



## MŰSZAKI ÁBRÁZOLÁS IV. TŰRÉSEK, ILLESZTÉSEK, FELÜLETI ÉRDESSÉG

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A megmunkált munkadarabok, gépalkatrészek felületei **csak látszólag simák**. A valóságban a felületükön a megmunkálások során különféle egyenetlenségek keletkeznek. Ennek oka lehet a **szerszámok élének pontatlansága, kopása, rossz technológiai paramétereiből, rezgésből, lengésből** adódó hibák. Az alábbi ábrákon kézi reszelővel megmunkált felületek láthatók. A felületeken jól megkülönböztethető a megmunkálás iránya, minősége, a megmunkáló eszköz minősége. Mindezek meghatározzák az elkészült munkadarab felületi minőségét.



*1. ábra Megmunkálási nyomok*



2. ábra Megmunkálási nyomok

A munkadarabok, gépkatrészek felületi minősége hatással van a méret és alakpontosságra is. Amennyiben a méret és alakpontosságra nem figyelünk, rosszul működő, vagy akár nem működő szerkezet is lehet a gyártás eredménye!

Fontos tehát a megfelelő felületi minőség előállítása, anélkül, hogy fölösleges többletköltséggel a szükségtelenül sima felületet állítanánk elő.

A "Szakmai információtartalmat" a következő kérdésekre figyelve olvassa végig:

- Miért fontos a tárgyak, munkadarabok, szerkezeti elemek felületi érdessége?
- Mitől függ a tárgyak, munkadarabok, szerkezeti elemek felületi érdessége?
- Milyen tulajdonságai vannak a vizsgált felületnek?
- Milyen mérőszámokat alkalmazunk az érdesség meghatározására?
- Milyen lehetőségek vannak az érdesség értékeinek jelölésére a műszaki rajzokon?
- Hol helyezkedhet el a tűrésmező?
- Két alkatrészt hogy tudunk egymáshoz illeszteni?

## SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

### FELÜLETI ÉRDESSÉG

#### 1. A felületi érdesség jelentősége

- A gépek működése során a gépelemek egymáshoz képest gyakran elmozdulnak, miközben a felületek egymáson elcsúsznak. A **mozgás, súrlódás következtében kopás, melegedés jön létre**. Minél simább a felület, annál kevésbé kopnak, és melegszenek a gépelemek.
- Az illeszkedő gépelemek, mint a tengely és csapágy **méretpontosságát befolyásolja a felületi érdesség**, ezért ezeket előírt felületűre kell megmunkálni.
- Vannak tárgyak, amelyek **külső megjelenésének** igen nagy szerepe van a működése során, ezeknél a felületi minőséget különös gonddal kell kialakítani, fényesítéssel, vagy éppen utólagos érdesítéssel, recézéssel.
- A felületminőség meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy a felülettel szembeni túlzott igények rontják a **gazdaságosságot**, áttételesen hatással vannak a környezetvédelemre is.

## 2. A felületi érdességgel kapcsolatos alapfogalmak

Az alábbi táblázat az érdesség geometriai jellemzőit tartalmazza

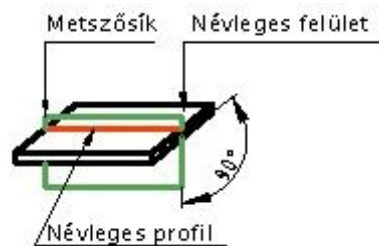
Sorrend	A geometriai jellemző neve	A geometriai jellemző létrejöttének oka	A geometriai jellemző mértékének megállapítása	A nagytás nagyságrendje
1.	Alakeltérés Síkalapúság-eltérés Köralak eltérés Hengeresség eltérés Kúposság stb.	Munkagép, szerszám és munkadarab kopása vagy deformációja, befogási hibák, elhúzódasok stb.	Hossz- és szögmérés	Makro geometria
2.	Hullámosság	Munkagép, szerszám és munkadarab lengése, rezgése, szerszám excentrikus befogása, munkadarab, szerszám alakeltérése		
3.	Érdesség barázdák	Forgácsolási jellemzők: előtolás, fogásmélység, forgácsolási sebesség, szerszám élgeometriája	Geometriai vagy fizikai felületvizsgálat	Mikro geometria
4.	A barázdák felületén levő: Rovátkák Repedések stb.	A munkadarab anyaga, szerszám anyaga, kenés, hűtés stb.		
5.	Kristályszerkezeti változások	Elektrokémiai folyamatok, maratás, korrózió stb.		
6.	Mikro érdesség	Fizikai és kémiai hatások, abszorpció, térrács zavarok stb.	Fizikai mérések (ultramikroszkópia)	Szubmikrogeometria

A felületi érdesség meghatározásához tartozó fogalmak:

Az érdesség a munkadarab felületén lévő kistérközű jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő szabálytalanság.

– Névleges felület

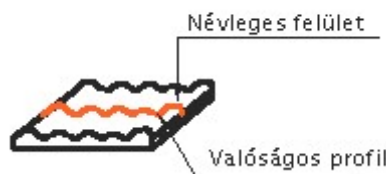
Az alkatrész műszaki rajzán ábrázolt és a **méretekkel meghatározott felületei**. Ezek mértani ideális elméleti felületek, melyek a gyakorlatban nem valósíthatók meg, a tőlük való eltérés mértéke azonban igen fontos.



3. ábra. Névleges felület

– Valóságos felület

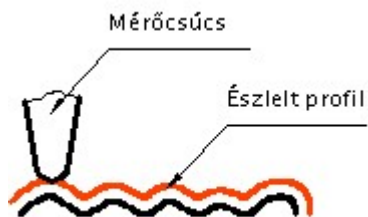
A testet határoló **tényleges felület**, amely **különbéle gyártási egyenetlenségek miatt eltér a névleges felülettől**. Jellemzője a valóságos profil, amelyet többnyire a felület mintázatára merőleges síkkal képezünk.



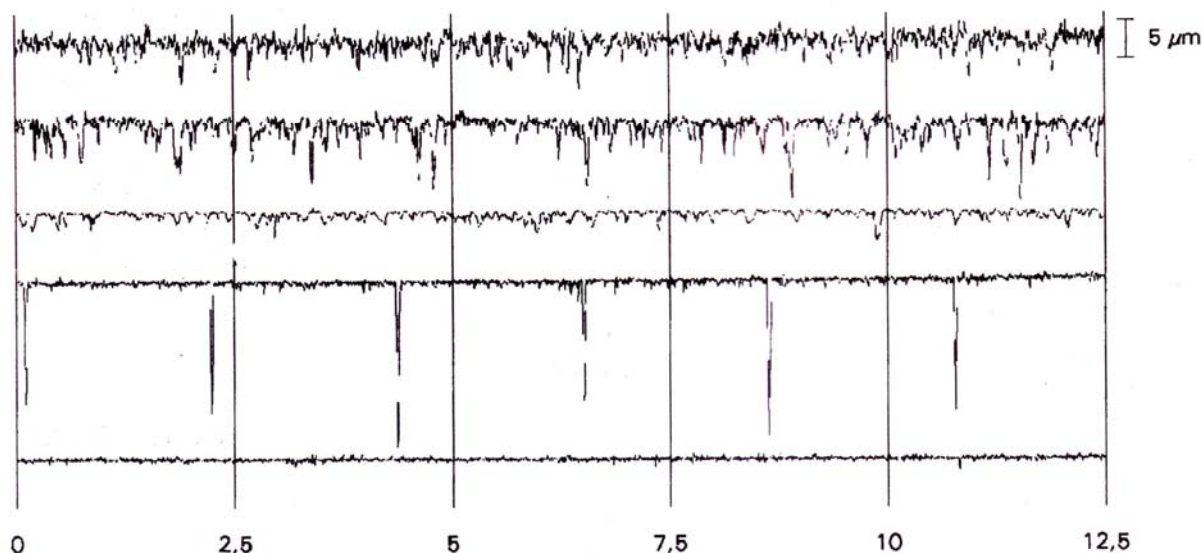
4. ábra. Valóságos profil és valóságos felület

– Észlelt felület

A **meréssel meghatározott felület**, amely, a **különbéle mérési pontatlanságok miatt eltér a valóságos felülettől**, lehetőség szerint minél kisebb mértékben. A profilt az ideális geometriai felületre merőleges sík metszi ki a munkadarabból.



