésből az i tűrésegység mikrométerekben adódik, ha a D átmérőt milliméterben helyettesítjük.

Megjegyzés: Az ISO/R 286–62 megadja azt az összefüggést is amelybe az átmérőt hüvelykben helyettesítve, a tűrésegység mikrohüvelykben adódik:

$$i = 0,052 \sqrt[3]{D} + 0,001D$$

Az egységes rendszer átvette az ISO-rendszer 500–3150 mm-es mérettartományára érvényes tűrésegység összefüggését, és érvényesnek mondta ki a kibővített mérettartományra, tehát az 500–10 000 mm-es tartományban a tűrésegység a következő összefüggéssel számítható:

$$I = 0,004D + 2,1$$

Az összefüggésből a tűrésegység mikrométerekben adódik, ha az átmérőt milliméterben helyettesítjük.

Megjegyzés: Az ISO/R 286–62 szerint a következő összefüggéssel a tűrésegység mikrohüvelykben számítható, ha az átmérőt hüvelykben helyettesítik.

$$I = 0,004D + 0,083$$

Az összefüggésekből kitűnik, hogy azonos gyártási feltételek mellett a gyártási hibák nagysága és az átmérő között megközelítőleg parabolikus összefüggés van. A parabola 500 mm-nél nagyobb méretek esetén egyenessé fajul.

A tűrésegységet egy-egy átmérőcsoportban a tartományhatárok mértani középárayosára kell kiszámítani, és ez az érték az egész tartományra érvényes.

Példák: 1. Mekkora a tűrésegység a 30–50 mm-es átmérőcsoportban?

$$D = \sqrt[3]{30 \cdot 50} = 38,73 \text{ mm, tehát}$$

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D = 0,45 \sqrt[3]{38,73} + 0,001 \cdot 38,73$$

$$i = 1,56 \text{ } \mu\text{m} \cong 1,6 \text{ } \mu\text{m}$$

2. Mekkora a tűrésegység a 4000–5000 mm-es átmérőcsoportban?

$$D = \sqrt[3]{4000 \cdot 5000} = 4472 \text{ mm, tehát}$$

$$I = 0,004D + 2,1 = 0,004 \cdot 4472 + 2,1$$

$$I = 19,99 \text{ } \mu\text{m} \cong 20 \text{ } \mu\text{m}$$

5.2.4. Tűrés-alapsorozatok

A tűrésnagyság (T) általában egységnyi tűrés, a tűrésegység (i, I) kerekített értékeinek többszöröseként határozható meg:

$$T = q \cdot i, \quad \text{illetve} \quad T = q \cdot I$$

ahol q tényező az ún. minőségi tényező, mivel nagysága csak a minőségtől függ.

A minőségi tényezők és ezzel a tűrésnagyságok is közelítőleg mértani sorozatot alkotnak (Ra5 sorozat), mégpedig az IT5–IT17 minőségek esetén (5. táblázat).

A tűrés-alapsorozatok tényezői

5 táblázat

Minőség	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
Minőségi tényező, q	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

A minőségi tényező IT6 minőségtől kezdve 5 lépésenként tízszeresedik. Ez a szabály IT17 felett is érvényes, így a tűrésnagyságok IT17-nél nagyobb minőségekre is kiszámíthatók.

Az IT01, IT0 és az IT1 minőségek esetén a tűrésnagyságok a 6. táblázatban található összefüggésekkel számíthatók. Az összefüggésekbe D értékét mm-ben kell helyettesíteni, hogy a tűrésnagyság mikrométerben adódjon.

6 táblázat

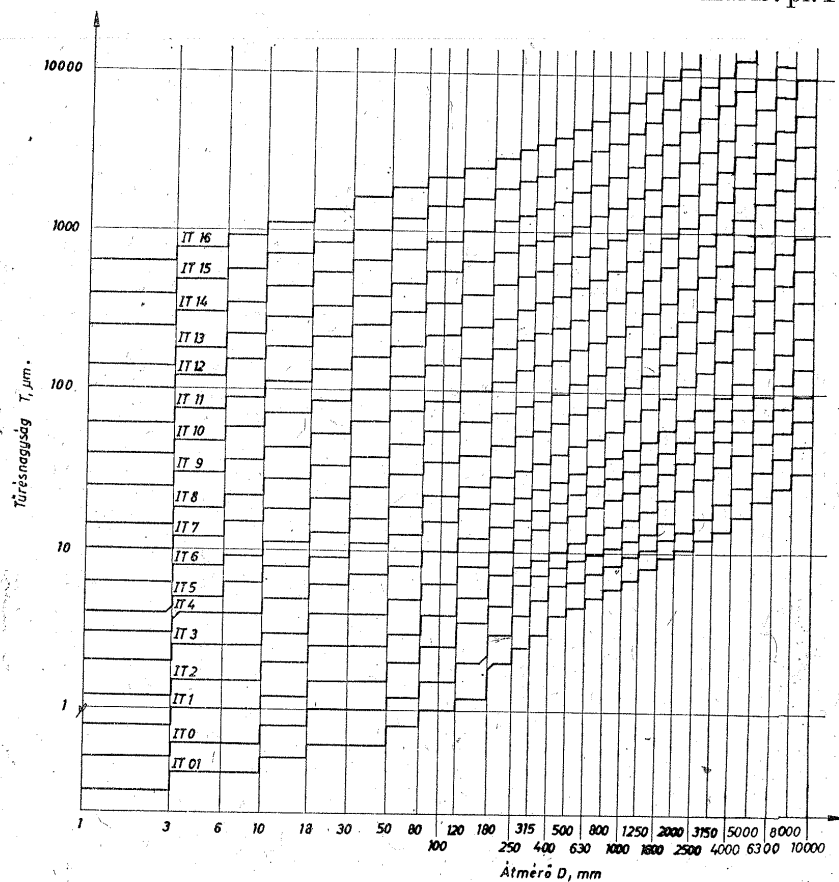
Minőség	IT01	IT0	IT1
$D \leq 500 \text{ mm}$	$0,3 + 0,008 D$	$0,5 + 0,012 D$	$0,8 + 0,020 D$
$D > 500 \text{ mm}$	I	$\sqrt{2} \cdot I$	$2 \cdot I$

Végül az IT2, IT3 és IT4 minőségekhez tartozó tűrésnagyság közelítőleg olyan mértani sorozatot alkotnak, amelynek az első tagja az IT1, utolsó tagja pedig az IT5 minőséghez tartozó érték.

A tűrés-alapsorozatok számértékeit az 500 mm-ig terjedő méretek számára az IT01–IT16 minőségekre az MSZ 1852–63, az 500 mm-től 3150 mm-ig terjedő méretek számára pedig az IT6–IT16 minőségekre az MSZ 4729–63 tartalmazza.

A KGST-rendszer a teljes érvényességi tartományában, tehát a 10 000 mm-ig terjedő méretek számára és az IT01–IT17 minőségekre megadja a tűrés-alapsorozatokot.

Az azonos minőséget eredményező tűrések sorozatai: a tűrés-alapsorozatok a névleges méret (átmérő) függvényében ábrázolhatók (18. ábra). Az ábra vízszintes tengelyére a névleges méretek, a függőleges tengelyére pedig a tűrésnagyságok vannak felhordva, de nem egyenletes, hanem logaritmikus osztásban (léptékben). Így szemléletes kép keletkezik a tűrés-alapsorozatokról. Az ábrán ugyanis minden lépcsős vonal egy-egy minőségi fokozatnak felel meg, hiszen az egy minőségi fokozatba tartozó tűrésnagyságok összessége a tűrés-alapsorozat. Az ábrán fel vannak tüntetve a sorozatok számai is: pl. IT6.



18. ábra
Tűrés-alapsorozatok

5.2.5. Alapeltérések

Az *alapeltérés* a tűrésmezőnek az alapvonalhoz közelebb eső határvonala és az alapvonal között mérhető távolság. Nagysága tapasztalati képletek segítségével számítható. Az alapeltérések fokozatai lehetővé teszik, hogy a lyukak és a csapok megfelelő párosításával, a használati célnak megfelelő játék vagy fedés legyen előírható.

A névleges méret függvényében megállapított alapeltéréseket betűk jelölik, mégpedig a csapokhoz tartozókat kis betűk, a lyukakhoz tartozókat pedig nagy betűk. Az esetleges félreértések elkerülése érdekében az *i, l, o, q, w* és a *I, L, O, Q, W* betűk nem használatosak, viszont néhány kettős betűből álló jelölés is előfordul: *cd, ef, fg, js, za, zb, ze*, illetve *CD, EF, FG, Js, ZA, ZB, ZC*.

A csapok alapeltéréseinek jelölésére tehát a következő betűk használatosak:

a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, js, j, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, ze.

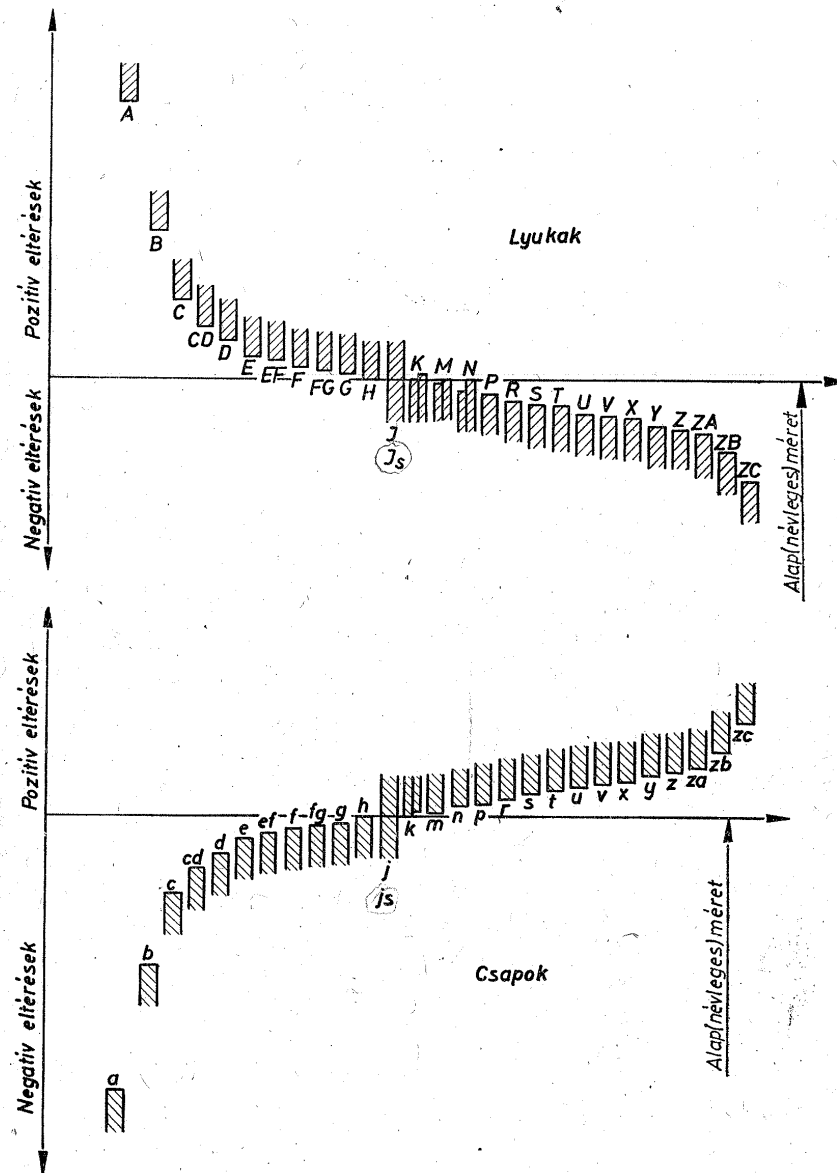
A lyukak alapeltérésének jelölésére pedig analóg módon a következő betűk használatosak:

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, Js, J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC.

Az *a...g* jelű alapeltérésnek megfelelő csapok mérete a névleges méreténél csak kisebb lehet, az *A...G* jelű lyukaké pedig csak nagyobb, tehát azokat alaplyukkal, illetve alapcsappal párosítva, az illeszkedésben mindig játék keletkezik. Az alapcsap alapeltérése ugyanis (jele: *h*) egyenlő az alaplyuk alapeltérésével (jele: *H*), nagysága pedig nulla.

A *j* és *J* jelű csapok, illetve lyukak tűrésmezői az alapvonalhoz képest közel szimmetrikusak, a *js* és a *Js* jelűeké pedig szimmetrikusak (az „s” index a szimetriára utal). Mivel a szimmetrikus tűrés jobban megfelel a természetes méretszóródásnak, mint a *j*, illetve a *J* alapeltéréshez tartozó, a jövőben csak az előbbieket használata célszerű. Ezért a KGST-rendszer ajánlott választékában a *j* és a *J* alapeltérés nem szerepel, és az ISO/R 286-62 most folyó felülvizsgálatával kapcsolatosan is szerepel azok elhagyása javaslatként.

A *k* jelű csapok és a *K, M, N* jelű lyukak alapeltérése egyes minőségek esetén nulla, de a hozzájuk tartozó tűrések eltérnek a *h*, illetve a *H* alapeltéréshez tartozóktól, mivel a kívánt tényleges méret csap esetén csak nagyobb, lyuk esetén pedig csak kisebb lehet a alapméretnél.



19. ábra

Csapok alapeltérései 500 mm-ig

7. táblázat

Betűjel	Átmérő	Minőség	Képlet
a	$D \cong 120$	01...17	$-(1,3D + 265)$
	$D < 120$		$-3,5D$
b	$D \cong 160$	01...17	$-(0,85D + 140)$
	$D < 160$		$-1,8D$
c	$D \cong 40$	01...17	$-52D^{0,2}$
	$D < 40$		$-(0,8D + 95)$
cd	$D \cong 500$	01...17	c és d értékeinek mértani középértékei
d	$D \cong 500$	01...17	$-16D^{0,44}$
e	$D \cong 500$	01...17	$-11D^{0,41}$
ef	$D \cong 500$	01...17	e és f értékeinek mértani középértékei
f	$D \cong 500$	01...17	$-5,5D^{0,41}$
fg	$D \cong 500$	01...17	f és g értékeinek mértani középértékei
g	$D \cong 500$	01...17	$-2,5D^{0,34}$
h	$D \cong 500$	01...17	0
j	$D \cong 500$	5...8	nincs képlet
j _s	$D \cong 500$	01...17	$-0,5IT_n$
		01...3	0
k	$D \cong 500$	4...7	$+0,6\sqrt[3]{D}$
		8...17	0
m	$D \cong 500$	01...17	$+(IT7 - IT6)$
n	$D \cong 500$	01...17	$+5D^{0,34}$
p	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 0...5$
r	$D \cong 500$	01...17	p és s értékeinek mértani középértékei
s	$D \cong 50$	01...17	$+IT8 + 1...4$
	$D < 50$	01...17	$+IT7 + 0,4D$
t	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 0,63D$
u	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + D$
v	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 1,25D$
x	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 1,6D$
y	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 2D$
z	$D \cong 500$	01...17	$+IT7 + 2,5D$
za	$D \cong 500$	01...17	$+IT8 + 3,15D$
zb	$D \cong 500$	01...17	$+IT9 + 4D$
zc	$D \cong 500$	01...17	$+IT10 + 5D$

Végül a p...ze jelű alapeltéréseknek megfelelő csapok mérete a névleges méretnél csak nagyobb, a P...ZC jelű lyukaké pedig csak kisebb, tehát azokat alaplyukakkal, illetve alapcsappal párosítva, az illeszkedésben mindig fedés keletkezik.

Az alapeltéréseket a 19. ábra szemlélteti, a számításukhoz szükséges képleteket pedig a 7. és a 8. táblázat tartalmazza.

Csapok és lyukak alapeltérései 500 mm felett 10 000 mm-ig

8. táblázat

Betűjel	Csap		Képlet	Lyuk		
	Hat. elt.	Előjel		Előjel	Hat. elt.	Betűjel
c	FE	-	$-(0,8D + 95)$	+	AE	C
cd	FE	-	c és d értékeinek mértani középértéke	+	AE	CD
d	FE	-	$16D^{0,44}$	+	AE	D
e	FE	-	$11D^{0,41}$	+	AE	E
f	FE	-	$5,5D^{0,41}$	+	AE	F
g	FE	-	$2,5D^{0,34}$	+	AE	G
h	FE	-	0	+	AE	H
j _s	AE	-	$0,5 IT_n$	+	FE	J _s
k	AE	+	0	-	FE	K
m	AE	+	$0,024D + 12,6$	-	FE	M
n	AE	+	$0,04D + 21$	-	FE	N
p	AE	+	$0,027D + 37,8$	-	FE	P
r	AE	+	p és s értékeinek mértani középértéke	-	FE	R
s	AE	+	$IT7 + 0,4D$	-	FE	S
t	AE	+	$IT7 + 0,63D$	-	FE	T
u	AE	+	$IT7 + D$	-	FE	U
v	AE	+	$IT7 + 1,25D$	-	FE	V

Az alapeltérés akkor *sem függ* a minőségtől, ha a képletben valamilyen IT (pl. IT6) szerepel. Kivételt csupán a j és a j_s jelű csapok, illetve a J és a J_s jelű lyukak képeznek, amelyekhez – szigorúan véve – nem is tartoznak alapeltérések, továbbá a k jelű csapok 500 mm átmérőig.

5.2.6. Határeltérések

Az 5.2.5. szakasz szerint meghatározott alapeltérések egyben az egyik határeltérést is megadják, mégpedig:

az a. .h jelű csapok esetén a felső határeltérést (FE),
a j. .ze jelű csapok esetén az alsó határeltérést (AE).

A másik határeltérés a T tűrésnagyság segítségével számítható, tehát nagysága a minőségtől is függ. Az összefüggésekben C index a csapra, L pedig a lyukra utal.

$$AE_C = FE_C - T_C = E_C - T_C$$

$$FE_C = AE_C + T_C = E_C + T_C$$

Ugyanezek az összefüggések felírhatók egyezményes jelekkel (5.1. szakasz) is, tehát:

$$ei = es - IT$$

$$es = ei + IT$$

Hasonlóan határozhatók meg a lyukak határeltérései is, csak hogy ehhez egyéb szabályok ismerete is szükséges. A lyukak egyik határeltérését megadó alapeltérés megállapításakor abból az elvből indultak ki, hogy az egyforma elnevezésű illesztések legnagyobb és legkisebb játéka, illetve fedése azonos legyen akár alaplyuk-, akár alapcsaprendszerből származnak, pl. H7/p6 és P7/h6. Ez két szabály: az *általános* és a *különleges szabály* betartásával érhető el.

Az *általános szabály* szerint megállapított alapeltérések laza illesztésekhez közvetlenül biztosítják, hogy a csap a lyuknál egy minőségi fokozattal finomabb legyen, átmeneti és szilárd illesztések esetében azonban ez csak akkor teljesül, ha lyukaknak az általános szabály szerint képezett alapeltérését az illesztésben előforduló tűrésnagyságok különbségével (Δ pótlék) a *különleges szabály* szerint módosítják.

Az általános szabály szerint valamennyi alapeltérés nagysága és előjele az ugyanolyan betűjelű csap határeltéréseiből vezethetők le, mégpedig:

$$\left. \begin{array}{l} \text{az A. .H jelű lyukakra } AE_L = -FE_C \\ FE_L = -AE_C \end{array} \right\} E_L = -E_C$$

tehát a lyuk alapeltérése a csapéval azonos nagyságú, de ellentétes előjelű.

Az általános szabály alól *kivételt* képeznek a 3 mm-nél nagyobb átmérőjű, IT8-nál durvább minőségű N jelű lyukak, amelyek alapeltérése egyezményesen nulla, továbbá a 3 mm-nél nagyobb átmérőjű IT6, IT7 és IT8 minőségű J jelű az IT9-nél finomabb minőségű K, M és N jelű és az IT8-nál finomabb minőségű P. .ZC jelű lyukak.

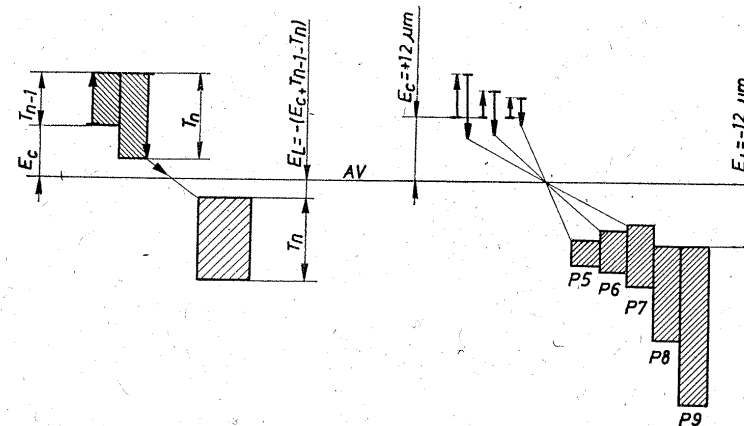
Ezekre a kivételekre a különleges szabály szerint kell meghatározni az eltéréseket a következő összefüggésekkel:

$$FE_L = -AE_C + \Delta, \quad \text{ahol } \Delta = T_n - T_{n-1}$$

$$E_L = -(E_C + T_{n-1} - T_n)$$

Tehát az általános szabály szerint képezett alapeltérést a lyuk szóban forgó minőségi fokozatának és az azt egy fokozattal megelőző fokozat tűrésnagyságának különbségével meg kell növelni.

A szabályt a 20. ábra szemlélteti, amelyen az $\varnothing 5$ P5, . . . , $\varnothing 5$ P9 tűrések láthatók léptékhelyes ábrázolásban.



20. ábra

A különleges szabály alól egyetlen *kivétel* van a 250–315 mm átmérotartományban, ahol az M6 lyuk alapeltérése $E_L = -11 \mu\text{m}$ helyett $E_L = -9 \mu\text{m}$.

A másik eltérés szintén az alapeltérés és a tűrésnagyság segítségével számítható, tehát:

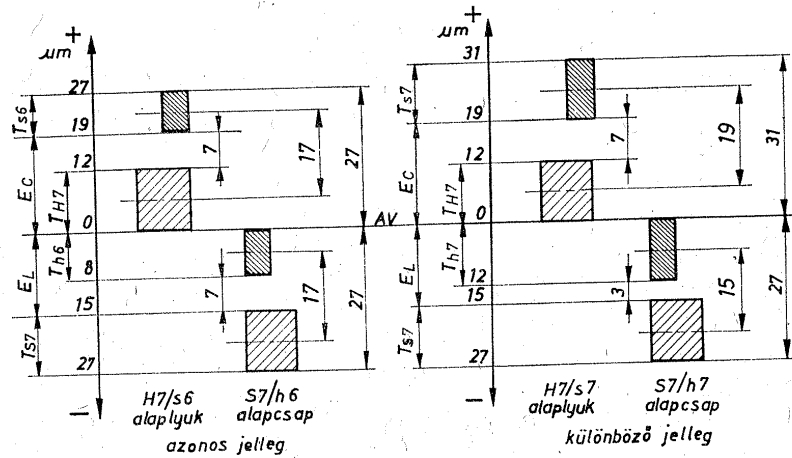
$$FE_L = AE_L + T_L = E_L + T_L$$

$$AE_L = FE_L - T_L = E_L - T_L$$

Vagy egyezményes jelekkel:

$$ES = EI + IT \quad \text{és} \quad EI = ES - IT$$

A különleges szabály szerint meghatározott határeltésekkel azonban az azonos minőségű lyukak és csapok párosításakor keletkező illesztések (pl. H7/s7 és S7/h7) jellege nem azonos, mint azt a 21. ábra is szemlélteti.



21. ábra

5.2.7. Kerekítési szabályok

A tűrésnagyságok és az alapeltérések számértékeit a gyakorlat számára *kerekíteni* kell, mivel a számítási képletekből általában végtelen tizedes törtek adódnak. A kerekítések egységessége érdekében kerekítési szabályokat kellett rögzíteni.

A szabályoknak megfelelően az 500 mm-ig terjedő méretekre az egyes átmérőcsoportokban meghatározott, 11 és annál finomabb minőségű tűrésnagyságok és alapeltérések számított értékeit a 9. táblázat szerint kell kerekíteni.

Kivétel a j_s csapok és a J_s lyukak alapeltérése, amelyeket a 7...11 minőségek esetében – ha a tűrésérték páratlan szám – úgy kell kerekíteni, hogy az előtte levő páros számot felezzük. A 6 és annál finomabb minőségek esetén *nem kell* kerekíteni.

A már kerekített értékek összegét vagy különbségét nem kell újra kerekíteni.

Kis értékek esetén a jobb lépcsőzöttség érdekében eltértek a kerekítési szabálytól.

Kerekítési szabályok az 500 mm-ig terjedő méretekre

9. táblázat

Számított érték μm-ben		Kerekítés μm-ben az alábbi számok egész számú többszöröseire		
felett	-ig	Tűrésnagyságra a 11. minőségig bezárólag	Alapeltérésekre a és g között a felső határeltézésre	k és zc között az alsó határeltézésre
5	45	1	1	1
45	60	1	2	1
60	100	1	5	1
100	200	5	5	2
200	300	10	10	2
300	560	10	10	5
560	600	—	20	5
600	800	—	20	10
800	1000	—	20	20
1000	2000	—	50	50
2000	—	—	—	100

Az 500 mm-nél nagyobb méretek esetében az egyes átmérőcsoportokban kiszámított tűrésnagyságok és alapeltérések számértékeit a 10. táblázat szerint kell kerekíteni. A jobb lépcsőzöttség miatt azonban néhány kivétel itt is van.

Kerekítési szabályok az 500 mm-nél nagyobb méretekre

10. táblázat

Számított érték μm-ben		Kerekítés μm-ben az alábbi számok egész számú többszöröseire
felett	-ig	
	60	1
60	100	2
100	200	5
200	500	10
500	1000	20
1000	2000	50
2000	5000	100
:	:	:
:	:	:
20 × 10 ⁿ	50 × 10 ⁿ	1 × 10 ⁿ
50 × 10 ⁿ	100 × 10 ⁿ	2 × 10 ⁿ
100 × 10 ⁿ	200 × 10 ⁿ	5 × 10 ⁿ

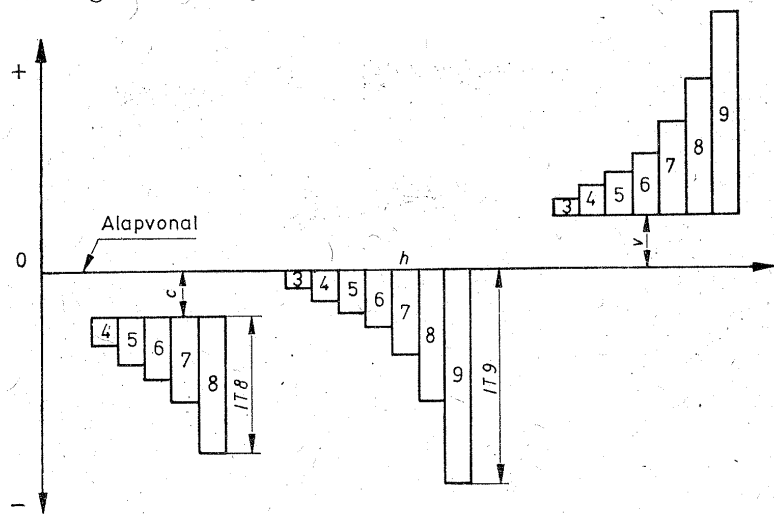
5.3. A szabványos tűrések jelölése

A tűrésezett csapok és lyukak használhatóságát tényleges méretük határozza meg, amelyet a még elfogadható mérethatárok, tehát az alapeltérés és a tűrésnagyság előírásával lehet megadni. Ennek megfelelően a szabványos tűrések jele az alapeltérés betűjeléből és a tűrésnagyságot meghatározó minőség számjeléből áll. A jelölésben a nagy betű a lyukra, a kis betű pedig a csapra utal.

Például 40 mm névleges méretű, g alapeltérésű és a 8 minőségnek megfelelő tűrésnagyságú csap szabványos tűréseinek jele 40 g8, az azonos névleges méretű és minőségű, de H alapeltérésű lyuké pedig: 40 H8.

A szabványos tűrésjelek rajzokon vagy egyéb műszaki dokumentációkban, továbbá az idomszerek megjelölésére használhatók.

A rövid jel egyértelműen meghatározza a tűréseket, hiszen a betűjelből eldönthető, hogy lyukról vagy csapról van-e szó és mekkora az alapeltérés, a számjelből pedig a minőség és ezzel tűrésnagyság állapítható meg. A szabványos tűrésjelek jelentését a 22. ábra szemlélteti.



22. ábra
A szabványos tűrésjelek képzése

5.4. Tűrésrendszer, tűrésválasztékok

A szabványos tűrések tervszerű sorozataiból álló tűrésrendszer elvileg igen sok tűrést tartalmazna, hiszen valamennyi alapeltérés mindegyik minőséggel összekapcsolható. A szerszámok, készülékek és

idomszerek számának ésszerű korlátozása miatt azonban nem célszerű az összes lehetséges tűrést azonos gyakorisággal alkalmazni, ezért különböző tűrésválasztékok keletkeztek.

Ilyen választékokat tartalmaz az ISO/TC 3 Műszaki Bizottsága által az egyes országok gyártási tapasztalatainak felhasználásával készített általános és a gépipar számára előnyben részesített tűrésválaszték, amelyeket az ISO/R 286-62, illetve az ISO/R 1829-70 tartalmaz. A KGST-tagállamok által egységesített hasonló választék található az RSZ 508-66 sz. ajánlásban. A nemzetközileg egységesített választékok alapján készültek hazai választék-szabványaink: MSZ 1869-67, MSZ 4725-67 és MSZ 4728-69.

A következőkben összefoglaljuk a KGST-rendszerhez tartozó tűrésválasztékokat, és egy-egy választéknál utalunk a korábbi választékokhoz viszonyított eltérésekre.

5.4.1. Tűrésválaszték az 1 mm-nél kisebb méretek számára

A KGST/SZT 144-75 adataival egyező 11. és 12. táblázat a J8, J6, J7 és J8 tűrések kivételével tartalmazza az MSZ 4728-69 általános tűrésválasztékát, amelyet a táblázatokban a tűrések mezőjének bal felső sarkában látható jel jelöl.

A j, illetve J alapeltérések js, illetve Js alapeltérésekkel való helyettesítése megfelel a jelenlegi nemzetközi szabványosítási törekvéseknek, amelyek célja, hogy a közel szimmetrikus tűréseket szimmetrikus tűrésekkel helyettesítse.

Az MSZ 4728-69 az általános választék mellett tartalmaz egy előnyben részesítendő választékokat is. Ezt a 11. és a 12. táblázatban a tűrések mezőjének jobb alsó sarkában jelöltük meg.

5.4.2. Tűrésválaszték az 1-500 mm-ig terjedő méretek számára

A táblázat adatai megegyeznek a KGST/SZT 144-75 adataival. A táblázatban szereplő tűrések az általános használatra szánt, a keregetett tűrések pedig az előnyben részesítendő választékokat adják.

A táblázat általános választéka a j5 és a j6 tűrések kivételével tartalmazza az MSZ 1869-67 választékát (a táblázatban a mezők bal felső sarkában megjelölve), és az MSZ 4725-67 előnyben részesítendő választékát is (a táblázatban a mezők jobb alsó sarkában megjelölve), de a b12, f9, h12, s7 és u8 tűréseket a KGST-választék nem részesíti előnyben, ugyanakkor az MSZ-hez viszonyítva többletet is tartalmaz, mivel előnyben részesíti a h9, p6 és r6 tűréseket.

Csapítőrészek választéka

11. táblázat

Műg.- sők	Alapvetések																												
	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	h _s	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z								
01								h01*	js01*																				
0								h0*	js0*																				
1								h1*	js1*																				
2								h2*	js2*																				
3								h3*	js3*																				
4					f4	fg4	g4	h4	js4	k4	m4	n4	p4																
5			e5	ef5	f5	fg5	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5														
6		d6	e6	ef6	f6	fg6	g6	h6	js6	k6		n6	p6	r6	s6		u6											z6	
7		cd7	d7	e7	ef7	f7	fg7	h7	js7	k7					s7												x7	z7	
8		cd8	d8	e8	ef8	f8		h8	js8	k8																	x8	z8	
9		cd9	d9	e9	ef9			h9	js9*																				
10		cd10	d10					h10	js10*	k10*																			
11								h11	js11*																				
12								h12*	js12*																				
13								h13*	js13*																				

* Nem illesztésre szánt tűrészek.

Lyuktűrészek választéka

12. táblázat

Műg.- sők	Alapvetések																													
	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Jr	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z									
01								H01*	Jr01*																					
0								H0*	Jr0*																					
1								H1*	Jr1*																					
2								H2*	Jr2*																					
3								H3*	Jr3*																					
4						F4	FG4	H4	Jr4	K4	M4	N4	P4																	
5			E5	EF5	F5	FG5	G5	H5	Jr5	K5	M5	N5	P5	R5	S5															
6		D6	E6	EF6	F6	FG6	G6	H6	Jr6	K6		N6	P6	R6	S6		U6													
7		CD7	D7	E7	EF7	F7	FG7	H7	Jr7	K7					S7												X7	z7		
8		CD8	D8	E8	EF8	F8		H8	Jr8	K8																	X8	z8		
9		CD9	D9	E9	EF9			H9	Jr9*																					
10		CD10	D10					H10	Jr10*																					
11								H11	Jr11*																					
12								H12*	Jr12*																					
13								H13*	Jr13*																					

* Nem illesztésre szánt tűrészek.

A táblázat adatai megegyeznek a KGST/SZT 144-75 adataival. A táblázatban szereplő tűrések az általános használatra szánt, ezen belül a keretezett tűrések pedig az előnyben részesítendő választékok adják.

A táblázat általános választéka tartalmazza az MSZ 1869-67 választékát (a mezők bal felső sarkában megjelölve), kivételt csupán a közel szimmetrikus J6 és J7 tűrés képez, amelyeket a szimmetrikus J_s6 és J_s7 pótol. Megtalálható a táblázatban az MSZ 4725-67 előnyben részesítendő választéka is (a mezők jobb alsó sarkában megjelölve), de a KGST-választék a D11, F9 és H12 tűréseket nem részesíti előnyben, az E9, H9 és P7 tűréseket viszont az MSZ előírásaival ellentétben előnyben részesíti.

A 13. és a 14. táblázatban található tűrésválaszték az általános gépipari gyakorlatban előforduló illesztési feladatok megoldására alkalmas választék, hiszen az 1-500 mm-es mérettartomány átfogja az általános gépiparban alkalmazott méretek halmazát.

Ez a választék képezi az alapját a szerszámok, gyártási készülékek és idomszerek tervezésének, gyártásának és készletezésének is, ezért az illesztési rendszerhez tartozó egyéb tűréseket csak kivételes esetekben kell alkalmazni, ha azok az általános választékkal nem oldhatók meg.

Ilyen kivételt képeznek például az ékek, reteszek és a gördülőcsapágók. Az ékek és a reteszek illesztéséhez szükséges különleges tűrésválasztékot az MSZ 2318-57, a gördülőcsapágók beépítéséhez szükségeset pedig az MI 7989-71 tartalmazza.

5.4.3. Tűrésválaszték az 500-3150 mm-ig terjedő méretek számára

Az 500-3150 mm-es mérettartományba eső méretek a gyakorlatban kisebb gyakorisággal fordulnak elő, ezért az ilyen méretű alkatrészek előállításával kapcsolatosan kevesebb gyártási tapasztalat gyűlt össze, mint az 500 mm-nél kisebb méretek esetében. Az elégséges gyártási tapasztalatok hiányában az ISO/R 286-62 csak kísérleti célokra közöl tűrésválasztékot erre a mérettartományra (a 15. és a 16. táblázatban a mezők bal felső sarkában megjelölve).

A KGST keretein belül egységesített választék szintén csak ajánlott választék, tehát a 15. és a 16. táblázat adatait a gyakorlatban még ki kell próbálni, hogy szabványosíthatók legyenek.

Megjegyezzük, hogy az ISO választékában a fentiekén kívül szerepelnek még a következő tűrések is: x7, y7, z7, k8 és P6, R6, U7, V7, X7, Y7, Z7, K8.

Minőségek	Alapelvételek																
	c	cd	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v
01							h01*	j01*									
0							h0*	j0*									
1							h1*	j1*									
2							h2*	j2*									
3							h3*	j3*									
4							h4*	j4*									
5							h5*	j5									
6							h6	j6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	
7				e7	f7		h7	j7	k7		n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7
8			d8	e8	f8		h8	j8*									
9			d9	e9	f9		h9	j9*									
10			d10				h10	j10*									
11	e11	cd11	d11				h11	j11*									
12							h12	j12*									
13							h13*	j13*									
14							h14*	j14*									
15							h15*	j15*									
16							h16*	j16*									
17							h17*	j17*									

* Nem illesztésre szánt tűrések.

5.4.4. Tűrészválaszték a 3150—10 000 mm-ig terjedő méretek számára

Csap- és lyuktűrések választéka

17. táblázat

Minőségek	Alapeltérések (csapok)												
	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s
5													
6						+	+						
7				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8			+	+	+	+	+	+			+	+	+
9		+	+	+		+	+	-					
10		+				+	+						
11	+	+				+	+						
12						+	+	+					
13						+	+						
14						+	+						
15						+	+						
16						+	+						
17													
Minőségek	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S
	Alapeltérések (lyukak)												

* Nem illesztésre szánt tűrések.

A 17. táblázat a KGST keretein belül végzett egységesítő munka eredményeként kialakult választékot tartalmazza, amely tájékoztató jellegű, mivel a további egyeztetések során még változhat. Az ISO erre a mérettartományra nem tartalmaz adatokat, és ennek megfelelően hazai szabványaink sem.

Az egységesített választék közzétételének elsődleges célja az ajánlott tűrések gyártása során adódó tapasztalatok összegyűjtése, hogy azok felhasználásával megfelelő szabványok legyenek kidolgozhatók.

Minőségek	Alapeltérések																
	C	CD	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	V
01							H01*	J _s 01*									
0							H0*	J _s 0*									
1							H1*	J _s 1*									
2							H2*	J _s 2*									
3							H3*	J _s 3*									
4							H4*	J _s 4*									
5							H5*	J _s 5*									
6						G6	H6	J _s 6	K6	M6	N6						
7				E7	F7	G7	H7	J _s 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	U8	
8			D8	E8	F8		H8	J _s 8*									
9			D9	E9	F9		H9	J _s 9*									
10			D10				H10	J _s 10*									
11		CD11	D11				H11	J _s 11*									
12							H12	J _s 12*									
13							H13*	J _s 13*									
14							H14*	J _s 14*									
15							H15*	J _s 15*									
16							H16*	J _s 16*									
17							H17*	J _s 17*									

* Nem illesztésre szánt tűrések.

5.5. Illesztések és illesztési rendszerek

Az *illesztés* a kapcsolódó alkatrészpárok jellemzője, mivel a két, közös alapméretű alkatrész tűréseinek előírásával meghatározza az illeszkedésben keletkező játékot vagy fedést, azaz a kívánt illeszkedést, illetve illeszkedési jelleget. A közös alapméret az *illesztés névleges mérete*.

Illesztésnek szokás nevezni azonban magát, az illesztés előírásának a műveletét a szükséges megfontolásokkal együtt, és a művelet eredményét is, tehát a rajzon feltüntetett, összetartozó tűrésjeleket (pl. H7/m6), sőt a köznapi szóhasználatban illesztés a neve a két csatlakozó alkatrész tűrésezett méretei által meghatározott felületek elkészítésének, akár mérőeszközöket, akár az ellendarabot használják fel ehhez és az így elkészített alkatrészek összeszerelésének is.

A megvalósult illesztés, tehát az összeszerelt alkatrészpárok kapcsolódása az *illeszkedés*, amely laza vagy szilárd (szoros) lehet, attól függően, hogy az illeszkedésben játék vagy fedés keletkezik.

5.5.1. Illesztési módok

Valamely szerkezet helyes működését többek között az illeszkedő alkatrészpárok határozzák meg. A jó működéshez ugyanis az alkatrészpárok között meghatározott *játéknak* vagy *fedésnek* kell lenni, amit tervezéskor elő kell írni. Az alkatrészek illesztése éppen ezt a célt szolgálja, amikor a tervező két tűrést, azaz négy határméretet vagy négy határeltérést előír. Ez az előírás azt eredményezi, hogy az elgondolt illesztéskor lehetséges játékoknak és fedéseknek is van határméretük, a megvalósult illeszkedésben létrejövő tényleges játék, illetve fedés mérete pedig e határméretek közé esik. Így tehát tervezhető a legnagyobb, a közepes és a legkisebb játék, valamint a legkisebb, a közepes és a legnagyobb fedés. (Az egyes fogalmak szabatos meghatározása a 4.4. szakaszban található.)

Az illesztés laza vagy szilárd (szoros) illeszkedés létrehozására irányul. *Laza az illesztés*, ha az előírt tűrésekkel elkészített alkatrészek között a tényleges méretek megengedett legkedvezőtlenebb szóródása esetén is biztosan játék keletkezik; ha pedig biztosan fedés, szoros illeszkedés jön létre, *szilárd illesztésről* beszélünk. Lehetséges és gyakran használatos olyan tűrés-előírás is, amikor előre nem tudható, hogy a válogatás nélkül összepárosított alkatrészek között játék vagy fedés fog keletkezni, és így az illeszkedés laza vagy szilárd lesz-e. Ezt a bizonytalanságot fejezi ki az *átmeneti illesztés* fogalma. Az átme-

neti illesztésből tervezéskor még nem állapítható meg, hogy az illeszkedésben kis játék vagy fedés keletkezik-e, de szereléskor már egyértelműen laza vagy szilárd illeszkedés jön létre. Ezért „átmeneti” illeszkedésről nem lehet beszélni.

Laza illesztés esetében a legnagyobb és a legkisebb játékról, szilárd illesztés esetében pedig a legnagyobb és a legkisebb fedésről beszélünk (4.4. szakasz). Átmeneti illesztés esetében játék és fedés egyaránt lehetséges, azonban a legkisebb játék és a legkisebb fedés nagysága egyaránt nulla, tehát a legnagyobb játék és a legnagyobb fedés jön tekintetbe.

Az egyes *illesztési módok* a következő alapeltérések előírásával jönnek létre:

Laza illesztés keletkezik, ha a csap mérete kisebb, mint lyuké, tehát az **a...h** alapeltérésű csapok **H** alapeltérésű lyukakkal, vagy **A...H** alapeltérésű lyukak **h** alapeltérésű csapokkal való párosításakor. A **H** alapeltérésű lyukak **h** alapeltérésű csapokkal való párosítása, tehát a **H/h** jelű illesztés, a laza illesztésekhez tartozik.

Szilárd illesztés keletkezik, ha a csap mérete nagyobb, mint a lyuké, tehát a **p...zc** alapeltérésű csapok **H** alapeltérésű lyukakkal, vagy a **P...ZC** alapeltérésű lyukak **h** alapeltérésű csapokkal való párosításakor. Az illesztés megválasztásakor figyelembe kell venni, hogy a 6 és 7 minőségű lyukakhoz eggyel finomabb minőségű csapot kell párosítani, a 8...11 minőségű lyukakhoz pedig lehetőleg azonos minőségű csapot kell választani.

Átmeneti illesztés keletkezik, ha a **j, js, k, m, n** alapeltérésű csapok **H** alapeltérésű lyukakkal, vagy a **J, Js, K, M, N** alapeltérésű lyukak **h** alapeltérésű csapokkal való párosításakor. Átmeneti illesztés a gyakorlatban ritkábban fordul elő, mint a laza illesztés; főleg központosításhoz és a gördülőcsapágyak illesztéséhez használatos.

A háromféle illesztésen belül jól megkülönböztethető többféle *illesztési jelleg*: egyes tengelyeket lazábban, másokat szorosabban kell ágyazni, egyes csapokat elegendő kézzel a lyukba helyezni, másokat viszont olyan szorosan kell beépíteni, hogy enyhe kalapácsütések is szükségesek szereléskor, sőt előfordulhat, hogy csak sajtalással szerelhetők. Valamennyi illesztési jellegre a párosítandó alkatrészek tűréseiből kiszámítható egy mérőszám, a *közepes illesztés mérőszáma*, (**M**), amely a *közepes játék* (**MJ**) vagy a *közepes fedés* (**MF**) lehet. A tervező elgondolását a közepes méretekből adódó illesztési jelleg fejezi ki, tehát a tűréseket annak megfelelően kell megadni.

Ez a mérőszám nemcsak a közepes méretek találkozásakor valósul meg, hanem lyukak és a csapok megfelelő párosítása (összeválogatása) esetén is.

Ha ilyen párosítás nem lehetséges, akkor a határméretekre készült alkatrészek is találkozhatnak, tehát kedvezőtlen esetben a legnagyobb játék (NJ) és a legkisebb játék (KJ), illetve a legnagyobb fedés (NF) és a legkisebb fedés (KF) keletkezik az illeszkedésben (4.4. szakasz). A játék, illetve a fedés tehát két határérték között szóródik.

A tűréstechnikai számítások (MI 487) szempontjából a csatlakozó alkatrészek tényleges méretei összetevő méreteknak tekinthetők, tehát az azokból adódó játék (fedés) eredő méretnek számít, amelynek zárótagja az *illesztés eredő tűrése* (T_i). Az illesztés eredő tűrése a lyuk és a csap tűrésnagyságának összege, ugyanis:

$$\begin{aligned} NJ &= (A + FE_L) - (A + AE_C) \\ KJ &= (A + AE_L) - (A + FE_C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NJ - KJ &= (FE_L - AE_L) + (FE_C - AE_C) \\ T_i &= T_L + T_C \end{aligned}$$

Az illesztés eredő tűrése a játék és a fedés szélső értékeinek segítségével közvetlenül is kifejezhető:

$$\begin{aligned} - \text{ laza illesztés esetén} & \quad T_i = NJ - KJ \\ - \text{ átmeneti illesztés esetén} & \quad T_i = NJ + NF \\ - \text{ szilárd illesztés esetén} & \quad T_i = NF - KF \end{aligned}$$

A megvalósítandó illesztés jellegét a közepes méretek különbsége határozza meg. Ez a *közepes illesztés mérőszáma* (M_i) vagy röviden az *illesztés jellege*:

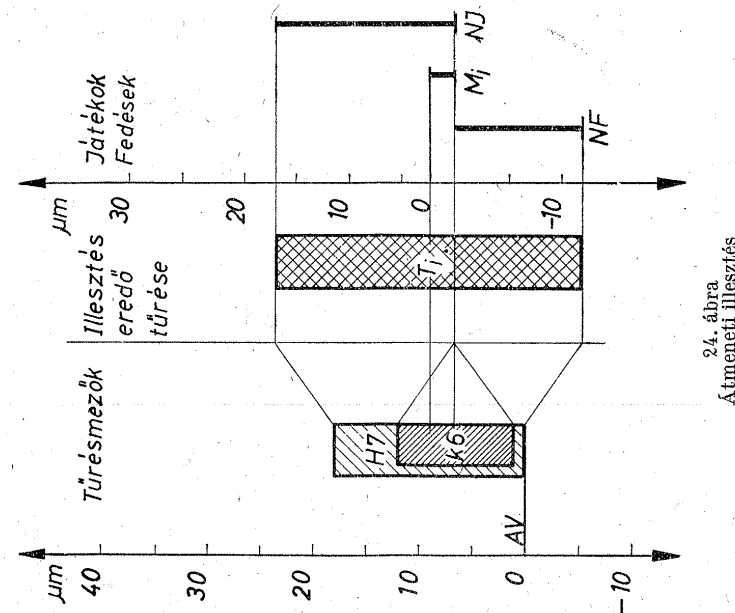
$$M_i = ME_L - ME_C, \quad \text{ahol}$$

$$ME_L = \frac{1}{2} (FE_L + AE_L) \quad \text{és} \quad ME_C = \frac{1}{2} (FE_C + AE_C)$$

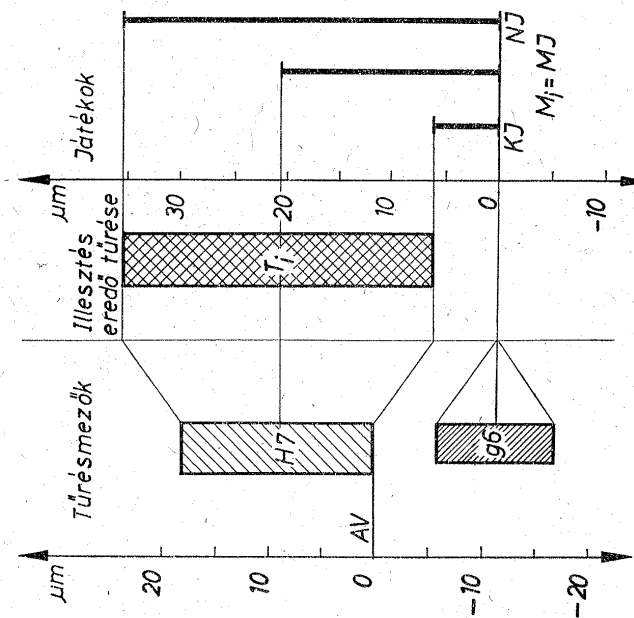
Az illesztés eredő tűrésének fogalmába – a tűrés fogalmához hasonlóan – nagyságán kívül az elhelyezkedését is bele kell érteni. Ez kifejezhető például a közepes illesztés mérőszámával és az illesztés eredő tűrésének a felével.

$$M_i \pm \frac{1}{2} T_i$$

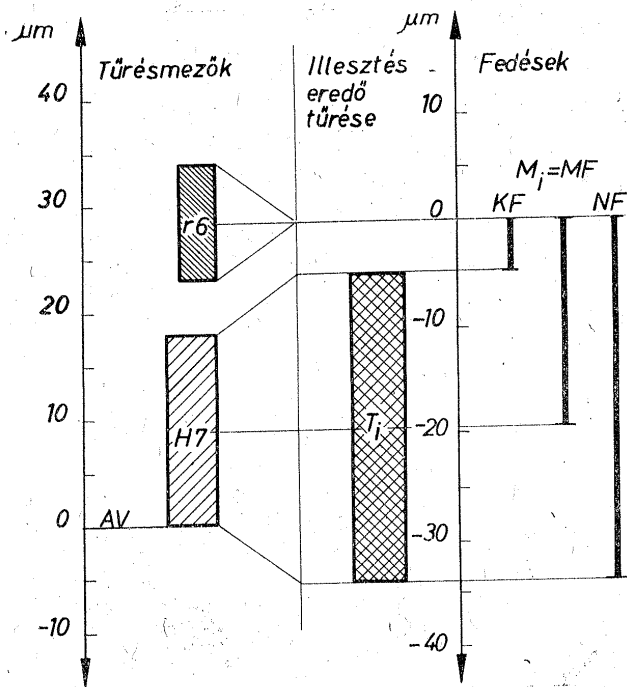
A játékok és a fedések határméretei, továbbá az illesztés jellege a tűrésmezőhöz hasonlóan ábrázolhatók (23. 24. és 25. ábrák). Az ábrák bal oldalán levő osztás a lyukak és a csapok tűrésmezőihez tartozik, és kezdőpontja az alapvonalon van. Az ábrák jobb oldalán a



24. ábra
Átmeneti illesztés



23. ábra
Laza illesztés



25. ábra
Szilárd illesztés

játék és a fedés határméreteit és közepes értékeit mutató vonalak láthatók. Az ezekhez tartozó osztás kezdőpontját célszerű a csap közepes méretének vonalába helyezni. (Az osztás kétirányú is lehet, ha a játékot és a fedést egyaránt pozitívnak tekintjük.)

Az ábrákról leolvasható, hogy a szóban forgó illesztés laza (23. ábra), átmeneti (24. ábra) vagy szilárd (25. ábra). Laza és szilárd illesztés esetén a közepes illesztés és a határméretek vonalai a jobb oldali osztás kezdő vonalához viszonyítva egyirányban fekszenek, átmeneti illesztés esetén pedig a határméretek vonalai különböző irányúak.

Átmeneti illesztés esetén a közepes illesztés mérőszámainak megfelelő vonal azt mutatja, hogy az illesztés inkább laza-e vagy szilárd-e. Az M_i és a T_i arról tájékoztat, hogy illeszkedéskor milyen elhelyezkedésű és nagyságú szóródásra lehet számítani.

5.5.2. Illesztési rendszerek

Elvileg bármely szabványos tűrésű csap bármely szabványos tűrésű lyukkal párosítható. Az összes lehetőséget kihasználni azonban nem lenne gazdaságos, hiszen ehhez nagyon sok idomszer kellene, de nem is célszerű, mivel ugyanaz vagy közel ugyanaz az illesztési jelleg többféle előírással is elérhető, ugyanakkor az egyik szerkezeten szerzett tapasztalatok csak nehezen lennének a másikra átvihetők, tehát sok esetben a lehetőségek kihasználása értelmetlen lenne. Ezért a ténylegesen alkalmazott párosítások számát korlátozni kell. A korlátozás alapelve, hogy az egyik alkatrész tényleges mérete a névleges méret közelében legyen, és a kívánt illesztési jelleget a másik alkatrész tényleges mérete szavatolja. Ennek megfelelően két rendszer jön létre: az *alaplyuk-rendszer* és az *alapszap-rendszer*.

Az alaplyuk-rendszerben az alaplyuk H alapeltérésű, az alapszap-rendszerben pedig az alapszap h alapeltérésű. Így az alaplyuk és az alapszap névleges méreté egyenlő az alapmérettel, tényleges mérete pedig az alaplyuk esetében legfeljebb a tűrésnagysággal nagyobb, illetve az alapszap esetében legfeljebb a tűrésnagysággal kisebb a névleges méretnél. Az első esetben az alapvonal a lyukak alsó határméretével, a második esetben pedig a csapok felső határméretével esik egybe.

A műszaki gyakorlat számára mindkét rendszer szükséges, de az alaplyuk-rendszer alkalmazása elterjedtebb.

5.5.3. Az illesztések jelölése

Az azonos névleges méretű lyuk és csap *illesztését* a lyuktűrés és a csaptűrés együttesen határozza meg. Az *illesztést* tehát olyan tört jelöli, amelynek számlálója a lyuk, nevezője pedig a csap szabványos tűrésének a jele. Például:

$$\varnothing 40 \text{ H7/g6}, \quad \text{vagy} \quad \varnothing 40 \frac{\text{H7}}{\text{g6}}$$

Az illesztések rajzon történő megadása (7. fejezet) az MSZ 14-67 tartalmazza.

Szövegben a szabványos tűrésjelek a névleges méret nélkül is megadhatók az illesztés jellemzésére, pl: H7/m6.

Az illesztések alaplyuk- és alapszap-rendszerben egyaránt képezhetők, tehát elő is írhatók. Mivel az alaplyuk betűjele H, az alap-

csapé pedig h , azok az illesztések, amelyekben a lyuk H alapeltérésű, az alaplyuk-rendszert, azok pedig, amelyekben csap h alapeltérésű, az alapcsap-rendszert alkotják.

Például: alaplyuk-rendszerben: $H6/n5$, $H7/n6$, $H8/n7$
alapsap-rendszerben: $N6/h5$, $N7/h6$, $N8/h7$.

Mivel adott tűrésnagyság betartása lyuk készítésekor általában nehezebb, mint csap készítésekor, az IT9-nél kisebb tűrésnagyságok esetén az 500 mm-ig terjedő mérettartományban általában egy minőségi fokozattal finomabb csappal szokásos a lyukakat párosítani, a fenti példának megfelelően. Természetesen más párosítások is megengedhetők, ha a működési feltételek azt megkövetelik.

5.5.4. Az illesztések választéka

A szabványos tűrések kombinációiból adódó illesztések számát célszerű korlátozni. Ezért a különböző illesztési rendszerek a lehetséges párosítások halmazából ajánlott és előnyben részesítendő választékokat választottak ki, és azokat szabványosították. Így jött létre az MSZ 1869-67, amely a gépipar számára ad egységes választékot az 500 mm-ig terjedő mérettartomány számára. Ennek szűkített választéka az MSZ 4725-67-ben található, amelyet előnyben kell részesíteni a gépiparban.

Az ISO-rendszer nem tartalmaz illesztésválasztékot, ezért a következőkben a KGST keretein belül egységesített választékokat foglaljuk össze, és utalunk a hazai szabványainkban található választékokkal való egyezőségekre, illetve eltérésekre. Megjegyezzük, hogy a KGST-szabványok csak ajánlásként tartalmazzák az illesztésválasztékokat.

Az 1 mm-nél kisebb méretek számára ajánlott illesztéseket az SZT 144-75 melléklete tartalmazza. A mérettartomány három átmérőcsoportra van felosztva, mégpedig:

- I – a 0,1 mm-nél kisebb méretek,
- II – a 0,1–0,3 mm-ig terjedő méretek
- III – a 0,3 mm-nél nagyobb, de 1 mm-nél kisebb méretek.

A 18. és 19. táblázat e három átmérőcsoporthoz rendeli az ajánlott illesztéseket úgy, hogy az egy-egy oszlopban található illesztések jellege közelítőleg azonos a különböző átmérőcsoportokban.

Ajánlott illesztések az 1 mm-nél kisebb méretek számára alaplyuk-rendszerben

18. táblázat

D mm-ben	Illesztések									
$D \leq 0,1$	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$0,1 < D \leq 0,3$	–	–	–	–	$\frac{H5}{e5}$	$\frac{H6}{e6}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H5}{ef5}$
$0,3 < D < 1$	$\frac{H7}{cd7}$	$\frac{H8}{cd8}$	$\frac{H9}{cd9}$	$\frac{H10}{cd10}$	$\frac{H6}{d6}$	$\frac{H7}{d7}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H10}{d10}$	$\frac{H6}{e6}$

(a 18. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések									
$D \leq 0,1$	–	$\frac{H4}{f4}$	$\frac{H5}{f5}$	$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H7}{f7}$	–	$\frac{H4}{fg4}$	$\frac{H5}{fg5}$	$\frac{H6}{fg6}$	–
$0,1 < D \leq 0,3$	$\frac{H6}{ef6}$	$\frac{H4}{f4}$	$\frac{H5}{f5}$	$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H8}{f8}$	–	$\frac{H4}{fg4}$	$\frac{H5}{fg5}$	$\frac{H6}{fg6}$	–
$0,3 < D < 1$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H5}{ef5}$	$\frac{H6}{ef6}$	$\frac{H7}{ef7}$	$\frac{H8}{ef8}$	$\frac{H9}{ef9}$	$\frac{H5}{fg5}$	$\frac{H6}{fg6}$	$\frac{H7}{fg7}$	–

(a 18. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések									
$D \leq 0,1$	$\frac{H4}{g4}$	$\frac{H5}{g5}$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	–	–	–	–
$0,1 < D \leq 0,3$	$\frac{H4}{g4}$	$\frac{H5}{g5}$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$	–	–
$0,3 < D < 1$	$\frac{H4}{g4}$	$\frac{H5}{g5}$	$\frac{H6}{g6}$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$	–

(a 18. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések									
$0 \cong 0,1$	-	-	$\frac{H4}{j_4}$	$\frac{H5}{j_5}$	$\frac{H6}{j_6}$	-	-	-	-	-
$0,1 > D \cong 0,1$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H4}{j_4}$	$\frac{H5}{j_5}$	$\frac{H6}{j_6}$	$\frac{H8}{j_8}$	$\frac{H4}{k4}$	$\frac{H5}{k5}$		
$0,3 < D < 1$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{H4}{j_4}$	$\frac{H5}{j_5}$	$\frac{H6}{j_6}$	$\frac{H7}{j_7}$	$\frac{H8}{j_8}$	$\frac{H4}{k4}$	$\frac{H5}{k5}$	$\frac{H6}{k6}$

(a 18. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések									
$D \cong 0,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$0,1 < D \cong 0,3$	$\frac{H6}{k6}$	$\frac{H7}{k7}$	$\frac{H4}{m4}$	$\frac{H4}{n4}$	$\frac{H5}{n5}$	-	$\frac{H5}{p5}$	$\frac{H4}{p4}$	$\frac{H5}{r5}$	-
$0,3 < D < 1$	$\frac{H7}{k7}$	$\frac{H8}{k8}$	$\frac{H5}{m5}$	$\frac{H5}{n5}$	$\frac{H6}{n6}$	$\frac{H5}{p5}$	$\frac{H6}{p6}$	$\frac{H5}{r5}$	$\frac{H6}{r6}$	$\frac{H5}{s5}$

(a 18. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések								
$D \cong 0,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$0,1 < D \cong 0,3$	-	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H5}{s5}$	$\frac{H7}{x7}$	$\frac{H8}{x8}$	-	$\frac{H6}{u6}$	$\frac{H8}{z8}$	
$0,3 < D < 1$	$\frac{H6}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H6}{u6}$	$\frac{H7}{x7}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H6}{z6}$	$\frac{H7}{z7}$	$\frac{H8}{z8}$	

Ajánlott illesztések az 1 mm-nél kisebb méretek számára alapesap-rendszerben

19. táblázat

D mm-ben	Illesztések											
$D \cong 0,1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$0,1 < D \cong 0,3$	-	-	-	-	$\frac{E5}{h5}$	$\frac{E6}{h6}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{EF5}{h5}$	$\frac{EF6}{h6}$	
$0,3 < D < 1$	$\frac{CD7}{h7}$	$\frac{CD8}{h8}$	$\frac{CD9}{h9}$	$\frac{CD10}{h10}$	$\frac{D5}{h6}$	$\frac{D7}{h7}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D10}{h10}$	$\frac{E6}{h6}$	$\frac{E7}{h7}$	

(a 19. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések											
$D \cong 0,1$	$\frac{F4}{h4}$	$\frac{F5}{h5}$	$\frac{F6}{h6}$	$\frac{F7}{h7}$	-	$\frac{FG4}{h4}$	$\frac{FG5}{h5}$	$\frac{FG6}{h6}$	$\frac{G4}{h4}$	$\frac{G5}{h5}$		
$0,1 < D \cong 0,3$	$\frac{F4}{h4}$	$\frac{F5}{h5}$	$\frac{F6}{h6}$	$\frac{F8}{h8}$	-	$\frac{FG4}{h4}$	$\frac{FG5}{h5}$	$\frac{FG6}{h6}$	$\frac{G4}{h4}$	$\frac{G5}{h5}$		
$0,3 < D < 1$	$\frac{EF5}{h5}$	$\frac{EF6}{h6}$	$\frac{EF7}{h7}$	$\frac{EF8}{h8}$	$\frac{EF9}{h9}$	$\frac{FG5}{h5}$	$\frac{FG6}{h6}$	$\frac{FG7}{h7}$	$\frac{G4}{h4}$	$\frac{G5}{h5}$	$\frac{G6}{h6}$	

(a 19. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések											
$D \cong 0,1$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	-	-	-	-	$\frac{J_4}{h4}$			
$0,1 < D \cong 0,3$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{J_4}{h4}$			
$0,3 < D < 1$	$\frac{H4}{h4}$	$\frac{H5}{h5}$	$\frac{H6}{h6}$	$\frac{H7}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$	$\frac{H11}{h11}$	$\frac{J_4}{h4}$	$\frac{J_5}{h5}$		

(a 19. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések											
$D \cong 0,1$	$\frac{J_5}{h5}$	$\frac{J_6}{h6}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$0,1 < D \cong 0,3$	$\frac{J_5}{h5}$	$\frac{J_6}{h6}$	$\frac{J_8}{h8}$	$\frac{K4}{h4}$	$\frac{K5}{h5}$	$\frac{K6}{h6}$	$\frac{K7}{h7}$	$\frac{M4}{h4}$	$\frac{N4}{h4}$	$\frac{N5}{h5}$		
$0,3 < D < 1$	$\frac{J_6}{h6}$	$\frac{J_7}{h7}$	$\frac{J_8}{h8}$	$\frac{K4}{h4}$	$\frac{K5}{h5}$	$\frac{K6}{h6}$	$\frac{K7}{h7}$	$\frac{K8}{h8}$	$\frac{M5}{h5}$	$\frac{N5}{h5}$	$\frac{N6}{h6}$	

(a 19. táblázat folytatása)

D mm-ben	Illesztések											
D ≅ 0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,1 < D ≅ 0,3	-	P5 h5	P4 h4	R5 h5	-	-	S7 h7	S5 h5	X7 h7	X8 h8	U6 h6	Z8 h8
0,3 < D < 1	P5 h5	P6 h6	R5 h5	R6 h6	S5 h5	S6 h6	S7 h7	U6 h6	X7 h7	X8 h8	Z7 h7	Z8 h8

Az 1–500 mm-ig terjedő mérettartományban az MSZ 1869–67 az általános gépipari gyakorlat számára ír elő illesztésválasztékot, amelyből az MSZ 4725–67 egy előnyben részesítendő választékot ajánl. Mindkét szabvány megadja az ajánlott párosításokat alaplyuk- és alapcsap-rendszerben is.

A KGST-tagállamok nemzeti szabványai és gyártási tapasztalatai alapján kidolgozott KGST/SZT 144–75 melléklete rögzíti az egységes illesztésválasztékot erre a mérettartományra is. Ezt a választékot foglalja össze a 20. és a 21. táblázat. A táblázatokban bekeretezett illesztéseket az SZT értelmében előnyben kell részesíteni.

A táblázatban az MSZ 1869–67 általános választékával egyező illesztéseket az illesztés mezőjének bal felső, az MSZ 4725–67 előnyben részesítendő választékával egyezőket pedig a jobb alsó sarkában jelöltük meg.

Az MSZ 1869–67 tartalmazza még a H7/d9, H11/d9, H8/d10, H6/j5 és a H7/j6 illesztéseket is.

A táblázatban az MSZ 1869–67 általános választékával egyező illesztéseket az illesztés mezőjének bal felső, az MSZ 4725–67 választékával egyezőket pedig a jobb alsó sarkában jelöltük meg.

Az 500–3150 mm-ig terjedő mérettartomány számára sem az ISO-ajánlásokban sem hazai szabványainkban nincs illesztésválaszték, ezért a 22. és a 23. táblázatban a KGST keretein belül egységesített választékot adjuk meg, amelyet a KGST/SZT 144–75 melléklete mint ajánlott választékot tartalmaz.

Az MSZ 1869–67 tartalmazza még az E8/h9, F8/h9, J6/h5 és a J7/h6 illesztéseket is.

A 3150–10 000 mm-ig terjedő mérettartomány számára szintén csak a KGST keretein belül egységesített illesztésválaszték van jelenleg. Elegendő gyártási tapasztalatok hiányában azonban ez a választék is csak ajánlott, és a közeljövőben változhat. Az illesztésválasztékot a 24. táblázat foglalja össze.

20. táblázat

Ajánlott illesztések az 1–500 mm-ig terjedő mérettartomány számára alaplyuk-rendszerben

Alap-lyukak	Csapok alaplégrészei											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	m
H5							H5 g4	H5 h4	H5 j4	H5 k4	H5 m4	
H6						H6 f6	H6 g5	H6 h5	H6 j5	H6 k5	H6 m5	H6 n4
H7						H7 e7	H7 f6	H7 g6	H7 h6	H7 j6	H7 k6	H7 m6
H8						H8 e8	H8 f7	H8 g7	H8 h7	H8 j7	H8 k7	H8 m7
H9						H9 e9	H9 f8	H9 g8	H9 h8	H9 j8	H9 k8	H9 m8
H10						H10 e10	H10 f9	H10 g9	H10 h9	H10 j9	H10 k9	H10 m9
H11						H11 e11	H11 f10	H11 g10	H11 h10	H11 j10	H11 k10	H11 m10
H12						H12 e12	H12 f11	H12 g11	H12 h11	H12 j11	H12 k11	H12 m11

Ajánlott illesztések az 1-500 mm-ig terjedő mérettartomány számára alapcsap-rendszerben

21. táblázat

Alap- csapok	Lyukak alapeltérései																
	A	B	C	D	E	F	G	H	J _s	K	M	N	P	R	S	T	U
h4							G5 h4	H5 h4	J _s h4	K5 h4	M5 h4	N5 h4					
h5						F7 h5	G6 h5	H6 h5	J _s h5	K6 h5	M6 h5	N6 h5	P6 h5				
h6				D8 h6	E8 h6	F7 h6	G7 h6	H7 h6	J _s h6	K7 h6	M7 h6	N7 h6	P7 h6	R7 h6	S7 h6	T7 h6	U8 h7
h7				D8 h7	E8 h7	F8 h7		H8 h7	J _s h7	K8 h7	M8 h7	N8 h7					
h8				D8 h8	E8 h8	F8 h8	F9 h8	H8 h8									
h9				D9 h9	E9 h9	F9 h9	F9 h9	H8 h9	H9 h9	H10 h9							
h10				D10 h10				H10 h10									
h11	A11 h11	B11 h11	C11 h11	D11 h11				H11 h11									
h12	B12 h12							H12 h12									

Ajánlott illesztések az 500-3150 mm-ig terjedő mérettartomány számára alaplyuk-rendszerben

22. táblázat

Alap- lyukak	Csapok alapeltérései																
	c	cd	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u	v
H7					H7 f6	H7 g6	H7 h6	H7 j _s 6	H7 k6	H7 m6	H7 n6	H7 p6	H7 r6	H7 s6	H7 t6	H7 u6	
H8					H7 e7	H7 g7	H7 h7	H7 j _s 7	H7 k7		H7 n7	H7 p7	H7 r7	H7 s7	H7 t7	H7 u7	
H9				H8 e7	H8 f7	H8 g7	H8 h7	H8 j _s 7	H8 k7		H8 n7	H8 p7	H8 r7	H8 s7	H8 t7	H8 u7	
H10				H8 e8	H8 f8		H8 h8								H8 t8	H8 u8	
H11	H11 c11	H11 cd11	H11 d11	H9 e8	H9 f8	H9 g8	H9 h8								H9 t8	H9 u8	
H12				H9 e9	H9 f9		H9 h9										
			H10 d10	H10 d10			H10 h10										
			H11 d11				H11 h11										
							H12 h12										

Alap- csapok	Lyukak alapeltérései													U		
	C	CD	D	E	F	G	H	J _s	K	M	N	P	R		S	T
	Illesztések															
h6				E7 h6	F7 h6	G6 h6	H6 h6	J _s 6 h6	K6 h6	M6 h6	N6 h6	P7 h6	R7 h6	S7 h6	T7 h6	
h7			D8 h7	E7 h7	F7 h7	G7 h7	H7 h7	J _s 7 h7	K7 h7	M7 h7	N7 h7	P7 h7	R7 h7	S7 h7	T7 h7	U8 h7
h8			D8 h8	E8 h8	F8 h8		H8 h8									U8 h8
h9			D9 h9	E9 h9	F9 h9		H9 h9									
h10			D10 h10				H10 h10									
h11							H11 h11									
h12							H12 h12									

Alap- lyuk- kak	csapok alapeltérései													
	c	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	
	Illesztések													
H7					H7 f7	H7 g7	H7 h7	H7 j _s 7	H7 k7	H7 m7	H7 n7	H7 p7	H7 r7	H7 s7
H8					H8 f7	H8 g7	H8 h7	H8 j _s 7	H8 k7	H8 m7	H8 n7	H8 p7	H8 r7	H8 s7
H9				H8 e8	H8 f8	H8 g8	H8 h8	H8 j _s 8				H8 p8	H8 r8	H8 s8
H9		H9 d9	H9 e9	H9 f9			H9 h9							
H10		H10 d10					H10 h10							
H11	H11 c11	H11 d11					H11 h11							
H12		H12 d11					H12 h12							

5.6. Számpéldák

Az általános gépgyártásban előforduló méretek legtöbbször az 1–500 mm-es mérettartományba esnek, ezért a tűrések és az illesztések számítás módját ebben a mérettartományban mutatjuk be. A példákban mindhárom illesztésmód: laza, átmeneti és szilárd esetében azonos az *alappéremet* ($A = 40$ mm), így jól összehasonlítható eredmények adódnak, amelyeket ábrák tesznek szemléletessé.

A példák alaplyuk-rendszerű illesztéseket mutatnak be. Az alapcsap-rendszerű illesztések természetesen elvileg ugyanígy számíthatók, mégpedig más mérettartományban is. A számítási összefüggésekben a C index csapra, a L pedig lyukra utal.

1. Példa

Laza illesztés: $\varnothing 60 \text{ H7/e8}$

A 60 mm -es alapláték az 5.2.1. szakasz 2. táblázata szerint az $50\text{--}80 \text{ mm}$ főcsoportba tartozik, tehát a tűréseket a $\sqrt{50 \cdot 80} = 63,25 \text{ mm}$ méretre kell meghatározni.

A tűrésnagyság az 5.2.3. szakasz szerint számítható:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D, \quad \text{azaz}$$

$$i = 0,45 \sqrt[3]{63,25} + 0,001 \cdot 63,25 = 1,86 \mu\text{m}$$

Az IT7-hez az 5. táblázat szerint $q = 16$ tartozik. Ezzel a lyuk tűrésnagysága:

$$T_L = q \cdot i = 16 \cdot 1,86 = 29,7 \mu\text{m}$$

Ezt az 5.2.7. szakasz 9. táblázata szerint kell kerekíteni, tehát:

$$T_L = 30 \mu\text{m}$$

A lyuk alapeltérése az 5.2.5. szakasz szerint: $E_L = 0$.

Így a lyuk határeltérései már az 5.2.6. szakasz szerint számíthatók, tehát:

$$AE_L = + E_L = 0$$

$$FE_L = + (E_L + T_L) = 0 + 30 = + 30 \mu\text{m}$$

Az IT8-hoz az 5. táblázatban $q = 25$ tartozik, amivel a csap tűrésnagysága:

$$T_C = q \cdot i = 25 \cdot 1,86 = 46,50 \mu\text{m}$$

Ezt a 9. táblázat szerint kerekítve:

$$T_C = 46 \mu\text{m}$$

A csap alapeltérése (e) a 7. táblázatban található képlet segítségével számítható, tehát:

$$E_C = -11 \cdot D^{0,41} = -11 \cdot 63,25^{0,41} = -60,22 \mu\text{m}$$

Ezt az értéket a 9. táblázat szerint kerekítve megkapjuk a csap alapeltérését, ami egyben a felső határeltérés is:

$$FE_C = - E_C = -60 \mu\text{m}$$

Az alsó határeltérés az alapeltérés és a tűrésnagyság ismeretében szintén meghatározható:

$$AE_C = - (E_C + T_C) = - (60 + 46) = -106 \mu\text{m}$$

Így már felírhatók az illesztésben szereplő tűrések is:

$$\varnothing 60 \text{ H7} = \varnothing 60^{+0,030}$$

$$\varnothing 60 \text{ e8} = \varnothing 60_{-0,106}^{0,060}$$

Az illesztés adatainak meghatározásához szükség lesz még a határméretekre, amelyek a következő módon számíthatók:

$$AH_C = A_C - AE_C = 60 - 0,106 = 59,894 \text{ mm}$$

$$FH_C = A_C - FE_C = 60 - 0,060 = 59,940 \text{ mm}$$

$$AH_L = A_L + E_L = 60 + 0 = 60,000 \text{ mm}$$

$$FH_L = A_L + FE_L = 60 + 0,030 = 60,030 \text{ mm}$$

Az illesztés eredő tűrése:

$$T_i = T_C + T_L = 46 + 30 = 76 \mu\text{m}$$

Az illeszkedésben keletkező legnagyobb játék (NJ), illetve legkisebb játék (KJ) a határméretektől számítható, tehát:

$$NJ = FH_L - AH_C = 60,030 - 59,894 = 0,136 \text{ mm}$$

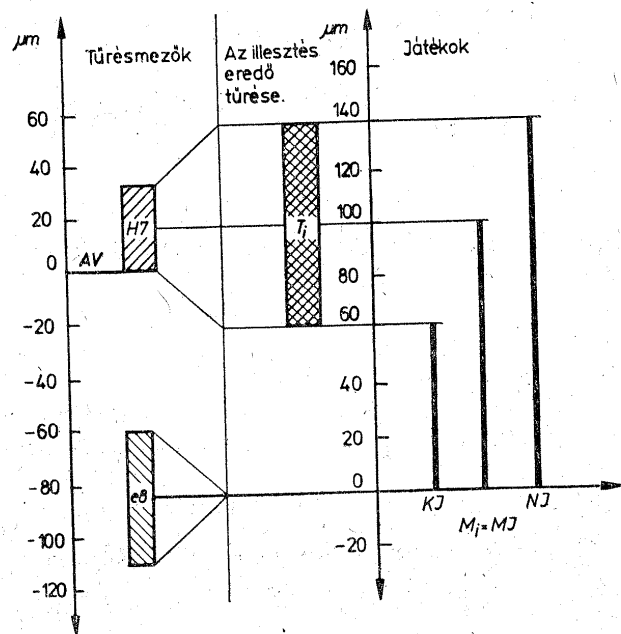
$$KJ = AH_L - FH_C = 60,000 - 59,940 = 0,060 \text{ mm}$$

Az illesztés közepes mérőszáma (M_i), vagyis az illesztés jellege:

$$M_i = \frac{(FE_L + AE_L) - (FE_C + AE_C)}{2}$$

$$M_i = \frac{(30 + 0) - (-60 - 106)}{2} = 98 \mu\text{m}$$

A tűrésmezőket és a játékokat a 26. ábra szemlélteti.



26. ábra
Laza illesztés

2. Példa

Átmeneti illesztés: $\varnothing 60 \text{ H7}/\text{j}_6$

Az illesztésben a lyuk tűrése változatlan, tehát adatai az 1. példából vehetők.

A csap tűrésnagysága az 1. példában kiszámított tűrésegyseggyel, az 5. táblázatból vett $q = 10$ tényezővel és a 9. táblázatnak megfelelő kerekítéssel határozható meg:

$$T_C = q \cdot i = 10 \cdot 1,86 = 18,6 \approx 19 \mu\text{m}$$

A j_s alapeltérés szimmetrikus tűrést jelöl, ezért az alapeltérés (7. táblázat) és a két határeltérés nagysága a tűrésnagyság felével egyenlő, azaz:

$$E_C = AE_C = -9,5 \mu\text{m} \quad \text{és} \quad FE_C = +9,5 \mu\text{m}$$

Így a csap tűrése: $\varnothing 60 \text{ j}_6 = \varnothing 60 \pm 0,0095 \mu\text{m}$

Az alsó és a felső határmérete pedig:

$$AH_C = 60 - 0,0095 = 59,9905 \text{ mm}$$

$$FH_C = 60 + 0,0095 = 60,0095 \text{ mm}$$

Az illesztés eredő tűrése az 1. példa lyuktűrés-adatainak felhasználásával számítható:

$$T_i = T_C + T_L = 19 + 30 = 49 \mu\text{m}$$

Ugyanígy határozható meg az illeszkedésben keletkező legnagyobb játék (NJ) és legnagyobb fedés (NF) értéke is:

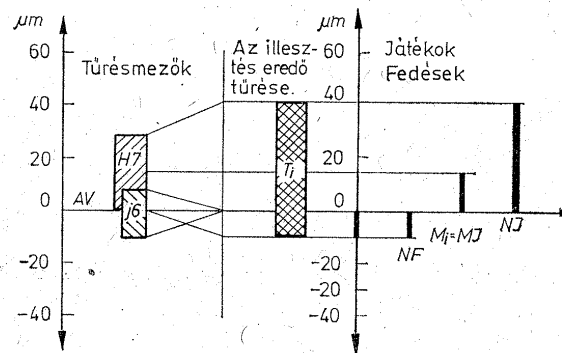
$$NJ = FH_L - AH_C = 30,030 - 59,9905 = 0,0395 \text{ mm}$$

$$NF = FH_C - AH_L = 60,0095 - 60,0 = 0,0095 \text{ mm}$$

Végül az illesztés jellege:

$$M_i = \frac{(30 + 0) - (9,5 - 9,5)}{2} = 15 \mu\text{m}$$

A tűrésmezőket a játékokat és a fedéseket a 27. ábra szemlélteti.