5. ábra. Észlelt profil és valóságos profil



6. ábra. Az érdesség mérés eredménye

### 3. Az érdességi jellemzők meghatározása

A felületi érdesség a munkadarab felületén lévő, a felület mértani jellegű egyenetlenségeinek a megmunkálásból eredő jellegzetes mintázatot mutató kis térközű része.

Az érdesség meghatározására különböző módszerek alakultak ki.

**$R_a$  átlagos felületi érdesség:** az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományban.

**$R_z$  egyenetlenség magasságot:** az alaphosszon belül észlelt öt legmagasabb és öt legalacsonyabb pontjának a középvonaltól mért távolság.

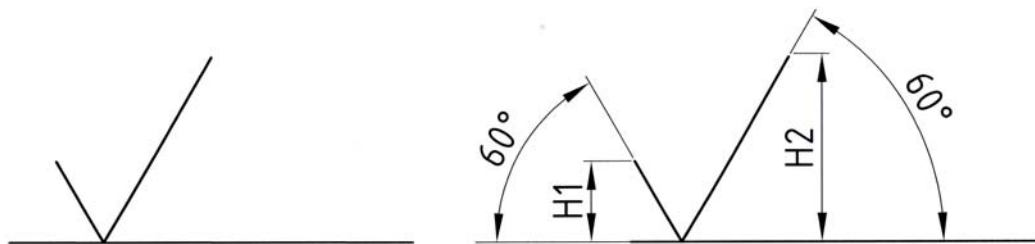
Az átlagos érdesség és az egyenetlenség magasság értékeit az alábbi táblázatok tartalmazzák.

Átlagos érdesség $R_a$ , $\mu\text{m}$									
400 200	100 50	25 12,5 6,3	3,2 1,6 0,8	0,4 0,2 0,1 0,05	0,025 0,012				
320 160	80 40	20 10 5	2,5 1,25 0,63	0,32 0,16 0,08 0,04	0,02 0,01				
250 125	63 32	16 8 4	2 1 0,5	0,25 0,125 0,063 0,032	0,016 0,008				
Egyenetlenség magasság $R_z$ , $\mu\text{m}$									
1600 800	400 200	100 50 25	12,5 6,3 3,2	1,6 0,8 0,4 0,2	0,1 0,05 0,025				
1250 630	320 160	80 40 20	10 5 2,5	1,25 0,63 0,32 0,16	0,08 0,04				
1000 500	250 125	63 32 16	8 4 2	1 0,5 0,25 0,125	0,063 0,032				

A két érték közötti arányszám:  $R_a:R_z = 1:4$

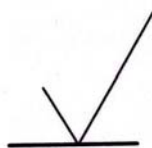
#### 4. A felületi érdesség rajzi jelölése

Az érdesség jelölésének alapjelei



H1	3,5	5	7	10
H2	8	11	15	21

7. ábra. Az érdességi alapjel és főbb méretei



8. ábra. Kötetlen megmunkálással készült felület érdességi alapjele





Dörzsköszörülés

Tükrösítés

Az érdességi fokozatszám N01–12-ig a képen látható etalonon látható.



11. ábra. Felületi érdesség minták fadobozban

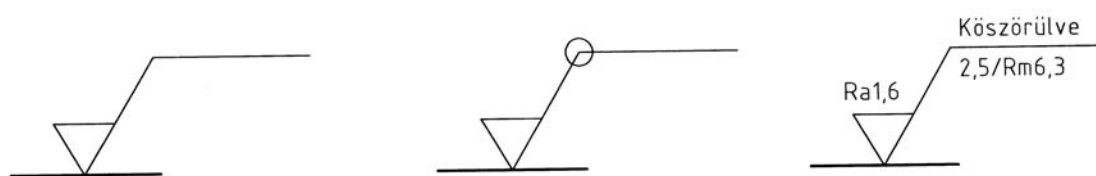


12. ábra.  $R_a$  1,6-os érdesség minta



13. ábra. Felületi érdesség minták

Gyakran előfordul, hogy az érdesség értékén és az alkalmazandó technológia jellegén kívül más előírásokat is meg kell adni az érdességi jelen. Ezeket a kiegészítéseket az ábrán látható módon kell megadni.



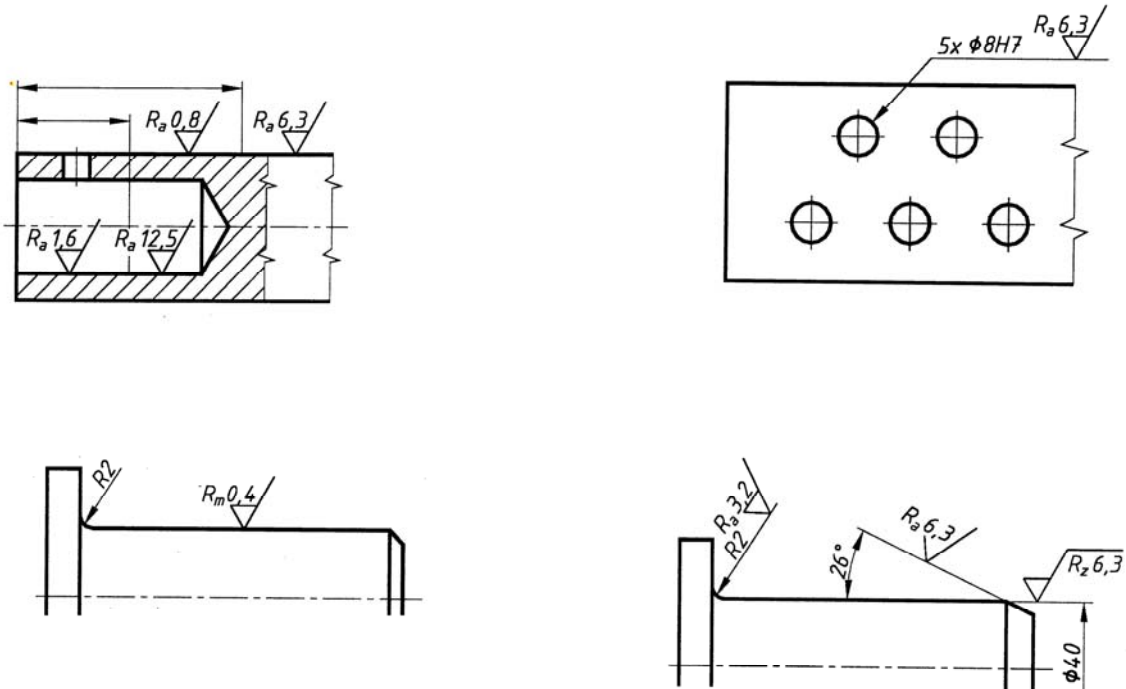
14. ábra. Az összetett érdességi utasítások jelölése

## 5. Az érdességi jelek elhelyezése a műszaki rajzon

Az érdességi jelek a rajzon való megadásának egyik fontos szabálya, hogy az olvasási irány a méretmegadásnak, és a rajz olvasási irányának megfelelő legyen.

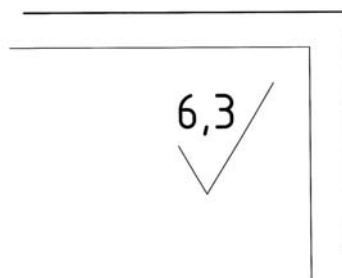
Az érdességi jel megadásának másik fontos szabálya, hogy **egyértelmű legyen** a vele meghatározott felület, a jel csúcsa a munkadarab anyagára mutasson. Így a rajzjel megadható:

- A felület kontúrvonalán
- A felületre mutató nyílhegyben végződő mutatóvonalon
- A felület méretéhez tartozó méretsegédvonalon
- A felület méretéhez tartozó méretvonalon



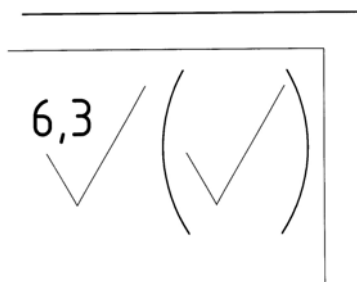
15. ábra. Az érdesség jelének alkalmazása a műszaki rajzokon

Előfordul, hogy a munkadarab **minden felületére ugyanaz a felületi érdességi előírás vonatkozik**. Ebben az esetben az érdességi jelet csak egyszer kell megadni a rajzlap jobb felső sarkában, az ábrán látható módon. Ez **kiemelt érdességi jel**.