27. ábra
Átmeneti illesztés

3. Példa

Szilárd illesztés: $\varnothing 60 \text{ H7}/\text{s}_6$

Az alaplyuk tűrése azonos az 1. példában szereplőjével, ezért a tűrésadatok onnan vehetők:

$$\varnothing 60 \text{ H7} = \varnothing 60^{+0,030}_0$$

A csap tőrésnagysága az 1. példában meghatározott tőréségység segítségével számítható, mivel az alapméret változatlan. Az 5. táblázatban IT6-hoz $q = 10$ tartozik, tehát:

$$T_C = q \cdot i = 10 \cdot 1,86 = 18,6 \cong 19 \mu\text{m}$$

A csap alapeltérése (s) a 7. táblázat képletével számítható, de ehhez a 2. táblázat mellékcsoportjának megfelelő határok mértani középáryosát kell felhasználni, azaz:

$$\sqrt{50 \cdot 65} = 55,23 \text{ mm-t, így az alapeltérés:}$$

$$E_C = +IT7 + 0,4D = 30 + 0,4 \cdot 55,23 = 52,09 \mu\text{m}$$

Az IT7 = 30 μm -t az 1. példából vettük, ahol az a lyuk tőrésnagysága. A kapott értéket a 9. táblázat szerint kerekítve megkapjuk az alsó határeltérést is:

$$E_C = +53 \mu\text{m} = A_{H_C}$$

A felső határeltérés pedig:

$$FE_C = +(E_C + T_C) = +53 + 19 = +72 \mu\text{m}$$

$$\text{Így a csap tőrése: } \varnothing 60 s6 = \varnothing 60_{+0,053}^{+0,072}$$

A csap határméretei pedig:

$$A_{H_C} = 60 + 0,053 = 60,053 \text{ mm}$$

$$F_{H_C} = 60 + 0,072 = 60,072 \text{ mm}$$

Az illesztés eredő tőrése szintén az 1. példa lyuktőrés-adatainak felhasználásával számítható:

$$T_i = T_C + T_L = 19 + 30 = 49 \mu\text{m}$$

Ez természetesen azonos a 2. példa illesztési jellegével.

Az illeszkedésben keletkező legnagyobb fedés (NF) és legkisebb fedés (KF) pedig:

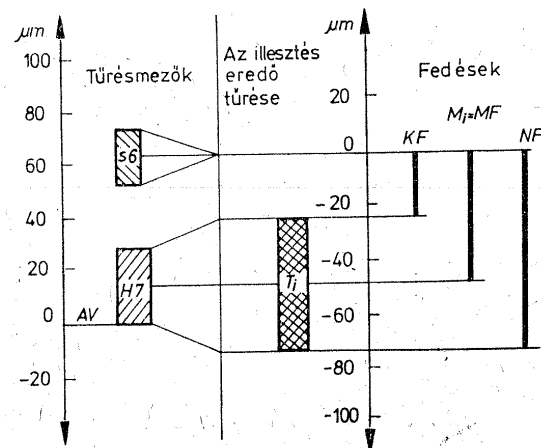
$$NF = F_{H_C} - A_{H_L} = 60,072 - 60,000 = 0,072 \text{ mm}$$

$$KF = A_{H_C} - F_{H_L} = 60,053 - 60,030 = 0,023 \text{ mm}$$

Az illesztés jellege az ismert összefüggéssel számítható:

$$M_i = \frac{(30 + 0) - (72 + 53)}{2} = -47,5 \mu\text{m}$$

A tőrésmezőket és a fedéseket a 28. ábra szemlélteti.



28. ábra
Szilárd illesztés

Az 5. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 14-67	Műszaki rajz. Géprajz. Tőrések, illesztések megadása
MSZ 1852-63	ISO illesztési rendszer. Tőrés-alapsorozatok 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1869-67	ISO illesztési rendszer. Általános választék 1 mm-től 500 mm-ig
MSZ 2318-57	Ékek és reteszek illesztése és ellenőrzése
MSZ 4725-67	ISO illesztési rendszer. Előnyben részesítendő választék a gépipar részére 1 mm felett 500 mm-ig
MSZ 4728-69	ISO illesztési rendszer. Tőrésválasztékok 0,1 mm-nél nem kisebb 1 mm alatti méretekre
MSZ 4729-63	ISO illesztési rendszer. 500 mm feletti névleges átmérőkre 3150 mm-ig

MI 7989-71

Gördülőcsapágyak. Csap- és fészekillesztések. Beépítési irányelvek

ISO/R 286-62

ISO illesztési rendszer. Általános rész, tűrések és eltérések

ISO/R 1829-70

Tűrésválaszték általános felhasználásra

KGST/SZT 144-75

A KGST egységes tűrési és illesztési rendszere. Tűrések és ajánlott illesztések

KGST/SZT 145-75

A KGST egységes tűrési és illesztési rendszere. Általános elvek, tűrés- és alapeltérés-sorozatok

KGST/RSZ 208-66

Tűrések és illesztések

6. A TŰRÉSEZETLEN MÉRETEK PONTOSSÁGA

Az alkatrészgyártás gazdaságossága megköveteli, hogy csakis azokat a méreteket lássa el a tervező tűrésekkel, amelyek szóródás bizonyos határokon túl a gyártmány minőségét, működési biztonságát, vagy az alkatrész szerelhetőségét, illetve cserélhetőségét károsan befolyásolja, továbbá, ha a tűrésezést az alkatrész gyárthatósága feltétlen megköveteli. Egyéb esetekben a méret tűrésezetlenül marad, tehát *tűrésezetlen méret* keletkezik. Ezáltal a tervező és az ellenőr munkája is egyszerűsödik és a rajzok is áttekinthetőbbekké válnak.

A tűrésezetlen méreteket is azonban valamilyen módon be kell határolni, mivel ellenkező esetben az alkatrészek tetszőleges méreteltérésekkel készíthetők. Ez pedig nyilvánvalóan nem engedhető meg, hiszen valójában nincs olyan alkatrész, amely tetszőleges méreteltérésekkel megfelel eredeti rendeltetésének.

A behatárolás mellett szól az is, hogy a szokásos *műhelyszerű pontosság*, amelyet egy adott gyártási folyamat esetében a műhely felszerelése határoz meg, átlagos gondosság mellett, tehát minden különös *ráfordítás nélkül*, meghatározott méretszóródást garantál. Ha a műhelyszerű pontosság, vagyis a műhely egyszerű, gondos munkájából adódó méretszóródás nem károsítja az alkatrész felhasználhatóságát, a tűrésezés elhagyható.

Az átlagosan elérhető műhelyszerű pontosság megállapítása céljából méréseket végeztek különböző üzemi körülmények között és különböző iparágakban előállított alkatrészekben. A mérési eredményeket statisztikailag értékelték, majd megállapították az egyes mérettartományokhoz rendelhető mérethatárokat. A mérettartományok egységesítése és a mérethatárok rögzítése az egyes országok nemzeti szabványainak és gyártási tapasztalatainak elemzése után történt meg.

25. táblázat

A hosszméretek tűrései

Tűrésosztály	0,5 felett 3-ig	3 felett 6-ig	6 felett 30-ig	30 felett 120-ig	120 felett 315-ig	315 felett 1000-ig	1000 felett 2000-ig	2000 felett 4000-ig	4000 felett 8000-ig	8000 felett 12 000-ig	12 000 felett 16 000-ig	16 000 felett 20 000-ig
I. finom	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8				
II. középes	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5	±6
III. durva	-	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8
IV. nagyon durva	-	±0,5	±1	±1,5	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±12

Megjegyzés: A tűrésmezők elhelyezkedése a névleges mérethez viszonyítva általában szimmetrikus, azonban belső méretekre egyoldalas pozitív, külső méretekre pedig egyoldalas negatív eltérés előírható az I. táblázat értékeinek megfelelő tűrésnagysággal. Így pl. ±0,2 helyett lyukra +0,4 csapra pedig -0,4 érték is megadható. Az ilyen tűrések ágarati vagy házi szabványban rögzíthetők.

Az egységesítést előkészítő munkálatok eredményeként az ISO keretein belül megjelent az ISO/DIS 2768–71 számú dokumentum, a KGST keretein belül pedig jóváhagyás alatt van a tűrésezetlen méretek pontosságát szabályozó nemzetközi előírás.

A nemzetközileg egységesített adatok alapján 1972-ben korszerűsítettük az MSZ 6300–52-t, amelynek eredményeként megjelent az MSZ 6300–72.

A szabvány értelmében az alkatrészek anyagától és előállítási módjától függetlenül a hosszméretekre a 25. táblázatban levő, a fokokban megadott szögekre pedig a 26. táblázatban levő tűrések érvényesek.

A szögméretek tűrései

26. táblázat

Tűrésosztály		A rövidebb szögszár névleges méreteinek tartománya			
		10-ig	10 felett 50-ig	50 felett 120-ig	120 felett
I. II. III.	finom közepes durva	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
IV.	nagyon durva	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$

A megadott négy tűrésosztály közül mindenkor a még elfogadható *legdurvábbat* kell választani.

Bár az egyes tűrésosztályok – a lehetséges átfedések miatt – egyértelműen sem az egyes iparágakhoz, sem a gyártási eljárásokhoz nem rendelhető, jó tájékoztatást ad a következő egymáshoz rendelés:

- I. tűrésosztály – finommechanika-optika, műszeripar
- II. tűrésosztály – általános gépipar
- III. tűrésosztály – nehézipar
- IV. tűrésosztály – acélszerkezeti ipar.

a különféle gyártási eljárásokkal elérhető pontosság pedig:

- finomesztergálás, finommarás, köszörülés – I.
- esztergálás, marás, gyalulás, üregelés – II.
- nagyoló forgácsolás, vágás, hajlítás, sajtolás, hegesztés, mélyhúzás – III.
- forgácsolás nélküli alakítás – IV.

Az átfedéseket jól szemlélteti, hogy a pontossági vágással és a mélyhúzással elérhető II. tűrésosztály is.

Ezeket a tűréseket a rajzon a 7. fejezet szerint kell előírni. A vitás esetek megelőzése érdekében a szabvány azt is előírja, hogy rajzelőírás hiányában – akár szándékos, akár nem – a tűrésezetlen méretekre az MSZ 6300 II. (közepes) tűrésosztálya érvényes. Ez tervezéskor egyszerűsítést jelent, mivel a II. tűrésosztályt nem kell külön előírni, de a fogyasztót is védi, hiszen egyéb előírás hiányában mindenkor megkövetelheti a II. tűrésosztálynak megfelelő pontosságot.

Meg kell még említeni, hogy a rajzon nem szabad tűrésezetlenül hagyni olyan méretet, amely tűrésezetlen méretekre vonatkozó előírásoknak megfelelő méretszóródás esetén az alkatrész ellenőrzését, szerelését nehezíti (illeszkedés, cserélhetőség) vagy a gyártmány működési biztonságát, illetve minőségét károsítja. Nem gazdaságos viszont tűrésezetlenül hagyni azokat a méreteket, amelyekre a műhelyszerű pontosságnál nagyobb szóródás is megengedhető. Ezekre durvább tűrést célszerű előírni.

A gazdaságos gyártást kedvezően befolyásolja az is, hogy a tűrésezetlen méreteket elegendő szűrőpróbaszerűen egyszerű műhelyi mérőeszközökkel ellenőrizni.

A 6. fejezetben említett szabvány és szabványajánlás

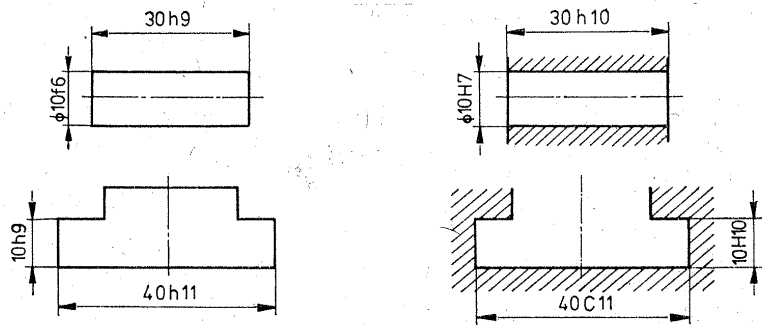
MSZ 6300–72	Tűrésezetlen méretek pontossága
ISO/DIS 2768–71	Tűrésezetlen méretek megengedett eltérései

7. A TŰRÉSEK ÉS AZ ILLESZTÉSEK MEGADÁSA

7.1. A tűrések megadása

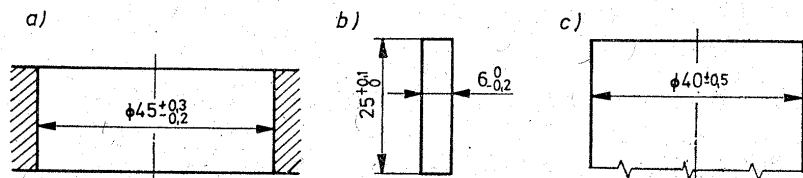
A *hosszméretek tűrése*, tehát a tűrés nagysága és elhelyezkedése, géprajzon vagy más műszaki dokumentációban adható meg. A szabványos tűréseket egyezményes tűrésjelek (pl. H7, f6 stb.), a többi hossz-méret-tűrést pedig a határeltérések, illetve a határméretek számértékei jelölik az MSZ 14–67 szerint.

Egyezményes *tűrésjelekkel* külső méretek (csapok) és belső méretek (lyukak) tűrései adhatóak meg a 29. ábra szerint. A tűrésjelet a méretszám (névleges méret) után, azzal egy sorban, egy betűköz kihagyásával kell feltüntetni.



29. ábra

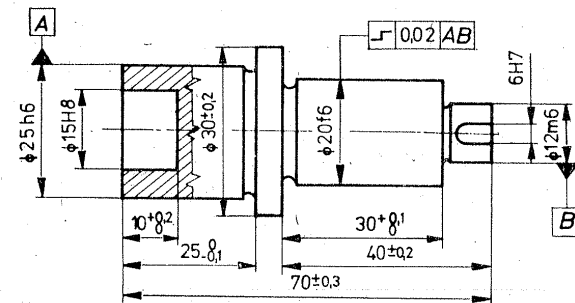
A tűrésmegadás másik módja: a határeltérek feltüntetése a méterszám mellett, a 30. ábra szerint. Ilyenkor a nulla határméretet is ki kell írni (30.b. ábra). Szimmetrikus tűrés esetén viszont, amikor a határeltérek, egymással egyenlőek, elég a határeltérés számértékét egyszer feltüntetni \pm előjellel (30c. ábra).



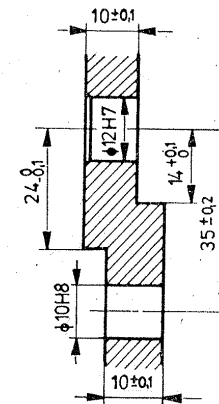
30. ábra

A tűrésmegadás általános szempontjait a 31. és a 32. ábra szemlélteti. A *külső méretek* (10, $\phi 12$, $\phi 20$, $\phi 25$, $\phi 30$, és 70) és a *belső méretek* (6, $\phi 10$, $\phi 12$ és $\phi 15$) tűrései akár tűrésjelekkel, akár határeltérekkel megadhatók. A *vállméretek* (10, 25, 30 és 40), a furattengelyek távolsága (35) és a furattengely válltól mért távolsága (14 és 24), továbbá a központosság és egytengelyűség (az $\phi 12$ m6, az $\phi 20$ f6 és az $\phi 25$ h6 egytengelyűsége) azonban csak a határeltérek megadásával tűrésezhető, mivel azok egyértelműen sem külső, sem belső méreteknek nem tekinthetők.

Az egyezményes tűrésjelekkel megadott tűrések határeltéreseit a rajzon – lehetőleg a szövegmező közelében – mindig meg kell táblázatosan is adni, ha eltérő megállapodás nincs. (Pl. a határeltéreseket a rajzon kiegészítő műveletterv rögzíti.) A 27. táblázat a 31. és a 32. ábrán tűrésjelekkel megadott tűrések határeltéreseit tartalmazza.



31. ábra

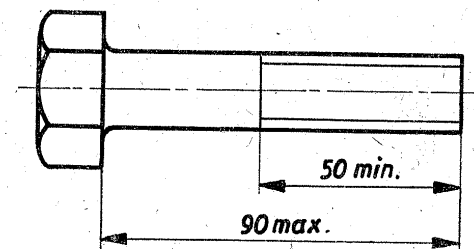


32. ábra

27. táblázat

$\phi 25$ h6	0 -0,013
$\phi 20$ f6	-0,020 -0,033
$\phi 15$ H8	+0,027 0
$\phi 12$ m6	+0,018 +0,007
$\phi 12$ H7	+0,018 0
$\phi 10$ H8	+0,022 0
$\phi 6$ H7	+0,012 0
Szabványos tűrés	Határeltérek

Az *egyirányban határolt* méretek tűrését a határméretet előírásával kell megadni, mégpedig a felülről határolt méretekét a felső határmérettel és a méret után írt max. jellel, az alulról határolt méretekét pedig az alsó határmérettel és az utána írt min. jellel (33. ábra).



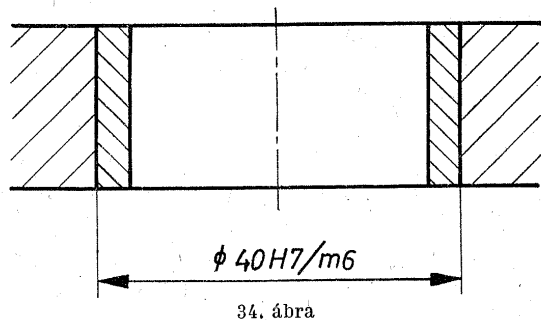
33. ábra

Végül a *tűrésezetlen méretek* tűrése (MSZ 6300) megadható általános előírással vagy az MSZ 6300 szerinti tűrések táblázatos felsorolásával (7.3. szakasz).

7.2. Az illesztések megadása

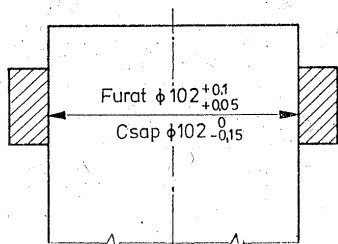
Az egyberajzolt illeszkedő alkatrészek illesztése, tehát a csatlakozó alkatrészek tűréseinek előírása történhet ISO-jellekkel vagy a határeltérések feltüntetésével.

Az ISO-jellekkel megadott illesztés olyan tört, amelynek számlálója a lyuk (közrefogó méret), nevezője pedig a csap (közrefogott méret) tűrésjele (34. ábra).

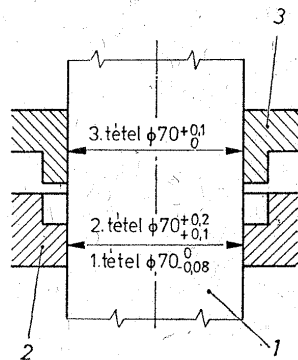


34. ábra

Az egyberajzolt illeszkedő alkatrészek vagy azok egyikének a tűrése határeltérésekkel is megadható, de ilyenkor a méret hovatarozását „Furat”, illetve „Csap” felirattal (35. ábra) vagy az alkatrész tételszámával (36. ábra) meg kell határozni.



35. ábra



36. ábra

7.3. A tűrésezetlen méretek pontosságának megadása

A tűrésezetlen méretek pontosságát az MSZ 6300–72 írja elő. Ezt a pontosságot akkor kell előírni, ha más szabvány vagy a rajzon levő általános előírás nem rendelkezik a tűrésezetlen méretekről,

illetve az MSZ 6300–72 II. tűrésosztályától (6. fejezet) eltérő pontosság szükséges. Az előírás lehet szöveges: pl. Tűrésezetlen méretek: MSZ 6300 I., vagy a megengedett méretszóródás táblázatos előírása a szövegmező környezetében.

A nyersen maradó felületek pontosságára a következő szabványok előírásai a mérvadók:

Vasöntvényekre az MSZ 8281–66, acélöntvényekre az MSZ 8271–66, színesfém öntvényekre az MSZ 4206–66, az acél szabadkézi kovácsolására az MSZ 5744–67, süllyesztékes kovácsolására az MSZ 5745–63, nyújtó kovácsolására pedig az MSZ 5747–67.

7.4. Az alakhűség és a helyzetpontosság megadása

Az alakhűségre és a helyzetpontosságra rendszerint nem kell külön tűréseket előírni, hiszen legtöbbször elegendő a mérettűrések által meghatározott korlátozás, amit általában a szerszám gép pontossága szab meg. Ilyen tűréseket tehát csak akkor kell előírni, ha az alkatrész működése azt megkívánja.

A tűrések előírhatók szövegesen vagy jelképekkel. A nemzetközi kapcsolatokra való tekintettel az utóbbit előnyben kell részesíteni.

Az alaktűrések jelölését (jelképét) a 28. táblázat, a helyzettűréseket pedig a 29. táblázat foglalja össze.

Az alaktűrések jelei

28. táblázat


A tűrésezett jellemző	Jel
Egyenesség (egyenesvonalúság)	—
Síklapúság	▭
Köralakúság (körkörösség)	○
Hengeresség	⊗


A helyzettűrések jelei


29. táblázat

A tűrésezett jelegzetesség	Jel
Párhuzamosság	//
Merőlegesség	⊥
Ütés (axiális, radiális)	↗
Tengelyhelyzet*	⊕
Központosság, egytengelyűség* (koncentricitás, koaxialitás)	◎
Szimmetria*	≡
Metsződő tengelyek kitérése	×

* Egyes KGST államok kívánságára az RSZ 430 ajánlásban az alábbi ISO jelek használata is meg van engedve:

tengelyhelyzet 

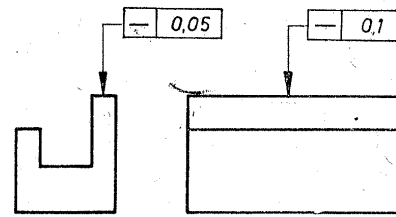
központosság, egytengelyűség 

szimmetria 

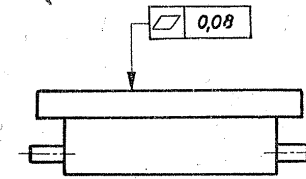
Nem KGST ország dokumentációjában található ilyen jelek értelmezése egyezik az ISO DR 1016 dokumentummal KGST ország esetében az értelmezést az illető ország nemzeti szabványai szerint kell megállapítani.

Az alaktűrések megadására a 37., 38. és a 39. ábra, a helyzettűrések megadására pedig a 40., 41. és a 42. ábra mutat be példát.

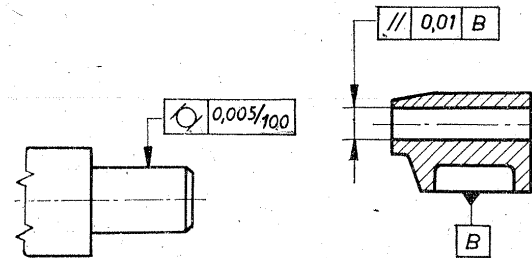
A keretbe írt tűrés a nyíllal megjelölt elem (felület, alkotó stb.) teljes egészére (kiterjedés, hossz) vonatkozik (például: 37., 38. és 40. ábra). Ha a tűrés meghatározott hosszúságra érvényes (viszonylagos



37. ábra
Az egyenesség tűrézése



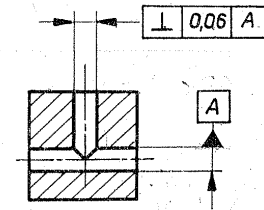
38. ábra
A síkklapúság tűrézése



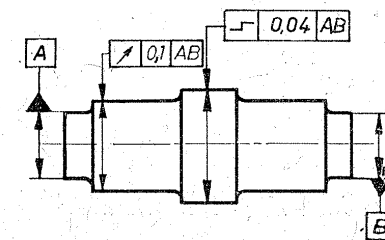
39. ábra
A hengeresség tűrézése

40. ábra

A párhuzamosság tűrézése



41. ábra
A merőlegesség tűrézése



42. ábra

Az ütés és a központosság tűrézése

tűrés), akkor a vonatkozó hosszúságot is elő kell írni (pl. 39. ábra). A felületre előírt viszonylagos tűrés a felület összes helyzetére és irányára érvényes.

Az alak- és helyzettűrések géprajzokon történő megadására vonatkozó nemzetközi szabványajánlások az ISO/R 1660—61 és a KGST/RSZ 978/67.

A 7. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 14—67	Műszaki rajz, Géprajz. Tűrések illesztések megadása
MSZ 4206—66	Ötvözött réz, horgany és alumínium öntvények. Méret- és súlytűrések, forgácsolási ráhagyások
MSZ 5744—67	Szabadon alakított acél kovácsdarabok hozzáadási és mérettűrései
MSZ 5745—63	Acél sülyesztékes kovácsolása. Hozzáadások, tűrések
MSZ 5747—67	Függőleges nyújtókovácsoló gépen gyártott acél kovácsdarabok hozzáadásai és tűrései
MSZ 6300—72	Tűrésetlen méretek pontossága
MSZ 8271—66	Acélöntvények. Méret- és súlytűrések, forgácsolási ráhagyások
MSZ 8281—66	Vas- és temperöntvények, Méret- és súlytűrések, forgácsolási ráhagyások
ISO/R 406—64	Hosszméretek és szögméretek megadása rajzon
ISO/R 1101—69	Alak- és helyzetűrések. 1. rész. Általános előírások, jelképek és rajzjelek
ISO/DR 1016	Alak- és helyzetűrések megadása rajzon
ISO/R 1660—71	Műszaki rajz. Alak- és helyzetűrések. 3. rész. Szelvények méretezése és tűrésezése
KGST/RSZ 430—65	Géprajz. Alak- és helyzetűrések jelölése
KGST/RSZ 978—67	Géprajz. Méretek határeltéréseinek megadása

8. AZ ALKATRÉSZEK TŰRÉSEINEK ELLENŐRZÉSE

Az alkatrészek geometriai csereszabotosságát méret- és alakhűségük határozza meg, ezért a készremunkált alkatrészeket ellenőrizni kell, hogy tényleges méreteik az előírt határokon belül vannak-e. Az ellenőrzéshez pedig egységes előírások szükségesek, amelyek megszabják a mérőeszközök méreteit, tűréseit és mérési pontosságát.

Általános elv, hogy a mérőeszközök névleges mérete 20 °C-on és nulla mérőerő mellett érvényes, a szabványos határeltérések pedig megszabják azokat az elméleti mérethatárokat, amelyeken belül az alkatrész tényleges méretének lennie kell, illetve, amelyeket szélső esetben elérhet. Az elméleti méretek tehát elvileg a gyártás mérethatárai.

A mérethatárokat a *Taylor-elv* szerint értelmezzük (MSZ 1867), tehát: A lyuk méretének megy-határa az az átmérő, amelynél a lyukba még behelyezhető, előírt hosszúságú, legnagyobb átmérőjű elméleti henger átmérője kisebb nem lehet, nemmegy-határa pedig az az átmérő, amelynél a lyuk egyetlen átmérője sem lehet nagyobb. Hasonlóan a csap méretének megy-határa az az átmérő, amelynél a csap köré fektethető, a csap szélső pontjaival érintkező, előírt hosszúságú, legkisebb átmérőjű elméleti henger átmérője nagyobb nem lehet, nemmegy-határa pedig az az átmérő, amelynél a csap egyetlen átmérője sem lehet kisebb.

A tömeggyártással készült alkatrészek ellenőrzése gazdaságosan idomszerekkel végezhető. Mivel az állandó méretű idomszerek sem készíthetők abszolút pontossággal, sőt használat közben kopnak is, azok gyártási tűrése és kopási határa is befolyásolja az ellenőrzést, a mutatóidomszerek mérési bizonytalanságához hasonlóan. Ellenőrzéskor tehát a mérőműszer használója bizonyos kockázattal elfogad a határméretet túllépő, vagy visszautasít a határméreten belüli alkatrészeket. A kockázat csökkentése érdekében az ellenőrzés határait egy-egy biztonsági övvel az alkatrész előírt mérethatárain belül kell felvenni.

Az ISO/TC 3 Műszaki Bizottsága egységesítette a *határmérő idomszerek* gyártási tűréseit, kopási határát, túlkopását és mérési biztonsági övét. Az egységesített adatokat az ISO/R 1938—1971 tartalmazza, mégpedig az 500 mm-ig terjedő méretekre ajánlott formában, az 500—3150 mm-es mérettartomány számára pedig kísérleti jelleggel.

A KGST keretein belül az 500 mm-ig terjedő méretekre dolgozták ki az idomszerek egységes adatait, amelyek az RSZ 1876—69 ajánlásban jelentek meg.

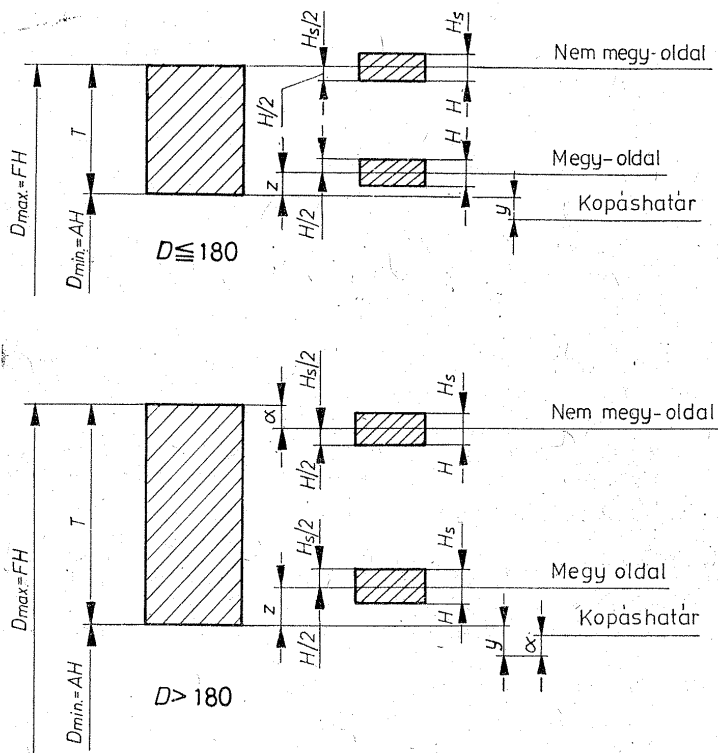
A lényegében egyező, két nemzetközi szabványajánlás alapján készült az MSZ 1867—72, amely az idomszerek mérőrészének méretezésével, készítésével, kopásával és ellenőrzésével kapcsolatos adatokat tartalmazza.

Az RSZ 1876—69 ajánlást 1974-ben korszerűsítették és megjelent az SZT 157—75 nemzetközi szabvány. Ennek alapján összefoglaljuk az idomszerek legjellemzőbb adatait és a fogalmak értelmezését.

Jelölések:

D	az alkatrész névleges mérete
D _{min}	az alkatrész legkisebb mérete
D _{max}	az alkatrész legnagyobb mérete
T	az alkatrész tűrésnagysága
H _s	a gömbös végű lyukmérő idomszer gyártási tűrésnagysága

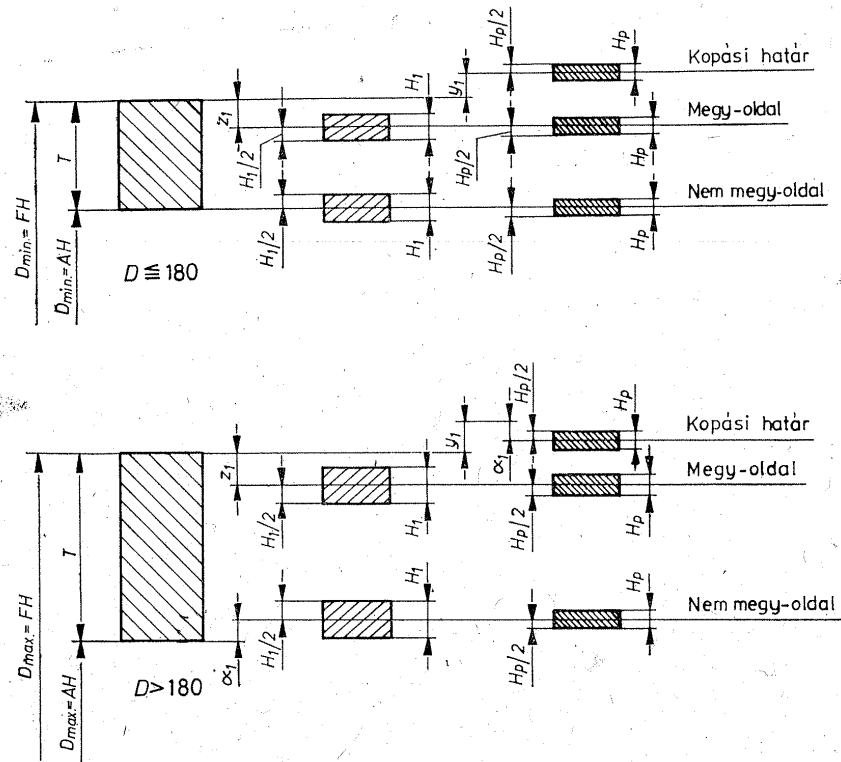
- H_1 a csapmérő idomszer gyártási tűrésnagysága
 H_p a csapmérő idomszer vizsgáló idomszerének gyártási tűrésnagysága
 z a lyukmérő idomszer megy-oldalának kopási lehetősége
 z_1 a csapmérő idomszer megy-oldalának kopási lehetősége
 y a lyukmérő idomszer megy-oldalának megengedett túlkopási lehetősége
 y_1 a csapmérő idomszer megy-oldalának megengedett túlkopási lehetősége
 α a lyukmérő idomszer mérési bizonytalanságát kiegyenlítő biztonsági öv, 180 mm felett
 α_1 a csapmérő idomszer mérési bizonytalanságát kiegyenlítő biztonsági öv, 180 mm felett



43. ábra

A lyukmérő idomszer gyártási tűrésének elhelyezkedése az alkatrész tűréséhez viszonyítva (az ábra az IT6, IT7 és IT8 minőségre közvetlenül, az IT9 minőségétől IT17-ig pedig $y = 0$ feltétellel érvényes)





Az idomszer gyártási tűréseinek, továbbá a kopási lehetőségek és a mérési bizonytalansági övek elhelyezkedését az alkatrész tűrésmezőjéhez viszonyítva a 43. és a 44. ábra szemlélteti az 500 mm-ig terjedő mérettartományban.



44. ábra:

A csapmérő idomszer gyártási tűrésének elhelyezkedése az alkatrész tűrésmezőjéhez viszonyítva (az ábra az IT6, IT7 és IT8 minőségekre közvetlenül, az IT9 minőségétől IT17-ig pedig $y = 0$ feltétellel érvényes)

Az ábrákon használt jelölések:

-  a lyuk tűrésmezője
-  a csap tűrésmezője
-  a munka idomszer gyártási tűrésmezője
-  a vizsgáló idomszer gyártási tűrésmezője

Idomszer	A munkadarab névleges mérete						
	D ≤ 180			D > 180			
	Munkaidomszer		Vizsgálóidomszer	Munkaidomszer		Vizsgálóidomszer	
	mérőmérete	tűrése	mérőmérete	tűrése	mérőmérete	tűrése	
Lyukmérő	nem-megy-oldal	FH	$\pm \frac{H}{2}$, ill. $\pm \frac{H_s}{2}$	FH - α	$\pm \frac{H_s}{2}$, ill. $\pm \frac{H}{2}$	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
	új meg- oldal	AH + z	$\pm \frac{H}{2}$	AH + z	$\pm \frac{H}{2}$, ill. $\pm \frac{H_s}{2}$	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
	kopott megy-oldal	AH - y	-	AH - y + α	-	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
	kopott megy-oldal	FH + y ₁	-	FH + y ₁ - α ₁	-	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
	új meg- oldal	FH - z ₁	$\pm \frac{H_1}{2}$	FH - z ₁	$\pm \frac{H_1}{2}$	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
	nem- megy-oldal	AH	$\pm \frac{H_1}{2}$	AH + α ₁	$\pm \frac{H_1}{2}$	nincs meghatározva	$\pm \frac{H_p}{2}$
Csapmérő							

Az idomszerek mérőméretének határméretei, illetve tűrései a 30. táblázatban levő összefüggésekkel számíthatók, a tűrések számértékeit pedig a 11. fejezet foglalja össze.

A 8. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 1856 – 72

ISO illesztési rendszer. Idomszerek mérő-méretei, tűrései és jellemző adatai

MSZ 1867 – 72

ISO illesztési rendszer. A munkadarabok tűréseinek idomszeres ellenőrzése

ISO/R 1938 – 71

ISO illesztési rendszer II. rész. Egyszerű munkadarabok ellenőrzése

KGST/SZT 157 – 75

Sima határmérő idomszerek az 500 mm-ig terjedő lyukak és csapok számára. Tűrések

TŰRÉSI ÉS ILLESZTÉSI TÁBLÁZATOK

9. TŰRÉSEK ÉS ILLESZTÉSEK SZÁMÉRTÉKEI

A tűrések és az illesztések gyakorlati alkalmazásának a megkönnyítésére a szabványok táblázatosan közlik a tűrések számértékeit. A számértékek az előző fejezetekben ismertetett elvek és összefüggések alapján lettek meghatározva. Az így kiszámított tűrésnagyságokat és alapeltéréseket az ismertetett módon kerekítették, majd néhány értéket a jobb beilleszkedés érdekében módosítottak. Ezután olyan választékot képeztek, amely a legszélesebb körű gyakorlati kívánalmaknak is megfelel mind a finommechanikai és az órásipar, mind az általános és a nehézgépipar számára.

A számértékeket a szabványok táblázatosan közlik, azzal az utasítással, hogy gyakorlati használatra *kizárólag* a táblázatokban található számértékek érvényesek, függetlenül azoktól a szabályoktól és képletektől, amelyek alapján meghatározták azokat.

A táblázatokban az általános használatra szánt tűrések az 500 mm-ig, a finommechanika és az órapar számára szánt tűrések pedig a 18 mm-ig terjedő méretekre érvényesek. Az 1 mm-nél kisebb méretekre egyes tűrések nem érvényesek. A hiányzó tűrések helyett az utánuk következő betűjelű alapeltérésnek megfelelő tűrésértékeket kell venni.

9.1. A tűrés-alapsorozatok számértékei

A 14–17 minőségekhez tartozó értékek az 1 mm-nél kisebb méretekre nem alkalmazhatók.

A táblázat adatai a 16 minőségig megegyeznek az ISO/R 286–62 és az MSZ 1852–63 adataival.

A táblázat 6–16 minőségekhez tartozó adatai megegyeznek az ISO/R 286–62 és az MSZ 4729–63 adataival.

Minőség	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Tűrésnagyság értéke μm-ben																			
Névléges át- mérőcsop- ortok mm felett -ig	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	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	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	25	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	540	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	570	890	1400	2300	3600	5700
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Tűrés-alapsorozatok 500—3150 mm-ig

Minőségek	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	Tűrésnagyság értéke mm-ben																				
Névléges át- mérőcsoportok mm-ben felett -ig	500	630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	8,0
800	1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	9,0
1000	1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	10,5
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	12,5
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	15,0
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	17,5
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	21,0

Minőségek	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	Tűrész nagyság értéke μm-ben										Tűrész nagyság értéke mm-ben										
Névleges át- mérőcsoportok mm-ben felett -ig	3150	4000	16	23	33	45	60	84	115	165	0,26	0,41	0,66	1,05	1,65	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26
	4000	5000	20	28	40	55	74	100	140	200	0,32	0,50	0,80	1,30	2,00	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32
	5000	6300	25	35	49	67	92	125	170	250	0,40	0,62	0,98	1,55	2,50	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40
	6300	8000	31	43	62	84	115	155	215	310	0,49	0,76	1,20	1,95	3,10	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49
	8000	10000	38	53	76	105	140	195	270	380	0,60	0,94	1,50	2,40	3,80	6,1	9,4	15,0	24,0	38,0	61

A táblázat adatai a KGST keretein belül egységesített dokumentumok előírásaival egyeznek, mivel ebben a mérettartományban sem az ISO, sem a hazai szabványok nem tartalmaznak előírásokat.

A 31., 32. és a 33. táblázat a névleges méret és a minőség függvényében tartalmazza a tűrésnagyságokat. Ez egyben azt is jelenti, hogy a tűrésnagyság, tehát a gyártási körülmények által megszabott méretszóródás megengedhető mértéke, csakis a névleges mérettől és a választott minőségtől függ akár csapról, akár lyukról van szó.

Így például a $\varnothing 110$ mm névleges mérethez tartozó e8, E8, h8, H8, m8 és M8 tűrésekhez egyaránt $IT = 54 \mu\text{m}$ tűrésnagyság tartozik.

9.2. Az alapeltérések számértékei

Az 5.2.5. szakaszban szereplő képletek segítségével kiszámított és az 5.2.7. szakasz szerint kerekített alapeltéréseket az 500 mm-ig terjedő mérettartomány számára a 34. és a 35. táblázat, az 500–3150 mm-ig terjedő mérettartomány számára a 37. táblázat, a 3150–10 000 mm-ig terjedő mérettartomány számára pedig a 38. táblázat foglalja össze.

Az illesztés jellegét az alapeltérés határozza meg, ezért tervezéskor először, a működés szempontjából szükséges illesztés megválasztásakor, az alapeltérés betűjelét célszerű megválasztani. Ehhez adnak segítséget a fent említett táblázatok.

A táblázatok mikrométerben tartalmazzák a csapok és a lyukak alapeltéréseit, amelyek a csapok esetében **h** alapeltérésig a felső határeltérést és **j** alapeltéréstől kezdve az alsó határeltérést, lyukak esetében pedig **H** alapeltérésig az alsó határeltérést és **J** alapeltéréstől kezdve a felső határeltérést is megadják.

A másik eltérés az ismert összefüggések segítségével számítható:

$$AE = FE - IT, \text{ ill. } ei = es - IT$$

$$EI = ES - IT$$

$$FE = AE + IT, \text{ ill. } es = ei + IT$$

$$ES = EI + IT$$

A csapok alapeltérései a 34. táblázatból közvetlenül kiolvashatók, a lyukak alapeltérései azonban a finomabb minőségek esetén (pl. K8) a 35. táblázatban található számértékek és egy korrekció (Δ) összegeként határozhatók meg, amelynek értékeit a 36. táblázat tartalmazza.

Csapok alapeltérései

Alapeltérés		A felső határeltérés					
		a*	b*	c	cd	d	e
Betűjel		Valamennyi minőség					
Minőségjel		Az alapeltérés értéke μm-ben					
Névleges átmérő- csoportok mm felett	-ig						
	3*	- 270	- 140	- 60	- 34	- 20	- 14
3	6	- 270	- 140	- 70	- 46	- 30	- 20
6	10	- 280	- 150	- 80	- 56	- 40	- 25
10	14	- 290	- 150	- 95	-	- 50	- 32
14	18	- 290	- 150	- 95	-	- 50	- 32
18	24	- 300	- 160	- 110	-	- 65	- 40
24	30	- 300	- 160	- 110	-	- 65	- 40
30	40	- 310	- 170	- 120	-	- 80	- 50
40	50	- 320	- 180	- 130	-	- 80	- 50
50	65	- 340	- 190	- 140	-	- 100	- 60
65	80	- 360	- 200	- 150	-	- 100	- 60
80	100	- 380	- 220	- 170	-	- 120	- 72
100	120	- 410	- 240	- 180	-	- 120	- 72
120	140	- 460	- 260	- 200	-	- 145	- 85
140	160	- 520	- 280	- 210	-	- 145	- 85
160	180	- 580	- 310	- 230	-	- 145	- 85
180	200	- 660	- 340	- 240	-	- 170	- 100
200	225	- 740	- 380	- 260	-	- 170	- 100
225	250	- 820	- 420	- 280	-	- 170	- 100
250	280	- 920	- 480	- 300	-	- 190	- 110
280	315	- 1050	- 540	- 330	-	- 190	- 110
315	355	- 1200	- 600	- 360	-	- 210	- 125
355	400	- 1350	- 680	- 400	-	- 210	- 125
400	450	- 1500	- 760	- 440	-	- 230	- 135
450	500	- 1650	- 840	- 480	-	- 230	- 135

* Az a és b alapeltérések 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényesek.

500 mm-ig

34. táblázat

A felső határeltérés						Az alsó határeltérés		
ef	f	fg	g	h	j _s	j		
Valamennyi minőség						5	7	8
Az alapeltérés értéke μm-ben						6		
-10	-6	-4	-2	0		-2	-4	-6
-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-
-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	-
-	-16	-	-6	0		-3	-6	-
-	-20	-	-7	0		-4	-8	-
-	-25	-	-9	0		-5	-10	-
-	-30	-	-10	0		-7	-12	-
-	-36	-	-12	0		-9	-15	-
-	-43	-	-14	0		-11	-18	-
-	-50	-	-15	0		-13	-21	-
-	-56	-	-17	0		-16	-26	-
-	-62	-	-18	0		-18	-28	-
-	-68	-	-20	0		-20	-32	-

A
határ-
értékek
 $\pm \frac{IT^{**}}{2}$

** A j_s határeltérések 7...11 minőségek esetében - ha az IT tűrésérték páratlan szám - oly módon kerekítendő, hogy a közvetlenül kisebb páros számot felezzük. A 6 és ennél finomabb minőségekben a kerekítésnek nincs helye. (A táblázat folytatódik)

Csapok alapeltérései

(a 34. táblázat folytatása)

Alapeltérés		Az alsó határeltérés						
Betűjel		k	m	n	p	r	s	
Minőségjel		4...7	$\frac{3}{8}$	Valamennyi minőség				
Névleges átmérő-csoport mm		Az alapeltérés értéke μm -ben						
felett	-ig							
3	3	0	0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
6	6	+1	0	+ 4	+ 8	+12	+ 15	+ 19
	10	+1	0	+ 6	+10	+15	+ 19	+ 23
10	14	+1	0	+ 7	+12	+18	+ 23	+ 28
14	18							
18	24	+2	0	+ 8	+15	+22	+ 28	+ 35
24	30							
30	40	+2	0	+ 9	+17	+26	+ 34	+ 43
40	50							
50	65	+2	0	+11	+20	+32	+ 41	+ 53
65	80						+ 43	+ 59
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+ 51	+ 71
100	120						+ 54	+ 79
120	140	+3	0	+15	+27	+43	+ 63	+ 92
140	160						+ 65	+100
160	180						+ 68	+108
180	200	+4	0	+17	+31	+50	+ 77	+122
200	225						+ 80	+130
225	250						+ 84	+140
250	280	+4	0	+20	+34	+56	+ 94	+158
280	315						+ 98	+170
315	355	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190
355	400						+114	+208
400	450	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232
450	500						+132	+252

500 mm-ig

Az alsó határeltérés								
t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Valamennyi minőség								
Az alapeltérés értéke μm -ben								
-	+ 18	-	+ 20	-	+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
-	+ 23	-	+ 28	-	+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
-	+ 28	-	+ 34	-	+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
-	+ 33	-	+ 40	-	+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
		+ 39	+ 45	-	+ 60	+ 77	+ 108	+ 105
-	+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
+ 66	+ 87	+102	+122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
+ 75	+102	+120	+146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
+ 91	+124	+146	+178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
+104	+144	+172	+210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
+122	+170	+202	+248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
+134	+190	+228	+280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
+146	+210	+252	+310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+1000
+166	+236	+284	+350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+1150
+180	+258	+310	+385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+1250
+196	+284	+340	+425	+ 520	+ 640	+ 820	+1050	+1350
+218	+315	+385	+475	+ 580	+ 710	+ 920	+1200	+1550
+240	+350	+425	+525	+ 650	+ 790	+1000	+1300	+1700
+268	+390	+475	+590	+ 730	+ 900	+1150	+1500	+1900
+294	+435	+530	+660	+ 820	+1000	+1300	+1650	+2100
+330	+490	+595	+740	+ 920	+1100	+1450	+1850	+2400
+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Lyukak alapeltérései

Alapeltérés		Az alsó határeltérés					
Betűjel		A*	B*	C	CD	D	E
Minőségjel		Valamennyi minőség					
Névleges átmérő-csoportok mm		Az alapeltérés értéke μm-ben					
felett	-ig						
3	3*	+ 270	+ 140	+ 60	+ 34	+ 20	+ 14
6	6	+ 270	+ 140	+ 70	+ 46	+ 30	+ 20
	10	+ 280	+ 150	+ 80	+ 56	+ 40	+ 25
10	14	+ 290	+ 150	+ 96	-	+ 50	+ 32
14	18						
18	24	+ 300	+ 160	+ 110	-	+ 65	+ 40
24	30						
30	40	+ 310	+ 170	+ 120	-	+ 80	+ 50
40	50	+ 320	+ 180	+ 130			
50	65	+ 340	+ 190	+ 140	-	+ 100	+ 60
65	80	+ 360	+ 200	+ 150			
80	100	+ 380	+ 220	+ 170	-	+ 120	+ 72
100	120	+ 410	+ 240	+ 180			
120	140	+ 460	+ 260	+ 200	-	+ 145	+ 85
140	160	+ 520	+ 280	+ 210			
160	180	+ 580	+ 310	+ 230			
180	200	+ 660	+ 340	+ 240	-	+ 170	+ 100
200	225	+ 740	+ 380	+ 260			
225	250	+ 820	+ 420	+ 280			
250	280	+ 920	+ 480	+ 300	-	+ 190	+ 110
280	315	+ 1050	+ 540	+ 330			
315	355	+ 1200	+ 600	+ 360	-	+ 210	+ 125
355	400	+ 1350	+ 680	+ 400			
400	450	+ 1500	+ 760	+ 440	-	+ 230	+ 135
450	500	+ 1650	+ 840	+ 480			

* Az A és B alapeltérések 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényesek.

500 mm-ig

35. táblázat

Az alsó határeltérés						A felső határeltérés		
EF	F	FG	G	H	J _s	J		
Valamennyi minőség						6	7	8
Az alapeltérés értéke μm-ben								
+ 10	+ 6	+ 4	+ 2	0		+ 2	+ 4	+ 6
+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	0		+ 5	+ 6	+ 10
+ 18	+ 13	+ 8	+ 5	0		+ 5	+ 8	+ 12
-	+ 16	-	+ 6	0		+ 6	+ 10	+ 15
-	+ 20	-	+ 7	0		+ 8	+ 12	+ 20
-	+ 25	-	+ 9	0		+ 10	+ 14	+ 24
-	+ 30	-	+ 10	0	IT** a határ értékek ± $\frac{IT}{2}$	+ 13	+ 18	+ 28
-	+ 36	-	+ 12	0		+ 16	+ 22	+ 34
-	+ 43	-	+ 14	0		+ 18	+ 26	+ 41
-	+ 50	-	+ 15	0		+ 22	+ 30	+ 47
-	+ 56	-	+ 17	0		+ 25	+ 36	+ 55
-	+ 62	-	+ 18	0		+ 29	+ 39	+ 60
-	+ 68	-	+ 20	0		+ 33	+ 43	+ 66

** A J_s határeltérések 7...11 minőségek esetében – ha az IT tűrésérték páratlan szám – oly módon kerekítendő, hogy a közvetlen kisebb páros számot felezzük.
A 6 és ennél finomabb minőségekben a kerekítésnek helye nincs. (A táblázat folytatódik)

Lyukak alapeltérései

(A táblázat folytatása)

Alapeltérés		A felső határeltérés					
		K		M		N	
		≅ 8	≅ 9	≅ 8**	≅ 9	≅ 8	≅ 9*
Névleges átmérő-csoportok mm		Alapeltérés értéke μm-ben					
felett	-ig						
3	3	0	0	-2	-2	-4	-4
6	6	-1+Δ	-	-4+Δ	-4	-8+Δ	0
	10	-1+Δ	-	-6+Δ	-6	-10+Δ	0
10	14	-1+Δ	-	-7+Δ	-7	-12+Δ	0
14	18	-	-	-	-	-	-
18	24	-2+Δ	-	-8+Δ	-8	-15+Δ	0
24	30	-	-	-	-	-	-
30	40	-2+Δ	-	-9+Δ	-9	-17+Δ	0
40	50	-	-	-	-	-	-
50	65	-2+Δ	-	-11+Δ	-11	-20+Δ	0
65	80	-	-	-	-	-	-
80	100	-3+Δ	-	-13+Δ	-13	-23+Δ	0
100	120	-	-	-	-	-	-
120	140	-3+Δ	-	-15+Δ	-15	-27+Δ	0
140	160	-	-	-	-	-	-
160	180	-	-	-	-	-	-
180	200	-4+Δ	-	-17+Δ	-17	-31+Δ	0
200	225	-	-	-	-	-	-
225	250	-	-	-	-	-	-
250	280	-4+Δ	-	-20+Δ**	-20	-34+Δ	0
280	315	-	-	-	-	-	-
315	355	-4+Δ	-	-21+Δ	-21	-37+Δ	0
355	400	-	-	-	-	-	-
400	450	-5+Δ	-	-23+Δ	-23	-40+Δ	0
450	500	-	-	-	-	-	-

* Az N alapeltérés 9 és ennél durvább minőségekben 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényes.

500 mm-ig

A felső határeltérés							
P		R		S		T	
≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8
Alapeltérés értéke μm-ben							
-6	-6	-10	-10	-14	-14	-	-
-12+Δ	-12	-15+Δ	-15	-19+Δ	-19	-	-
-15+Δ	-15	-19+Δ	-19	-23+Δ	-23	-	-
-18+Δ	-18	-23+Δ	-23	-28+Δ	-28	-	-
-22+Δ	-22	-28+Δ	-28	-35+Δ	-35	-41+Δ	-41
-26+Δ	-26	-34+Δ	-34	-43+Δ	-43	-48+Δ	-48
						-54+Δ	-54
-32+Δ	-32	-41+Δ	-41	-53+Δ	-53	-66+Δ	-66
		-43+Δ	-43	-59+Δ	-59	-75+Δ	-75
-37+Δ	-37	-51+Δ	-51	-71+Δ	-71	-91+Δ	-91
		-54+Δ	-54	-79+Δ	-79	-104+Δ	-104
-43+Δ	-43	-63+Δ	-63	-92+Δ	-92	-122+Δ	-122
		-65+Δ	-65	-100+Δ	-100	-134+Δ	-134
		-68+Δ	-68	-108+Δ	-108	-146+Δ	-146
-50+Δ	-50	-77+Δ	-77	-122+Δ	-122	-166+Δ	-166
		-80+Δ	-80	-130+Δ	-130	-180+Δ	-180
		-84+Δ	-84	-140+Δ	-140	-196+Δ	-196
-56+Δ	-56	-94+Δ	-94	-158+Δ	-158	-218+Δ	-218
		-98+Δ	-98	-170+Δ	-170	-240+Δ	-240
-62+Δ	-62	-108+Δ	-108	-190+Δ	-190	-268+Δ	-268
		-114+Δ	-114	-208+Δ	-208	-294+Δ	-294
-68+Δ	-68	-126+Δ	-126	-232+Δ	-232	-330+Δ	-330
		-132+Δ	-132	-252+Δ	-252	-360+Δ	-360

** Kivételes eset a 250-315 átmérőcsoportban M6 felső határeltérése: FE = -9 (-11 helyett.) (A táblázat folytatódik)

Lyukak alapeltérései

(A táblázat folytatása)

Alapeltérés		A felső határeltérés								
		U		V		X		Y		
Betűjel		≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	
Minőségjel		≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	
Névleges átmérő-csoportok mm		Az alapeltérés értéke μm-ben								
felett	-ig									
3	3	-18+Δ	-18	-	-	-20+Δ	-20	-	-	
	6	-23+Δ	-23	-	-	-28+Δ	-28	-	-	
	6	10	-28+Δ	-28	-	-	-34+Δ	-34	-	
10	14	-33+Δ	-33	-	-	-40+Δ	-40	-	-	
	14	18	-39+Δ	-39	-	-45+Δ	-45	-	-	
18	24	-41+Δ	-41	-47+Δ	-47	-54+Δ	-54	-63+Δ	-63	
	24	30	-48+Δ	-48	-55+Δ	-55	-64+Δ	-64	-75+Δ	-75
30	40	-60+Δ	-60	-68+Δ	-68	-80+Δ	-80	-94+Δ	-94	
	40	50	-70+Δ	-70	-81+Δ	-81	-97+Δ	-97	-114+Δ	-114
50	65	-87+Δ	-87	-102+Δ	-102	-122+Δ	-122	-144+Δ	-144	
	65	80	-102+Δ	-102	-120+Δ	-120	-146+Δ	-146	-174+Δ	-174
80	100	-124+Δ	-124	-146+Δ	-146	-178+Δ	-178	-214+Δ	-214	
	100	120	-144+Δ	-144	-172+Δ	-172	-210+Δ	-210	-254+Δ	-254
120	140	-170+Δ	-170	-202+Δ	-202	-248+Δ	-248	-300+Δ	-300	
	140	160	-190+Δ	-190	-228+Δ	-228	-280+Δ	-280	-340+Δ	-340
	160	180	-210+Δ	-210	-252+Δ	-252	-310+Δ	-310	-380+Δ	-380
180	200	-236+Δ	-236	-284+Δ	-284	-350+Δ	-350	-425+Δ	-425	
	200	225	-258+Δ	-258	-310+Δ	-310	-385+Δ	-385	-470+Δ	-470
	225	250	-284+Δ	-284	-340+Δ	-340	-425+Δ	-425	-520+Δ	-520
250	280	-315+Δ	-315	-385+Δ	-385	-475+Δ	-475	-580+Δ	-580	
	280	315	-350+Δ	-350	-425+Δ	-425	-525+Δ	-525	-650+Δ	-650
315	355	-390+Δ	-390	-475+Δ	-475	-590+Δ	-590	-730+Δ	-730	
	355	400	-435+Δ	-435	-530+Δ	-530	-660+Δ	-660	-820+Δ	-820
400	450	-490+Δ	-490	-595+Δ	-595	-740+Δ	-740	-920+Δ	-920	
	450	500	-540+Δ	-540	-660+Δ	-660	-820+Δ	-820	-1000+Δ	-1000

500 mm-ig

A felső határeltérés							
Z		ZA		ZB		ZC	
≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8
Az alapeltérés értéke μm-ben							
-26+Δ	-26	-32+Δ	-32	-40+Δ	-40	-60+Δ	-60
-35+Δ	-35	-42+Δ	-42	-50+Δ	-50	-80+Δ	-80
-42+Δ	-42	-52+Δ	-52	-67+Δ	-67	-97+Δ	-97
-50+Δ	-50	-64+Δ	-64	-90+Δ	-90	-130+Δ	-130
-60+Δ	-60	-77+Δ	-77	-108+Δ	-108	-150+Δ	-150
-73+Δ	-73	-98+Δ	-98	-136+Δ	-136	-188+Δ	-188
-88+Δ	-88	-118+Δ	-118	-160+Δ	-160	-218+Δ	-218
-112+Δ	-112	-148+Δ	-148	-200+Δ	-200	-274+Δ	-274
-136+Δ	-136	-180+Δ	-180	-242+Δ	-242	-325+Δ	-325
-172+Δ	-172	-226+Δ	-226	-300+Δ	-300	-405+Δ	-405
-210+Δ	-210	-274+Δ	-274	-360+Δ	-360	-480+Δ	-480
-258+Δ	-258	-335+Δ	-335	-445+Δ	-445	-585+Δ	-585
-310+Δ	-310	-400+Δ	-400	-525+Δ	-525	-690+Δ	-690
-365+Δ	-365	-470+Δ	-470	-620+Δ	-620	-800+Δ	-800
-415+Δ	-415	-535+Δ	-535	-700+Δ	-700	-900+Δ	-900
-465+Δ	-465	-600+Δ	-600	-780+Δ	-780	-1000+Δ	-1000
-520+Δ	-520	-670+Δ	-670	-880+Δ	-880	-1150+Δ	-1150
-575+Δ	-575	-740+Δ	-740	-960+Δ	-960	-1250+Δ	-1250
-640+Δ	-640	-820+Δ	-820	-1050+Δ	-1050	-1350+Δ	-1350
-710+Δ	-710	-920+Δ	-920	-1200+Δ	-1200	-1550+Δ	-1550
-790+Δ	-790	-1000+Δ	-1000	-1300+Δ	-1300	-1700+Δ	-1700
-900+Δ	-900	-1150+Δ	-1150	-1500+Δ	-1500	-1900+Δ	-1900
-1000+Δ	-1000	-1300+Δ	-1300	-1650+Δ	-1650	-2100+Δ	-2100
-1100+Δ	-1100	-1450+Δ	-1450	-1850+Δ	-1850	-2400+Δ	-2400
-1250+Δ	-1250	-1600+Δ	-1600	-2100+Δ	-2100	-2600+Δ	-2600

36. táblázat

Minőség jele		3	4	5	6	7	8
Névleges átmérő-csoportok mm		Δ értéke μm-ben					
felett	-ig						
	3	0	0	0	0	0	0
3	6	1	1,5	1	3	4	6
6	10	1	1,5	2	3	6	7
10	18	1	2	3	3	7	9
18	30	1,5	2	3	4	8	12
30	50	1,5	3	4	5	9	14
50	80	2	3	5	6	11	16
80	120	2	4	5	7	13	19
120	180	3	4	6	7	15	23
180	250	3	4	6	9	17	26
250	315	4	4	7	9	20	29
315	400	4	5	7	11	21	32
400	500	5	5	7	13	23	34

Ennek megfelelően a K, M, és N alapeltérések esetében a 8 és az ennél finomabb minőségű, továbbá a P... ZC alapeltérések esetében a 7 és ennél finomabb minőségű lyukak alapeltérése a 35. táblázatból vett számérték és a 36. táblázatból vett Δ érték összege.

Például az Ø 60 K8 tűrés alapeltérése: $-2 + 16 = 14 \mu\text{m}$.

A 34., 35. és a 36. táblázat adatai teljesen megegyeznek az MSZ 1853-63, az ISO/R 286-62, illetve a KGST/SZT 145-75 táblázataiban szereplő adatokkal.

A 37. táblázat adatai megegyeznek a KGST/SZT 145-75 adataival, továbbá az MSZ 4729-63 és az ISO/R 286-62 adataival azzal a különbséggel, hogy az utóbbiak nem tartalmazzák a c és a cd alapeltéréseket és az összes többi alapeltérés is csak a 6. .16 minőségekre vonatkozik.

A 38. táblázat a KGST keretein belül egységesített adatokat tartalmazza. Az ISO-ban és ennek megfelelően hazai szabványainkban sem szerepelnek adatok erre a mérettartományra.

A 37. és a 38. táblázat a 128-131. oldalakon található!

9.3. Csapok és lyukak szabványos tűrése

A csaptűrések és a lyuktűrések a tűrés-alapsorozatok (9.1. szakasz) és az alapeltérések (9.2. szakasz) számértékeiből a 9.2. szakaszban megadott összefüggések segítségével nagyon egyszerűen számíthatók. A szabványok azonban az előnyben részesítendő tűrésválaszték számára ezeket az adatokat is táblázatba foglalták, ahonnan a kívánt értékek egyszerűen kiolvashatók.

Például az Ø 90 H7 esetében a tűrésnagyság az 31. táblázat szerint 35 μm, az alapeltérés pedig a 35. táblázat szerint 0, tehát a szabványos tűrés:

$$\text{Ø } 90 \text{ H7} = \text{Ø } 90^{+0,035}_0$$

Vagy az Ø 350 n6 esetében a tűrésnagyság a 31. táblázat szerint 36 μm, az alapeltérés pedig a 34. táblázat szerint +37 μm, tehát a szabványos tűrés:

$$\text{Ø } 350 \text{ n6} = \text{Ø } 350^{+0,073}_{+0,037}$$

mivel a felső eltérés: $37 + 36 = +73 \mu\text{m}$.

A példákban szereplő határméretetek természetesen megegyeznek a 43., illetve a 40. táblázatban található értékekkel.

Az 1 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (39. és 42. táblázat) az MSZ 4728-69 szerint adjuk meg.

Az 1-500 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (40. és 43. táblázat) az MSZ 1865-63 és az MSZ 1866-63 alapján adjuk meg, az MSZ 1869-67, az MSZ 2318-57 és az MI 7989-71 választékának figyelembevételével, és az alapeltérések szerint csoportosítva.

Az 500-3150 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (41. és 44. táblázat) az MSZ 4729-63 szerint foglaljuk össze.

A táblázatok számértékei megegyeznek az ISO/R 286-62 adataival, és természetesen a kidolgozás alatt levő KGST-szabvány előírásaival is.

A 3150 mm feletti mérettartományban egyelőre nincsenek kiszámított tűrésértékek, de azok is a fenti módon meghatározhatók a 33. és a 38. táblázat adatainak segítségével.

Csapok és lyukak alapeltérései

Csapok	Betűjel		c	cd	d	e	f	g	h	
	Minőség		Az összes minőség							
	Alapeltérés		A felső határeltérés FE							
	Számított eltérés		AE = FE - IT ei = es - IT							
	Előjel		-	-	-	-	-	-	-	
Névleges átmérőcsoportok mm-ben	felett	-ig	Az alapeltérés értéke μm-ben	520	370	260	145	76	22	0
	500	560		580	390					
	630	710		640	430	290	160	80	24	0
	710	800		700	450					
	800	900		780	500	320	170	86	26	0
	900	1000		860	520					
	1000	1120		940	580	350	195	98	28	0
	1120	1250		1050	600					
	1250	1400		1150	660	390	220	110	30	0
	1400	1600		1300	720					
1600	1800	1450	780	430	240	120	32	0		
1800	2000	1600	820							
2000	2240	1800	920	480	260	130	34	0		
2240	2500	2000	980							
2500	2800	2200	1050	520	290	145	38	0		
2800	3150	2500	1150							
Lyukak	Előjel		+	+	+	+	+	+		
	Számított eltérés		FE = AE + IT ES = EI + IT							
	Alapeltérés		Az alsó határeltérés AE							
	Minőség		Az összes minőség							
	Betűjel		C	CD	D	E	F	G	H	

* A j_s és a J_s felső és alsó határeltérése IT/2

500—3150 mm-ig

37. táblázat

*	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u
	Az összes minőség								
	Az alsó határeltérés AE								
	FE = AE + IT es = ei + IT								
	*		+	/+	+	+	+	+	+
	0	26	44	78	150	280	400	600	
					155	310	450	660	
	0	30	50	88	175	340	500	740	
					185	380	560	840	
	0	34	56	100	210	430	620	940	
					220	470	680	1050	
	0	40	66	120	250	520	780	1150	
					260	580	840	1300	
	0	48	78	140	300	640	960	1450	
					330	720	1050	1600	
	0	58	92	170	370	820	1200	1850	
					400	920	1350	2000	
	0	68	110	195	440	1000	1500	2300	
					460	1100	1650	2500	
	0	76	135	240	550	1250	1900	2900	
					580	1500	2100	3200	
*	AE = FE - IT EI = ES - IT								
	A felső határeltérés FE								
	Az összes minőség								
	J _s	K	M	N	P	R	S	T	U

Csapok és lyukak alapeltérései

3150—10 000 mm-ig

38. táblázat

Csapok	Betűjel		c	cd	d	e	f	h
	Minőség		Az összes minőség					
	Alapeltérés		A felső határeltérés					
	Számított eltérés		$AE = FE - IT$ $ei = es - IT$					
	Előjel		-	-	-	-	-	-

Névrleges átmérőcsoportok mm-ben	felett	-ig	Alapeltérések μ m-ben	2800 3100	1250 1350	580	320	160	0
	3150 3550	3 550 4 000							
	4000 4500	4 500 5 000							
	5000 5600	5 600 6 300							
	6300 7100	7 100 8 000							
	8000 9000	9 000 10 000							

Lyukak	Előjel		+	+	+	+	+
	Számított eltérés		$FE = AE + IT$ $ES = EI + IT$				
	Alapeltérés		Az alsó határeltérés				
	Minőség		Az összes minőség				
	Betűjel		C	CD	D	E	F

* A J_s és a J_s felső és alsó határeltérése $IT/2$

J_s	P	R	S	T	U
Az összes minőség					
Az alsó határeltérés					
$FE = AE + IT$ $es = ei + IT$					
*	+	+	+	+	+
	290	680 720	1600 1750	2400 2600	3 600 4 000
	360	860 900	2000 2200	3000 3300	4 500 5 000
	440	1050 1150	2500 2800	3700 4100	5 600 6 400
	550	1300 1400	3200 3600	4700 5200	7 200 8 000
	680	1650 1750	4000 4400	6000 6600	9 000 10 000
*	-	-	-	-	-
$AE = FE - IT$ $EI = ES - IT$					
A felső határeltérés					
Az összes minőség					
J_s	P	R	S	T	U

9.3.1. A szabványos esaptűrések számértékei

Szabványos esaptűrések 1 mm-ig μm -ben

39. táblázat

Tűrésjel	cd9	cd10	d6	d7	d8	d9	d10	e6	e7	e8
Felső határeltérés	-34	-34	-20	-20	-20	-20	-20	-14	-14	-14
Alsó határeltérés	-59	-74	-26	-30	-34	-45	-60	-20	-24	-28

(a 39. táblázat folytatása)

Tűrésjel	ef5	ef6	ef7	ef8	ef9	f5	f6	f7	f8	fg5	fg6	fg7	g6
Felső határeltérés	-10	-10	-10	-10	-10	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-4	-2
Alsó határeltérés	-14	-16	-20	-24	-35	-10	-12	-16	-20	-8	-10	-14	-8

(a 39 táblázat folytatása)

Tűrésjel	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	j8	j6	j7	k5
Felső határeltérés	0	0	0	0	0	0	0	+8	+3	+5	+4
Alsó határeltérés	-4	-6	-10	-14	-25	-40	-60	-6	-3	-5	0

(a 39. táblázat folytatása)

Tűrésjel	k6	k7	k8	p5	r5	r6	s6	s7	u6	x7	z7
Felső határeltérés	+6	+10	+14	+10	+14	+16	+20	+24	+24	+30	+36
Alsó határeltérés	0	0	0	+6	+10	+10	+14	+14	+18	+20	+26

Befűjel	a		b		c			d				e		
	11	12	11	12	8	11	11	8	9	10	11	8	9	
Minőségjel														
Névleges átmérő-csoportok mm felett	Határértékek μm -ben													
3	270 330	140 200	140 240	140 240	60 74	60 120	60 120	60 34	20 45	20 60	20 80	14 28	14 39	
6	270 345	140 215	140 260	140 260	70 88	70 145	70 145	30 48	30 60	30 78	30 105	20 38	20 50	
10	280 370	150 240	150 300	150 300	80 102	80 170	80 170	40 62	40 76	40 98	40 130	25 47	25 61	
18	290 400	150 260	150 330	150 330	95 122	95 205	95 205	50 77	50 93	50 120	50 160	32 59	32 75	
24	300 430	160 290	160 370	160 370	110 143	110 240	110 240	65 98	65 117	65 149	65 195	40 73	40 92	
30	310 470	170 330	170 420	170 420	120 159	120 280	120 280	80 119	80 142	80 180	80 240	50 89	50 112	
40	320 480	180 340	180 430	180 430	130 169	130 290	130 290	100 146	100 174	100 220	100 290	60 106	60 134	
50	340 530	190 380	190 490	190 490	140 186	140 330	140 330	110 150	110 196	110 240	110 340	70 112	70 142	
65	360 550	200 390	200 500	200 500	150 196	150 340	150 340	120 170	120 220	120 270	120 370	80 128	80 158	

80	380	220	220	220	170	170	170	120	120	120	120	72	72
100	600	440	440	440	224	224	224	170	170	170	170	126	159
120	410	240	240	240	180	180	180	145	145	145	145	85	85
140	630	460	460	460	234	234	234	174	174	174	174	148	185
160	460	260	260	260	200	200	200	145	145	145	145	85	85
180	710	510	510	510	263	263	263	208	208	208	208	148	185
200	520	280	280	280	210	210	210	145	145	145	145	85	85
225	770	530	530	530	273	273	273	242	242	242	242	172	215
250	580	310	310	310	230	230	230	170	170	170	170	100	100
280	830	560	560	560	293	293	293	240	240	240	240	172	215
315	660	340	340	340	240	240	240	170	170	170	170	100	100
355	950	630	630	630	312	312	312	240	240	240	240	172	215
400	740	380	380	380	260	260	260	190	190	190	190	110	110
450	1030	670	670	670	332	332	332	240	240	240	240	172	215
500	820	420	420	420	280	280	280	190	190	190	190	110	110
550	1110	710	710	710	352	352	352	240	240	240	240	172	215
600	920	480	480	480	300	300	300	190	190	190	190	110	110
650	1240	800	800	800	381	381	381	240	240	240	240	172	215
700	1050	540	540	540	330	330	330	190	190	190	190	110	110
750	1370	860	860	860	411	411	411	240	240	240	240	172	215
800	1200	600	600	600	360	360	360	190	190	190	190	110	110
850	1560	960	960	960	449	449	449	240	240	240	240	172	215
900	1350	680	680	680	400	400	400	190	190	190	190	110	110
950	1710	1040	1040	1040	489	489	489	240	240	240	240	172	215
1000	1500	760	760	760	440	440	440	190	190	190	190	110	110
1050	1900	1160	1160	1160	537	537	537	240	240	240	240	172	215
1100	1650	840	840	840	480	480	480	190	190	190	190	110	110
1150	2050	1240	1240	1240	577	577	577	240	240	240	240	172	215

(A 40. táblázat folytatódik)

Befűjel	f							g			h			
	6	7	8	9	5	6		5	6	7	8	9	10	
Minőségjel														
Névleges átmérő- csoportok mm														
felett														
-ig														
3	6 12	6 16	6 20	8 31	2 6	2 8	0 4	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	
6	10 18	10 22	10 28	10 40	4 9	4 12	0 5	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	
10	13 22	13 28	13 35	13 49	5 11	5 14	0 6	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	
18	16 27	16 34	16 43	16 59	6 14	6 17	0 8	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	
24	20	20	20	20	7	7	0	0	0	0	0	0	0	
30	33	41	53	72	16	20	9	9	13	21	33	52	84	
40	25	25	25	25	9	9	0	0	0	0	0	0	0	
50	41	50	64	87	20	25	11	11	16	25	39	62	100	
65	30	30	30	30	10	10	0	0	0	0	0	0	0	
80	49	60	76	104	23	29	13	13	19	30	46	74	120	
100	36	36	36	36	12	12	0	0	0	0	0	0	0	
120	58	71	90	123	27	34	15	15	22	35	54	87	140	

Hatalértékek μm-ben

120	140												
140	160	43 68	43 83	43 106	43 143	14 32	14 39	0 18	0 25	0 40	0 63	0 100	0 160
160	180												
180	200												
200	225	50 79	50 96	50 122	50 165	15 35	15 44	0 20	0 29	0 46	0 72	0 115	0 185
225	250												
250	280	56 88	56 108	56 137	56 186	17 40	17 49	0 23	0 32	0 52	0 81	0 130	0 210
280	315												
315	355	62 98	62 119	62 151	62 202	18 43	18 54	0 25	0 36	0 57	0 89	0 140	0 230
355	400												
400	450	68 108	68 131	68 165	68 223	20 47	20 60	0 27	0 40	0 63	0 97	0 155	0 250
450	500												

(A 40. táblázat folytatódik)

Betűjel	h		j				k				m			
	11	12	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
Minőségjel														
Névleges átmérő- csoportok mm felett	Határértékek μm-ben													
3	0	0	+2	+4	+6	+4	+6	+10	+4	+6	+10	+6	+8	+10
	-60	-100	-2	-2	-4	0	0	0	0	0	0	0	+2	0
6	0	0	+3	+6	+8	+3	+6	+13	+6	+9	+13	+9	+12	+16
	-75	-120	-2	-2	-4	-2	-4	-4	+1	+1	+1	+4	+4	+4
10	0	0	+4	+7	+10	+4	+7	+16	+7	+10	+16	+16	+15	+21
	-90	-150	-2	-2	-5	-2	-5	-5	+1	+1	+1	+6	+6	+6
18	0	0	+5	+8	+12	+5	+8	+20	+9	+12	+19	+15	+18	+25
	-110	-180	-3	-3	-6	-3	-6	-6	+1	+1	+1	+7	+7	+7
24	0	0	+5	+9	+13	+5	+9	+23	+11	+15	+23	+17	+21	+29
	-130	-210	-4	-4	-8	-4	-8	-8	+2	+2	+2	+8	+8	+8
30	0	0	+6	+11	+15	+6	+11	+27	+13	+18	+27	+20	+25	+34
	-160	-250	-5	-5	-10	-5	-10	-10	+2	+2	+2	+9	+9	+9
40	0	0	+12	+18	+25	+12	+18	+32	+15	+21	+32	+24	+30	+41
	-190	-300	-7	-7	-12	-7	-12	-12	+2	+2	+2	+11	+11	+11
50														
65														
80														

80	0	0	+6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+38	+28	+35	+48
	-220	-350	-9	-9	-15	+3	+3	+13	+13	+13	+13	+13	+13
100													
120													
140	0	0	+7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+43	+40	+55	
	-250	-400	-11	-11	-18	+3	+3	+3	+15	+15	+15	+15	
160													
180													
200	0	0	+7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+50	+46	+63	
	-290	-460	-13	-13	-21	+4	+4	+4	+17	+17	+17	+17	
225													
250	0	0	+7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+56	+52	+72	
	-320	-520	-16	-16	-26	+4	+4	+4	+20	+20	+20	+20	
280													
315	0	0	+7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+61	+57	+78	
	-360	-570	-18	-18	-28	+4	+4	+4	+21	+21	+21	+21	
355													
400	0	0	+7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+68	+63	+86	
	-400	-630	-20	-20	-32	+5	+5	+5	+23	+23	+23	+23	
450													
500													