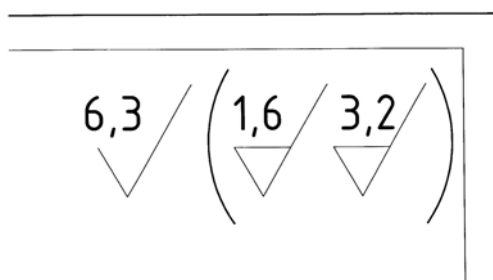


16. ábra. Kiemelt érdességi jelek alkalmazása

A munkadarabok előállításakor gyakori, hogy a felületekre vonatkozik egy általános érdességi előírás, de vannak olyan felületek, amelyek a működés szempontjából fontosabbak, simább felületet igényelnek. Ebben az esetben **a rajzlapon a kiemelt érdességi jel mellett, és az adott felületen ezt jelölni kell**.



17. ábra. Kiemelt érdességi jelek alkalmazása



18. ábra. Kiemelt érdességi jelek alkalmazása

## TŰRÉSEK

Az egyedi, és a sorozatgyártáskor, kézi és korszerű gépi eljárásokkal készült munkadarabok hosszméreteinek ellenőrzésekor mindig **tapasztalunk méreteltérést** a munkadarabok között. **Az eltérés mértéke különböző, oka többféle lehet.** Szigorú megközelítésben az elkészült munkadarabok egyike sem felel meg a követelményeknek, mert egyik sem pontos méretű. Természetesen a gyakorlatban ez nem így van, mivel a gyártmányok többsége a méreteltérés ellenére tökéletesen megfelel a működési követelményeknek.

Annak megállapítása, hogy a **méreteltérés mekkora és milyen jellegű lehet**, a tervező feladata. A tervező által előírt megengedett méreteltérés adatainak pontos leírása során **alkalmazni kell** a műszaki rajzok készítésekor alkalmazandó **egységes jelképrendszert**. Az egységes jelképrendszer alkalmazása fontos, mert ez teszi lehetővé a **műszaki rajzok egységes értelmezését**.

### 1. Hossztűrések alapfogalmai

A műszaki rajzokon ábrázolt tárgyak azonosításához, tárgyak elvárt méreteit adjuk meg. Ezeket a méreteket **névleges méretnek** nevezzük.

A tűrésezett mérettel kapcsolatos alapfogalmak:

**N** – Névleges méret, a rajzon megadott méret

**TM** – Tényleges méret, az a méret, amire a tárgy elkészül

**FH** – Felső határméret, az a legnagyobb méret, amely még jó méretnek számít

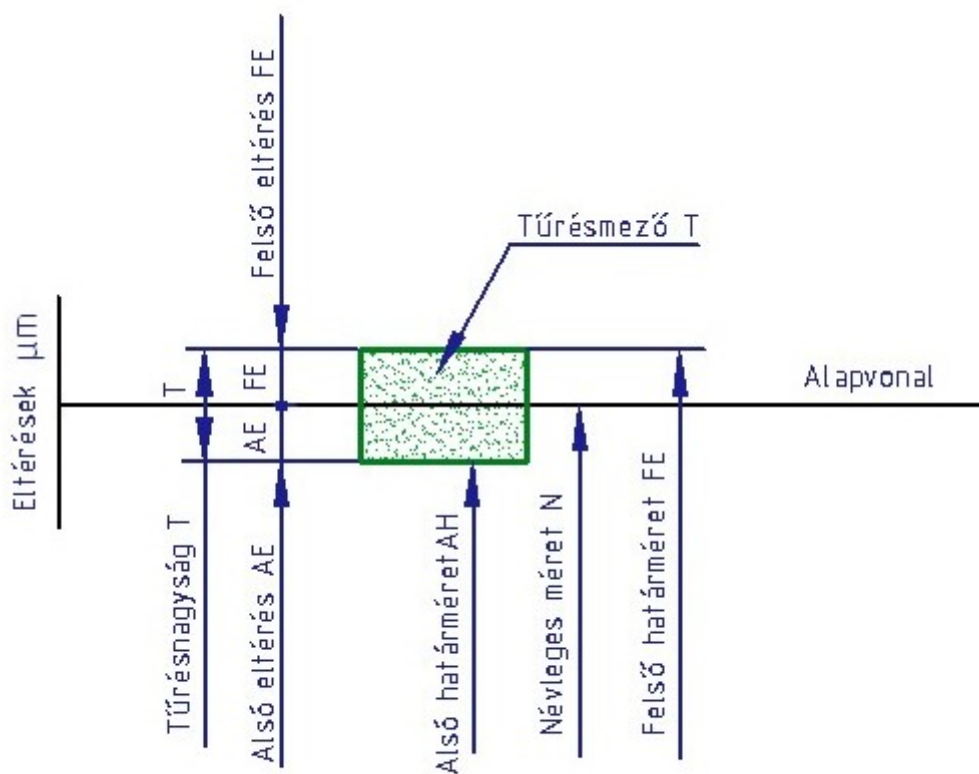
**AH** – Alsó határméret, a legkisebb méret, amely még jó méretnek számít

**T** – Tűrésmező nagysága, a méretszóródás nagysága, a felső és az alsó határméret közötti különbség (FH – AH)

**FE** – Felső határeltérés: a felső határméret és a névleges méret közötti távolság.

**AE** – Alsó határeltérés az alsó határméret és a névleges méret közötti távolság

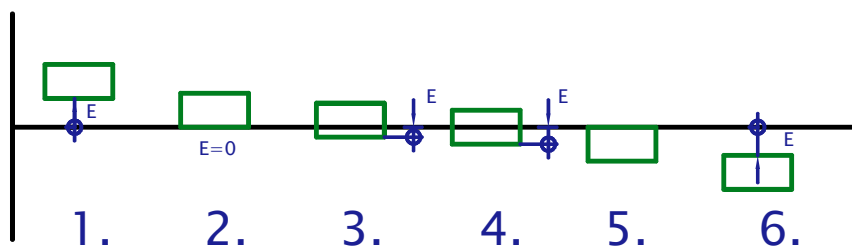
**E** – Alapeltérés a tűrésmező alapvonalhoz viszonyított helyzetét határozza meg. Akkora, amekkora a névleges méret és a tűrésmező legkisebb távolsága.



19. ábra. A tűrésezett méretekkel kapcsolatos alapfogalmak

A tűrésmező alapeltérés által meghatározott elhelyezkedése a névleges mérethez képest többféle lehet.

Az alábbi ábrán a tűrésmező elhelyezkedési lehetőségei láthatók.



**20. ábra.** Tűrésmező elhelyezkedési lehetőségei a névleges mérethez képest

Az ábrából látható, hogy a tűrésmező elhelyezkedése miatt:

1. Az alsó határméret lehet nagyobb, mint a névleges méret
2. Az alsó határméret egybe eshet a névleges mérettel
3. Az alsó határméret lehet kisebb, a felső határméret lehet nagyobb, mint a névleges méret
4. Az alsó határméret lehet ugyanannyival kisebb, a mint amennyivel a felső határméret nagyobb, mint a névleges méret
5. A felső határméret egybe eshet a névleges mérettel
6. A felső határméret lehet kisebb, mint a névleges méret

## 2. A hossztűrések fajtái

A hossztűrések lehetnek

- Egyszerűen két pont közötti távolság tűrése
- Körök átmérőinek tűrése
- Lekerekítések sugarainak tűrése
- Éltompítások méreteinek tűrése

A hossztűréseket előírhatjuk

- Jelölés nélkül

A jelölés nélküli tűrések előírásait szabvány tartalmazza. A rajzon csak a névleges méretet kell feltüntetni. Alkalmazása munkadarabnak csak arra a méretére vonatkozhat, mely a működés szempontjából lényegtelen. A jelöletlen tűrésekre való utalást a feliratmezőben kell feltüntetni, az utalásnak tartalmaznia kell a szabványszámot, valamint az alábbi táblázat szerinti minőségi osztály jelét. Például: MSZ ISO 2768-f