Betűjel	n							r							s							u	
	5	6	7	p				5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	7	8		
Minőségjel																							
Névteljes átmérő- csoportok mm felett -ig	Határértékek μm-ben																						
3	+8	+10	+14	+12	+14	+16	+20	+18	+20	+14	+18	+20	+14	+24	+18	+20	+14	+24	+18	+32			
6	+4	+4	+4	+6	+4	+10	+20	+6	+10	+10	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+18	+18			
10	+13	+16	+20	+20	+8	+23	+8	+15	+23	+23	+24	+27	+19	+31	+19	+27	+19	+31	+19	+41			
18	+8	+19	+25	+24	+10	+28	+15	+19	+19	+28	+29	+34	+19	+31	+23	+34	+28	+34	+28	+51			
24	+20	+23	+30	+29	+12	+34	+18	+23	+23	+34	+36	+41	+23	+31	+28	+41	+28	+46	+28	+60			
30	+15	+28	+36	+35	+15	+41	+22	+28	+28	+41	+44	+49	+28	+37	+28	+41	+28	+56	+33	+74			
40	+28	+33	+42	+42	+17	+50	+26	+34	+34	+45	+54	+59	+34	+45	+34	+50	+34	+68	+51	+85			
50	+20	+39	+50	+51	+20	+62	+32	+43	+43	+56	+66	+71	+43	+56	+43	+62	+43	+83	+68	+99			
65	+33	+45	+67	+68	+27	+86	+43	+68	+68	+86	+106	+103	+68	+97	+108	+108	+108	+168	+117	+133			
80	+20	+39	+50	+51	+20	+62	+32	+43	+43	+56	+66	+71	+43	+56	+43	+62	+43	+83	+68	+102			

80	+38	+45	+58	+66	+73	+86	+93	+106	+117	+126	+132	+142	+151	+168	+182	+210	+233	+258	+284	+308
100	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23	+23
120																				
140	+45	+52	+67	+77	+80	+97	+109	+109	+126	+133	+142	+151	+168	+182	+210	+233	+258	+284	+308	
160	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27
180																				
200	+51	+60	+77	+84	+94	+117	+126	+133	+142	+151	+168	+182	+210	+233	+258	+284	+308	+330	+356	+388
225	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31
250																				
280	+57	+66	+86	+94	+117	+126	+133	+142	+151	+168	+182	+210	+233	+258	+284	+308	+330	+356	+388	+420
315	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34	+34
355																				
400	+62	+73	+94	+108	+139	+144	+165	+171	+189	+202	+215	+226	+244	+265	+292	+315	+330	+356	+388	+420
450	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37	+37
500																				

Szabványos esaptűrések

Betűjel		d	e	f	g		h				
Minőségjel		10	8	8	6	7	6	7	8	10	
Névleges át- mérőcsoportok mm		Határeltérések µm-ben									
felett	-ig										
500	560	- 260	-145	- 76	- 22	- 22	0	0	0	0	
		- 540	-255	-186	- 66	- 92	- 44	- 70	-110	-280	
560	630										
630	710	- 290	-160	- 80	- 24	- 24	0	0	0	0	
		- 610	-285	-205	- 74	-104	- 50	- 80	-125	-320	
710	800										
800	900	- 320	-170	- 86	- 26	- 26	0	0	0	0	
		- 680	-310	-226	- 82	-116	- 56	- 90	-140	-360	
900	1000										
1000	1120	- 350	-195	- 98	- 28	- 28	0	0	0	0	
		- 770	-360	-263	- 94	-133	- 66	-105	-165	-420	
1120	1250										
1250	1400	- 390	-220	-110	- 30	- 30	0	0	0	0	
		- 890	-415	-305	-108	-155	- 78	-125	-195	-500	
1400	1600										
1600	1800	- 430	-240	-120	- 32	- 32	0	0	0	0	
		-1030	-470	-350	-122	-182	- 92	-150	-230	-600	
1800	2000										
2000	2240	- 480	-260	-130	- 34	- 34	0	0	0	0	
		-1180	-540	-410	-144	-209	-110	-175	-280	-700	
2240	2500										
2500	2800	- 520	-290	-145	- 38	- 38	0	0	0	0	
		-1380	-620	-475	-173	-248	-135	-210	-330	-860	
2800	3150										

500—3150 mm-ig

41. táblázat

h		j _s		k		m	n	r	s	t	u
11	12	6	7	6	7	6	6	6	7	7	7
Határeltérések µm-ben											
0	0	+22	+ 35	+ 44	+ 70	+ 70	+ 88	+194	+ 350	+ 470	+ 670
- 440	- 700	-22	- 35	0	0	+ 26	+ 44	+150	+ 280	+ 400	+ 600
								+199	+ 380	+ 520	+ 730
								+155	+ 310	+ 450	+ 660
								+225	+ 420	+ 580	+ 820
0	0	+25	+ 40	+ 50	+ 80	+ 80	+100	+175	+ 340	+ 500	+ 740
- 500	- 800	-25	- 40	0	0	+ 30	+ 50	+235	+ 460	+ 640	+ 920
								+185	+ 380	+ 560	+ 840
								+266	+ 520	+ 710	+1030
0	0	+28	+ 45	+ 56	+ 90	+ 90	+112	+210	+ 430	+ 620	+ 940
- 560	- 900	-28	- 45	0	0	+ 34	+ 56	+276	+ 560	+ 770	+1140
								+220	+ 470	+ 680	+1050
								+316	+ 625	+ 885	+1255
0	0	+33	+ 52	+ 66	+105	+106	+132	+250	+ 520	+ 780	+1150
- 660	-1050	-33	- 52	0	0	+ 40	+ 66	+326	+ 685	+ 945	+1405
								+260	+ 580	+ 840	+1300
								+378	+ 765	+1085	+1575
0	0	+39	+ 62	+ 78	+125	+126	+156	+300	+ 640	+ 960	+1450
- 780	-1250	-39	- 62	0	0	+ 48	+ 78	+408	+ 845	+1175	+1725
								+330	+ 720	+1050	+1600
								+462	+ 970	+1350	+2000
0	0	+46	+ 75	+ 92	+150	+150	+184	+370	+ 820	+1200	+1850
- 920	-1500	-46	- 75	0	0	+ 58	+ 92	+492	+1070	+1500	+2150
								+400	+ 920	+1350	+2000
								+550	+1175	+1675	+2475
0	0	+55	+ 87	+110	+175	+178	+220	+440	+1000	+1500	+2300
-1100	-1750	-55	- 87	0	0	+ 68	+110	+570	+1275	+1825	+2675
								+460	+1100	+1650	+2500
								+685	+1460	+2110	+3110
0	0	+67	+105	+135	+210	+211	+270	+550	+1250	+1900	+2900
-1350	-2100	-67	-105	0	0	+ 76	+135	+715	+1610	+2310	+3410
								+580	+1400	+2100	+3200

9.3.2. A szabványos lyuktűrések számértékei

Szabványos lyuktűrések 1 mm-ig μm -ben

42. táblázat

Tűrésjel	CD10	D6	D7	D8	D9	D10	E6	E7	EF6	EF7	EF8
Felső határ- eltérés	+74	+26	+30	+34	+45	+60	+20	+24	+16	+20	+24
Alsó határ- eltérés	+34	+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+10	+10	+10

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	EF9	F5	F6	F7	F8	FG5	FG6	FG7	G6
Felső határ- eltérés	+35	+10	+12	+16	+20	+8	+10	+14	+8
Alsó határ- eltérés	+10	+6	+6	+6	+6	+4	+4	+4	+2

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	J6	J7	J8	K5
Felső határ- eltérés	+4	+6	+10	+14	+25	+40	+60	+2	+4	+6	0
Alsó határ- eltérés	0	0	0	0	0	0	0	-4	-6	-8	-4

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	K6	K7	K8	P5	R5	R6	S6	U6	X7	Z7
Felső határ- eltérés	0	0	0	-6	-10	-10	-14	-18	-20	-26
Alsó határ- eltérés	-6	-10	-14	-10	-14	-16	-20	-24	-30	-36

Bettjel	A		B		C		D			E		F			G	
	11	12	11	11	11	11	8	9	10	11	8	7	8	9	6	7
Minőségjel	A határeltérések µm-ben															
Névleges átmérő-csoportok mm felett																
3	+330 +270	+240 +140	+200 +140	+240 +140	+120 +60	+120 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+28 +14	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+8 +2	+12 +2
6	+345 +270	+260 +140	+215 +140	+260 +140	+145 +70	+145 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+38 +20	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+12 +4	+16 +4
10	+370 +280	+300 +150	+240 +150	+300 +150	+170 +80	+170 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+47 +25	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+14 +5	+20 +5
18	+400 +290	+330 +150	+260 +150	+330 +150	+205 +95	+205 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+59 +32	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+17 +6	+24 +6
24	+430 +300	+370 +160	+290 +160	+370 +160	+240 +110	+240 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+73 +40	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+20 +7	+28 +7
30	+470 +310	+420 +170	+330 +170	+420 +170	+280 +120	+280 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+89 +50	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+25 +9	+34 +9
40	+480 +320	+430 +180	+340 +180	+430 +180	+290 +130	+290 +130	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+106 +60	+60 +30	+76 +30	+104 +30	+29 +10	+40 +10
50	+530 +340	+490 +190	+380 +190	+490 +190	+330 +140	+330 +140										
65	+550 +360	+500 +200	+390 +200	+500 +200	+340 +150	+340 +150										

80	+600 +380	+570 +220	+440 +220	+570 +220	+390 +170	+390 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+126 +72	+71 +36	+90 +36	+123 +36	+34 +12	+47 +12
100	+630 +410	+590 +240	+460 +240	+590 +240	+400 +180	+400 +180	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+148 +85	+83 +43	+106 +43	+143 +43	+39 +14	+54 +14
120	+710 +460	+660 +260	+510 +260	+660 +260	+450 +200	+450 +200										
140	+770 +520	+680 +280	+530 +280	+680 +280	+460 +210	+460 +210										
160	+830 +580	+710 +310	+560 +310	+710 +310	+480 +230	+480 +230										
180	+950 +660	+800 +340	+630 +340	+800 +340	+530 +240	+530 +240										
200	+1030 +740	+840 +380	+670 +380	+840 +380	+550 +260	+550 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+172 +100	+96 +50	+122 +50	+165 +50	+44 +15	+61 +15
225	+1110 +820	+880 +420	+710 +420	+880 +420	+570 +280	+570 +280										
250	+1240 +920	+1000 +480	+800 +480	+1000 +480	+620 +300	+620 +300										
280	+1370 +1050	+1060 +540	+860 +540	+1060 +540	+650 +330	+650 +330	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+191 +110	+108 +56	+137 +56	+186 +56	+49 +17	+69 +17
315	+1560 +1200	+1170 +600	+960 +600	+1170 +600	+720 +360	+720 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+214 +125	+119 +62	+151 +62	+202 +62	+54 +18	+75 +18
355	+1710 +1350	+1250 +680	+1040 +680	+1250 +680	+760 +400	+760 +400										
400	+1900 +1500	+1390 +760	+1160 +760	+1390 +760	+840 +440	+840 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+232 +135	+131 +68	+165 +68	+223 +68	+60 +20	+83 +20
450	+2050 +1650	+1470 +840	+1240 +840	+1470 +840	+880 +480	+880 +480										

(A táblázat folytatódik)

Minőségek	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	Tűrész nagyság értéke μm-ben										Tűrész nagyság értéke mm-ben										
Névleges át- mérőcsoportok mm-ben felett -ig	3150	4000	16	23	33	45	60	84	115	165	0,26	0,41	0,66	1,05	1,65	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26
	4000	5000	20	28	40	55	74	100	140	200	0,32	0,50	0,80	1,30	2,00	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32
	5000	6300	25	35	49	67	92	125	170	250	0,40	0,62	0,98	1,55	2,50	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40
	6300	8000	31	43	62	84	115	155	215	310	0,49	0,76	1,20	1,95	3,10	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49
	8000	10000	38	53	76	105	140	195	270	380	0,60	0,94	1,50	2,40	3,80	6,1	9,4	15,0	24,0	38,0	61

A táblázat adatai a KGST keretein belül egységesített dokumentumok előírásaival egyeznek, mivel ebben a mérettartományban sem az ISO, sem a hazai szabványok nem tartalmaznak előírásokat.

A 31., 32. és a 33. táblázat a névleges méret és a minőség függvényében tartalmazza a tűrésnagyságokat. Ez egyben azt is jelenti, hogy a tűrésnagyság, tehát a gyártási körülmények által megszabott méretszóródás megengedhető mértéke, csakis a névleges mérettől és a választott minőségtől függ akár csapról, akár lyukról van szó.

Így például a $\varnothing 110$ mm névleges mérethez tartozó e8, E8, h8, H8, m8 és M8 tűrésekhez egyaránt $IT = 54 \mu\text{m}$ tűrésnagyság tartozik.

9.2. Az alapeltérések számértékei

Az 5.2.5. szakaszban szereplő képletek segítségével kiszámított és az 5.2.7. szakasz szerint kerekített alapeltéréseket az 500 mm-ig terjedő mérettartomány számára a 34. és a 35. táblázat, az 500–3150 mm-ig terjedő mérettartomány számára a 37. táblázat, a 3150–10 000 mm-ig terjedő mérettartomány számára pedig a 38. táblázat foglalja össze.

Az illesztés jellegét az alapeltérés határozza meg, ezért tervezéskor először, a működés szempontjából szükséges illesztés megválasztásakor, az alapeltérés betűjelét célszerű megválasztani. Ehhez adnak segítséget a fent említett táblázatok.

A táblázatok mikrométerben tartalmazzák a csapok és a lyukak alapeltéréseit, amelyek a csapok esetében **h** alapeltérésig a felső határeltérést és **j** alapeltéréstől kezdve az alsó határeltérést, lyukak esetében pedig **H** alapeltérésig az alsó határeltérést és **J** alapeltéréstől kezdve a felső határeltérést is megadják.

A másik eltérés az ismert összefüggések segítségével számítható:

$$AE = FE - IT, \text{ ill. } ei = es - IT$$

$$EI = ES - IT$$

$$FE = AE + IT, \text{ ill. } es = ei + IT$$

$$ES = EI + IT$$

A csapok alapeltérései a 34. táblázatból közvetlenül kiolvashatók, a lyukak alapeltérései azonban a finomabb minőségek esetén (pl. K8) a 35. táblázatban található számértékek és egy korrekció (Δ) összegeként határozhatók meg, amelynek értékeit a 36. táblázat tartalmazza.

Csapok alapeltérései

Alapeltérés		A felső határeltérés					
		a*	b*	c	cd	d	e
Betűjel		Valamennyi minőség					
Minőségjel		Az alapeltérés értéke μm-ben					
Névleges átmérő- csoportok mm							
felett	-ig						
	3*	- 270	- 140	- 60	- 34	- 20	- 14
3	6	- 270	- 140	- 70	- 46	- 30	- 20
6	10	- 280	- 150	- 80	- 56	- 40	- 25
10	14	- 290	- 150	- 95	-	- 50	- 32
14	18	- 290	- 150	- 95	-	- 50	- 32
18	24	- 300	- 160	- 110	-	- 65	- 40
24	30	- 300	- 160	- 110	-	- 65	- 40
30	40	- 310	- 170	- 120	-	- 80	- 50
40	50	- 320	- 180	- 130	-	- 80	- 50
50	65	- 340	- 190	- 140	-	- 100	- 60
65	80	- 360	- 200	- 150	-	- 100	- 60
80	100	- 380	- 220	- 170	-	- 120	- 72
100	120	- 410	- 240	- 180	-	- 120	- 72
120	140	- 460	- 260	- 200	-	- 145	- 85
140	160	- 520	- 280	- 210	-	- 145	- 85
160	180	- 580	- 310	- 230	-	- 145	- 85
180	200	- 660	- 340	- 240	-	- 170	- 100
200	225	- 740	- 380	- 260	-	- 170	- 100
225	250	- 820	- 420	- 280	-	- 170	- 100
250	280	- 920	- 480	- 300	-	- 190	- 110
280	315	- 1050	- 540	- 330	-	- 190	- 110
315	355	- 1200	- 600	- 360	-	- 210	- 125
355	400	- 1350	- 680	- 400	-	- 210	- 125
400	450	- 1500	- 760	- 440	-	- 230	- 135
450	500	- 1650	- 840	- 480	-	- 230	- 135

* Az a és b alapeltérések 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényesek.

500 mm-ig

34. táblázat

A felső határeltérés						Az alsó határeltérés		
ef	f	fg	g	h	j _s	j		
Valamennyi minőség						5	7	8
Az alapeltérés értéke μm-ben						6		
-10	-6	-4	-2	0		-2	-4	-6
-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-
-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	-
-	-16	-	-6	0		-3	-6	-
-	-20	-	-7	0		-4	-8	-
-	-25	-	-9	0		-5	-10	-
-	-30	-	-10	0		-7	-12	-
-	-36	-	-12	0		-9	-15	-
-	-43	-	-14	0		-11	-18	-
-	-50	-	-15	0		-13	-21	-
-	-56	-	-17	0		-16	-26	-
-	-62	-	-18	0		-18	-28	-
-	-68	-	-20	0		-20	-32	-

A
határ-
értékek
 $\pm \frac{IT^{**}}{2}$

** A j_s határeltérések 7...11 minőségek esetében - ha az IT tűrésérték páratlan szám - oly módon kerekítendő, hogy a közvetlenül kisebb páros számot felezzük. A 6 és ennél finomabb minőségekben a kerekítésnek nincs helye. (A táblázat folytatódik)

Csapok alapeltérései

(a 34. táblázat folytatása)

Alapeltérés		Az alsó határeltérés						
Betűjel		k	m	n	p	r	s	
Minőségjel		4...7	$\frac{3}{8}$	Valamennyi minőség				
Névleges átmérő-csoport mm		Az alapeltérés értéke μm -ben						
felett	-ig							
3	3	0	0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
6	6	+1	0	+ 4	+ 8	+12	+ 15	+ 19
	10	+1	0	+ 6	+10	+15	+ 19	+ 23
10	14	+1	0	+ 7	+12	+18	+ 23	+ 28
14	18							
18	24	+2	0	+ 8	+15	+22	+ 28	+ 35
24	30							
30	40	+2	0	+ 9	+17	+26	+ 34	+ 43
40	50							
50	65	+2	0	+11	+20	+32	+ 41	+ 53
65	80						+ 43	+ 59
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+ 51	+ 71
100	120						+ 54	+ 79
120	140	+3	0	+15	+27	+43	+ 63	+ 92
140	160						+ 65	+100
160	180						+ 68	+108
180	200	+4	0	+17	+31	+50	+ 77	+122
200	225						+ 80	+130
225	250						+ 84	+140
250	280	+4	0	+20	+34	+56	+ 94	+158
280	315						+ 98	+170
315	355	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190
355	400						+114	+208
400	450	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232
450	500						+132	+252

500 mm-ig

Az alsó határeltérés								
t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Valamennyi minőség								
Az alapeltérés értéke μm -ben								
-	+ 18	-	+ 20	-	+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
-	+ 23	-	+ 28	-	+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
-	+ 28	-	+ 34	-	+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
-	+ 33	-	+ 40	-	+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
		+ 39	+ 45	-	+ 60	+ 77	+ 108	+ 105
-	+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
+ 66	+ 87	+102	+122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
+ 75	+102	+120	+146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
+ 91	+124	+146	+178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
+104	+144	+172	+210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
+122	+170	+202	+248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
+134	+190	+228	+280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
+146	+210	+252	+310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+1000
+166	+236	+284	+350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+1150
+180	+258	+310	+385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+1250
+196	+284	+340	+425	+ 520	+ 640	+ 820	+1050	+1350
+218	+315	+385	+475	+ 580	+ 710	+ 920	+1200	+1550
+240	+350	+425	+525	+ 650	+ 790	+1000	+1300	+1700
+268	+390	+475	+590	+ 730	+ 900	+1150	+1500	+1900
+294	+435	+530	+660	+ 820	+1000	+1300	+1650	+2100
+330	+490	+595	+740	+ 920	+1100	+1450	+1850	+2400
+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Lyukak alapeltérései

Alapeltérés		Az alsó határeltérés					
Betűjel		A*	B*	C	CD	D	E
Minőségjel		Valamennyi minőség					
Névleges átmérő-csoportok mm		Az alapeltérés értéke μm-ben					
felett	-ig						
3	3*	+ 270	+ 140	+ 60	+ 34	+ 20	+ 14
6	6	+ 270	+ 140	+ 70	+ 46	+ 30	+ 20
	10	+ 280	+ 150	+ 80	+ 56	+ 40	+ 25
10	14	+ 290	+ 150	+ 96	-	+ 50	+ 32
14	18						
18	24	+ 300	+ 160	+ 110	-	+ 65	+ 40
24	30						
30	40	+ 310	+ 170	+ 120	-	+ 80	+ 50
40	50	+ 320	+ 180	+ 130			
50	65	+ 340	+ 190	+ 140	-	+ 100	+ 60
65	80	+ 360	+ 200	+ 150			
80	100	+ 380	+ 220	+ 170	-	+ 120	+ 72
100	120	+ 410	+ 240	+ 180			
120	140	+ 460	+ 260	+ 200	-	+ 145	+ 85
140	160	+ 520	+ 280	+ 210			
160	180	+ 580	+ 310	+ 230			
180	200	+ 660	+ 340	+ 240	-	+ 170	+ 100
200	225	+ 740	+ 380	+ 260			
225	250	+ 820	+ 420	+ 280			
250	280	+ 920	+ 480	+ 300	-	+ 190	+ 110
280	315	+ 1050	+ 540	+ 330			
315	355	+ 1200	+ 600	+ 360	-	+ 210	+ 125
355	400	+ 1350	+ 680	+ 400			
400	450	+ 1500	+ 760	+ 440	-	+ 230	+ 135
450	500	+ 1650	+ 840	+ 480			

* Az A és B alapeltérések 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényesek.

500 mm-ig

35. táblázat

Az alsó határeltérés						A felső határeltérés		
EF	F	FG	G	H	J _s	J		
Valamennyi minőség						6	7	8
Az alapeltérés értéke μm-ben								
+ 10	+ 6	+ 4	+ 2	0		+ 2	+ 4	+ 6
+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	0		+ 5	+ 6	+ 10
+ 18	+ 13	+ 8	+ 5	0		+ 5	+ 8	+ 12
-	+ 16	-	+ 6	0		+ 6	+ 10	+ 15
-	+ 20	-	+ 7	0		+ 8	+ 12	+ 20
-	+ 25	-	+ 9	0		+ 10	+ 14	+ 24
-	+ 30	-	+ 10	0	IT** a határ értékek ± $\frac{IT}{2}$	+ 13	+ 18	+ 28
-	+ 36	-	+ 12	0		+ 16	+ 22	+ 34
-	+ 43	-	+ 14	0		+ 18	+ 26	+ 41
-	+ 50	-	+ 15	0		+ 22	+ 30	+ 47
-	+ 56	-	+ 17	0		+ 25	+ 36	+ 55
-	+ 62	-	+ 18	0		+ 29	+ 39	+ 60
-	+ 68	-	+ 20	0		+ 33	+ 43	+ 66

** A J_s határeltérések 7...11 minőségek esetében – ha az IT túrésérték páratlan szám – oly módon kerekítendő, hogy a közvetlen kisebb páros számot felezzük.
A 6 és ennél finomabb minőségekben a kerekítésnek helye nincs. (A táblázat folytatódik)

Lyukak alapeltérései

(A táblázat folytatása)

Alapeltérés		A felső határeltérés					
		K		M		N	
		≅ 8	≅ 9	≅ 8**	≅ 9	≅ 8	≅ 9*
Névleges átmérő-csoportok mm		Alapeltérés értéke μm-ben					
felett	-ig						
3	3	0	0	- 2	- 2	- 4	- 4
6	6	- 1+Δ	-	- 4+Δ	- 4	- 8+Δ	0
	10	- 1+Δ	-	- 6+Δ	- 6	- 10+Δ	0
10	14	- 1+Δ	-	- 7+Δ	- 7	- 12+Δ	0
14	18	- 1+Δ	-	- 7+Δ	- 7	- 12+Δ	0
18	24	- 2+Δ	-	- 8+Δ	- 8	- 15+Δ	0
24	30	- 2+Δ	-	- 8+Δ	- 8	- 15+Δ	0
30	40	- 2+Δ	-	- 9+Δ	- 9	- 17+Δ	0
40	50	- 2+Δ	-	- 9+Δ	- 9	- 17+Δ	0
50	65	- 2+Δ	-	- 11+Δ	- 11	- 20+Δ	0
65	80	- 2+Δ	-	- 11+Δ	- 11	- 20+Δ	0
80	100	- 3+Δ	-	- 13+Δ	- 13	- 23+Δ	0
100	120	- 3+Δ	-	- 13+Δ	- 13	- 23+Δ	0
120	140	- 3+Δ	-	- 15+Δ	- 15	- 27+Δ	0
140	160	- 3+Δ	-	- 15+Δ	- 15	- 27+Δ	0
160	180	- 3+Δ	-	- 15+Δ	- 15	- 27+Δ	0
180	200	- 4+Δ	-	- 17+Δ	- 17	- 31+Δ	0
200	225	- 4+Δ	-	- 17+Δ	- 17	- 31+Δ	0
225	250	- 4+Δ	-	- 17+Δ	- 17	- 31+Δ	0
250	280	- 4+Δ	-	- 20+Δ**	- 20	- 34+Δ	0
280	315	- 4+Δ	-	- 20+Δ**	- 20	- 34+Δ	0
315	355	- 4+Δ	-	- 21+Δ	- 21	- 37+Δ	0
355	400	- 4+Δ	-	- 21+Δ	- 21	- 37+Δ	0
400	450	- 5+Δ	-	- 23+Δ	- 23	- 40+Δ	0
450	500	- 5+Δ	-	- 23+Δ	- 23	- 40+Δ	0

* Az N alapeltérés 9 és ennél durvább minőségekben 1 mm névleges átmérő alatt nem érvényes.

500 mm-ig

A felső határeltérés							
P		R		S		T	
≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8
Alapeltérés értéke μm-ben							
- 6	- 6	- 10	- 10	- 14	- 14	-	-
- 12+Δ	- 12	- 15+Δ	- 15	- 19+Δ	- 19	-	-
- 15+Δ	- 15	- 19+Δ	- 19	- 23+Δ	- 23	-	-
- 18+Δ	- 18	- 23+Δ	- 23	- 28+Δ	- 28	-	-
- 22+Δ	- 22	- 28+Δ	- 28	- 35+Δ	- 35	- 41+Δ	- 41
- 26+Δ	- 26	- 34+Δ	- 34	- 43+Δ	- 43	- 48+Δ	- 48
						- 54+Δ	- 54
- 32+Δ	- 32	- 41+Δ	- 41	- 53+Δ	- 53	- 66+Δ	- 66
		- 43+Δ	- 43	- 59+Δ	- 59	- 75+Δ	- 75
- 37+Δ	- 37	- 51+Δ	- 51	- 71+Δ	- 71	- 91+Δ	- 91
		- 54+Δ	- 54	- 79+Δ	- 79	- 104+Δ	- 104
- 43+Δ	- 43	- 63+Δ	- 63	- 92+Δ	- 92	- 122+Δ	- 122
		- 65+Δ	- 65	- 100+Δ	- 100	- 134+Δ	- 134
		- 68+Δ	- 68	- 108+Δ	- 108	- 146+Δ	- 146
- 50+Δ	- 50	- 77+Δ	- 77	- 122+Δ	- 122	- 166+Δ	- 166
		- 80+Δ	- 80	- 130+Δ	- 130	- 180+Δ	- 180
		- 84+Δ	- 84	- 140+Δ	- 140	- 196+Δ	- 196
- 56+Δ	- 56	- 94+Δ	- 94	- 158+Δ	- 158	- 218+Δ	- 218
		- 98+Δ	- 98	- 170+Δ	- 170	- 240+Δ	- 240
- 62+Δ	- 62	- 108+Δ	- 108	- 190+Δ	- 190	- 268+Δ	- 268
		- 114+Δ	- 114	- 208+Δ	- 208	- 294+Δ	- 294
- 68+Δ	- 68	- 126+Δ	- 126	- 232+Δ	- 232	- 330+Δ	- 330
		- 132+Δ	- 132	- 252+Δ	- 252	- 360+Δ	- 360

** Kivételes eset a 250-315 átmérőcsoportban M6 felső határeltérése: FE = - 9 (- 11 helyett.) (A táblázat folytatódik)

Lyukak alapeltérései

(A táblázat folytatása)

Alapeltérés		A felső határeltérés								
		U		V		X		Y		
Betűjel		≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	
Minőségjel		≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	
Névleges átmérő-csoportok mm		Az alapeltérés értéke μm-ben								
felett	-ig									
3	3	-18+Δ	-18	-	-	-20+Δ	-20	-	-	
	6	-23+Δ	-23	-	-	-28+Δ	-28	-	-	
	6	10	-28+Δ	-28	-	-	-34+Δ	-34	-	-
10	14	-33+Δ	-33	-	-	-40+Δ	-40	-	-	
	14	18	-39+Δ	-39	-	-45+Δ	-45	-	-	
18	24	-41+Δ	-41	-47+Δ	-47	-54+Δ	-54	-63+Δ	-63	
	24	30	-48+Δ	-48	-55+Δ	-55	-64+Δ	-64	-75+Δ	-75
30	40	-60+Δ	-60	-68+Δ	-68	-80+Δ	-80	-94+Δ	-94	
	40	50	-70+Δ	-70	-81+Δ	-81	-97+Δ	-97	-114+Δ	-114
50	65	-87+Δ	-87	-102+Δ	-102	-122+Δ	-122	-144+Δ	-144	
	65	80	-102+Δ	-102	-120+Δ	-120	-146+Δ	-146	-174+Δ	-174
80	100	-124+Δ	-124	-146+Δ	-146	-178+Δ	-178	-214+Δ	-214	
	100	120	-144+Δ	-144	-172+Δ	-172	-210+Δ	-210	-254+Δ	-254
120	140	-170+Δ	-170	-202+Δ	-202	-248+Δ	-248	-300+Δ	-300	
	140	160	-190+Δ	-190	-228+Δ	-228	-280+Δ	-280	-340+Δ	-340
	160	180	-210+Δ	-210	-252+Δ	-252	-310+Δ	-310	-380+Δ	-380
180	200	-236+Δ	-236	-284+Δ	-284	-350+Δ	-350	-425+Δ	-425	
	200	225	-258+Δ	-258	-310+Δ	-310	-385+Δ	-385	-470+Δ	-470
	225	250	-284+Δ	-284	-340+Δ	-340	-425+Δ	-425	-520+Δ	-520
250	280	-315+Δ	-315	-385+Δ	-385	-475+Δ	-475	-580+Δ	-580	
	280	315	-350+Δ	-350	-425+Δ	-425	-525+Δ	-525	-650+Δ	-650
315	355	-390+Δ	-390	-475+Δ	-475	-590+Δ	-590	-730+Δ	-730	
	355	400	-435+Δ	-435	-530+Δ	-530	-660+Δ	-660	-820+Δ	-820
400	450	-490+Δ	-490	-595+Δ	-595	-740+Δ	-740	-920+Δ	-920	
	450	500	-540+Δ	-540	-660+Δ	-660	-820+Δ	-820	-1000+Δ	-1000

500 mm-ig

A felső határeltérés							
Z		ZA		ZB		ZC	
≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8	≅ 7	≅ 8
Az alapeltérés értéke μm-ben							
-26+Δ	-26	-32+Δ	-32	-40+Δ	-40	-60+Δ	-60
-35+Δ	-35	-42+Δ	-42	-50+Δ	-50	-80+Δ	-80
-42+Δ	-42	-52+Δ	-52	-67+Δ	-67	-97+Δ	-97
-50+Δ	-50	-64+Δ	-64	-90+Δ	-90	-130+Δ	-130
-60+Δ	-60	-77+Δ	-77	-108+Δ	-108	-150+Δ	-150
-73+Δ	-73	-98+Δ	-98	-136+Δ	-136	-188+Δ	-188
-88+Δ	-88	-118+Δ	-118	-160+Δ	-160	-218+Δ	-218
-112+Δ	-112	-148+Δ	-148	-200+Δ	-200	-274+Δ	-274
-136+Δ	-136	-180+Δ	-180	-242+Δ	-242	-325+Δ	-325
-172+Δ	-172	-226+Δ	-226	-300+Δ	-300	-405+Δ	-405
-210+Δ	-210	-274+Δ	-274	-360+Δ	-360	-480+Δ	-480
-258+Δ	-258	-335+Δ	-335	-445+Δ	-445	-585+Δ	-585
-310+Δ	-310	-400+Δ	-400	-525+Δ	-525	-690+Δ	-690
-365+Δ	-365	-470+Δ	-470	-620+Δ	-620	-800+Δ	-800
-415+Δ	-415	-535+Δ	-535	-700+Δ	-700	-900+Δ	-900
-465+Δ	-465	-600+Δ	-600	-780+Δ	-780	-1000+Δ	-1000
-520+Δ	-520	-670+Δ	-670	-880+Δ	-880	-1150+Δ	-1150
-575+Δ	-575	-740+Δ	-740	-960+Δ	-960	-1250+Δ	-1250
-640+Δ	-640	-820+Δ	-820	-1050+Δ	-1050	-1350+Δ	-1350
-710+Δ	-710	-920+Δ	-920	-1200+Δ	-1200	-1550+Δ	-1550
-790+Δ	-790	-1000+Δ	-1000	-1300+Δ	-1300	-1700+Δ	-1700
-900+Δ	-900	-1150+Δ	-1150	-1500+Δ	-1500	-1900+Δ	-1900
-1000+Δ	-1000	-1300+Δ	-1300	-1650+Δ	-1650	-2100+Δ	-2100
-1100+Δ	-1100	-1450+Δ	-1450	-1850+Δ	-1850	-2400+Δ	-2400
-1250+Δ	-1250	-1600+Δ	-1600	-2100+Δ	-2100	-2600+Δ	-2600

36. táblázat

Minőség jele		3	4	5	6	7	8
Névleges átmérő-csoportok mm		Δ értéke μm-ben					
felett	-ig						
	3	0	0	0	0	0	0
3	6	1	1,5	1	3	4	6
6	10	1	1,5	2	3	6	7
10	18	1	2	3	3	7	9
18	30	1,5	2	3	4	8	12
30	50	1,5	3	4	5	9	14
50	80	2	3	5	6	11	16
80	120	2	4	5	7	13	19
120	180	3	4	6	7	15	23
180	250	3	4	6	9	17	26
250	315	4	4	7	9	20	29
315	400	4	5	7	11	21	32
400	500	5	5	7	13	23	34

Ennek megfelelően a K, M, és N alapeltérések esetében a 8 és az ennél finomabb minőségű, továbbá a P... ZC alapeltérések esetében a 7 és ennél finomabb minőségű lyukak alapeltérése a 35. táblázatból vett számérték és a 36. táblázatból vett Δ érték összege.

Például az Ø 60 K8 tűrés alapeltérése: $-2 + 16 = 14 \mu\text{m}$.

A 34., 35. és a 36. táblázat adatai teljesen megegyeznek az MSZ 1853-63, az ISO/R 286-62, illetve a KGST/SZT 145-75 táblázataiban szereplő adatokkal.

A 37. táblázat adatai megegyeznek a KGST/SZT 145-75 adataival, továbbá az MSZ 4729-63 és az ISO/R 286-62 adataival azzal a különbséggel, hogy az utóbbiak nem tartalmazzák a c és a cd alapeltéréseket és az összes többi alapeltérés is csak a 6. .16 minőségekre vonatkozik.

A 38. táblázat a KGST keretein belül egységesített adatokat tartalmazza. Az ISO-ban és ennek megfelelően hazai szabványainkban sem szerepelnek adatok erre a mérettartományra.

A 37. és a 38. táblázat a 128-131. oldalakon található!

9.3. Csapok és lyukak szabványos tűrése

A csaptűrések és a lyuktűrések a tűrés-alapsorozatok (9.1. szakasz) és az alapeltérések (9.2. szakasz) számértékeiből a 9.2. szakaszban megadott összefüggések segítségével nagyon egyszerűen számíthatók. A szabványok azonban az előnyben részesítendő tűrésválaszték számára ezeket az adatokat is táblázatba foglalták, ahonnan a kívánt értékek egyszerűen kiolvashatók.

Például az Ø 90 H7 esetében a tűrésnagyság az 31. táblázat szerint 35 μm, az alapeltérés pedig a 35. táblázat szerint 0, tehát a szabványos tűrés:

$$\text{Ø } 90 \text{ H7} = \text{Ø } 90^{+0,035}_0$$

Vagy az Ø 350 n6 esetében a tűrésnagyság a 31. táblázat szerint 36 μm, az alapeltérés pedig a 34. táblázat szerint +37 μm, tehát a szabványos tűrés:

$$\text{Ø } 350 \text{ n6} = \text{Ø } 350^{+0,073}_{+0,037}$$

mivel a felső eltérés: $37 + 36 = +73 \mu\text{m}$.

A példákban szereplő határméretetek természetesen megegyeznek a 43., illetve a 40. táblázatban található értékekkel.

Az 1 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (39. és 42. táblázat) az MSZ 4728-69 szerint adjuk meg.

Az 1-500 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (40. és 43. táblázat) az MSZ 1865-63 és az MSZ 1866-63 alapján adjuk meg, az MSZ 1869-67, az MSZ 2318-57 és az MI 7989-71 választékának figyelembevételével, és az alapeltérések szerint csoportosítva.

Az 500-3150 mm-ig terjedő mérettartomány tűrésadatait (41. és 44. táblázat) az MSZ 4729-63 szerint foglaljuk össze.

A táblázatok számértékei megegyeznek az ISO/R 286-62 adataival, és természetesen a kidolgozás alatt levő KGST-szabvány előírásaival is.

A 3150 mm feletti mérettartományban egyelőre nincsenek kiszámított tűrésértékek, de azok is a fenti módon meghatározhatók a 33. és a 38. táblázat adatainak segítségével.

Csapok és lyukak alapeltérései

Csapok	Betűjel		c	cd	d	e	f	g	h	
	Minőség		Az összes minőség							
	Alapeltérés		A felső határeltérés FE							
	Számított eltérés		AE = FE - IT ei = es - IT							
	Előjel		-	-	-	-	-	-	-	
Névleges átmérőcsoportok mm-ben	felett	-ig	Az alapeltérés értéke μm-ben	520	370	260	145	76	22	0
	500	560		580	390					
	630	710		640	430	290	160	80	24	0
	710	800		700	450					
	800	900		780	500	320	170	86	26	0
	900	1000		860	520					
	1000	1120		940	580	350	195	98	28	0
	1120	1250		1050	600					
	1250	1400		1150	660	390	220	110	30	0
	1400	1600		1300	720					
1600	1800	1450	780	430	240	120	32	0		
1800	2000	1600	820							
2000	2240	1800	920	480	260	130	34	0		
2240	2500	2000	980							
2500	2800	2200	1050	520	290	145	38	0		
2800	3150	2500	1150							
Lyukak	Előjel		+	+	+	+	+	+		
	Számított eltérés		FE = AE + IT ES = EI + IT							
	Alapeltérés		Az alsó határeltérés AE							
	Minőség		Az összes minőség							
	Betűjel		C	CD	D	E	F	G	H	

* A j_s és a J_s felső és alsó határeltérése IT/2

500—3150 mm-ig

37. táblázat

Csapok	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u
	Az összes minőség								
	Az alsó határeltérés AE								
	FE = AE + IT es = ei + IT								
	*		+	/+	+	+	+	+	+
	0	26	44	78	150	280	400	600	
					155	310	450	660	
	0	30	50	88	175	340	500	740	
					185	380	560	840	
	0	34	56	100	210	430	620	940	
					220	470	680	1050	
	0	40	66	120	250	520	780	1150	
					260	580	840	1300	
	0	48	78	140	300	640	960	1450	
					330	720	1050	1600	
	0	58	92	170	370	820	1200	1850	
					400	920	1350	2000	
	0	68	110	195	440	1000	1500	2300	
					460	1100	1650	2500	
	0	76	135	240	550	1250	1900	2900	
					580	1500	2100	3200	
*		-	-	-	-	-	-	-	-
	AE = FE - IT EI = ES - IT								
	A felső határeltérés FE								
	Az összes minőség								
J _s	K	M	N	P	R	S	T	U	

Csapok és lyukak alapeltérései

3150—10 000 mm-ig

38. táblázat

Csapok	Betűjel		c	cd	d	e	f	h
	Minőség		Az összes minőség					
	Alapeltérés		A felső határeltérés					
	Számított eltérés		$AE = FE - IT$ $ei = es - IT$					
	Előjel		-	-	-	-	-	-

Névrleges átmérőcsoportok mm-ben	felett	-ig	Alapeltérések μ m-ben	2800 3100	1250 1350	580	320	160	0
	3150 3550	3 550 4 000							
	4000 4500	4 500 5 000							
	5000 5600	5 600 6 300							
	6300 7100	7 100 8 000							
	8000 9000	9 000 10 000							
	3500 3900	1500 1600							
4300 4900	1750 1900								
5400 6200	2100 2200								
6800 7600	2400 2600								
720	380								
800	420								
880	460								
225	225								
0	0								

Lyukak	Előjel		+	+	+	+	+
	Számított eltérés		$FE = AE + IT$ $ES = EI + IT$				
	Alapeltérés		Az alsó határeltérés				
	Minőség		Az összes minőség				
	Betűjel		C	CD	D	E	F

* A J_s és a J_s felső és alsó határeltérése $IT/2$

J_s	P	R	S	T	U
Az összes minőség					
Az alsó határeltérés					
$FE = AE + IT$ $es = ei + IT$					
*	+	+	+	+	+
	290	680 720	1600 1750	2400 2600	3 600 4 000
	360	860 900	2000 2200	3000 3300	4 500 5 000
	440	1050 1150	2500 2800	3700 4100	5 600 6 400
	550	1300 1400	3200 3600	4700 5200	7 200 8 000
	680	1650 1750	4000 4400	6000 6600	9 000 10 000
*	-	-	-	-	-
$AE = FE - IT$ $EI = ES - IT$					
A felső határeltérés					
Az összes minőség					
J_s	P	R	S	T	U

9.3.1. A szabványos esaptűrések számértékei

Szabványos esaptűrések 1 mm-ig μm -ben

39. táblázat

Tűrésjel	cd9	cd10	d6	d7	d8	d9	d10	e6	e7	e8
Felső határeltérés	-34	-34	-20	-20	-20	-20	-20	-14	-14	-14
Alsó határeltérés	-59	-74	-26	-30	-34	-45	-60	-20	-24	-28

(a 39. táblázat folytatása)

Tűrésjel	ef5	ef6	ef7	ef8	ef9	f5	f6	f7	f8	fg5	fg6	fg7	g6
Felső határeltérés	-10	-10	-10	-10	-10	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-4	-2
Alsó határeltérés	-14	-16	-20	-24	-35	-10	-12	-16	-20	-8	-10	-14	-8

(a 39. táblázat folytatása)

Tűrésjel	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	j8	j6	j7	k5
Felső határeltérés	0	0	0	0	0	0	0	+8	+3	+5	+4
Alsó határeltérés	-4	-6	-10	-14	-25	-40	-60	-6	-3	-5	0

(a 39. táblázat folytatása)

Tűrésjel	k6	k7	k8	p5	r5	r6	s6	s7	u6	x7	z7
Felső határeltérés	+6	+10	+14	+10	+14	+16	+20	+24	+24	+30	+36
Alsó határeltérés	0	0	0	+6	+10	+10	+14	+14	+18	+20	+26

Befűjel	a		b		c			d				e		
	11	12	11	12	8	11	11	8	9	10	11	8	9	
Minőségjel														
Névleges átmérő-csoportok mm felett	Hatáértékek μm -ben													
3	270 330	140 200	140 240	140 240	60 74	60 120	60 120	60 34	20 45	20 60	20 80	14 28	14 39	
6	270 345	140 215	140 260	140 260	70 88	70 145	70 145	30 48	30 60	30 78	30 105	20 38	20 50	
10	280 370	150 240	150 300	150 300	80 102	80 170	80 170	40 62	40 76	40 98	40 130	25 47	25 61	
18	290 400	150 260	150 330	150 330	95 122	95 205	95 205	50 77	50 93	50 120	50 160	32 59	32 75	
24	300 430	160 290	160 370	160 370	110 143	110 240	110 240	65 98	65 117	65 149	65 195	40 73	40 92	
30	310 470	170 330	170 420	170 420	120 159	120 280	120 280	80 119	80 142	80 180	80 240	50 89	50 112	
40	320 480	180 340	180 430	180 430	130 169	130 290	130 290	100 146	100 174	100 220	100 290	60 106	60 134	
50	340 530	190 380	190 490	190 490	140 186	140 330	140 330	110 150	110 196	110 240	110 340	73 112	73 141	
65	360 550	200 390	200 500	200 500	150 196	150 340	150 340	120 170	120 220	120 270	120 370	85 135	85 165	

80	380 600	220 440	220 570	220 570	170 224	170 390	170 390	120 174	120 207	120 260	120 340	72 126	72 159
100	410 630	240 460	240 590	240 590	180 234	180 400	180 400	145 208	145 245	145 305	145 395	85 148	85 185
120	460 710	260 510	260 660	260 660	200 263	200 450	200 450	170 242	170 285	170 355	170 460	100 172	100 215
140	520 770	280 530	280 680	280 680	210 273	210 460	210 460	190 271	190 320	190 400	190 510	110 191	110 240
160	580 830	310 560	310 710	310 710	230 293	230 480	230 480	240 327	240 385	240 480	240 630	135 232	135 290
180	660 950	340 630	340 800	340 800	240 312	240 530	240 530	260 355	260 425	260 535	260 700	150 255	150 315
200	740 1030	380 670	380 840	380 840	260 332	260 550	260 550	280 385	280 460	280 570	280 750	170 285	170 355
225	820 1110	420 710	420 880	420 880	280 352	280 570	280 570	300 411	300 480	300 600	300 780	190 310	190 390
250	920 1240	480 800	480 1000	480 1000	300 381	300 620	300 620	330 441	330 510	330 630	330 810	210 330	210 410
280	1050 1370	540 860	540 1060	540 1060	330 411	330 650	330 650	360 480	360 560	360 700	360 900	230 360	230 460
315	1200 1560	600 960	600 1170	600 1170	360 449	360 720	360 720	400 537	400 600	400 750	400 950	250 390	250 500
355	1350 1710	680 1040	680 1250	680 1250	400 489	400 760	400 760	440 587	440 640	440 800	440 1000	270 410	270 520
400	1500 1900	760 1160	760 1390	760 1390	440 537	440 840	440 840	480 630	480 780	480 950	480 1200	290 440	290 550
450	1650 2050	840 1240	840 1470	840 1470	480 577	480 880	480 880	530 700	530 800	530 1000	530 1300	320 470	320 530

Betűjel	h		j				k				m			
	11	12	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7
Minőségjel														
Névleges átmérő- csoportok mm felett	Határértékek μm-ben													
3	0	0	+2	+4	+6	+4	+6	+10	+4	+6	+10	+6	+8	+10
	-60	-100	-2	-2	-4	0	0	0	0	0	0	0	+2	+2
6	0	0	+3	+6	+8	+3	+6	+13	+6	+9	+13	+9	+12	+16
	-75	-120	-2	-2	-4	-2	-4	-4	+1	+1	+1	+4	+4	+4
10	0	0	+4	+7	+10	+4	+7	+16	+7	+10	+16	+10	+15	+21
	-90	-150	-2	-2	-5	-2	-5	-5	+1	+1	+1	+6	+6	+6
18	0	0	+5	+8	+12	+5	+8	+20	+9	+12	+19	+15	+18	+25
	-110	-180	-3	-3	-6	-3	-6	-6	+1	+1	+1	+7	+7	+7
24	0	0	+5	+9	+13	+5	+9	+23	+11	+15	+23	+17	+21	+29
	-130	-210	-4	-4	-8	-4	-8	-8	+2	+2	+2	+8	+8	+8
30	0	0	+6	+11	+15	+6	+11	+27	+13	+18	+27	+20	+25	+34
	-160	-250	-5	-5	-10	-5	-10	-10	+2	+2	+2	+9	+9	+9
40	0	0	+12	+18	+25	+12	+18	+32	+15	+21	+32	+24	+30	+41
	-190	-300	-7	-7	-12	-7	-12	-12	+2	+2	+2	+11	+11	+11
50														
65														
80														

80	0	0	+6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+38	+28	+35	+48
	-220	-350	-9	-9	-15	+3	+3	+13	+13	+13	+13	+13	+13
100													
120													
140	0	0	+7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+43	+40	+55	
	-250	-400	-11	-11	-18	+3	+3	+3	+15	+15	+15	+15	
160													
180													
200	0	0	+7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+50	+46	+63	
	-290	-460	-13	-13	-21	+4	+4	+4	+17	+17	+17	+17	
225													
250	0	0	+7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+56	+52	+72	
	-320	-520	-16	-16	-26	+4	+4	+4	+20	+20	+20	+20	
280													
315	0	0	+7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+61	+57	+78	
	-360	-570	-18	-18	-28	+4	+4	+4	+21	+21	+21	+21	
355													
400	0	0	+7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+68	+63	+86	
	-400	-630	-20	-20	-32	+5	+5	+5	+23	+23	+23	+23	
450													
500													

Szabványos esaptűrések

Betűjel		d	e	f	g		h				
Minőségjel		10	8	8	6	7	6	7	8	10	
Névleges át- mérőcsoportok mm		Határeltérések μm-ben									
felett	-ig										
500	560	- 260	-145	- 76	- 22	- 22	0	0	0	0	
560	630	- 540	-255	-186	- 66	- 92	- 44	- 70	-110	-280	
630	710	- 290	-160	- 80	- 24	- 24	0	0	0	0	
710	800	- 610	-285	-205	- 74	-104	- 50	- 80	-125	-320	
800	900	- 320	-170	- 86	- 26	- 26	0	0	0	0	
900	1000	- 680	-310	-226	- 82	-116	- 56	- 90	-140	-360	
1000	1120	- 350	-195	- 98	- 28	- 28	0	0	0	0	
1120	1250	- 770	-360	-263	- 94	-133	- 66	-105	-165	-420	
1250	1400	- 390	-220	-110	- 30	- 30	0	0	0	0	
1400	1600	- 890	-415	-305	-108	-155	- 78	-125	-195	-500	
1600	1800	- 430	-240	-120	- 32	- 32	0	0	0	0	
1800	2000	-1030	-470	-350	-122	-182	- 92	-150	-230	-600	
2000	2240	- 480	-260	-130	- 34	- 34	0	0	0	0	
2240	2500	-1180	-540	-410	-144	-209	-110	-175	-280	-700	
2500	2800	- 520	-290	-145	- 38	- 38	0	0	0	0	
2800	3150	-1380	-620	-475	-173	-248	-135	-210	-330	-860	

500—3150 mm-ig

41. táblázat

h		j _s		k		m	n	r	s	t	u
11	12	6	7	6	7	6	6	6	7	7	7
Határeltérések μm-ben											
0	0	+22	+ 35	+ 44	+ 70	+ 70	+ 88	+194	+ 350	+ 470	+ 670
- 440	- 700	-22	- 35	0	0	+ 26	+ 44	+150	+ 280	+ 400	+ 600
								+199	+ 380	+ 520	+ 730
								+155	+ 310	+ 450	+ 660
0	0	+25	+ 40	+ 50	+ 80	+ 80	+100	+225	+ 420	+ 580	+ 820
- 500	- 800	-25	- 40	0	0	+ 30	+ 50	+175	+ 340	+ 500	+ 740
								+235	+ 460	+ 640	+ 920
								+185	+ 380	+ 560	+ 840
0	0	+28	+ 45	+ 56	+ 90	+ 90	+112	+266	+ 520	+ 710	+1030
- 560	- 900	-28	- 45	0	0	+ 34	+ 56	+210	+ 430	+ 620	+ 940
								+276	+ 560	+ 770	+1140
								+220	+ 470	+ 680	+1050
0	0	+33	+ 52	+ 66	+105	+106	+132	+316	+ 625	+ 885	+1255
- 660	-1050	-33	- 52	0	0	+ 40	+ 66	+250	+ 520	+ 780	+1150
								+326	+ 635	+ 945	+1405
								+260	+ 580	+ 840	+1300
0	0	+39	+ 62	+ 78	+125	+126	+156	+378	+ 765	+1085	+1575
- 780	-1250	-39	- 62	0	0	+ 48	+ 78	+300	+ 640	+ 960	+1450
								+408	+ 845	+1175	+1725
								+330	+ 720	+1050	+1600
0	0	+46	+ 75	+ 92	+150	+150	+184	+462	+ 970	+1350	+2000
- 920	-1500	-46	- 75	0	0	+ 58	+ 92	+370	+ 820	+1200	+1850
								+492	+1070	+1500	+2150
								+400	+ 920	+1350	+2000
0	0	+55	+ 87	+110	+175	+178	+220	+550	+1175	+1675	+2475
-1100	-1750	-55	- 87	0	0	+ 68	+110	+440	+1000	+1500	+2300
								+570	+1275	+1825	+2675
								+460	+1100	+1650	+2500
0	0	+67	+105	+135	+210	+211	+270	+685	+1460	+2110	+3110
-1350	-2100	-67	-105	0	0	+ 76	+135	+550	+1250	+1900	+2900
								+715	+1610	+2310	+3410
								+580	+1400	+2100	+3200

9.3.2. A szabványos lyuktűrések számértékei

Szabványos lyuktűrések 1 mm-ig μm -ben

42. táblázat

Tűrésjel	CD10	D6	D7	D8	D9	D10	E6	E7	EF6	EF7	EF8
Felső határ- eltérés	+74	+26	+30	+34	+45	+60	+20	+24	+16	+20	+24
Alsó határ- eltérés	+34	+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+10	+10	+10

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	EF9	F5	F6	F7	F8	FG5	FG6	FG7	G6
Felső határ- eltérés	+35	+10	+12	+16	+20	+8	+10	+14	+8
Alsó határ- eltérés	+10	+6	+6	+6	+6	+4	+4	+4	+2

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	J6	J7	J8	K5
Felső határ- eltérés	+4	+6	+10	+14	+25	+40	+60	+2	+4	+6	0
Alsó határ- eltérés	0	0	0	0	0	0	0	-4	-6	-8	-4

(A táblázat folytatása)

Tűrésjel	K6	K7	K8	P5	R5	R6	S6	U6	X7	Z7
Felső határ- eltérés	0	0	0	-6	-10	-10	-14	-18	-20	-26
Alsó határ- eltérés	-6	-10	-14	-10	-14	-16	-20	-24	-30	-36

Bettjel	A		B		C		D			E		F			G		
	11	12	11	12	11	11	8	9	10	11	8	7	8	9	6	7	
Minőségjel	A határellérések µm-ben																
Névleges átmérő-csoportok mm felett	A határellérések µm-ben																
3	+330 +270	+240 +140	+200 +140	+240 +140	+120 +60	+120 +60	+20 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+28 +14	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+8 +2	+12 +2
6	+345 +270	+215 +140	+215 +140	+260 +140	+145 +70	+145 +70	+48 +30	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+38 +20	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+12 +4	+16 +4
10	+370 +280	+240 +150	+240 +150	+300 +150	+170 +80	+170 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+130 +40	+47 +25	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+14 +5	+20 +5
18	+400 +290	+260 +150	+260 +150	+330 +150	+205 +95	+205 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+160 +50	+59 +32	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+17 +6	+24 +6
24	+430 +300	+290 +160	+290 +160	+370 +160	+240 +110	+240 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+195 +65	+73 +40	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+20 +7	+28 +7
30	+470 +310	+330 +170	+330 +170	+420 +170	+280 +120	+280 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+240 +80	+89 +50	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+25 +9	+34 +9
40	+480 +320	+340 +180	+340 +180	+430 +180	+290 +130	+290 +130	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+290 +100	+106 +60	+60 +30	+76 +30	+104 +30	+29 +10	+40 +10
50	+530 +340	+380 +190	+380 +190	+490 +190	+330 +140	+330 +140											
65	+550 +360	+390 +200	+390 +200	+500 +200	+340 +150	+340 +150											

80	+600 +380	+440 +220	+440 +220	+570 +220	+390 +170	+390 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+126 +72	+71 +36	+90 +36	+123 +36	+34 +12	+47 +12
100	+630 +410	+460 +240	+460 +240	+590 +240	+400 +180	+400 +180	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+148 +85	+83 +43	+106 +43	+143 +43	+39 +14	+54 +14
120	+710 +460	+510 +260	+510 +260	+660 +260	+450 +200	+450 +200										
140	+770 +520	+530 +280	+530 +280	+680 +280	+460 +210	+460 +210										
160	+830 +580	+560 +310	+560 +310	+710 +310	+480 +230	+480 +230										
180	+950 +660	+630 +340	+630 +340	+800 +340	+530 +240	+530 +240										
200	+1030 +740	+670 +380	+670 +380	+840 +380	+550 +260	+550 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+172 +100	+96 +50	+122 +50	+165 +50	+44 +15	+61 +15
225	+1110 +820	+710 +420	+710 +420	+880 +420	+570 +280	+570 +280										
250	+1240 +920	+800 +480	+800 +480	+1000 +480	+620 +300	+620 +300										
280	+1370 +1050	+860 +540	+860 +540	+1060 +540	+650 +330	+650 +330	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+191 +110	+108 +56	+137 +56	+186 +56	+49 +17	+69 +17
315	+1560 +1200	+960 +600	+960 +600	+1170 +600	+720 +360	+720 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+214 +125	+119 +62	+151 +62	+202 +62	+54 +18	+75 +18
355	+1710 +1350	+1040 +680	+1040 +680	+1250 +680	+760 +400	+760 +400										
400	+1900 +1500	+1160 +760	+1160 +760	+1390 +760	+840 +440	+840 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+232 +135	+131 +68	+165 +68	+223 +68	+60 +20	+83 +20
450	+2050 +1650	+1240 +840	+1240 +840	+1470 +840	+880 +480	+880 +480										

(A táblázat folytatódik)

Betűjel	H												J			Js						
	6	7	8	9	10	11	12	6	7	8	9											
Minőségjel																						
Névleges átmérő- csoporthoz mm felett -ig	A határértékek μm-ben																					
3	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+2 -4	+4 -6	+6 -8	+12 -12	6	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+5 -3	+6 -6	+10 -8	+15 -15
6	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+5 -4	+8 -7	+12 -10	+18 -18	10	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+6 -5	+10 -8	+15 -12	+21 -21
18	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+8 -5	+12 -9	+20 -13	+26 -26	24	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+10 -6	+14 -11	+24 -15	+31 -31
30	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+13 -6	+18 -12	+28 -18	+37 -37	65										
65																						
80																						

80	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+16 -6	+22 -13	+34 -20	+43 -43	100	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+18 -7	+26 -14	+41 -22	+50 -50	
100												120	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+22 -7	+30 -16	+47 -25	+57 -57	
120												140	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+36 -16	+39 -18	+55 -26	+65 -65	
140												160	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+60 -29	+66 -31	+77 -77		
160												180											
180												200											
200												225											
225												250											
250												280											
280												315											
315												355											
355												400											
400												450											
450												500											

Betűjel	D	E	F	G	H						J _s	K	
					7	8	10	11	12				
Minőségjel	10	- 8	8	7	Határeltérések μm-ben						7	7	
Névleges átmérő-csoportok mm felett													
500	+ 540 + 260	+ 255 + 145	+ 186 + 76	+ 92 + 22	+ 70 0	+ 110 0	+ 280 0	+ 440 0	+ 700 0	+ 35 - 35	0 - 70		
630	+ 610 + 290	+ 285 + 160	+ 205 + 80	+ 104 + 24	+ 80 0	+ 125 0	+ 320 0	+ 500 0	+ 800 0	+ 40 - 40	0 - 80		
800	+ 680 + 320	+ 310 + 170	+ 226 + 86	+ 116 + 26	+ 90 0	+ 140 0	+ 360 0	+ 560 0	+ 900 0	+ 45 - 45	0 - 90		
1000	+ 770 + 350	+ 360 + 195	+ 263 + 98	+ 133 + 28	+ 105 0	+ 165 0	+ 420 0	+ 660 0	+ 1050 0	+ 52 - 52	0 - 105		
1250	+ 890 + 390	+ 415 + 220	+ 305 + 110	+ 155 + 30	+ 125 0	+ 195 0	+ 500 0	+ 780 0	+ 1250 0	+ 62 - 62	0 - 125		
1600	+ 1030 + 430	+ 470 + 240	+ 350 + 120	+ 182 + 32	+ 150 0	+ 230 0	+ 600 0	+ 920 0	+ 1500 0	+ 75 - 75	0 - 150		
2000	+ 1180 + 480	+ 540 + 260	+ 410 + 130	+ 209 + 34	+ 175 0	+ 280 0	+ 700 0	+ 1100 0	+ 1750 0	+ 87 - 87	0 - 175		
2500	+ 1380 + 520	+ 620 + 290	+ 475 + 145	+ 248 + 38	+ 210 0	+ 330 0	+ 860 0	+ 1350 0	+ 2100 0	+ 105 - 105	0 - 210		

9.4. Az illesztések áttekintő táblázatai

Az MI 4730/3 alapján összeállított áttekintő táblázatokban az illesztésválaszték és az ahhoz tartozó tűrésértékek, továbbá az illesztésekből adódó játékok és fedések számértékei találhatóak.

A tűrések és az illesztések általános választékának (MSZ 1869) adatait a 45. és a 46. táblázat alaplyuk-rendszer szerint csoportosítva, a 47. és a 48. táblázat pedig alapesaprendszer szerint csoportosítva tartalmazza. A táblázatokban a gépipar számára előnyben részesítendő választékot (MSZ 4725) eltérő nyomás emeli ki. A tűrések számértékei természetesen megegyeznek az MSZ 1865 és az MSZ 1866 adataival.

A táblázatok felső része a 60 mm névleges mérethez tartozó tűrésmezők szélességét (tűrésnagyság) és az alapvonalhoz viszonyított elhelyezkedését (alapeltérés) szemlélteti léptékhelyes ábrázolásban.

A gépiparban előnyben részesítendő illesztések alkalmazásakor adódó játékokat és fedéseket a 49. táblázat foglalja össze. A táblázat hármas számcsoportjaiban a felső és az alsó számok a játék és/vagy a fedés szélső értékeit adják meg, mégpedig:

- laza illesztés esetén a legnagyobb és a legkisebb játékot,
- átmeneti illesztés esetén a legnagyobb játékot és a legnagyobb fedést,
- szilárd illesztés esetén pedig a legkisebb- és a legnagyobb fedést.

A táblázatban a számértékek előtt feltüntetett pozitív előjel (+) a játékra, a negatív előjel (-) pedig fedésre utal. A hármas számcsoportok középső (eltérő nyomású) számai az illesztés jellegét meghatározó közepes játék vagy közepes fedés mérőszámai. A táblázat adatai az előző négy táblázat adataiból számíthatók.

(A 45., 46., 47., 48., és a 49., táblázatot lásd a 154–155. oldalak között!)

A 9. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 1852 – 63	ISO illesztési rendszer. Tűrés-alapsorozatok 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1853 – 63	ISO illesztési rendszer. Alapeltérések 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1865 – 63	ISO illesztési rendszer. Csapok szabványos tűrései 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1866 – 63	ISO illesztési rendszer. Lyukak szabványos tűrései 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1869 – 67	ISO illesztési rendszer. Általános választék 1 mm-től 500 mm-ig
MSZ 2318 – 57	Ékek és reteszek illesztése és ellenőrzése
MSZ 4724 – 67	ISO illesztési rendszer. Előnyben részesítendő választék a gépipar részére 1 mm felett 500 mm-ig
MSZ 4728 – 69	ISO illesztési rendszer. Tűrésválasztékok 0,1 mm-nél nem kisebb, 1 mm alatti méretekre
MSZ 4729 – 63	ISO illesztési rendszer 500 mm feletti névleges átmérőkre 3150 mm-ig
MI 7989 – 71	Gördülőcsapágycsap- és fészekillesztések. Beépítési irányelvek
MI 4730/3 – 73	Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. Az illesztések áttekintő táblázatai
ISO/R 286 – 62	ISO illesztési rendszer. Általános rész, tűrések és eltérések
KGST/SZT 145 – 75	A KGST egységes tűrés- és illesztési rendszere. Általános elvek, tűrés- és alapeltérés-sorozatok

10. AZ ALAK- ÉS HELYZETTŰRÉSEK SZÁMÉRTÉKEI

A felületek alak- és helyzettűréseinek számértékeit az MSZ 14 002 – 64 írja elő a KGST keretein belül egységesített adatok alapján, mivel az ISO előírásai nem tartalmaznak ilyen adatokat.

Az 1962-ben kidolgozott KGST-szabványajánlást az időközben szerzett gyártási tapasztalatok alapján 1973-ban korszerűsítették, és

µm +300 +200 +100 0 -100 -200 -300 -400 -500	ISO tűrésjel																						
	H6	f6	g5	h5	j5	k5	m5	n5	H7	d9	e8	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	s7	u7
	Hatalértérek µm -ben																						
	+6	-6	2	0	+2	+4	+6	+8	+10	-20	-14	-6	-2	0	+4	+6	+8	+10	+12	+16	+20	+24	+28
3	0	-12	6	-4	-2	0	+2	+4	0	-45	-28	-16	-8	-6	-2	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	
6	+8	-10	-4	0	+3	+6	+9	+13	+12	-30	-20	-10	-4	0	+6	+9	+12	+16	+20	+23	+27	+31	+35
10	0	18	-9	5	-2	+1	+4	+8	0	-60	-38	-22	-12	-8	-2	+1	+4	+8	+12	+15	+19	+23	+27
18	+9	-13	-5	0	+4	+7	+12	+16	+15	-40	-25	-13	-5	0	+7	+10	+15	+19	+24	+28	+32	+36	+40
30	+11	-16	-6	0	+5	+9	+15	+20	+18	-50	-32	-16	-9	-4	+8	+12	+18	+23	+29	+34	+39	+46	+51
40	0	27	14	-8	-3	+1	+7	+12	0	-93	-59	-34	-17	-11	-3	+1	+7	+12	+18	+23	+28	+33	+38
50	+13	-20	-7	0	+5	+11	+17	+24	+21	-65	-40	-20	-7	0	+9	+15	+21	+28	+35	+41	+48	+56	+62
65	0	-33	-16	-9	-4	+2	+8	+15	0	-117	-73	-41	-20	-13	-4	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+43	+48
80	+16	-25	-9	0	+6	+13	+20	+28	+25	-80	-50	-25	-9	0	+11	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+68	+75
100	0	-41	-20	-11	-5	+2	+9	+17	0	-142	-89	-50	-25	-16	-5	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+53	+60
120	+19	-30	-10	0	+6	+15	+24	+33	+30	-100	-60	-30	-10	0	+12	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+83	+91
140	0	-49	-23	-13	-7	+2	+11	+20	0	-174	-106	-60	-29	-19	-7	+2	+11	+20	+32	+43	+55	+69	+77
160	+22	-36	-12	0	+6	+18	+28	+38	+35	-120	-72	-36	-12	0	+13	+25	+35	+45	+59	+76	+93	+114	+124
180	0	-58	-27	-15	-9	+3	+13	+23	0	-207	-126	-71	-34	-22	-9	+3	+13	+23	+37	+54	+79	+106	+117
200	+25	-43	-14	0	+7	+21	+33	+45	+40	-145	-85	-43	-14	0	+14	+28	+40	+52	+68	+88	+117	+152	+170
225	0	-68	-32	-18	-11	+3	+15	+27	0	-245	-148	-83	-39	-25	-11	+3	+15	+27	+43	+65	+100	+148	+190
250	+29	-50	-15	0	+7	+24	+37	+51	+46	-170	-100	-50	-15	0	+16	+33	+46	+60	+79	+109	+159	+217	+276
280	0	-79	-35	-20	-13	+4	+17	+31	0	-285	-172	-96	-44	-29	-13	+4	+17	+31	+50	+80	+130	+186	+258
315	+32	-56	-17	0	+7	+27	+43	+57	+52	-190	-110	-56	-17	0	+16	+36	+52	+66	+88	+126	+186	+267	+367
355	0	-88	-40	-23	-16	+4	+20	+34	0	-320	-191	-108	-49	-32	-16	+4	+20	+34	+56	+98	+169	+267	+390
400	+36	-62	-18	0	+7	+29	+46	+62	+57	-210	-125	-62	-18	0	+18	+40	+57	+73	+98	+144	+226	+347	+500
450	0	-98	-43	-25	-18	+4	+21	+37	0	-350	-214	-119	-54	-36	-18	+4	+21	+37	+62	+114	+208	+335	+500
500	+40	-68	-20	0	+7	+32	+50	+67	+63	-230	-135	-68	-20	0	+20	+45	+63	+80	+108	+172	+292	+450	+650
	0	-108	-47	-27	-20	+5	+23	+40	0	-385	-232	-131	-60	-40	-20	+5	+23	+40	+68	+132	+252	+425	+650

Az ábrázolt tűrésmezők 60 mm névleges mérethez tartoznak

Megjegyzés: A táblázat az MSZ 1869 szerinti általános választékot tartalmazza. Az eltérő nyomás ezen belüli az MSZ 4725 szerint a gépiparban előnyben részesítendő választékot tünteti fel.

µm	ISO tűrésjel																			
	h5	F7	H6	J6	K6	M6	N6	h6	E8	F8	G7	H7	J7	K7	M7	N7	P7	S7	h7	H8
	Hataértékek µm																			
	0	+16	+6	+2	0	-2	-4	0	+28	+20	+12	+10	+4	0	-2	-4	-6	-14	0	+14
	-4	+6	0	-4	-6	-8	-10	-6	+14	+6	+2	0	-6	-10	-12	-14	-16	-24	-10	0
3	0	+22	+8	+5	+2	-1	-5	0	+38	+28	+16	+12	+6	+3	0	-4	-8	-15	0	+18
	-5	+10	0	-3	-6	-9	-13	-8	+20	+10	+4	0	-6	-9	-12	-16	-20	-27	-12	0
6	0	+28	+9	+5	+2	-3	-7	0	+47	+35	+20	+15	+8	+5	0	-4	-9	-17	0	+22
	-6	+13	0	-4	-7	-12	-16	-9	+25	+13	+5	0	-7	-10	-15	-19	-24	-32	-15	0
10	0	+34	+11	+6	+2	-4	-9	0	+59	+43	+24	+18	+10	+6	0	-5	-11	-21	0	+27
	-8	+16	0	-5	-9	-15	-20	-11	+32	+16	+6	0	-8	-12	-18	-23	-29	-39	-18	0
18	0	+41	+13	+8	+2	-4	-11	0	+73	+53	+28	+21	+12	+6	0	-7	-14	-27	0	+33
	-9	+20	0	-5	-11	-17	-24	-13	+40	+20	+7	0	-9	-15	-21	-28	-35	-48	-21	0
30	0	+50	+16	+10	+3	-4	-12	0	+89	+64	+34	+25	+14	+7	0	-8	-17	-34	0	+39
	-11	+25	0	-6	-13	-20	-28	-16	+50	+25	+9	0	-11	-18	-25	-33	-42	-59	-25	0
40																				
50																				
50	0	+60	+19	+13	+4	-5	-14	0	+106	+76	+40	+30	+18	+9	0	-9	-21	-42	0	+46
	-13	+30	0	-6	-15	-24	-33	-19	+60	+30	+10	0	-12	-21	-30	-39	-51	-78	-30	0
65																				
65	0	+71	+22	+16	+4	-6	-16	0	+126	+90	+47	+35	+22	+10	0	-10	-24	-58	0	+54
	-15	+36	0	-6	-18	-28	-38	-22	+72	+36	+12	0	-13	-25	-35	-45	-59	-101	-35	0
100																				
100	0	+83	+25	+18	+4	-8	-20	0	+148	+106	+54	+40	+26	+12	0	-12	-28	-85	0	+63
	-18	+43	0	-7	-21	-33	-45	-25	+85	+43	+14	0	-14	-28	-40	-52	-68	-125	-40	0
120																				
120	0	+96	+29	+22	+5	-8	-22	0	+172	+122	+61	+46	+30	+13	0	-14	-33	-113	0	+72
	-20	+50	0	-7	-24	-37	-51	-29	+100	+50	+15	0	-16	-33	-46	-60	-79	-159	-46	0
160																				
160	0	+108	+32	+25	+5	-9	-25	0	+191	+137	+69	+52	+36	+16	0	-14	-36	-138	0	+81
	-23	+56	0	-7	-27	-41	-57	-32	+110	+56	+17	0	-16	-36	-52	-66	-88	-202	-52	0
180																				
180	0	+119	+36	+29	+7	-10	-26	0	+214	+151	+75	+57	+39	+17	0	-16	-41	-169	0	+89
	-25	+62	0	-7	-29	-46	-62	-36	+125	+62	+18	0	-18	-40	-57	-73	-98	-244	-57	0
200																				
200	0	+131	+40	+33	+8	-10	-27	0	+232	+165	+83	+63	+43	+18	0	-17	-45	-209	0	+97
	-27	+68	0	-7	-32	-50	-67	-40	+135	+68	+20	0	-20	-45	-63	-80	-108	-292	-63	0

Az ábrázolt tűrésmezők 60 mm névleges mérethez tartoznak

Megjegyzés: A táblázat az MSZ 1869 szerinti általános választékot tartalmazza. Az eltérő nyomás ezen belül az MSZ 4775 szerinti a gépiparban előnyben részesítendő választékot tünteti fel.

μm	ISO tűrésjel												H12	h12							
	H8	D9	E8	F8	F9	H8	F9	F8	E8	D10	E8	F8			H9	H10	h11	D11	H11	h11	B12
+500	0	+45	+28	+20	+31	+14	+20	+20	+60	+28	+20	+31	+14	+25	+40	0	+80	+60	0	+240	+100
+400	-14	+20	+14	+6	+6	0	+14	+20	+60	+14	+6	+6	0	0	0	-60	+20	-100	+140	0	
+300	0	+60	+38	+28	+40	+18	+38	+28	+78	+38	+28	+40	+18	+30	+48	0	+105	+75	0	+260	+120
+200	-18	+30	+20	+10	+10	0	+20	+30	+30	+20	+10	+10	0	0	0	-75	+30	-120	+140	0	
+100	0	+76	+47	+35	+49	+22	+47	+35	+98	+47	+35	+49	+22	+36	+58	0	+130	+90	0	+300	+150
0	-22	+40	+25	+13	+13	0	+25	+13	+40	+25	+13	+13	0	0	0	-90	+40	-150	+150	0	
-100	0	+93	+59	+43	+59	+27	+59	+43	+120	+59	+43	+59	+27	+43	+70	0	+160	+110	0	+330	+180
-200	-27	+50	+32	+16	+16	0	+32	+16	+50	+32	+16	+16	0	0	0	-110	+50	-180	+150	0	
-300	0	+117	+73	+53	+72	+33	+73	+53	+149	+73	+53	+72	+33	+52	+84	0	+195	+130	0	+370	+210
	-33	+65	+40	+20	+20	0	+40	+20	+65	+40	+20	+20	0	0	0	-130	+65	-210	+160	0	
	0	+142	+89	+64	+87	+39	+89	+64	+180	+89	+64	+87	+39	+62	+100	0	+240	+160	0	+420	+250
	-39	+80	+50	+25	+25	0	+50	+25	+80	+50	+25	+25	0	0	0	-160	+80	-250	+430	0	
	0	+174	+106	+76	+104	+46	+106	+76	+220	+106	+76	+104	+46	+74	+120	0	+290	+190	0	+490	+300
	-46	+100	+60	+30	+30	0	+60	+30	+100	+60	+30	+30	0	0	0	-190	+100	-300	+500	0	
	0	+207	+126	+90	+123	+54	+126	+90	+260	+126	+90	+123	+54	+87	+140	0	+340	+220	0	+570	+350
	-54	+120	+72	+36	+36	0	+72	+36	+120	+72	+36	+36	0	0	0	-220	+120	-350	+590	0	
	0	+245	+148	+85	+143	+63	+148	+106	+305	+148	+106	+143	+43	+100	+160	0	+395	+250	0	+660	+400
	-63	+145	+85	+43	+43	0	+85	+43	+145	+85	+43	+43	0	0	0	-250	+145	-400	+680	0	
	0	+285	+172	+122	+165	+72	+172	+122	+355	+172	+122	+165	+72	+115	+185	0	+460	+290	0	+840	+460
	-72	+170	+100	+50	+50	0	+100	+50	+170	+100	+50	+50	0	0	0	-290	+170	-460	+880	0	
	0	+320	+191	+137	+186	+81	+191	+137	+400	+191	+137	+186	+81	+130	+210	0	+510	+320	0	+1000	+520
	-81	+190	+110	+56	+56	0	+110	+56	+190	+110	+56	+56	0	0	0	-320	+190	-520	+1060	0	
	0	+350	+214	+151	+202	+89	+214	+151	+440	+214	+151	+202	+89	+140	+230	0	+570	+360	0	+1170	+570
	-89	+210	+125	+62	+62	0	+125	+62	+210	+125	+62	+62	0	0	0	-360	+210	-570	+1250	0	
	0	+385	+232	+165	+223	+97	+232	+165	+480	+232	+165	+223	+97	+155	+250	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230	+135	+68	+68	0	0	0	-400	+230	-630	+1470	0	
	0	+385	+230	+135	+135	+68	+230	+135	+480	+230	+135	+135	+68	+68	+68	0	+630	+400	0	+1390	+630
	-97	+230	+135	+68	+68	0	+135	+68	+230												

megjelent a KGST/RSZ 7-73, amelynek alapján a közeljövőben korszerűsíteni kell az MSZ 14 002 előírásait is. A következőkben a KGST/RSZ 7-73 adatainak a felhasználásával foglaljuk össze az alak- és a helyzettűrések számértékeit, amelyek a rajzokon 7. fejezetben ismertetett módon írhatók elő.

Az alak- és a helyzettűrések számértékeit az 50. táblázatban található számsorozatból választották. A szabványajánlás értelmében ez a számsorozat – szükség esetén – bővíthető; a felépítési szabályának betartásával.

Számsorozat az alak- és helyzettűrések képzéséhez

50. táblázat

0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
100	120	160	200	250	300	400	500	600	800
1000	1200	1600	2000	2500	3000	4000	5000	6000	8000

A különféle alak- és helyzettűrések számértékeit az 51–55. táblázatok foglalják össze, a tűréseket I..XII pontossági fokozatra osztva. A pontossági fokozatok azt jelentik, hogy az egy fokozathoz tartozó tűréssorozat a felület egyik méretével egyeztetve, a többi méretre is viszonylag ugyanolyan pontosságú alak- és helyzettűrések adódnak. Tengely és szimmetriasík névleges helyzetéhez viszonyított eltéréseire nincsenek pontossági fokozatok rendszeresítve.