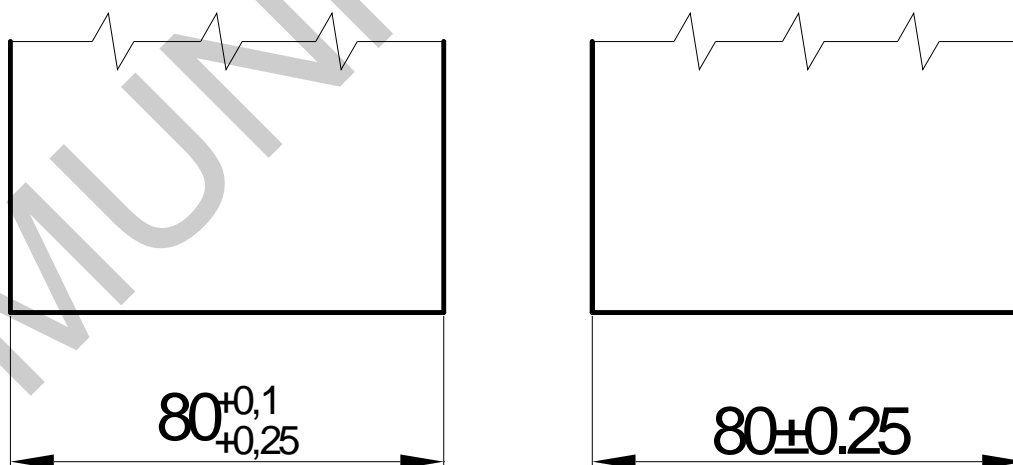
Az alábbi táblázat a jelöletlen tűrések értékeit tartalmazza.

Pontossági osztály		Névleges méretsorozat és eltérések							
jel	név	0,5–3-ig	3 felett 6-ig	6 felett 30-ig	30 felett 120-ig	120 felett 400-ig	400 felett 1000-ig	1000 felett 2000-ig	2000 felett 4000-ig
f	Finom	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	Közepes	±0,1	±0,01	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	Durva	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	Nagyon durva		±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

– Számértékekkel

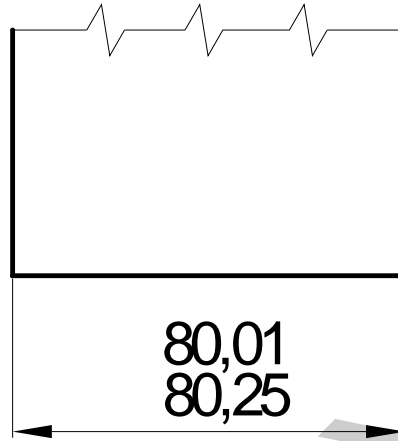
A számértékkel való megadás többféle lehet

1. Az alábbi ábrán az alapméret mögött számértékkel megadott tűrés alkalmazása látható.



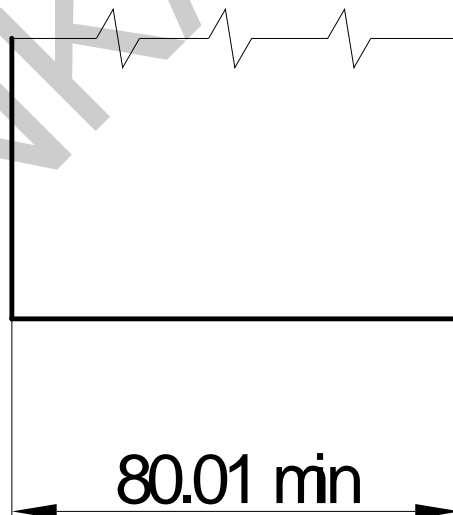
21. ábra. Tűrés megadása számértékkel

2. Az alábbi ábrán a **határméret**ek megadásával megadott tűrés alkalmazása látható



22. ábra. Tűrések megadása határméretekkel

3. Az alábbi ábrán a tűrés megadása **egyirányú határolással** látható



23. ábra. Tűrések megadása egyirányú behatárolással

– ISO tűrésjelekkel



Az ISO tűrésjelekkel való megadása a tűréseknek bővebb magyarázatot kíván. Megértéséhez meg kell ismernünk az ISO tűrések rendszerét.

### 3. Tűrések és illesztések ISO rendszere

#### A tűrések ISO rendszerének alapja tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok táblázata

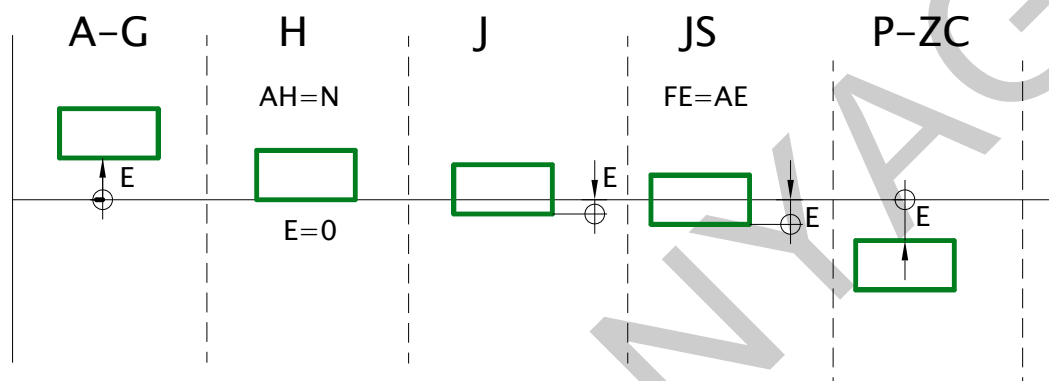
A tűrések ISO rendszerének alapja **tűrésfokokozatok és tűrésnagyságok táblázata**. A tűrésfokokozatok jele: IT (International Toleranz). A táblázat a **tűrésmezők nagyságát** tartalmazza. **A tűrésmezők nagysága függ a tűrt mérettől, valamint a tűrésfokokozat nagyságától.** Ez érthető, hiszen egy több méteres acélrúd tűrése és egy öt mm átmérőjű műszertengely tűrése nem lehet egyforma, nyilván a nagyobb méret nagyobb tűrésmezőt enged meg. Érthető ez, hiszen az alkatrészek működési körülményei sem azonosak. Gyakran előfordul, hogy egy alkatrésznek különböző tűrésosztályba tartozó méretei vannak. Példaként említhetjük a tengelyeket, melyek egyes tengelyszakaszai pontos méretet kívánó csapágyakat hordoznak, más tengelyszakaszai teherviselő szereppel rendelkeznek, méretük pontossága nem befolyásolja a gépszerkezet működését.

Az alábbi táblázat a tűrésfokokozatok és a méretcsoportok függvényében a tűrés nagyságokat tartalmazza.

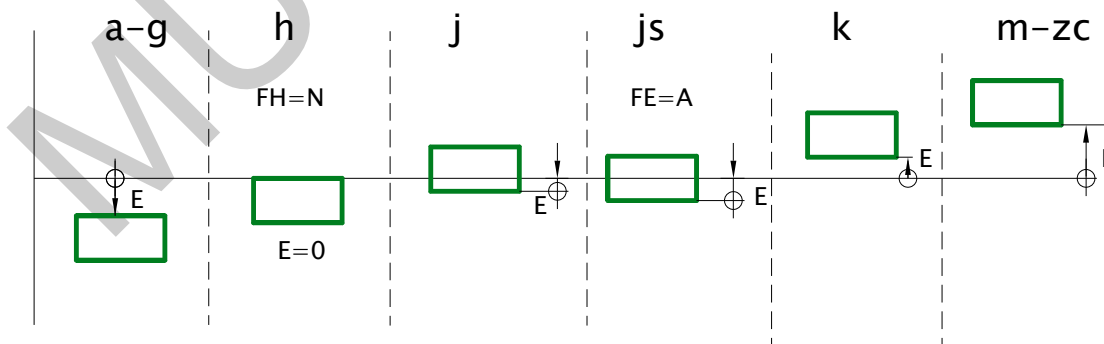
Fokokozatok		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	
Méret		Szabványos tűrésnagyságok																	
Felett	-ig	µm												mm					
	3	0,8	1,2	2	3	4	86	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	16	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,64	1,3	2,1	
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	

1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21

Az alábbi ábrákon a csaptűrések és a lyuktűrések elhelyezkedése és a betűjelzésük látható.