A síklapúság és az egyenesség tűréseinek számértékei

51. táblázat

Névleges mérettartományok mm-ben		Pontossági fokozatok																																																																																																																																																																																																																													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																																																																																																																																																																																																																		
		Tűrések μm-ben																																																																																																																																																																																																																													
felett	-ig	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	10	16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	16	25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	25	40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200
10	16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	16	25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	25	40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200														
16	25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	25	40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																												
25	40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																										
40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																								
63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																						
100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																				
160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																		
250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																
400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																														
630	1 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																												
1 000	1 600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																																										
1 600	2 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																																																								
2 500	4 000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																																																																						
4 000	6 300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1 000	6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																																																																																				
6 300	10 000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1 200																																																																																																																																																																																																																		

Megjegyzés: Névleges méreten a felület hosszabbik oldalának méretét kell érteni, ha a tűrés a teljes felületre vonatkozik, vagy azt a szakaszt, amelyre a tűrés elő van írva.

A hengeresség, a köralakúság és a hosszszerszét-profil tűrésnek számértékei

52. táblázat

Névleges mérettartományok mm-ben		Pontossági fokozatok																																																																																																																																									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																																																																																																																														
		Tűrések μm-ben																																																																																																																																									
felett	-ig	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	3	6	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	6	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	18	50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
3	6	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	6	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	18	50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400														
6	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	18	50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																												
18	50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																										
50	120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																								
120	250	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																																						
250	500	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																																																				
500	800	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																																																																		
800	1 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																																																																																
1 250	2 000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400																																																																																																																														

Megjegyzés: Névleges méreten a felület átmérőjét kell érteni.

Névleges mérettartományok mm-ben	Pontossági fokozatok											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Tűrések μm-ben											
felelt	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
10	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
16	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
25	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
40	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
63	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
100	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
160	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
250	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
400	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
630	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
1000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
1600	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
2500	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
4000	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600
6300	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000

Megjegyzés: Névleges méreten azt a hosszt kell érteni, amelyre a párhuzamosság, illetve a merőlegesség elő van írva, vagy azt az átmérőt, amelyre a homlokútírtés elő van írva. Előírás hiányában a felület legnagyobb kiterjedése a mérvadó.

A radiális írtés tűrésének számértékei

Névleges mérettartományok mm-ben	Pontossági fokozatok											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Tűrések μm-ben											
felelt	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
6	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
18	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
50	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
120	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
250	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
500	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
800	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
1250	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200

Megjegyzés: Névleges méreten a vizsgált felület átmérőjét kell érteni.

Névtelen méretformák mm-ben	Pontossági fokozatok												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	Túrések μm -ben												
felett	6	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
6	18	0,8	1,2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
18	50	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
50	120	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
120	250	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
250	500	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
500	800	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
800	1250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
1250	2000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600

Megjegyzés: Névtelen méretek a vizsgált felület átmérőjét, illetve a vizsgált szimmetrikus elemek síkjai között mérhető távolságot kell érteni.
Ha a bázisitem nincs megadva, akkor a határelterést arra az elemre kell vonatkoztatni, amelytől a legnagyobb lesz a méret.

A 10. fejezetben említett szabvány és szabványajánlás

MSZ 14 002 – 64
KGST/RSZ 7 – 73

Felület alakjának és helyzetének túrésértékei
Felületek alak- és helyzeteltérései. A határel-
térések számértékei

11. AZ ÁLLANDÓ MÉRETŰ IDOMSZEREK TÚRÉSEINEK SZÁMÉRTÉKEI

Az állandó méretű idomszerek mérőrészének gyártási méret- és alakértékeit, kopási adatait és mérési biztonsági övét az 56., 57. és az 58. táblázat az 500 mm-ig terjedő mérettartományban, az 59., 60. és a 61. táblázat pedig az 500–3150 mm-ig terjedő mérettartományban foglalja össze az MSZ 1856–72 előírásai alapján.

A táblázatok túrésadatai teljesen megegyeznek az ISO/R 1938–71 adataival, és 500 mm-ig a KGST/SZT 157–75 adataival is. Az 500–3150 mm-es mérettartományban ugyanis nincsenek még elegendő gyártási tapasztalatok, ezért az MSZ 1856 csak a Függelékben közli a megfelelő túrésadatokat, különleges esetekre és kísérleti célokra ajánlva azokat. Ugyanakkor a KGST-szabvány egyelőre nem is tartalmazza ezeket a túrésadatokat.

Az állandó méretű idomszerekkel való mérés elvi részleteiről az MSZ 1867–72 rendelkezik, megadva a szabványos túrésekkel ellátott méretek szabatos megállapításához, továbbá az idomszerek méretének, ellenőrzésének és használati módjának általánosan elfogadott, egyértelmű meghatározásához szükséges általános szempontokat.

Az idomszerek túrésadatainak ismerete a tervező számára fontos, hiszen a túrés megválasztásakor arra is kell gondolnia, hogy a kész alkatrész mérete a túrésmezőn túl is szóródhat, ha az ellenőrzést állandó méretű idomszerekkel végzik. Ha pedig ez működési okok miatt nem engedhető meg, akkor a gyártási túréseket kell szűkíteni.

Az 56–61. táblázatokban szereplő betűjelek értelmezése a 8. fejezet szerint.

Az idomszer kopási lehetőségének, túlkopásának és mérési biztonsági övének számmértékei μm -ben 500 mm névleges méretig
56. táblázat

IT	A munkadarab tűrésminősége	Lýukmérés	Csapmérés	A munkadarab tűrésnagysága	Átmércsoportok (a munkadarab névleges mérete)															
					3-ig	3-ig	6-ig	10-ig	18-ig	30-ig	30-ig	50-ig	50-ig	80-ig	80-ig	120-ig	120-ig	180-ig	180-ig	250-ig
6	T	z		9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40						
		y'		1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	11						
		y'		1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10						
		α		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
7	T	z		15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63						
		y'		2	2,5	3,5	4	5	6	7	8	10	11							
		y'		1,5	2	3	3	4	6	7	8	10	11							
		α		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
8	T	z		22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97						
		y'		3	4	5	7	8	9	12	14	16	18	18						
		y'		3	4	5	5	6	6	7	9	9	11	11						
		α		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						

9	z		36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	y', α		7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32
	z		58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	y', α		—	—	—	—	—	—	—	7	9	11	14
	z		90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	y', α		14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	z		120	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	y', α		—	—	—	—	—	—	—	15	20	30	35
	z		220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14*	y', α		28	32	36	42	48	—	—	25	35	45	55
	z		300	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
15*	y', α		—	—	—	—	—	—	—	45	55	70	90
	z		480	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
16*	y', α		—	—	—	—	—	—	—	110	140	180	220
	z		750	1110	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000

Megjegyzés: Ha $y = 0$ vagy $y_1 = 0$, az IT9 és annál durvább minőségek esetén y' , illetve y'_1 előjele negatív, azaz ugyanolyan irányban értendő és mérendő, mint α , illetve α_1 .
* 1 mm átmérő alatt nem érvényes.

II A munkadarab tűrésminősége	Tűrésjel	Átmérőcsoportok (a munkadarab névleges mérete)															
		3-ig	3 felett	6-ig	6 felett	10-ig	10 felett	18-ig	18 felett	30-ig	30 felett	50-ig	50 felett				
6	$H/2$	0,6	0,75	0,75	1,25	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	1,25	2,00	2,5	3,50	4	4,5	5,0
	$H_1/2$	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	2,00	2,00	3,00	2,5	2,00	3,00	4,0	5,00	6	6,5	7,5
	$H_p/2$	0,4	0,50	0,50	0,75	0,6	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	1,75	2,25	3	3,5	4,0
7	$H/2$	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	2,00	2,00	3,00	2,5	2,00	3,00	4,0	5,00	6	6,5	7,5
	$H_1/2$	0,6	0,75	0,75	1,25	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	1,25	2,00	2,5	3,50	4	4,5	5,0
	$H_p/2$	0,4	0,50	0,50	0,75	0,6	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	1,75	2,25	3	3,5	4,0
8	$H/2$	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	2,00	2,00	3,00	2,5	2,00	3,00	4,0	5,00	6	6,5	7,5
	$H_1/2$	1,5	2,00	2,00	3,00	2,5	3,00	3,00	4,50	4,0	3,50	4,0	6,0	7,0	8	9,0	10,0
	$H_p/2$	0,6	0,75	0,75	1,25	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	1,25	2,00	2,5	3,5	4	4,5	5,0
11	$H/2$	2,0	2,5	3,00	4,50	4,0	4,50	5,50	7,5	6,5	5,50	7,5	9,0	10,0	11,5	12,5	13,5
	$H_1/2$	1,5	2,0	2,00	3,00	2,5	3,00	3,50	4,50	4,0	3,50	4,0	6,0	7,0	8	9,0	10,0
	$H_p/2$	0,6	0,75	0,75	1,25	1,0	1,25	1,25	2,00	1,5	1,25	2,00	2,5	3,5	4	4,5	5,0
14*	$H/2$	5	6,00	7,50	10,5	9,0	10,5	12,5	15,0	15,0	12,5	17,5	20,0	23,0	26	28,5	31,5
	$H_1/2$	3	4,00	4,50	6,5	6,5	8	8	9,5	9,5	11,0	11,0	12,5	14,5	16	18,0	20,0
	$H_p/2$	1	1,25	1,25	2	2	2	2	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	6	6,5	7,5

* 1 mm átmérő alatt nem érvényes.

II A munkadarab tűrésminősége	Tűrésjel	Átmérőcsoportok (a munkadarab névleges mérete)															
		3-ig	3 felett	6-ig	6 felett	10-ig	10 felett	18-ig	18 felett	30-ig	30 felett	50-ig	50 felett				
6	H_{1t}	1,2	1,5	1,5	2,5	2,0	2,5	4,0	4,0	5	6,0	6,0	10,0	10,0	12	13	15
	H_{st}	0,8	1,0	1,0	1,5	1,2	1,5	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5,0	7,0	8	9	10
	H_{pt}																
7	H_{1t}	1,2	1,5	1,5	2,5	2,0	2,5	4,0	4,0	5	6,0	6,0	10,0	10,0	12	13	15
	H_{st}	0,8	1,0	1,0	1,5	1,2	1,5	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5,0	7,0	8	9	10
	H_{pt}																
8	H_{1t}	2,0	2,5	2,5	4,0	3,0	4,0	5,50	7,5	6,5	5,50	7,5	9,0	10,0	11,5	12,5	13,5
	H_{st}	1,2	1,5	1,5	2,5	2,0	2,5	4,0	4,0	5	6,0	6,0	10,0	10,0	12	13	15
	H_{pt}	0,8	1,0	1,0	1,5	1,2	1,5	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5,0	7,0	8	9	10
11	H_{1t}	3,0	4,0	4,0	7,0	6,0	7,0	10,0	12,0	12,0	10,0	14,0	16	18	20	20	20
	H_{st}	2,0	2,5	2,5	4,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	12,0	12,0	12	13	15
	H_{pt}	0,8	1,0	1,0	1,5	1,2	1,5	2,5	2,5	3	4,0	4,0	5,0	7,0	8	9	10
14*	H_{1t}	4,0	5,0	5,0	10,0	9,0	10,0	12,5	15,0	15,0	12,5	17,5	20,0	23,0	26	28,5	31,5
	H_{st}	2,0	2,5	2,5	4,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	12,0	12,5	16	18,0	20,0
	H_{pt}	1,2	1,5	1,5	2,5	2,0	2,5	4,0	4,0	5	6,0	6,0	10,0	10,0	12	13	15

* 1 mm átmérő alatt nem érvényes.

A munkadarab tűrésminősége*	Lyukméres	Csapméres	A munkadarab tűrésnagysága	Átmércsoportok (a munkadarab névleges mérete)							
				500 felett 630-ig	630 felett 800-ig	800 felett 1000-ig	1000 felett 1250-ig	1250 felett 1600-ig	1600 felett 2000-ig	2000 felett 2500-ig	2500 felett 3150-ig
6	z	z_1	T	44 9 12 5,5	50 10 13 6	56 11 14 7	66 12 15 8,5	78 13 16 10	92 14 17 12	110 16 18 14	135 17 19 16
	α	α_1	T	70 12 8	80 13 9	90 14 10	105 15 12	125 16 14	150 17 17	175 18 20	210 19 23
8	z	z_1	T	110 14 11	125 15 12	140 16 14	165 17 17	195 18 20	230 19 24	280 20 28	330 22 32
	α	α_1	T	175 20 16	200 22 18	230 23 20	260 24 24	310 25 28	370 27 34	440 28 40	540 30 47

10	z	z_1	T	280 20 22	320 22 25	360 23 28	420 24 34	500 25 40	600 27 48	700 28 56	860 30 65
	α	α_1	T	440 43 32	500 45 36	560 47 40	660 49 48	780 50 56	920 52 67	1 100 54 80	1 350 55 95
12	z	z_1	T	700 43 45	800 45 50	900 47 56	1050 49 67	1250 50 80	1500 52 95	1 750 54 110	2 100 55 130
	α	α_1	T	1100 78 70	1250 82 80	1400 85 90	1650 86 105	1950 88 120	2300 90 160	2 800 92 180	3 300 95 210
14	z	z_1	T	1750 78 110	2000 82 120	2300 85 140	2600 86 170	3100 88 200	3700 90 280	4 400 92 280	5 400 95 330
	α	α_1	T	2800 145 180	3200 150 200	3600 155 220	4200 160 260	5000 165 300	6000 170 370	7 000 175 450	8 600 180 530
16	z	z_1	T	4400 145 280	5000 150 300	5600 155 360	6600 160 420	7800 165 500	9200 170 600	11 000 175 700	1 3500 180 850
	α	α_1	T								

* Az Y és Y₁ értéke valamennyi tűrésminőségre nulla.

IT A munkadarab tűrésminősége	Tűrésjel	Átmérőcsoportok (a munkadarab névleges mérete)							
		500 felett	630 felett	800 felett	1000 felett	1250 felett	1600 felett	2000 felett	2500 felett
6	$H/2$	5,5	6,5	7,5	9,0	10,5	12,5	15,0	18
	$H_s/2$	8,0	9,0	10,5	12,0	14,5	17,5	20,5	25
	$H_p/2$	4,5	5,0	5,5	6,5	7,5	9,0	11,0	13
7	$H/2$	8,0	9,0	10,5	12,0	14,0	17,5	20,5	25
	$H_s/2$	5,5	6,5	7,5	9,0	10,5	12,5	15,0	18
	$H_p/2$	4,5	5,0	5,5	6,5	7,5	9,0	11,0	13
8	$H/2$	8,0	9,0	10,5	12,0	14,5	17,5	20,5	25
	$H_s/2$	11,0	12,5	14,5	17	20,0	24,0	28,5	34,5
	$H_p/2$	5,5	6,5	7,5	9	10,5	12,5	15,0	18
11	$H/2$	15,0	17,5	20,0	23	27,0	32,5	38,5	46,5
	$H_s/2$	11,0	12,5	14,5	17	20,0	24,0	28,5	34,5
	$H_p/2$	5,5	6,5	7,5	9	10,5	12,5	15,0	18,0
14	$H/2$	35	40	45	52,5	62,5	75,0	87,5	10,5
	$H_s/2$	22	25	28	33	39,0	46,0	55,0	67,5
	$H_p/2$	8	9	10,5	12	14,5	17,5	20,5	25,0

IT A munkadarab tűrésminősége	Tűrésjel	Átmérőcsoportok (a munkadarab névleges mérete)							
		500 felett	630 felett	800 felett	1000 felett	1250 felett	1600 felett	2000 felett	2500 felett
6	H_{st}	11	13	15	18	21	25	30	36
	H_{st}	9	10	11	13	15	18	22	26
	H_{pt}								
7	H_{st}	11	13	15	18	21	25	30	36
	H_{st}	9	10	11	13	15	18	22	26
	H_{pt}								
8	H_{st}	16	18	21	24	29	35	41	50
	H_{st}	11	13	15	18	21	25	30	36
	H_{pt}	9	10	11	13	15	18	22	26
11	H_{st}	22	25	29	34	40	48	57	69
	H_{st}	16	18	21	24	29	35	41	50
	H_{pt}	9	10	11	13	15	18	22	26
13	H_{st}	30	35	40	46	54	65	77	93
	H_{st}	11	13	15	18	21	25	30	36
	H_{pt}								

A 11. fejezetben említett szabványok és szabványajánlások

MSZ 1856 – 72	ISO illesztési rendszer. Idomszerek mérőméretei, tűrései és jellemző adatai
MSZ 1867 – 72	–. A munkadarabok tűréseinek idomszeres ellenőrzése
ISO/R 1938 – 71	ISO illesztési rendszer, II. rész. Egyszerű munkadarabok ellenőrzése
KGST/SZT 157 – 75	Sima idomszerek 500 mm méretig. Tűrések

A TŰRÉSEK ÉS AZ ILLESZTÉSEK ALKALMAZÁSÁNAK IRÁNYELVEI

12. ILLESZTÉSEK KIVÁLASZTÁSA

A megfelelő illesztés kiválasztása a tervezés fontos feladata. A tervezőnek legtöbbször már a szerkezet kialakítása közben döntenie kell a működés szempontjából szükséges túrésekről és illesztésekről, mert azok sok esetben a szerkezeti kialakítást is befolyásolják.

Ebben a fejezetben összefoglaljuk az illesztések kiválasztásának általános szempontjait, az illesztések gyakorlati jellemzőit és példákat adunk az illesztések kiválasztására az MI 4730/2–74 alapján. Megjegyezzük, hogy mindez a legtöbb gyártási tapasztalattal megalapozott 1–500 mm-ig terjedő mérettartományra vonatkozik, de az általános elvek más méretek esetében is alkalmazhatók.

12.1. Az illesztések kiválasztásának szempontjai

Az illesztés megválasztásakor elsősorban a következő szempontokat kell mérlegelni:

- a működést,
- az alkatrészgyártást,
- az ellenőrzést,
- a szerelés és
- a gazdaságosság szempontjait.

Működés szempontjából meg kell vizsgálni, a szerkezet mozgásainak, a fellépő erőknek, a nyomatékoknak, a várható deformációknak, a rezgéseknek, a hőmérsékletnek, a kopásnak, a hűtés-kenésnek stb. a befolyását az illesztésre.

A hőmérséklet befolyását különösen akkor fontos figyelembe venni, ha a szerkezet hőmérséklete működés közben jelentősen eltér az alkatrész gyártási és mérési hőmérsékletétől. A túréseket úgy kell megválasztani, hogy az alkatrészek üzemi hőmérsékleten illeszkedje-

nek helyesen. Az így választott tűréseket át kell számítani az alap-hőmérsékletre (3.2. szakasz), majd a táblázatokból az ezeknek megfelelő szabványos tűréseket kell kiválasztani, és azokat kell előírni.

Példák: Az $\varnothing 25$ H7/g6 illesztés esetén a legkisebb játék $7 \mu\text{m}$. Ha mindkét alkatrész acélból van és a csap hőmérséklete 10°C -kal nagyobb a perselyénél, ez a játék már $4,2 \mu\text{m}$ -re csökken, 25°C hőmérsékletkülönbség esetén pedig teljesen eltűnik.

Ha a persely bronzból van, a $7 \mu\text{m}$ -es kezdeti legkisebb játék nullára csökken, ha a persely a csapnál $15,5^\circ\text{C}$ -kal kisebb hőmérsékletű. Ha az acél tengely olyan bronz csapágóban fut, amelyben az előírt $\varnothing 25$ H7/g6 illesztésnek megfelelő tényleges játék $20 \mu\text{m}$, és a tengely 40°C -kal, a csapágó pedig 8°C -kal melegszik fel, a tényleges játék $12,6 \mu\text{m}$ -re csökken.

A hőmérséklet hatásának figyelmen kívül hagyása méréskor is jelentős hibát okozhat, ha pl. a megmunkálás alatt felmelegedett csapot szobahőmérsékletű idomszerrel ellenőrzik.

Gyártás szempontjából a szerkezeti kialakítással biztosítani kell azokat az előfeltételeket, amelyek az előírt tűrések betartását lehetővé teszik, illetve a tűrések előírásakor figyelemmel kell lenni a gyártási szempontokra is. A tűrésválasztást befolyásolja az alkatrész szerszám-gépre vagy készülékbe való befogási lehetősége, a szükséges szerszámok, a megfelelő szerszámkifutás, az anyag, az alak bonyolultsága és merevsége, továbbá a szükséges hőkezelés stb. Általában törekedni kell a szabványos méretek és a leggyakrabban használt – pl. az MSZ 4725 szerinti – tűrések előírására. Különösen akkor kell erre törekedni, ha a gyártandó méretet és tűrést a szerszám mérete határozza meg (pl. dörzsárak), tehát minden mérethez és ezen belül minden tűréshez külön szerszám szükséges.

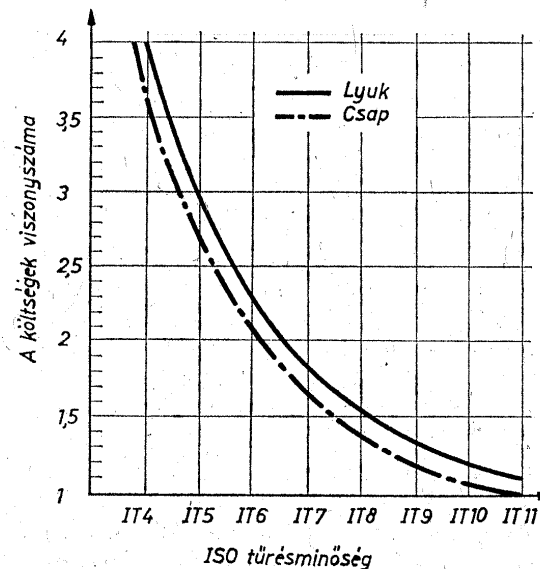
Ellenőrzés szempontjából az olyan tűrések és illesztések a kedvezőek, amelyek szabványos – és lehetőleg a vállalatnál már bevezetett – idomszerekkel és mérőeszközökkel mérhetők. Különleges idomszereket igénylő tűrések előírását kerülni kell. Ezért mérési szempontból is a szabványos méretek használatára és a leggyakrabban használt tűrések előírására kell törekedni.

Szerelés szempontjából különösen azoknak az alkatrészeknek az illesztésére célszerű külön figyelmet fordítani, amelyeket akár a szerkezet rendeltetésszerű használata, akár az alkatrész elhasználódása következtében gyakran kell cserélni. Arra kell törekedni, hogy az ilyen alkatrészek szereléséhez ne legyenek különleges eszközök és ismeretek szükségesek, minthogy az ilyen jellegű szereléseket több-

nyire a felhasználó végzi. Ebből a szempontból a laza és átmeneti illesztéseket előnyben kell részesíteni a szilárd illesztésekkel szemben.

Gazdaságosság szempontjából a termék előállítás költségeinek a csökkentésére kell törekedni. Minthogy a tűrésnagyság növekedésével csökkennek a gyártási költségek, a gazdaságos gyártás követelményeit a tervező úgy veheti helyesen figyelembe az illesztések előírásakor, hogy azt a megengedhető legnagyobb tűrést választja, amelyet a felhasználási cél és a cserélhetőség még éppen megenged – tehát amelynek túllépése esetén az alkatrész valóban használhatatlan lenne.

A költségek és a tűrésnagyságok közötti összefüggésekről a 45. ábra ad tájékoztatást.



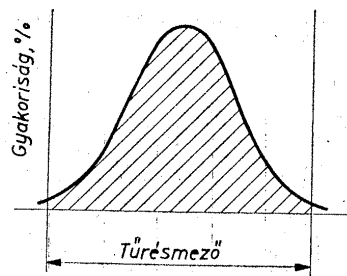
45. ábra

12.2. Az illesztés jellege

Nagy számú alkatrész esetében a tényleges méretek eloszlása nem egyenletes a tűrésmezőn belül. Az eloszlást befolyásolja az alkatrész anyaga, a szerszám és a szerszámgép állapota és beállítása stb. Általában a legnagyobb gyakorisággal a tényleges méretek a tűrésmező közepén helyezkedik el, és gyakoriságuk a határok felé csökken (46. ábra).

Bizonyos gyártási folyamatok esetén az eloszlási görbe a megoldal felé eltolódhat, kivételes esetekben a tényleges méreteknek a tűrésmezőn belül közel egyenletes eloszlása is bekövetkezhet.

Abból a körülményből, hogy a tényleges méretek gyakorisága általában a tűrésmező közepén a legnagyobb és a szélein igen kicsi, következik, hogy illesztéskor – tehát két tűrés egymáshoz rendelésekor – túlnyomórészt a közepes értékek körüli méretek kapcsolódnak egymással, és a szélső értékek találkozásának alig van valószínűsége.



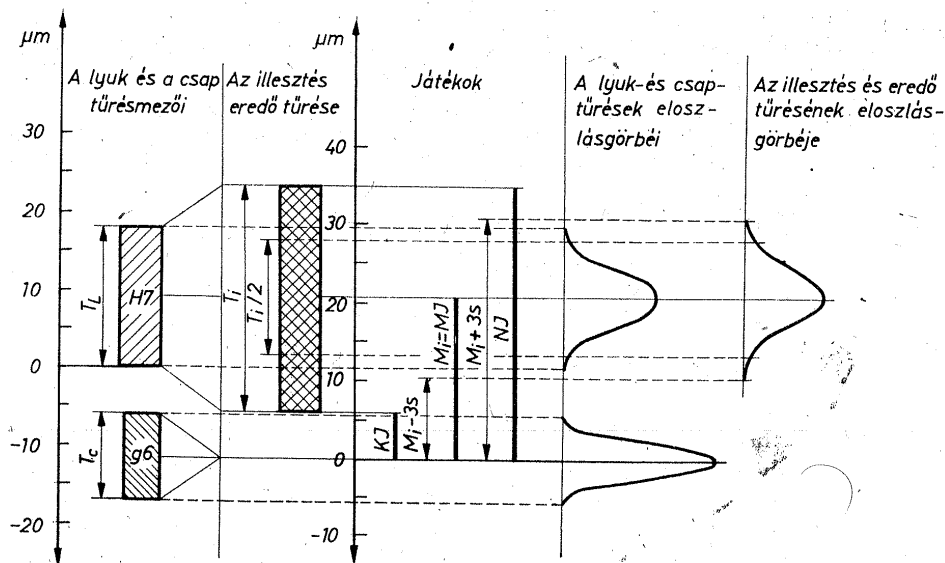
46. ábra

Feltételezve, hogy a méretszóródás a normális (Gauss-féle) eloszlásnak (46. ábra) megfelelően alakul – ez a feltételezés a valósággal jól egyezik – az illesztés eredő tűrésének várható szóródása számítható. A számítások kimutatják hogy elhanyagolhatóan kicsi valószínűsége van a lyuk és csap szélső értékei találkozásának és az illesztés T_i eredő tűrésének valóságos szórásmezője lényegesen kisebb elméleti értékénél. Ezen a kisebb szórásmezőn belül a méretszóródás a normális elosztást követi.

Egy meghatározott illesztés ($\varnothing 15$ H7/g6) tűréseinek méretszóródását a 47. ábra mutatja be. Az ábra jelöléseinek értelmezése az 5.5.1. szakaszban található.

Mint a példából (47. ábra) látható, az illesztés eredő tűrésmezőjének már a fél értéke ($T_i/2$) is magában foglalja az illesztés eredő tűrése tényleges értékeinek legnagyobb részét, és ezen a szűkebb mezőn belül is az eloszlás legnagyobb valószínűsége, tehát a görbe maximuma, a közepes illesztés mérőszámánál (M_i), azaz az *illesztés jellegét* meghatározó értéknél van.

A fentiek is alátámasztják, hogy a közepes illesztés M_i mérőszámát, amely az illesztésről fontos tájékoztatást nyújt, ismerni kell az illesztés kiválasztásakor. A közepes illesztés mérőszámának számértéke a csap és lyuk tűréséből számítható. A könnyebb tájékozódás



47. ábra

elősegítése céljából a 9.4. szakasz 49. táblázata a gépiparban előnyben részesítendő illesztésekre feltünteti a közepes illesztés mérőszámának – tehát a közepes játéknak vagy a közepes fedésnek – a számértékeit is.

12.3. Laza illesztések

A laza illesztések a lyukak és csapok olyan párosításából adódnak, amikor a csapok mindig kisebbek a furatoknál, tehát a párosított alkatrészek csak játékkal illeszkedhetnek.

Laza illesztést biztosít alaplyuk-rendszerben a H jelű lyukaknak $h \dots a$ jelű csapokkal és alapsap-rendszerben h jelű csapoknak $H \dots A$ jelű lyukakkal való párosítása (a nulla értékű legkisebb játékot eredményező H/h illesztést is a laza illesztésekhez számítjuk).

Az ISO illesztési rendszer szerinti laza illesztésekre általánosítva a következő felosztás adható:

- Pontos tengelyvezetést biztosító laza illesztések (H/g , G/h).
- Laza illesztések siklócsapágyak részére, amelyekben melegedés következtében nem változik lényegesen a játék, tehát üzemi és gyártási hőmérsékletük csak kis mértékben tér el egymástól (H jelű lyukakhoz f , e , d jelű csapok és h jelű csapokhoz F , E , D jelű lyukak).

- c) Laza illesztések gyorsjáratú gépekhez, amikor a nyugodt tengelyfutás érdekében a viszonylag nagy játék arányosan növekszik a névleges mérettel, továbbá olyan siklócsapágyakhoz és egyéb illesztett alkatrészekhez, amelyek gyártási és üzemi állapota között lényeges hőmérsékletkülönbség áll fenn (H jelű lyukakhoz c , b , a jelű csapok és h jelű csapokhoz pedig C , B , A jelű lyukak).
- d) Laza illesztések olyan alkatrészek számára, amelyek hosszabb megszakításokkal csak rövid ideig forognak illetve mozdulnak el egymáson, vagy nem végeznek teljes fordulatot, továbbá központosítások részére (H/h illesztés).
- e) Egymásban vezetett vagy alternáló mozgást végző alkatrészek illesztéseként a viszonyoknak megfelelően bármely laza illesztés alkalmazható (H jelű lyukakhoz $h...a$ csapok és h jelű csapokhoz $H...A$ lyukak).

12.4. Átmeneti illesztések

Átmeneti illesztések esetében — a csap és a lyuk mindenkori tényleges méretétől függően — párosításkor játék is, fedés is keletkezhet.

Átmeneti illesztéshez tartozik alaplyuk-rendszerben a H jelű lyukaknak j , j_s , k , m , n csapokkal, és alapcsap-rendszerben a h jelű csapoknak J , J_s , K , M , N jelű lyukakkal való párosítása.

Az átmeneti illesztések kiválasztásakor különösen fontos szerepe van a közepes illesztés M_i mérőszámának (12.2. szakasz), amely az átmeneti illesztések esetében vagy a közepes játék vagy a közepes fedés.

Az átmeneti illesztéseknek a gördülő csapágyak beépítése (MI 7989) és központosítási feladatok esetében van elsősorban jelentőségük.

12.5. Szilárd illesztések

A szilárd illesztések a lyukak és csapok olyan párosításából adódnak, amikor a csapok mindig nagyobbak a lyukaknál, tehát a párosított alkatrészek csak fedéssel illeszkehetnek. Az illeszkedő felületek összeszerelés után a fedés nagyságától függően többé vagy kevésbé szilárdan kapcsolódnak egymáshoz.

Szilárd illesztést biztosít alaplyuk-rendszerben H jelű lyukaknak $p...zc$ jelű csapokkal és alapcsap-rendszerben h jelű csapoknak $P...ZC$

jelű lyukakkal való párosítása. Az illesztési rendszer a szilárd illesztés részére nagyszámú tűrésről gondoskodik, lehetőséget adva a tervezőnek, hogy minden kívánt szilárd illesztés részére megfelelő szabványos tűrést találjon.

A szilárd illesztések alkalmazása előtt ajánlatos a fedéseket ellenőrizni, főképp a nagyobb fedést biztosító illesztések esetében. A legkisebb fedést az átvihető nyomatékok és tengelyirányú erők szempontjából, a legnagyobb fedést az anyagban fellépő feszültségek, a szereléshez szükséges be- és kisajtolási erők, illetve a hőmérsékletkülönbségek megállapítása szempontjából célszerű ellenőrizni.

A számításnak néha az illesztésben részt vevő alkatrészek nem illeszkedő felületein fellépő deformációkra is ki kell tejednie. Például egy $H7/s6$ illesztéssel besajtolt vékony falú persely furatmérete a besajtolás után csökkenhet.

12.6. Az illesztési rendszer megválasztása

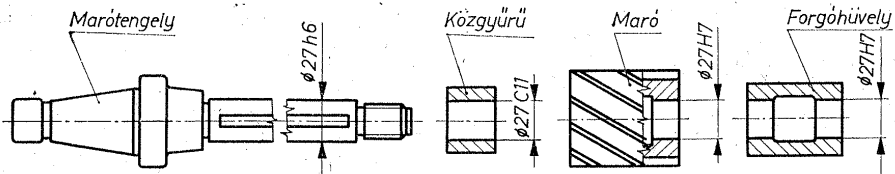
A gyakorlatban mind az alaplyuk- mind az alapcsap-rendszer alkalmazásának van jogosultsága. Általában az alaplyuk-rendszer az elterjedtebb.

Az illesztési rendszer megválasztása függ a gyártmány szerkezeti kialakításától, a gyártandó darabszámtól, a legelőnyösebb gyártási módtól, tehát a gyártmány előállítási költségeitől. Az illesztési rendszer választását befolyásoló néhány tényező: az alaplyuk-rendszer kevesebb dörzsárat és dugós idomszert igényel; fényesre húzott félggyártmányok használata esetén az alapcsap-rendszerben nagyobb költségek takaríthatók meg a húzott felületnek illesztett felületként való felhasználásával; a tengely gyakran egyszerűbben alakítható ki alapcsap-rendszerben, ha a tengelyhez különböző illesztésű elemek csatlakoznak.

Adott esetben előnyös lehet mindkét rendszert alkalmazni, és meghatározott illesztésekhez (pl. átmeneti és szilárd illesztésekhez) alaplyuk-rendszert, más illesztésekhez (pl. húzott előgyártmányok felhasználása esetén laza illesztésekhez) alapcsap-rendszert használni.

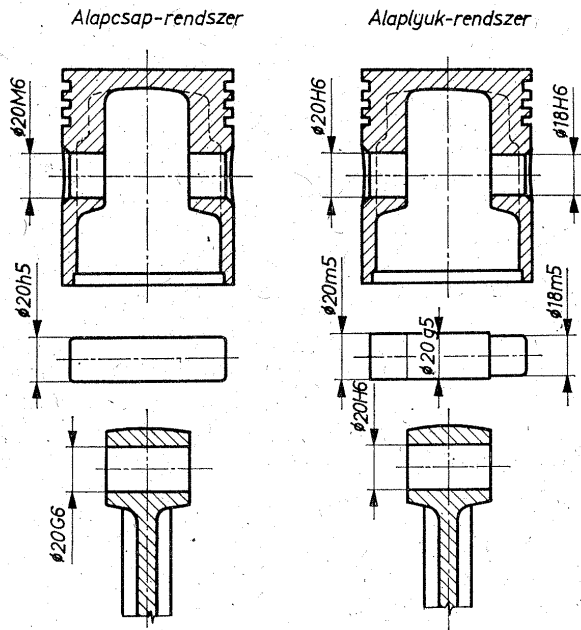
Néhány esetben előfordulhat, hogy az illesztési feladatot az alaplyuk- vagy alapcsap-rendszertől eltérő párosítással célszerű megoldani. Ilyen eset például, ha a csapként használt $m6$ tűrésű illesztőszeghez laza illesztéssel kapcsolódó elem furatára $E8$ tűrést írunk elő (ez az illesztés igen jó közelítéssel megfelel az alaplyuk-rendszer szerinti $H7/f7$ illesztésnek).

Az illesztési rendszer megválasztására a 48. és a 49. ábra mutat be példákat.



48. ábra

A 48. ábrán látható marótengellyel különböző rendeltetésű és tűrésű elemek párosíthatók úgymint marók, közgyűrűk és forgóhüvelyek. Minthogy az egyes akatrészek helye esetenként változik, a marótengely átmérőjének és tűrésének az illesztett rész teljes hosszában azonosnak kell lennie, és a csatlakozó elemek furattűrését kell a feladatnak megfelelően megválasztania, tehát alapsap-rendszer szerinti illesztést kell alkalmazni. A maró és a forgóhüvely furattűrése általános esetben $H7$, minthogy az illesztésnek csak központositást kell biztosítania, a forgatónyomatékok retesz viszi át. A közgyűrű – mivel csak tengelyirányú távolság biztosítása a feladata – laza illesztéssel csatlakozik a tengelyhez, tűrése $C11$.



49. ábra

A 49. ábra dugattyú és hajtórúd illesztésének alapsap-, illetve alaplyuk-rendszerben való megadására mutat példát. A példa jól szemlélteti, hogy az alapsap-rendszer választása egyszerűbb szerkezeti kialakításhoz vezet.

12.7. Az illesztések kiválasztásának szempontjai

Működés szempontjából szükséges illesztés előírásakor először az illesztés jellegét meghatározó betűjeleket célszerű kiválasztani és ezután dönteni a még megengedhető legnagyobb tűrésnagyságokról.

Illesztés céljára az IT5. . IT12 tűrés-alapsorozatok használatosak. Ennél durvább minőségek előírása nem illeszkedő felületek esetében fordul elő.

Az IT01. . IT4 tűrés-alapsorozatok elsősorban mérőeszközök és idomszerek gyártásához használatosak, de kivételesen alkalmazhatók egyéb alkatrészek tűrésezéséhez is, ha különleges pontossági követelményeket kell kielégíteni.

Az általános használatra szánt és az előnyben részesítendő tűrés- és illesztésválasztékot az 5.4., illetve az 5.5.4. szakasz foglalja össze.

12.8. Példák az illesztések kiválasztására

Az illesztés kiválasztására általános érvényű szabály nem adható. Az illesztés előírása ugyanis minden esetben külön megfontolást kíván, ha a működés, a gyártás és a szerelés területén minőség és gazdaságosság szempontjából optimális megoldást kívánunk biztosítani. Különösen szilárd illesztés esetében kell behatóan elemezni az illesztést befolyásoló minden tényezőt, mint pl. az átmérő, a kapcsolási hossz, a falvastagságok, az anyagminőség és a felületminőség. A 62. táblázatban található, az előnyben részesítendő illesztésválaszték használatára vonatkozó néhány gyakorlati példa csupán tájékoztatást nyújt az illesztések választásához.

Laza illesztések		Jellemzés, alkalmazás	Alkalmazási példák
H6/h5	Az illesztés közepes játéka igen kicsi. Elsősorban egymáshoz képest nem mozgó alkatrészek pontos központostására alkalmazható illesztés.		Lefejtő maró a marótengelyen. Robbanó motorok csapágyperselyei külső átmérőjének illesztése a fészekben.
H7/h6	Az illesztés közepes játéka kicsi. Főleg egymáshoz képest kézzel még éppen elforgatható vagy eltolható alkatrészek esetében alkalmazott illesztés.		Sebességváltók váltókerekei a tengelyen. Közmű kapcsolók. Csapágyperselyek és vezetőperselyek külső átmérőinek és befogadó furatuknak az illesztése. Indexcsapok és perselyük. Marók, forgóhűvelyek általános illesztése marótengelyekre.
H8/h8	Egymáson kézzel elforgatható vagy eltolható alkatrészekhez, amelyekben az előző illesztéshez viszonyítva nagyobb közepes-játék engedhető meg.		Tengelyen eltolható fogaskerekek. Osztott, vállas perselyek tengelyirányú illesztése. Relék, kapcsolók mozgórészeinek egyszerű illesztése. Csnuklók-álló csapjainak, csapszegek és általában a fényesre húzott anyagból készült csapoknak (tengelyeknek) az illesztése.
H11/h11 H12/h12	Olyan alkatrészekhez, amelyek esetében a könnyű szerelés és a nagy gyártási tűrés mellett viszonylag nagy játék engedhető meg.		Villamos készülékek elforduló tengelyeinek egyszerű illesztése. Állítógyűrű a tengelyen. Egyszerű csuklós rudazatok furati és csapjai. Féktengelyek és emeltyűk illesztése.
H6/g5	Egymáshoz képest igen kis játék mellett elmozduló alkatrészekhez. A játék kézzel nem érzékelhető.		Nagypontosságú szorítóhüvelyek vezetőrészének illesztése.

H7/g6 G7/h6	Egymáshoz képest kis játék mellett elmozduló alkatrészekhez. A játék kézzel nem érzékelhető.	Szerszámgépek siklócsapágypai. Vezetőperselyek. Forgattyús tengelyek forgattyúcsapjai a hajtorúd-csapágyban. Nagyobb átmérőjű központostító peremek.
H7/f7	Egymáshoz képest érzékelhető játék mellett elmozduló alkatrészekhez. Gyakran alkalmazott laza illesztés.	Általános pontosságú siklócsapágypak. Textiltalépek csapágypai. Tengelyen forgó fogaskerekek. Relék, kapcsolók, szabályozók mozgó részeinek finom illesztése.
H8/f8 F8/h8	Egymáshoz képest közepes játék mellett elmozduló alkatrészekhez.	Siklócsapágypak. Csnuklók laza illesztésű csapágypai. Könnyen szerelhető központostító elemek, ahol eleget az így biztosított egytengelyűség. Laza illesztésű bordás tengelykötések vezető átmérőjénél.
H7/e8 H8/e8 E8/h8	Egymáshoz képest nagyobb játék mellett elmozduló alkatrészekhez; nagy sebességű vagy erősebben felmelegedő csapágyazású sokhoz.	Erősen felmelegedő mozgótorosok, többszörösen megtámasztott tengelyek és kézi hajtások csapágyazása. Villamos forgógépek siklócsapágypai. Belső-égésű motorok szételvárosinak és dugattyúgyűrűinek vezetése. Csigák és csigakerekek csapágyazása. Nagy fordulat számú gépek siklócsapágypai, ha nagyobb játék kívánatos. Fényesre húzott anyagból készült csapok nagyobb játéktű illesztéssel.
H8/d9 D9/h8	Egymáshoz képest nagy játék mellett elmozduló alkatrészekhez.	Mezőgazdasági gépek siklócsapágypai. Vállas elemek illesztése, ahol a vállak és az ellendarab közötti játékot kell biztosítani. Közlóművek laza szíjtárcsái.

Laza illesztések		Alkalmazási példák	
Illesztés	Jellemzés, alkalmazás		
H11/q11 D11/h11	Egymáshoz képest nagy sebességgel mozgó vagy nagy játékokat igénylő illesztésekhez.	Mezőgazdasági és háztartási gépek siklócsapágái. Tengelyen forgó egyszerű görgők vagy konongók. Tömítőszelence és vezetéke, tömítőszelence és orsó.	
H11/e11	Egymáshoz képest nagy sebességgel mozgó, nagy játékokat igénylő illesztésekhez.	Mezőgazdasági és háztartási gépek siklócsapágái. Csuklópánt furata és csapja. Vezetőperem egyszerű fedélen.	
H11/a11	Igen nagy játékokat biztosító illesztés, egymáshoz képest elmozduló vagy mozgást nem végző alkatrészekhez.	Időjárás behatásainak és szennyeződésnek kitett siklócsapágák pl. mezőgazdasági gépeken. Bordás tengelykötések nem vezetők átmérői.	
Átmeneti illesztések			
H7/n6 N7/h6	Mereven kapcsolódó alkatrészek illesztése („ékelődő illesztés”). Forgatónyomaték átvitelére nem alkalmas, ilyen esetben elfordulás ellen külön biztosítás szükséges. Kalapácsütésekkel vagy kézi sajtóval szerelhető, ill. oldható.	A tengelyhez mereven kapcsolódó és elfordulás ellen pl. retesszel biztosított agyak, fogaskerekek, szíjtárcsák. Forgás közben lökészerű terhelésnek kitett alkatrészek.	
H7/m6 M7/h6		A tengelyhez mereven kapcsolódó és elfordulás ellen külön biztosított agyak, kerekek, tárcsák illesztőszegek.	

H7/k6 K7/h6	Viszonylag merev kapcsolatot biztosító illesztés, elfordulás ellen biztosítani kell. Kézi kalapáccsal könnyen szerelhető, többször szét szerelhető.	Lendítőkerekek, szíjtárcsák, fogaskerekek a tengelyen, kézikerekek, forgatókarok, illesztőperselyek.
H7/j6 J7/h6	Egymáshoz képest elmozdulást nem végző alkatrészek illesztése, ha merev kapcsolatra nincs szükség. Elfordulás és eltolódás ellen biztosítani kell. Kalapácsütésekkel, esetleg kézzel könnyen szerelhető.	Alkatrészek központosítása. Csapágyperselyek, illesztőperselyek külső átmérője. Villamos motorok pajzsának és állórészének illesztése.
Szilárd illesztések		
H7/r6	Kisebb forgatónyomaték átvitelére alkalmas szilárd kötés, elfordulás vagy eltolódás ellen nem szükséges külön biztosítani. Az alkatrészeket szereléskor nagy erővel egymásba sajtolni.	Házakba, kerékagyakba sajtolt perselyek. Tengelyre sajtolt fogaskerekek. Besajtoló csapok.
H7/s6 S7/h6		Perselyek. Fogaskerekek és csigakerekek bronz koszorú. Tengelyre melegen felhúzott alkatrészek.

A 12. fejezetben említett szabványok

- MSZ 4725-67 ISO illesztési rendszer. Előnyben részesítendő választék a gépipar részére 1 mm felett 500 mm-ig
- MI/4730/2-74 Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. Illesztések kiválasztása
- MI 7989-71 Gördülőcsapágyak. Csap- és fészekillesztések. Beépítési irányelvek

13. TŰRÉSNAGYSÁGOKHOZ RENDELHETŐ ÁTLAGOS ÉRDESSÉGEK

A tapasztalat azt igazolja, hogy a működés szempontjából szükséges tőrésnagyság és a megmunkált felületek átlagos érdessége (R_a) nem választható meg egymástól függetlenül. Bár a tőrésnagyság és az átlagos érdesség között egzakt összefüggés nem adható meg, a gyakorlat számára jó tájékoztatást ad a következő összefüggés:

$$R_a = kT^n$$

ahol:

- R_a az átlagos érdesség μm -ben
- T a tőrésnagyság μm -ben
- k a fokozattól függő állandó
- n állandó

A gyakorlati működési követelményekhez való alkalmazkodást az átlagos érdesség és a tőrésnagyság összefüggésének három fokozata: finom, közepes és durva, teszi lehetővé. Ezekhez a gyakorlati tapasztalatok alapján a következő állandók tartoznak:

- $k = 0,02$ finom fokozat esetén
- $k = 0,04$ közepes fokozat esetén
- $k = 0,08$ durva fokozat esetén
- $n = 0,8$ mindhárom fokozatra

Az összefüggés és az állandók felhasználásával kiszámított adatokat a 63., 64. és a 65. táblázat foglalja össze, és az 50. ábra szemlélteti.

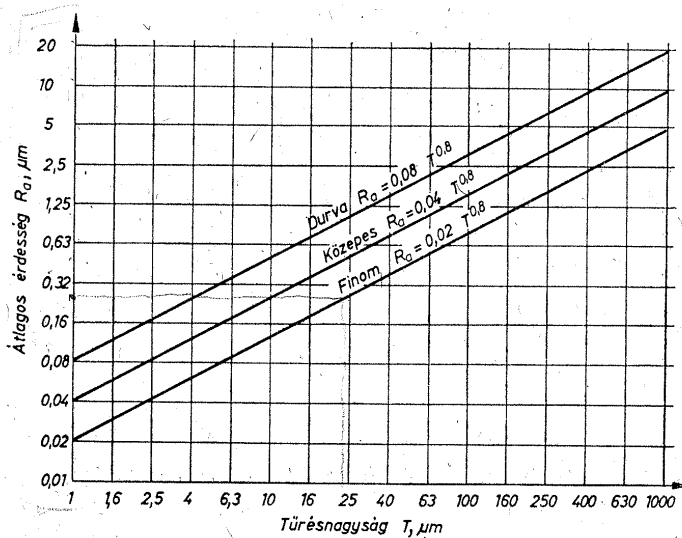
Az átlagos érdességek és a tőrés-alapsorozatok összefüggése
Finom fokozat

63. táblázat

Névleges átmérő-csoportok mm	Tőrés-alapsorozatok															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
felett																
3						0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80
6						0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160
10						0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320
18						0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640
30						1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280
50						2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560
80						5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120
120						10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240
180						20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480
250						40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960
315						80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920
400						160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840
500						320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680

Névleges átmérő- csoportok mm		Tűrés-alapsorozatok															
		IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
felelt -ig		Átlagos érdesség R_a μm -ben															
3	6	0,04	0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280
6	10	0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560
10	18	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120
18	30	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240
30	50	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480
50	80	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960
80	120	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920
120	180	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840
180	250	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680
250	315	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360
315	400	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360	1310720
400	500	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360	1310720	2621440

Névleges átmérő- csoportok mm		Tűrés-alapsorozatok															
		IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
felelt -ig		Átlagos érdesség R_a μm -ben															
3	6	0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560
6	10	0,16	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120
10	18	0,32	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240
18	30	0,63	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480
30	50	1,25	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960
50	80	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920
80	120	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840
120	180	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680
180	250	20	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360
250	315	40	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360	1310720
315	400	80	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360	1310720	2621440
400	500	160	320	640	1280	2560	5120	10240	20480	40960	81920	163840	327680	655360	1310720	2621440	5242880



50. ábra
Átlagos érdességek a tűrésnagyság függvényében

A táblázatok az átlagos érdesség számértékeit a tűrés-alapsorozatok és az átmérőcsoportok függvényében adják meg az 500 mm-ig terjedő mérettartomány számára az MI 4730/4–73 alapján.

A táblázatokban található számértékek megegyeznek az MSZ 4722–72 szerint előnyben részesítendő átlagos érdességeknek.

A 13. fejezetben említett szabványok

MSZ 4722–72
MI 4730/4–73

Felületi érdesség. Számértékek
Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. Tűrésnagyságokhoz rendelhető átlagos érdességek

14. A MÉRET- ÉS AZ ALAKTŰRÉSEK ÖSSZEFÜGGÉSE

Külön előírás hiányában a mérettűrések az alaktűréseket is határozzák. A mérettűrés megszabta határok között az alkatrész felületei bárhogyan elhelyezkedhetnek, tehát szélső esetekben az alakeltérés a teljes mérettűrést kihasználhatja.

A gyakorlatban a szélső eset azonban alig fordul elő, egyrészt, mert ebben az esetben a méreteltérést okozó összes többi tényező értékének (pl. a szerszámbeállításból, szerszámkopásból eredő méretszóródásnak) nullának kellene lennie, másrészt, mert a gyártási adottságok többnyire biztosítják, hogy az alaktűrések a mérettűréseknél lényegesen kisebbek legyenek. Ennek ellenére célszerű minden olyan esetben előírni az alaktűrést, amikor annak a mérettűrésnél feltétlenül kisebbnek kell lennie. Ilyen előírás hiányában ugyanis nem utasítható vissza a megengedett mérettűréssel közel azonos alakeltérésű alkatrész sem.

Alaktűrések előírhatók tűrés nélküli méretek esetében is, tehát amikor a tűrésetlen méretek MSZ 6300-ban szabályozott pontossága érvényesül.

Az alakhűség előírására alkalmazható pontossági fokozatokat, és ezeken belül a tűrések számszerű értékeit, a 10. fejezet tartalmazza.

Az alaktűrések géprajzon történő előírásmódja a 7.4. szakaszban található.

A szabványos tűrésekkel előírt mérettűrések és az alaktűrések (a köralakúság, a hengeresség, az egyenesség és a síklapúság tűrése) között levő összefüggéseket az MI 4730/5–74 alapján foglaljuk össze.

14.1. A köralakúság és a hengeresség tűrésének összefüggése a mérettűrésekkel

Ha az alkatrész felülete tetszőlegesen helyezkedhet el a mérettűrések megszabta határok között, akkor sem szükséges külön alaktűrést előírni. Ilyenek a következő esetek:

- szabad (nem csatlakozó) méretek,
- játékkal csatlakozó olyan alkatrészek, amelyek esetében a játék feladata csak a szerelhetőség biztosítása, és az alkatrészek egyáltalán nem vagy csak ritkán mozdulnak el egymáson,
- átmeneti és szilárd illesztésű olyan alkatrészek, amelyekkel szemben különleges pontossági követelményeket nem támasztanak, ismételt szétszerelésük és összeszerelésük nem várható, működés közben pedig nincsenek ütésnek, zárasnak és hasonló dinamikus igénybevételeknek kitéve.

Az alaktűrések számszerű előírásához a következő irányelvek ajánlhatók:

- normál pontosság esetén: *A* pontossági csoport,
- fokozott pontosság esetén: *B* pontossági csoport,
- különleges pontosság esetén pedig: *C* pontossági csoport.

Az alakműrések pontossági csoportjait a következő szempontok alapján célszerű kiválasztani:

Normál pontosságú alakműrés (*A*) írható elő:

- laza illesztésű olyan alkatrészekre, amelyek kis terhelés mellett kis sebességgel mozdulnak el egymáson, és amelyek futáspontosságával és súrlódási viszonyaival kapcsolatban nincsenek különleges követelmények;
- átmeneti és szilárd illesztések esetében, ha többszöri szét- és összeszerelés szükséges, és többszöri szerelés után sem engedhető meg az illesztés megsabta határok – a legnagyobb játék vagy legkisebb fedés – túllépése;
- idomszerek mérőfelületei és egyéb kis mérettűréssel készülő mérőfelületek esetében, ha a felület alakhűségével kapcsolatban nincsenek ennél szigorúbb megkövetések.

Fokozott pontosságú alakműrés (*B*) írható elő:

- laza illesztésű, egymáson közepes terhelés mellett közepes sebességgel elmozduló alkatrészekre, ha a futáspontossággal vagy a tömítéssel kapcsolatban fokozott követelmények állnak fenn;
- átmeneti és szilárd illesztések esetén, ha nagyobb a pontossági és szilárdsági követelmények, a dinamikus igénybevételek, továbbá, ha az alkatrészek nagy sebességgel mozdulnak el egymáson.

Különleges pontosságú alakműrés (*C*) írható elő:

- laza tűrések esetén nagy sebesség és terhelés, továbbá különleges futáspontossági és tömítési követelmények esetében;
- átmeneti és szilárd illesztések esetében, ha nagy sebességgel, terheléssel vagy dinamikus igénybevétellel nagy pontossági és kötőszilárdsági követelmények párosulnak.

A fentiekben túlmenő pontosságú alakműrések előírását akkor célszerű fontolóra venni, amikor igen nagy követelményeket kell támasztani az élettartam, a futáspontosság, a minimális súrlódás, a zajtalan járás és a nagy nyomáson való hermetikus tömítés tekintetében.

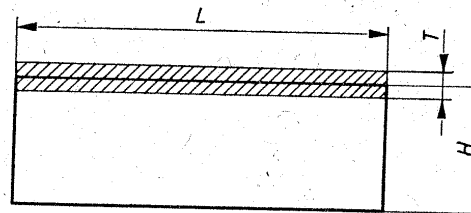
Az egyes tűrésminőségekhez rendelhető normál (*A*), fokozott (*B*) és különleges (*C*) pontosságú köralakúsági és hengerességi tűréseket, ill. az MSZ 14 002 szerinti pontossági fokozatokat a táblázat tünteti fel. Az *A* csoportban az alakeltérés, a kisebb átmérők esetében, a mérettűrés 50%-át teszi ki. Az átmérők növekedésével ez az arány mintegy 30%-ig csökken, minthogy az átmérőméretek növekedésével az *IT* tűrésminő-

ség értéke nagyobb mértékben növekszik mint az alakműrések értéke. A *B* csoportban az alakműrések a mérettűrések 33–20%-át, a *C* csoportban pedig 20–12%-át teszik ki, az *A* csoporthoz hasonló megoszlásban.

14.2. Az egyenesség és a síklapúság összefüggése a mérettűrésekkel

Az egyenesség és síklapúság eltérésére is érvényes az a szabály, hogy külön előírás hiányában ezeket is a rájuk vonatkozó mérettűrések határolják. Az egyenesség és síklapúság kapcsolata az eltérést határoló mérettűréssel, és az ehhez tartozó névleges mérettel nem olyan közvetlen, mint a köralakúság és a hengeresség esetében. A síklapúság és az egyenesség tűrésértékei ugyanis egy pontossági fokozaton (MSZ 14 002) belül az egyenes vagy a sík hosszmeretétől függően változnak, és nincsenek összefüggésben az eltérést határoló mérettűréshez tartozó névleges mérettel, míg a köralakúság és a hengeresség esetében mind az alakműrések, mind a mérettűrések ugyanarra a névleges méretre – az átmérőre – vonatkoznak. Ezért az egyenesség és a síklapúság tűrésének a mérettűrésekkel való összefüggésére nem adható a 66. táblázathoz hasonló összefüggés.

Az előzőek az alábbi példával szemléltethetők. Az egyenesség és síklapúság eltérésének mérettűrésekkel való határolására jellemző az 51. ábrán vázolt eset. A *H* méret *T* tűrése az *L* hosszúságú sík alakműrését is határolja, tehát egyéb előírás hiányában az alakeltérés a mérettű-

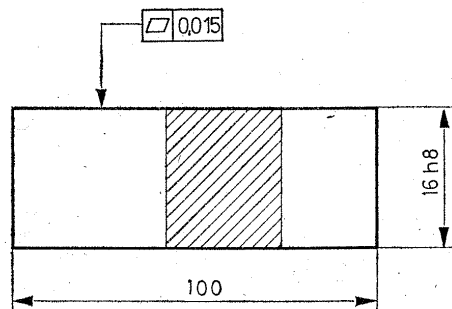


51. ábra

tűrés határain belül tetszőlegesen helyezkedik el. Az adott mérettűrés által így meghatározott alakműrés pontossági fokozata (MSZ 14 002) azonban az *L* méret nagyságától függően különböző lehet. Például, ha a *H* mérete és tűrése 16 h8 ($T = 0,027$ mm), akkor ez $L = 24$ mm jellemző méretű sík esetében X. pontossági fokozatú, $L = 110$ mm esetében pedig VIII. pontossági fokozatú alakműrésnek felel meg.

A méret- és az alakműrések között egyenesség és síklapúság esetében fennálló fent ismertetett összefüggések következtében, továbbá

mert ilyen esetben sokszor a mérettűréseknek funkcionális kapcsolata sincs az alaktűrésekkel, az alaktűrések nagyságát minden esetben a működési szempontok alapján kell meghatározni, illetve ellenőrizni. Ha az alaktűrésnek kisebbnek kell lennie a mérettűrésnél, ezt a rajzon külön elő kell írni (52. ábra).



52. ábra

A 14. fejezetben említett szabványok

MSZ 6300-72	Tűrésetlen méretek pontossága
MSZ 14 002-64	Felület alakjának és helyzetének tűrésértékei
MI 4730/5-74	Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. A méret- és az alak-tűrések összefüggése

15. NEM ILLESZKEDŐ MÉRETEK TŰRÉSE

Gyakran előfordul, hogy a nem illeszkedő felületeket meghatározó méreteket is tűrésezni kell valamilyen ok miatt. Az esetek egy részében ezek a tűrések is előírhatók szabványos tűrésjelekkel, ami a rajzot egyszerűbbé és áttekinthetőbbé teszi.

Ebben a fejezetben azokat az eseteket foglaljuk össze, amikor az illeszkedéstől eltérő okok indokolják a tűrésezést, majd példákkal szemléltetjük a nem illeszkedő felületeket meghatározó méretek tűréseinek szabványos tűrésekkel történő megadását az MI 4730/6-73 előírásai alapján. A tűrések rajzon ez esetben is a 7. fejezetben ismertett módon adhatók meg.

15.1. Alkalmazási szempontok

A mérettűrések megadásának nemcsak illeszkedés biztosítása lehet a célja, hanem a nem illeszkedő felületeket meghatározó méretek tűrésezése is:

- az egész szerkezet (mechanizmus) *működési pontosságát* meghatározó méretek esetében (pl. karos mechanizmusok);
- alkatrészek *együtműködését* biztosító méretek esetében (1. példa);
- *más felületek jellemzőit* - alakját, méretét, tűrését stb. - befolyásoló felületek méretei esetében (2. példa);
- *méretlánc* tagját képező méretek esetében (3. és 4. példa);
- az alkatrész *szilárdságát* meghatározó, vagy alakváltozását határoló méretek esetében (5. és 13. példa);
- a *szerezhetőséget*, illetve *cserélhetőséget* befolyásoló méretek esetében (5. példa);
- *fizikai mennyiségeket* - tömeget, ertő, felületet, térfogatot stb. - befolyásoló méretek esetében (6. példa);
- a gyártás folyamán az alkatrész helyzetét meghatározó felületek, a *technológiai bázisok* méretei esetében (7. példa);
- egyéb *gyártási követelményekkel kapcsolatos* méretek esetében (8. és 9. példa);
- a mérést, ellenőrzést biztosító vagy elősegítő felületek méretei, ezen belül a *mérési bázisok* méretei esetében (10., 11. és 12. példa);

A nem illeszkedést biztosító mérettűréseket többnyire a határeltérések számszerű megadásával írják elő, de sok esetben célszerűbb szabványos tűrésekkel való megadásuk, amiből többek között a következő előnyök származnak:

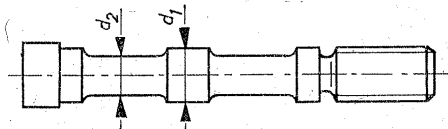
- a méretek és tűrések közötti összefüggés jól áttekinthető;
- biztosítható az összhang a különböző alkatrészek azonos rendeltetésű méreteinek tűrésezésében;
- a gyártáshoz szabványos szerszámok használhatók;
- a méretek szabványos idomszerekkel ellenőrizhetők.

A nem illeszkedést biztosító mérettűrések a gyakorlatban többnyire az alapvonalhoz alulról, illetve felülről csatlakozó tűrések (h , H), vagy az alapvonalhoz szimmetrikusan (j_s , J_s) vagy közel szimmetrikusan (j , J) elhelyezkedő tűrések. Az egy irányba néző lépcsős felületek méretei - minthogy sem csap; sem lyukméretnek nem tekinthetők - nem tűrésezhetők tűrésjellel. Ebben az esetben a tűrés az IT

minőség megadásával írható elő (pl.: $\pm IT12$). Ilyen tűrésmegadás azonban csak általános előírásként alkalmazható — pl. a méretek táblázatában való megadása esetében — számmal megadott méretek mellett a tűrés ilyen módon nem tüntethető fel.

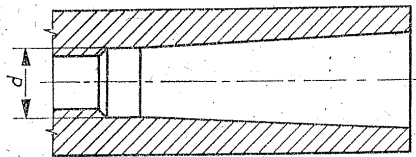
15.2. Példák

1. *példa.* A nagy terhelésű, változó igénybevételű csavaroknak — pl. osztott hajtórúdfejet összefogó csavaroknak (53. ábra) — nemcsak az illesztett d_1 méretet, hanem a nem illesztett d_2 méretét is szűk tűréssel indokolt előírni: d_1 g6 és d_2 h7 ezzel egyrészt a csavar mechanikai jellemzői az előírt határok között tarthatók, másrészt biztosítható az együttműködő csavarok jellemzőinek a megengedett szóródáson belüli azonossága.



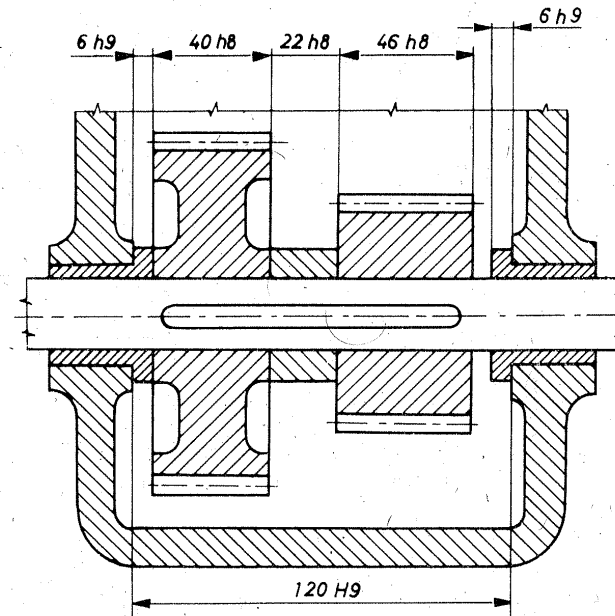
53. ábra

2. *példa.* A belső kúpok kifutását általában furat biztosítja. Az 54. ábrán látható szerszámkúp esetében a furatba nem illeszkedik ellen-darab, de a furat méretszóródását mégis meg kell kötni, mert befolyásolja a kúp működő hosszát. Így a közelítőleg 1:20 kúposágú Morse szerszámkúpok esetében a d furatátmérő 1 mm-rel való növekedése a kúp működő hosszát 20 mm-rel csökkentené. Az ábra szerinti d átmérőjű furat tűrése nemzetközi szabványajánlások alapján H11. Meredekebb kúpok esetében a tűrés nagyobb lehet, így a 7:24 kúposágú szerszámkúpok kifutását biztosító furatok tűrése H12.



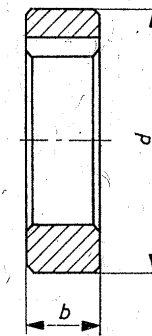
54. ábra

3. *példa.* Alkatrészek zárt méretláncot képező méretei esetében alkalmazható tűréselőírásra látható példa az 55. ábrán. A feltüntetett méretek és tűrések esetében a biztosított tengelyirányú játék eredőméretként számítható (az ábrán nincs beméretezve).



55. ábra

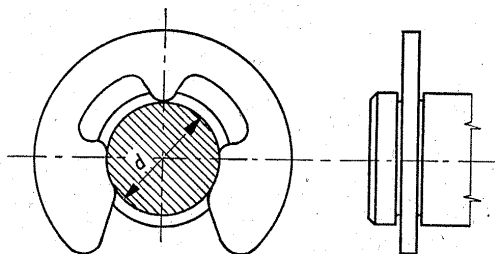
4. *példa.* Marótengelyekhez való közgyűrűk (56. ábra) a marószerszámok tengelyirányú helyzetét határozzák meg. Az egymáshoz fekvő



56. ábra

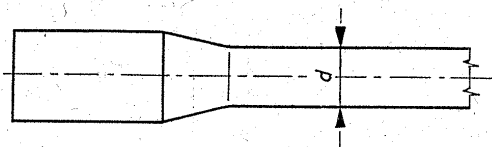
közgyűrűk b szélességi méreteit nyílt méterláncot alkotnak, tűrésük pedig szimmetrikus elrendezésű (j_s12). A közgyűrű d külső átmérője sem illeszkedő méret, tűrésezését legnagyobb kiterjedésének határolása indokolja. Ajánlott tűrése: $h11$.

5. *példa.* Tengelyek, illetve csapok tengelyirányú elmozdulását határoolja az 57. ábrán bemutatott rögzítőlemez. A tengelyen levő körhorony átmérőjét azért kell tűrésezni, hogy egyrészt a rögzítőlemez rugózva szoruljon rá, másrészt szereléskor – a horonyba való sugárirányú benyomáskor – ne lépjen fel maradó alakváltozás. A d átmérő tűrése: $h11$.



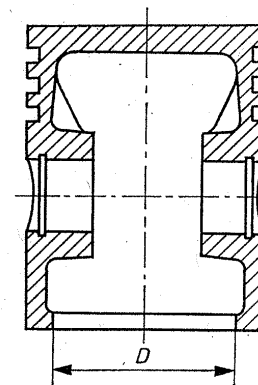
57. ábra

6. *példa.* A szakítóvizsgálatokhoz használt kör szelvényű próbatestek d átmérőjét (58. ábra) azért tűrésezik, hogy a feszültség a névleges mérettel legyen számítható. A d átmérő tűrése $j12$.



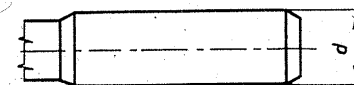
58. ábra

7. *példa.* Belsőgésű motorok dugattyúinak D mérete (59. ábra) nem működő méret. Tűrésezésével a különböző műveletekben azonos helyzetben való befogás biztosítható a dugattyú gyártásakor (technológiai bázisméret). A D átmérő tűrése: $H7$.



59. ábra

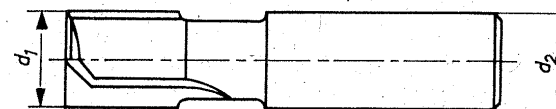
8. *példa.* Menethengerlő eljárással készített csavarmenetek esetében a menetes rész hengerlés előtti átmérőjének d névleges mérete (60. ábra) a menet adatai és alapeltérése alapján számítható ki. Az így kiszámított méretet a menettűréstől függő tűrésnagysággal kell ellátni. A szokásos tűrések: $h6$, $h7$ vagy $h8$.



60. ábra

9. *példa.* A forgó mozgást végző szerszámok dolgozó részének átméretűrésezését felhasználásuk befolyásolja. A tűrésezett hornyok előállítására való hosszlyukmarók dolgozó részének (d_1) szabványos átméretűrése: $e8$ (61. ábra), hogy minden szabványos tűrésű ($D10$, $H8$, $J9$, $N9$, $P9$) reteszhorony előállítására alkalmasak legyenek.

Olyan marószerszámok esetén, amelyek átméretűrést ilyen technológiai szempontok nem befolyásolják, és a tűrésezés célja csupán a szóródás korlátozása, általában durvább, szimmetrikus elhelyezkedésű tűrést alkalmaznak. Így az ujjmarók dolgozó részének szabványos tűrése: j_s14 .

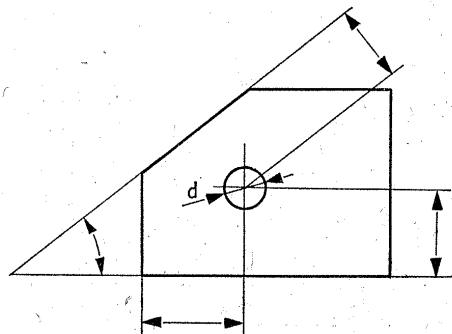


61. ábra

Nem tekinthetők illeszkedő felületnek a hengeresszárú szerszámok szárátmérői sem (d_2), minthogy ezeket állítható szerszámbe fogókkal (pl. szorítóhüvellyel, tokmánnal) fogják be. Méretszóródásuk határolása azonban indokolt, tűrésük szokásos értéke: h8.

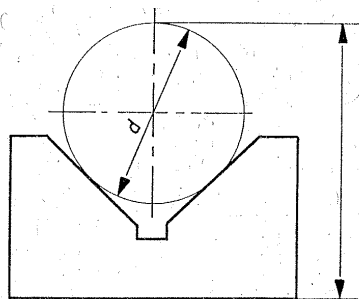
Részben hasonló meggondolások indokolják a hidegen húzott köracélok átmérőinek h9 vagy h11 tűrését.

10. példa. Az egymáshoz képest szög alatt álló felületek helyzetének meghatározását és ellenőrzését könnyíti meg az alkatrészbe fűrt H7 tűrésű furat (mérési segédbázis) (62. ábra).



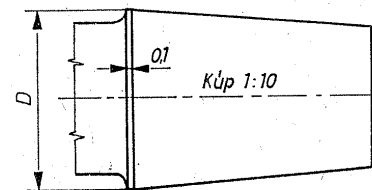
62. ábra

11. példa. Prizmák szög alatt álló felületeinek helyzete egyértelműen meghatározható mérőcsap segítségével (63. ábra). A mérőcsap tűrése (h6) a prizma fektethető ellendarab tűréseinek figyelembevételével határozható meg.



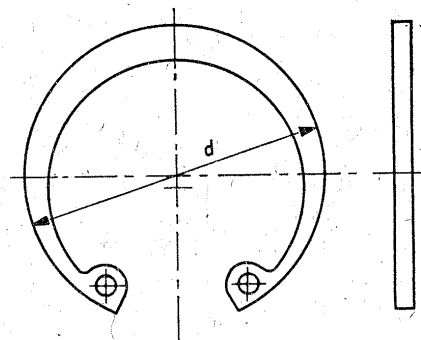
63. ábra

12. példa. Kúpok tengelyirányú helyzetének egyszerű meghatározását és ellenőrzését teszi lehetővé a kúp palástfelületének szűk tűrésű (j6), rövid hengerfelülethez való csatlakoztatása (64. ábra).

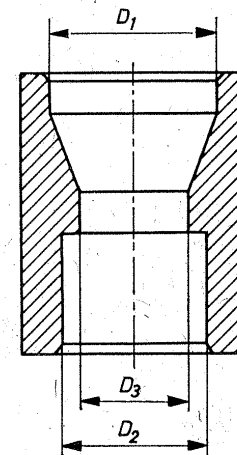


64. ábra

13. példa. A furatokhoz való rögzítőgyűrű d átmérője (65. ábra) ellenőrző készülékének (14. ábra), (mérőméretei is ISO-tűrésekkel vannak előírva: D_2 H6 és D_3 K6. A mérési előírás szerint a D_3 furaton való áthúzás után a rögzítőgyűrűnek a D_2 furatból a saját súlyának hatására nem szabad kiesnie.



65. ábra



66. ábra

A 15. fejezetben említett szabvány

MI 4730/6-75

Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. Nem illeszkedő méretek tűrése

A tűrésekkel és illesztésekkel kapcsolatos országos szabványok és nemzetközi szabványjellegű dokumentumok

MSZ 180-63	Tűrés és illesztés alapfogalmai
MI 487-52	Tűréstechnikai számítások
MSZ 1851-67	ISO illesztési rendszer. Alapelvek
MSZ 1852-63	ISO illesztési rendszer. Tűrés-alapsorozatok 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1853-63	— Alapeltérések 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1854-67	— Szabványos csaptűrések, lyuktűrések és illesztések jelölése
MSZ 1856-72	— Idomszerek mérőméretei, tűrései és jellemző adatai
MSZ 1865-63	— Csapok szabványos tűrései 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1866-63	— Lyukak szabványos tűrései 500 mm névleges átmérőig
MSZ 1867-72	— A munkadarabok tűréseinek idomszeres ellenőrzése
MSZ 1868-63	ISO tűrés-alapsorozatok kerekített értékei
MSZ 1869-67	ISO illesztési rendszer. Általános választék 1 mm-től 500 mm-ig
MSZ 4725-67	— Előnyben részesítendő választék a gépipar részére 1 mm felett 500 mm-ig
MSZ 4728-69	— Tűrésválaszték 0,1 mm-nél nem kisebb, 1 mm alatti méretekre
MSZ 4729-63	— 500 mm feletti névleges átmérőkre 3150 mm-ig
MI 4730/1-73	Az ISO illesztési rendszer felépítése és alkalmazásának irányelvei. Az illesztési rendszer felépítése
MI 4730/2-74	— Illesztések kiválasztása
MI 4730/3-73	— Az illesztések áttekintő táblázatai
MI 4730/4-73	— Tűrésnagyságokhoz rendelhető átlagos érdességek
MI 4730/5-74	— Illesztésekhez tartozó alak- és helyzettűrések
MI 4730/6-73	— Nem illeszkedő méretek tűrésezése
MSZ 6300-72	Tűrésezett méretek pontossága
MSZ 14 001-66	Az alakhűség és a helyzetpontosság alapfogalmai
MSZ 14 002-64	Felület alakjának és helyzetének tűrésértékei
MSZ 14 005-66	Gépipari szögméretek tűrései

ISO/R 286-62	ISO illesztési rendszer. Általános rész, tűrések és eltérések
ISO/R 1101-69	Alak- és helyzettűrések. I. rész. Általános előírások, jelképek és rajzjelek
ISO/R 1829-70	Tűrésválaszték általános felhasználásra
ISO/R 1938-71	ISO illesztési rendszer II. rész. Egyszerű munkadarabok ellenőrzése
KGST/RSZ 7-73	Felületek alak- és helyzeteltérései. A határ-eltérések számértékei
KGST/RSZ 327-65	Felületek alak- és helyzeteltérései. Fogalmak és meghatározások
KGST/RSZ 328-68	Szögméretek és kúpszögek tűrései
KGST/SZT 144-75	A KGST egységes tűrés- és illesztési rendszere. Tűrések és ajánlott illesztések
KGST/SZT 145-75	A KGST egységes tűrés- és illesztési rendszere. Általános elvek, tűrés- és alapeltérés-sorozatok
KGST/SZT 157-75	Sima határmérő idomszerek az 500 mm-ig terjedő lyukak és csapok számára. Tűrések

Irodalom

- Avar István:* Az alakhúság és a helyzetpontosság értelmezése és előírása a gépgyártásban, Szabványügyi Közlemények 19. k. 1967. január 1. sz.
- Dietrich, J.:* Toleranzen im Nennmassbereich über 500 mm
Werkstattstechnik und Maschinenbau, 1957. Nr. 33.
- Дунин – Барковский, Н. В.:* Основы взаимозаменяемости и технические измерения. Машиностроение, 1964.
- Gyulai Z.:* Tűrésetlen méretek. Szabványügyi Közlemények 18. k. 1966. július 7. sz.
- Hindmarsh, G. W.:* Manufacturing tolerance allocation. Engineer, 52. k. 7/8 sz.
- Kienzle, O.:* Geschichte der Passungen, DIN Mitteliungen, 51. k. 3. sz.
- Lechner E.:* A „tűrés” és „illesztés” fogalmának fejlődésmenete, Szabványügyi Közlemények, 16. k. 1. sz. 1964.
- Lechner E.:* A tűrésezés választásának technológiai szempontjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- Lechner E.:* A legnagyobb anyagterjedelem elve. Szabványügyi Közlemények. 18. k. 12. sz. 1966.
- Lechner E.:* Mérés és illesztés. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1956.
- Lomb F.:* A Renard-számok szerepe a szabványosításban. Szabványügyi Közlemények, 16. k. 11. sz. 1964.
- Ландон, Ю. Н.:* Функциональная взаимозаменяемость в машиностроении. Машиностроение, 1967.
- Majdán I.:* A tűrésetlen méretek pontosságáról. Szabványosítás, 1973. 3. sz.
- Majdán I.:* A KGST-tagállamok egységes tűrés- és illesztésrendszere. Szabványosítás, 1972. 11. sz.
- Majdán I.:* A KGST egységes tűrés- és illesztési rendszere. Szabványosítás, 1974. 3. sz.
- Majdán I.:* Az egységes gépipari tűrés- és illesztésrendszer kialakításának főbb elvei és létrehozásának feltételei a KGST-ben. A II. Gépipari Szabványosítási Konferencián elhangzott előadás (1973. július 10 – 14).
- Палей, М. А.:* Отклонения формы и расположения поверхностей. Изд. стандартов, м., 1965.
- Dr. Solti E.:* A gazdaságos gyártás tűréstechnikai számításai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968.
- ISA Bulletin 25. sz. 1940.