24. ábra. Lyuktűrések elhelyezkedése és betűjelzésük



25. ábra. Csaptűrések elhelyezkedése és betűjelzésük

A tűrések ISO rendszerében tűréssel ellátott hosszméretek méretszám után megadott betű és szám jelentése:

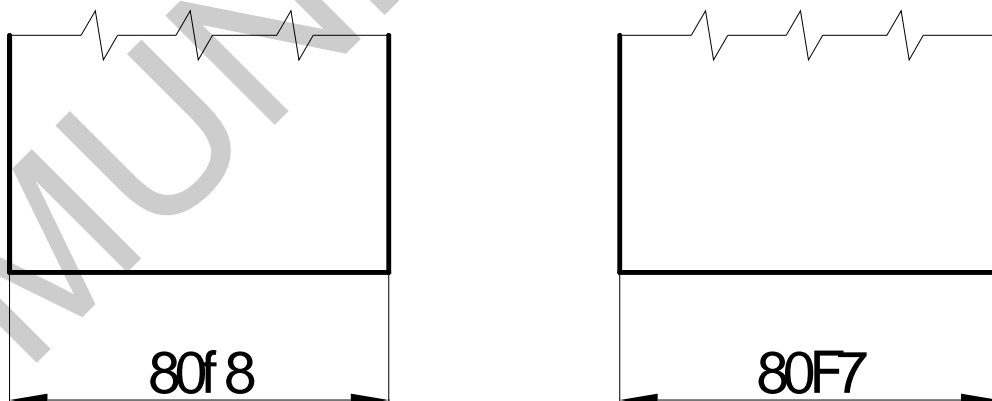
- **A betű a tűrésmező elhelyezkedését, így az alapeltérés elhelyezkedését határozza meg.**
- **A kisbetű csapméretre** vonatkozik. Csapméreten mindig külső méretet értünk, a tárgy alakjától függetlenül.
- **A nagybetű mindig lyukméretre** vonatkozik. Lyukméreten belső méretet értünk, a tárgy alakjától függetlenül.
- **A szám a tűrésfokozat száma**, minél nagyobb, annál nagyobb tűrésmező tartozik ugyanakkora mérethez.

*Példák: h7 a felső határméret egybeesik a névleges mérettel, vagyis az alsó határméret 0, és a 7-es tűrésfokozatba tartozik.*

*H7 az alsó határméret megegyezik a névleges mérettel, vagyis az alsó határeltérés 0, és a 7-es tűrésfokozatba tartozik.*

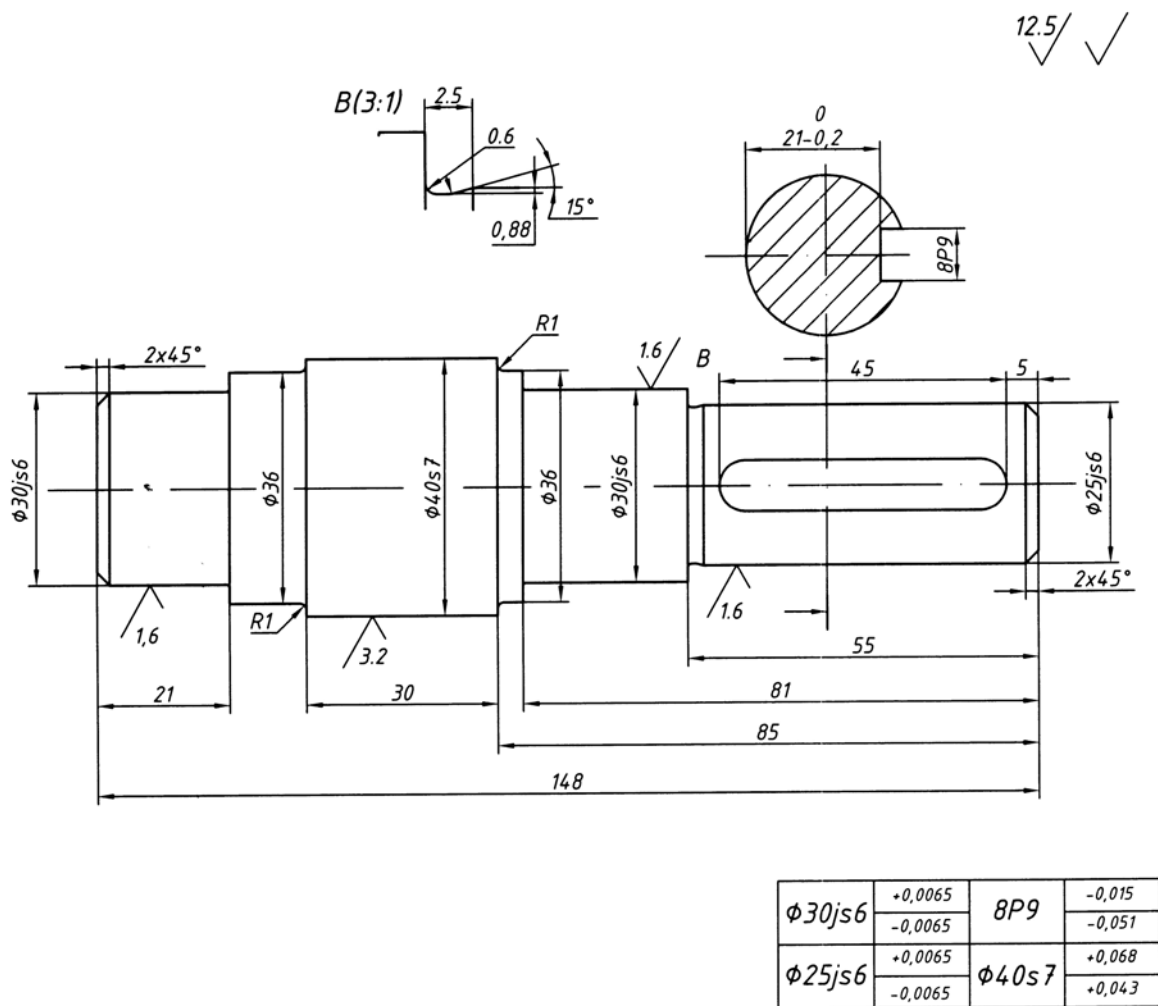
Visszatérve a tűrések rajzon való megadására, az ISO tűrések rendszerében megadott mérettűrések rajzon való jelölésének szabályai a következők:

1. A méretszám után a tűrés alapeltérésének jellegét meghatározó betűjelzést, valamint a tűrésfokozat számát kell megadni az alábbi ábra szerint.



26. ábra. ISO szerinti tűrés megadása a rajzon

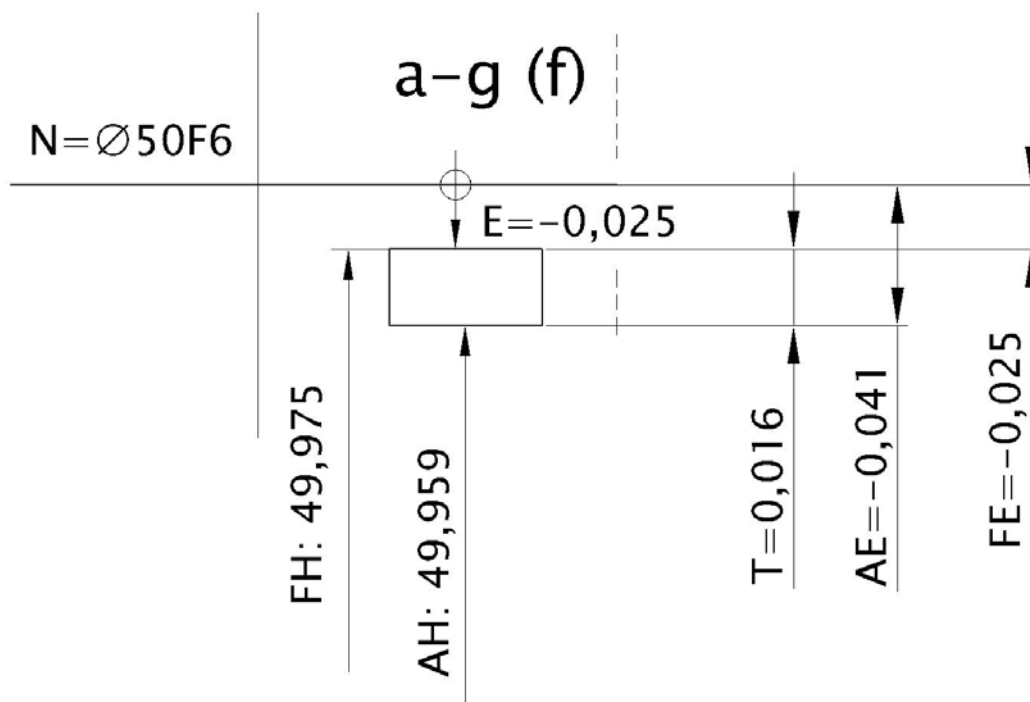
2. Ebből nem derül ki a tűrés nagysága, ezért minden esetben le kell rajzolni és ki kell tölteni a tűréstáblázatot is, melynek tartalmaznia kell a tűrések eltéréseit is, amelyeket táblázatokból kell megállapítani. Az alábbi rajzon látható a tűréstáblázat, melyet a szövegmező felett kell elhelyezni. A tűréstáblázat mérete egy méretre vonatkozóan 30x10 mm legyen.



27. ábra. ISO szerinti tűrés megadása a rajzon

Mindezek ismertében, valamint a csapok és a lyukak alapeltéréseit magába foglaló táblázatok birtokában ki tudjuk tölteni az alábbi táblázatot.

A tűrésezett méret, és a tűrés jele	Tűrésmező T $\mu\text{m}$	Alapeltérés E $\mu\text{m}$	Alsó eltérés AE $\mu\text{m}$	Felső eltérés FE $\mu\text{m}$	Alsó határméret AH $\mu\text{m}$	Felső határméret FH $\mu\text{m}$
$\phi 50 F6$	16	-25	41	-25	49,959	49,975

28. ábra. Az  $\text{Ø}50f8$ -as tűrés

- A tűrésezett méret, és a tűrés jele:  $\text{Ø}50f6$
- Az  $\text{Ø}50\text{mm}$ -es méret külső, **csap méret**, mivel a tűrésmező elhelyezkedését jelző f betű **kisbetű**. A tűrés osztály **IT6**, amit az f betű után írt szám jelez.
- A táblázatban a keresett  $50 \text{ mm}$  a
  - $30\text{--}50$ -es méretcsoportban található, a hozzá tartozó **tűrésmező, T** az IT6-os oszlopban  $16 \mu\text{m}$ .
  - $50\text{--}80 \text{ mm}$ -es méretcsoportban is megtalálható, itt a hozzá tartozó tűrésmező az IT6-os oszlopban  $19 \mu\text{m}$ .
  - **Ezekben az esetekben mindig a szűkebb tűrést kell választani, tehát a tűrésmező  $T=16 \mu\text{m}$ .**
- Az **alapeltérés, E** a csapokra vonatkozó alapeltérések táblázatából a  $30\text{--}50$ -es méret sorának és a  $f6$  oszlop találkozásánál  **$E=-25 \mu\text{m}$** .
- Az **alsó határeltérés** az alapeltérés és a tűrésmező összege,  **$AE=E+T=41 \mu\text{m}$** .
- A **felső határeltérés** ebben az esetben megegyezik az alapeltéréssel,  **$FE=-25 \mu\text{m}$** .
- Az alsó határméret a névleges méret és az alsó határeltérés közötti különbség,  **$AH=N-AE=49,959$**
- A felső határméret a névleges méret és a felső határeltérés közötti különbség,  **$FH=N-FE=49,959$**

### Összefüggés a tűrésnagyság és a felületi érdesség között

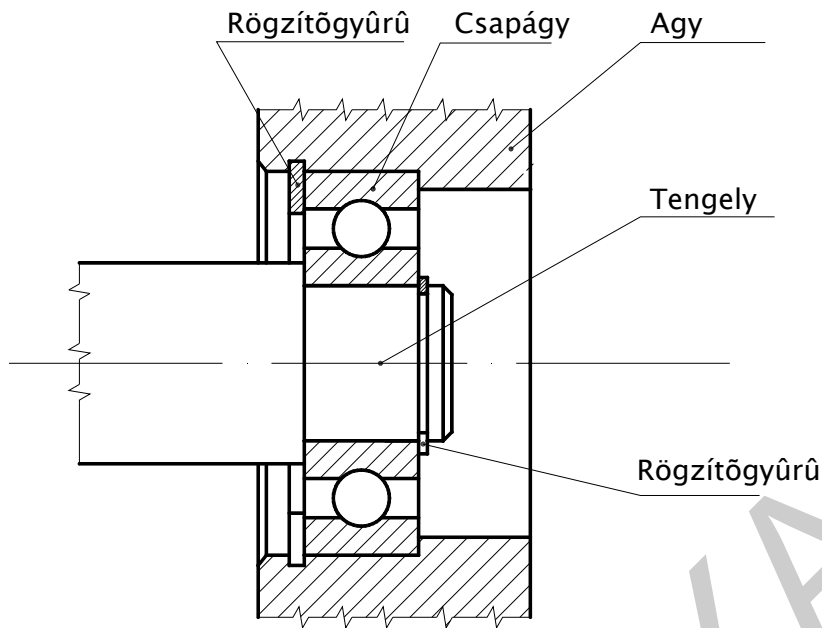
Az alkatrészek méretpontosságát mindig az igényeknek megfelelően kell előírni. a felületi minőség által előírt egyenetlenségek pedig nem kerülhetnek tűrésmezőn kívülre. Ezért kell a tűrésezett méreteknél felületi minőséget is előírni. Az alábbi táblázat az **Ra, átlagos érdesség összefüggését** tartalmazza.

Méret		Tűrésfokokozatok															
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
Felett	-ig	Átlagos érdesség, Ra, μ,															
	3					0,4		0,8		1,6		6,3		6,3		12,5	25
3	6	0,1	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	800	1600
6	10																
10	18																
18	30																
30	50	0	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	6400
50	80																
80	120																
120	180																
180	250	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800
250	315																
315	400																
400	500																
		0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800	25600

### ILLESZTÉSEK

A szakmai információtartalomban eddig az alkatrészek felületének minőségéről, valamint méretének pontosságáról volt szó. Mindkét témában egy önálló alkatrészeről, megmunkált tárgyról beszéltünk. A gyakorlatban is előfordul, hogy egy tárgy a felhasználás során önállóan "működik", de **gyakrabban összeszerelve, egymáshoz illeszkedve** kell megfelelniük az elvárásoknak.

Az alábbi ábrán összeszerelve látható tengely, agy, csapágy, és egy rögzítőgyűrű. A megfelelő működéshez minden alkatrész illeszkedő felületének pontos mérettel és felületi minőséggel kell elkészülnie.



29. ábra. Illeszkedő alkatrészek

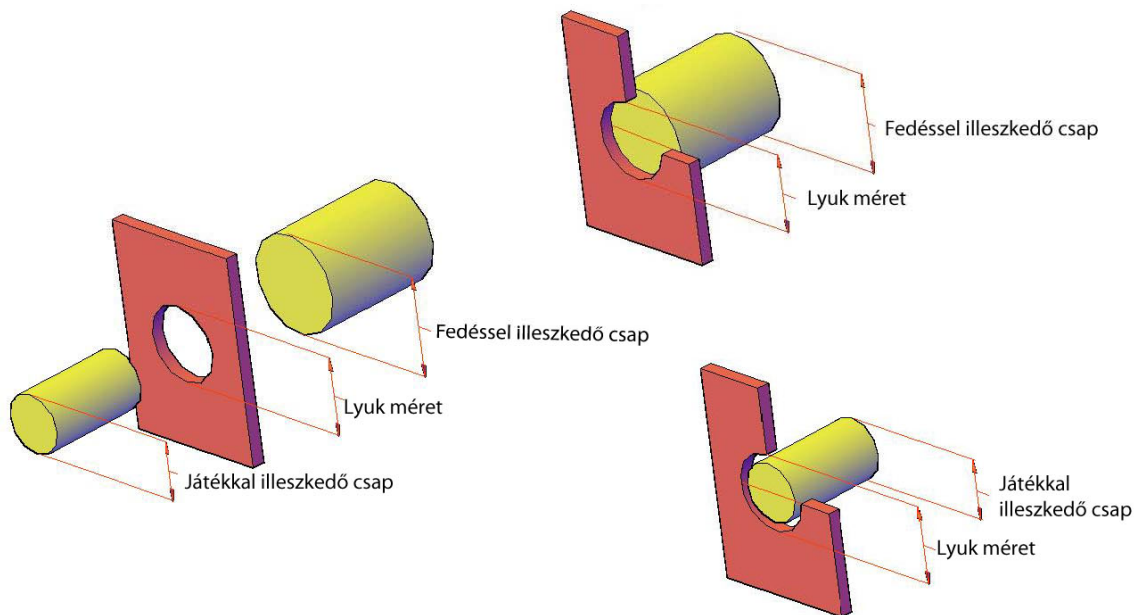
A szabványos alkatrészeknek, a csapágyaknak és a rögzítőgyűrűknek, melyek kereskedelmi forgalomban kaphatók, utánmunkálás és válogatás nélkül szerelhetőek, illeszthetőek kell lennie. Ez csak akkor valósítható meg, ha az előírt tűrésen belül van a tényleges méret.

**Az illeszkedés, illesztés mindig két alkatrész között valósul meg. A két alkatrésznek azonos a névleges mérete, valamint az**

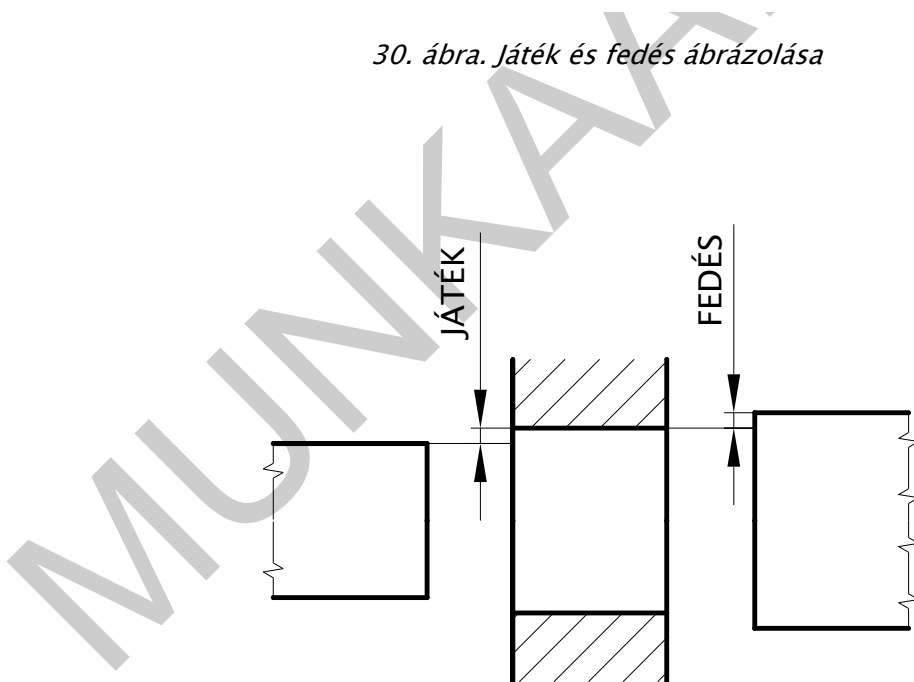
- egyiknek **külső mérete illeszkedik, ez a csap**
- a másiknak **belső mérete illeszkedik, ez a lyuk**

**Az illesztések megértéséhez szükséges alapfogalmak:**

1. **Játék:** akkor keletkezik, ha a csap mérete kisebb a lyuk méreténél
2. **Fedés** akkor keletkezik, ha csap mérete nagyobb a lyuk méreténél



30. ábra. Játék és fedés ábrázolása



31. ábra. Játék és fedés

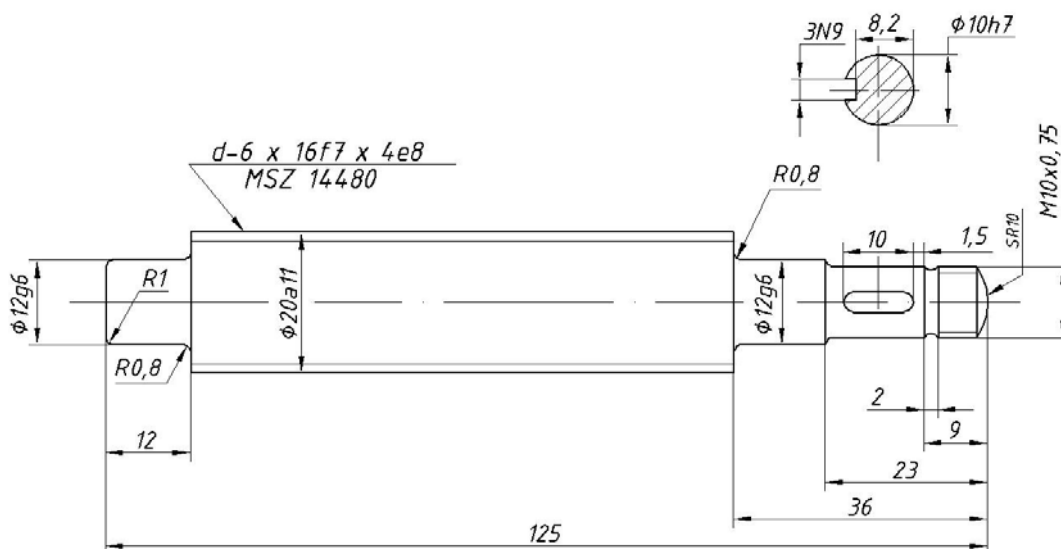
Az illesztendő elemek egymáshoz viszonyított mérete szerint az illesztések lehetnek



- Laza illesztések, amelyben a lyuk és a csap között **minden** tűrésen belüli méret esetén **játék** keletkezik.
- Szilárd illesztés, amelyben a lyuk és a csap között **minden** tűrésen belüli méret esetén **fedés** keletkezik.
- Átmeneti illesztés, amelyben a lyuk és a csap között a **tűrésen belüli méretek** esetén keletkezhethet **játék és keletkezhethet fedés is**.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Szerezzen megfelelő információt a „Szakmai információ tartalom” áttanulmányozásával!
2. Szakmai ismereteinek ellenőrzése céljából oldja meg az „Önellenző feladatok” fejezetben található elméleti feladatsort! Hasonlítsa össze az Ön válaszait és a „Megoldások” fejezetben megadott megoldásokat. Ha eltérést tapasztal, ismételten olvassa el a „Szakmai információ tartalom” című fejezetet!
3. Jelölje a felületi érdességet az alábbi, bordástengelyt ábrázoló rajzon. Az érdességi jeleket a minden tűrésezett méretű felületen jelölje!



32. ábra. Érdességi jelek alkalmazása (tanulásirányítóhoz)

4. Készítsen tűréstáblázatot a szabványos tűrések számára!
3. Készítsen műszaki rajzokat, gyakorolja a felületi érdesség és a tűrések megadását!

4. Töltse ki az alábbi táblázatot. A táblázat kitöltéséhez használja segítségként a mintafeladatot! Az eredményeket egyeztesse csoporttársaival!

A tűrésezett méret, és a tűrés jele	Tűrésmező T $\mu\text{m}$	Alapeltérés E $\mu\text{m}$	Alsó eltérés AE $\mu\text{m}$	Felső eltérés FE $\mu\text{m}$	Alsó határméret AH $\mu\text{m}$	Felső határméret FH $\mu\text{m}$
80f6						
30g5						
45h5						
90js6						
30k5						
E8						
F7						
F8						
G7						
H7						

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Írja le a munkadarabok érdeességének jelentőségét

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Mit nevezünk érdeességnek?

MUNKANYAG

---

---

---

### 3. feladat

Mi az átlagos érdeesség?

---

---

---

---

**4. feladat**

Mi az egyenetlenség magasság?

---

---

---

---

**5. feladat**

Rajzolja le az érdeesség jelölésének alapjeleit, ismertesse alkalmazásukat!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**6. feladat**

Írja a tűréssel kapcsolatos alapfogalmakat, írja a betűjelölések után a jelentésüket

N - \_\_\_\_\_  
TM- \_\_\_\_\_  
FH- \_\_\_\_\_  
AH- \_\_\_\_\_  
T- \_\_\_\_\_  
FE- \_\_\_\_\_  
AE- \_\_\_\_\_

**7. feladat**

**Az ISO tűrés elõírások rendszerében mi határozza meg a tűrésmezõ nagyságát?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**8. feladat**

**Írja le, hol helyezkedhet el a tűrésmezõ a névleges mérethez képest!**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. feladat**

**Ismertesse az ISO tűrések mûszaki rajzokon való megadási módját!**



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

- A mozgás, súrlódás következtében kopás, melegedés jön létre. Minél simább a felület, annál kevésbé kopnak, és melegszenek a gépelemek.
- A méretpontosságát befolyásolja a felületi érdesség.
- Vannak tárgyak, amelyek külső megjelenésének igen nagy szerepe van a működése során, ezeknél a felületi minőséget különös gonddal kell kialakítani, fényesítéssel, vagy éppen utólagos érdesítéssel, recézéssel.
- A felületminőség meghatározásakor figyelembe kell venni, hogy a felülettel szembeni túlzott igények rontják a gazdaságosságot.

### 2. feladat

Mit nevezünk érdességnek?

Az érdesség a munkadarab felületén lévő kistérközű jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő szabálytalanság.

### 3. feladat

Mi az átlagos érdesség?

$R_a$  átlagos felületi érdesség: az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományban.

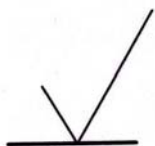
### 4. feladat

Mi az egyenetlenség magasság?

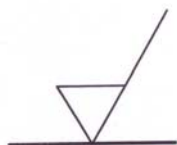
$R_z$  egyenetlenség magasságot: az alaphosszon belül észlelt öt legmagasabb és öt legalacsonyabb pontjának a középvonaltól mért távolság.

### 5. feladat

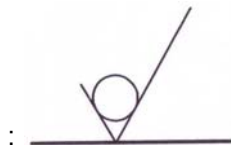
Rajzolja le az érdesség jelölésének alapjeleit, ismertesse alkalmazásukat!



33. ábra. Kötetlen megmunkálással készült felület érdességi alapjele



34. ábra. Forgácsolással készítendő felület érdességi alapjele



35. ábra. Nem forgácsoló eljárással készült felület érdességi alapjele:

### 6. feladat

Írja a tűréssel kapcsolatos alapfogalmakat, írja a betűjelölések után a jelentésüket

**N** – Névleges méret, a rajzon megadott méret

**TM** – Tényleges méret, az a méret, amire a tárgy elkészül

**FH** – Felső határméret, a legnagyobb méret, amely még jó méretnek számít

**AH** – Alsó határméret, az legkisebb méret, amely még jó méretnek számít

**T** – Tűrésmező nagysága, a méretszóródás nagysága, a felső és az alsó határméret közötti különbség (FH – AH)

**FE** – Felső határeltérés: a felső határméret és a névleges méret közötti távolság.

**AE** – Alsó határeltérés az alsó határméret és a névleges méret közötti távolság

### 7. feladat

Az ISO tűrési előírások rendszerében mi határozza meg a tűrésmező nagyságát?

A tűrésmezők nagysága függ a tűrt mérettől, valamint a tűrésfokozat nagyságától.

### 8. feladat

Írja le, hol helyezkedhet el a tűrésmező a névleges mérethez képest!

- Az alsó határméret lehet nagyobb, mint a névleges méret.
- Az alsó határméret egybe eshet a névleges mérettel.
- Az alsó határméret lehet kisebb, a felső határméret lehet nagyobb, mint a névleges méret.



- Az alsó határméret lehet ugyanannyival kisebb, a mint amennyivel a felső határméret nagyobb, mint a névleges méret
- A felső határméret egybe eshet a névleges mérettel
- A felső határméret lehet kisebb, mint a névleges méret

#### 9. feladat

Ismertesse az ISO tűrések műszaki rajzokon való megadási módját!

A méretség után a tűrés alapeltérésének jellegét meghatározó betűjelzést, valamint a tűrésfokozat számát kell megadni. Minden esetben le kell rajzolni és ki kell tölteni a tűréstáblázatot is, melynek tartalmaznia kell a tűrések eltéréseit is, amelyeket táblázatokból kell megállapítani.

#### 10. feladat

Ismertesse a játék és a fedés fogalmát?

1. Játék: akkor keletkezik, ha a csap mérete kisebb a lyuk méreténél
2. Fedés akkor keletkezik, ha csap mérete nagyobb a lyuk méreténél

#### 11. feladat

Ismertesse a laza, a szilárd és az átmeneti illesztés fogalmát!

- Laza illesztések, amelyben a lyuk és a csap között **minden tűrésen belüli méret esetén játék keletkezik.**
- Szilárd illesztés, amelyben a lyuk és a csap között **minden tűrésen belüli méret esetén fedés keletkezik.**
- Átmeneti illesztés, amelyben a lyuk és a csap között a **tűrésen belüli méretek esetén keletkezhethet játék és keletkezhethet fedés is.**

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Fenyvessyi Tibor: A műszaki rajz szabványos előírásai. Oktatási segédlet. Dunakeszi 2003

Fenyvessyi Tibor: A műszaki rajz alapjai. Géprajzi ismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó. Tankönyvmester Kiadó, 2001

Ocskó Gyula– Seres Ferenc: Gépipari szakrajz. Műszaki könyvkiadó. Budapest, 1994

### AJÁNLOTT IRODALOM

Fóris Tibor: A műszaki rajz alapjai. Síkmértan. Nemzeti Tankönyvkiadó. Tankönyvmester Kiadó 2007

Ocskó Gyula– Seres Ferenc: Gépipari szakrajz. Műszaki könyvkiadó. Budapest, 1994

Fenyvessyi Tibor: A műszaki rajz alapjai. Géprajzi ismeretek. Nemzeti Tankönyvkiadó. Tankönyvmester Kiadó, 2001

A(z) 0111-06 modul 004-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 582 01 0000 00 00	Épületgépész technikus
31 582 09 0010 31 01	Energiahasznosító berendezés szerelője
31 582 09 0010 31 02	Gázfogyasztóberendezés- és csőhálózat-szerelő
31 582 09 0010 31 03	Központifűtés- és csőhálózat-szerelő
31 582 09 0010 31 04	Vízvezeték- és vízkészülék-szerelő
31 521 06 0000 00 00	Finommechanikai gépkarbantartó, gépbeállító
52 522 09 0000 00 00	Gáz- és tüzeléstechnikai műszerész
31 521 10 1000 00 00	Géplakatos
31 521 10 0100 31 01	Gépbeállító
31 521 15 0000 00 00	Késes, köszörűs, kulcsmásoló
31 521 15 0100 31 01	Gépi gravírozó
31 521 15 0100 31 02	Kulcsmásoló
31 522 03 0000 00 00	Légtechnikai rendszerszerelő
54 525 02 0010 54 01	Erdőgazdasági gépésztechnikus
54 525 02 0010 54 02	Mezőgazdasági gépésztechnikus
54 525 01 0000 00 00	Építő- és anyagmozgató-gépész technikus
31 521 03 0000 00 00	Építő- és szállítógép-szerelő
31 582 10 0000 00 00	Épületlakatos
31 582 10 0100 31 01	Épületmechanikai szerelő
31 863 01 0000 00 00	Fegyverműszerész
33 521 03 0000 00 00	Felvonószerelő
31 521 07 1000 00 00	Finommechanikai műszerész
31 521 07 0100 31 01	Mérlegműszerész
31 521 07 0100 31 02	Orvosi műszerész
31 521 11 0000 00 00	Hegesztő
31 521 11 0100 31 01	Bevont elektródás hegesztő
31 521 11 0100 31 02	Egyéb eljárás szerinti hegesztő
31 521 11 0100 31 03	Fogyóelektródás hegesztő
31 521 11 0100 31 04	Gázhegesztő
31 521 11 0100 31 05	Hegesztő-vágó gép kezelője
31 521 11 0100 31 06	Volframelektródás hegesztő
52 725 03 0000 00 00	Optikai műszerész
31 521 24 1000 00 00	Szerkezetlakatos
31 521 24 0100 31 01	Lemezlakatos
33 524 01 1000 00 00	Vegy- és kalorikusgép szerelő és karbantartó
31 525 03 1000 00 00	Karosszerialakatos
31 861 02 1000 00 00	Biztonságtechnikai szerelő, kezelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

24 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató