

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Anyag és gyártásismeret 2**

BAGAG22NNB  
BAGAG22NLB

**Gépgyártástechnológia, gyártástervezés**

Dr. Mikó Balázs  
miko.balazs@bgk.bmf.hu

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Ráhagyások meghatározása**

Gyártási hibák:

- a kész alak eltérése a geometriai alaktól
- a méret eltérése a pontos mérettől
- a felület eltérése az ideális felülettől
- a felületi réteg fizikai és kémiai roncsolódása

*A ráhagyásnak biztosítani kell a fenti hibák kijavításának lehetőségét.*

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Alak és helyzetűrések**

Alaktűrések MSZ 14001-1:1989

| Rajzjel | Megnevezés      | Példa | Meghatározás                                                                                                      | Értelmezés |
|---------|-----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| —       | Egyenességtűrés |       | A valós egyenesnek két előre meghatározott távolságban lévő egyenes közé kell esnie.                              |            |
|         | Síktapúságtűrés |       | A valós felületnek két egymással párhuzamos, előre meghatározott távolságban lévő sík között kell elhelyezkednie. |            |
|         | Köralkatűrés    |       | A valóságos profilnak előre meghatározott átmérőkülönbségű két kör közé kell esnie.                               |            |

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Alak és helyzetűrések**

|  |                              |  |                                                                                                                                                                           |  |
|--|------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Hengerességtűrés             |  | A valós felületnek két - közös tengelyű - hengerfelület közé kell esnie.                                                                                                  |  |
|  | A hossz-szelvény profilűrése |  | A valóságos profilnak a tengelyen átmérő bármely síkban két pár, egymástól adott távolságban lévő közös szimmetriatengelyű párhuzamos egyenes között kell elhelyezkednie. |  |
|  | Adott profil alakűrése       |  | A koordináta-méretektől megadott profil valóságos pontjai és a névleges profil között várható legnagyobb távolság tűrése.                                                 |  |
|  | Adott felület alakűrése      |  | A koordináta-méretektől megadott felület valóságos pontjai és a névleges felület között várható legnagyobb távolság tűrése.                                               |  |

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Alak és helyzetűrések**

Helyzetűrések MSZ 14001-1:1989

| Rajzjel | Megnevezés         | Példa | Meghatározás                                                                                                                                            | Értelmezés |
|---------|--------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|         | Párhuzamosságtűrés |       | Két síkpár, két el vagy két középvonali párhuzamosságának megengedhető eltérése.                                                                        |            |
|         | Mérőlegességtűrés  |       | Sík felületek, élek, középvonalak vagy középvonal és felület egymáshoz viszonyított merőlegességének eltérése.                                          |            |
|         | Hajlíkszögűtűrés   |       | A tűrésezett síkban két, egymástól a tűrt távolságra lévő, egymással párhuzamos és a bázissíkhoz adott szög alatt hajló sík között kell elhelyezkednie. |            |

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

**Alak és helyzetűrések**

|  |                       |  |                                                                                                     |  |
|--|-----------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Egytengelyűségűtűrés  |  | Az érintéssel közös középvonali felületnek lényeges közép vonalainak tűrésezett távolsága.          |  |
|  | Szimmetriatűrés       |  | Középvonal vagy középsík legnagyobb eltéréseinek tűrése.                                            |  |
|  | Pozíciótűrés          |  | Pont, tengelyvonal vagy sík felület helyzetének megengedett szóródása.                              |  |
|  | Tengelymetsződéstűrés |  | A tűrésezett tengelyeknek két párhuzamos, egymástól az adott távolságra lévő sík között kell lenni. |  |

AGI Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Alak és helyzetűrések

| Rajztípus | Megnevezés               | Példa | Meghatározás                                                                                                                                                                                                                                                                | Értelmezés |
|-----------|--------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|           | A radiális ütési tőrés   |       | A forgásfelület tőrészett való-<br>ságság profíja pontjainak a bá-<br>zistengelyre merőleges bármely<br>síkjában két, egymástól a adott<br>távolságra lévő a bázistengelyre<br>középpontos kör között kell<br>elhelyezkednie.                                               |            |
|           | Homlokfűtési tőrés       |       | A homlokfelület való-<br>ságság profíja pontjainak a homlokfelületnek<br>bármilyen átmérőjű és a bázis-<br>tengelyre merőleges bármely<br>síkjában való metszetében a<br>henger palástfelületén egymástól<br>a adott távolságra lévő két kör<br>között kell elhelyezkednie. |            |
|           | Adott irányú ütési tőrés |       | Az ütési irány lehet az adott.                                                                                                                                                                                                                                              |            |

AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

7

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Alak és helyzetűrések

|  |                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|--|---------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | A teljes radiális ütési tőrés   |  | A radiális ütési és az alkotók<br>egyenességét egyezre<br>vesszük figyelembe. Pl.: a való-<br>ságság hengerfelületének két<br>egymástól a tőrésnek megfelelő<br>távolságra lévő és a bázis-<br>tengelyre merőleges henger-<br>felületek között kell lennie. |  |
|  | A teljes homlok-<br>ütési tőrés |  | A homlokfűtési és a homlokfelület<br>alakosságát egyezre vesz<br>figyelembe.                                                                                                                                                                                |  |

AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

8

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Illesztési rendszerek

Alapfűtési rendszer

Alapcsaprendszer

Alaptűrések, μm

| Néveles<br>méret, mm | 01     | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15   | 16   | 17   | 18   |      |
|----------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 3 feletti            | 3-ig   | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2   | 3  | 4  | 6  | 10 | 14 | 25  | 40  | 60  | 100 | 140 | 250  | 400  | 600  | 1000 | 1400 |
| 6 feletti            | 6-ig   | 0,4 | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4  | 6  | 10 | 18 | 30 | 48  | 75  | 120 | 180 | 300 | 480  | 750  | 1200 | 1800 |      |
| 10 feletti           | 10-ig  | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2   | 3   | 5  | 8  | 12 | 22 | 36 | 58  | 90  | 150 | 220 | 360 | 580  | 900  | 1500 | 2200 |      |
| 18 feletti           | 18-ig  | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 7  | 11 | 18 | 27 | 43 | 70  | 110 | 180 | 270 | 430 | 700  | 1100 | 1800 | 2700 |      |
| 30 feletti           | 30-ig  | 0,8 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 7  | 11 | 18 | 27 | 43 | 70  | 110 | 180 | 270 | 430 | 700  | 1100 | 1800 | 2700 |      |
| 50 feletti           | 50-ig  | 0,8 | 1,2 | 2   | 3   | 5   | 8  | 13 | 19 | 30 | 48 | 75  | 120 | 180 | 300 | 480 | 750  | 1200 | 1800 | 2700 |      |
| 80 feletti           | 80-ig  | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 7   | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 | 270 | 430 | 700 | 1100 | 1800 | 2700 |      |      |
| 120 feletti          | 120-ig | 1,2 | 2   | 3,5 | 5   | 8   | 12 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 | 270 | 430 | 700 | 1100 | 1800 | 2700 |      |      |
| 180 feletti          | 180-ig | 2   | 3   | 4,5 | 7   | 10  | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 | 720 | 1150 | 1850 | 2900 | 4600 |      |
| 250 feletti          | 250-ig | 2,5 | 4   | 6   | 8   | 12  | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 500 | 760 | 1150 | 1750 | 2650 | 4000 |      |
| 315 feletti          | 315-ig | 3   | 5   | 7   | 9   | 13  | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 540 | 810 | 1200 | 1800 | 2700 | 4000 |      |
| 400 feletti          | 400-ig | 4   | 6   | 8   | 10  | 15  | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 | 970 | 1550 | 2500 | 4000 | 6300 |      |

AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

9

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Alakeltérések

Alakeltérések

DIN 4760 (MSZ ISO 1302)

| Alakeltérés<br>(profiljele, torzítva ábrázolva) | Példa<br>az eltérés<br>jellegére | Példák<br>az előforduló okokra   |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. az alak mátróhibái                           |                                  | Szilárdság<br>hiba<br>Korláthiba |
| 2. hullámosság                                  |                                  | Hullámok                         |
| 3.                                              |                                  | Barázdák                         |
| 4.                                              |                                  | Homlok-<br>Példák<br>Görböség    |
| 5. egyszerű eszközökkel nem ábrázolható         |                                  | Szövet-<br>szerkezet             |
| 6. egyszerű eszközökkel nem ábrázolható         |                                  | Az anyag<br>Rész-<br>szerkezete  |

AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

10

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Az érdesség meghatározásához használt vonalak

Az alapvonal az a vonal, amelyre a profil egy bizonyos paraméterét (pl. az érdességmértékét) vonatkoztatjuk.

Az alapvonal az a szakasza, amelyen belül a jellegzetes felületi eltéréseket meg kívánjuk határozni.

Több alapvonal esetén használunk indexeket.

Az alapvonalakat a profil irányában mérjük, azaz abban a síkban, amelyben a geometriai felületnek el kell helyezkednie.

Alapvonalak:  
 $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = l_5$

AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

11

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Műszaki felületek

Az  $L_{100}$  tetővonal az alaphosszon belül az az alapvonalal párhuzamos egyenes, amely a tényleges profilcsúszmány leg-  
magasabb pontján (abszolút maximumán) átmegy.

Az  $L_{100}$  talpvonal az alaphosszon belül az az alapvonalal párhuzamos egyenes, amely a tényleges profilcsúszmány leg-  
mélyebb pontján (abszolút minimumán) átmegy.

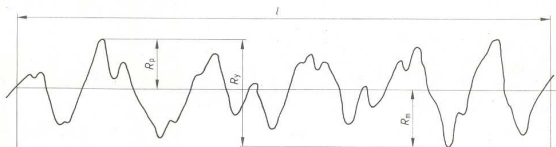
AGI Gépágyártástechnológiai Szakcsoport

12

**R<sub>v</sub> – Érdesség mélység**

 $R_y$  érdeességmélység (profilmagasság)

**Maximális érdességmélység**  $R_t = R_p + R_m$ : az  $R_t$  maximális profilmagasság a legnagyobb profilhegy magasságának és a legnagyobb profilvölgy mélységének az összege. Az  $R_t$  közelítőleg a régebben használt  $R_i$  érdességmélységnek felel meg.

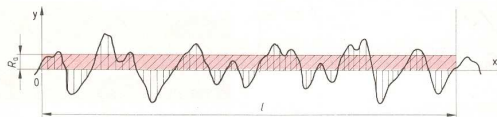


$R_a$  – átlagos érdelesség

$R_a$  átlagos érdekesség

Az  $R_n$  átlagos érdesség a tényleges profil és a középvonal közti  $y$  távolságok abszolút értékeinek számtani középárnyosa. Annak a téglalapnak a magasságával egyenértékű, melynek hossza az  $l$  alaphosszal egyenlő és melynek területe ugyanakkora, mint a tényleges profil és a középvonal közti területek összege.

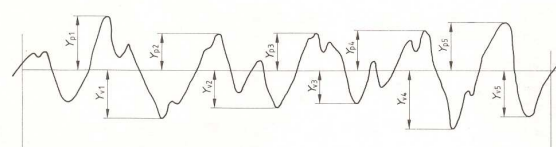
Az  $R_z$ -értéket a gyakorlatban több alaphosszból összetevődő kiértékelési hossz mentén határozzuk meg. Az  $R_z$ -értékeket számszerűen  $\mu\text{m}$ -ben vagy érdességi jelzőszámmal ( $N$ -értékek) lehet kifejezni. (Az ISO határozata: az  $N$ -értékekkel szemben a  $\mu\text{m}$ -értékeket részesítjük előnyben.)



# R<sub>Z</sub> – egyenletlenség magasság

 $R_z$  egyenetlenségmagasság

a)  $R_{z,ISO}$ , a 10-pontos módszerrel meghatározott egyenletlenségmagasság az alaphosszon belül lévő öt profilvölgy és öt legmagasabb profilhegy számtani középértéke.

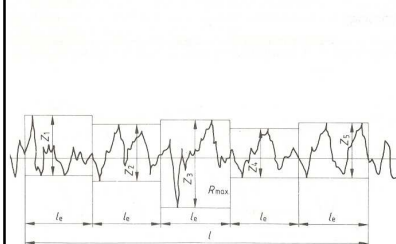


Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Bizt

## $R_z$ – egyenetlenség magasság

b) Az 5 alaphosszon alapuló  $R_i$  egyenletlenségmagasság öt Z-érték számtani középértéke. Ehhez a kiértékelési hosszát öt, egyenlő hosszúságú  $i$ , alaphosszra osztjuk fel, és minden ilyen részalaphossz mentén meghatározzuk a maximális profilmagasságot (maximális érdességet), melyet  $Z(i=1..5)$  jelöléssel látunk el.

$$R_z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$



## Felületi érdesség – gyártási eljárások

[illegible]

## Felületi érdekesség – gyártási eljárások

[illegible]

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## Felületi érdesség – gyártási eljárások

Palástmarás      Homlokmarás      Csiszolás

Gyalulás      Síkköszörülés      Körköszörülés

$R_a = 1,6 \mu m$

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## Ráhagyások meghatározása

A teljes ráhagyás:  
 $R = R_k + R_s + R_n$

Az előgyártmány alaplmerete:  
 $A_e = FH + R_k + R_s + R_n$

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## A megmunkált felület hibái

- mérethiba  $r_m$
- alakhiba  $r_a$
- mikogeometriai hiba (felületi érdesség)  $r_f$
- a felületi réteg hibája  $r_r$

## A művelet hibái

- helyzetmeghatározási hiba  $r_b$
- készülék befogási hiba  $r_k$

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## A maximális hiba

$R_{max} = r_m + r_a + r_f + r_r + r_b + r_k$

Állandó hibák      Véletlen hibák

Műveleti ráhagyás:  $R = r_f + r_r + k \cdot \sqrt{r_m^2 + r_a^2 + r_b^2 + r_k^2}$   
 $k=1-2$

Teljes ráhagyás:  $R_t = \sum_{i=1}^n R_i$

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## Ráhagyások meghatározása kézikönyvek segítségével

Külső felületek simító esztergálásakor az átmérőre alkalmazandó ráhagyási értékek (mm)

| Külső felület átmérője | A munkadarab hossza |            |             | Tűrés átmérőre |
|------------------------|---------------------|------------|-------------|----------------|
|                        | 500-ig              | 500...1000 | 1000 felett |                |
| 6...18                 | 0,0                 | 1,2        | 1,5         | -0,4           |
| 18...50                | 1,5                 | 1,5        | 2,0         | -0,6           |
| 50...120               | 1,5                 | 1,5        | 2,0         | -0,8           |
| 120...260              | 2,0                 | 2,0        | 3,0         | -1,0           |
| 260...500              | 3,0                 | 3,0        | 3,0         | -1,2           |

Pl.: Rábel György: Gépipari technológusok zsebkönyve, Műszaki könyvkiadó, Bp. 1977.

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

## Ráhagyások empirikus számítása

A ráhagyások ajánlott értékei oldalanként értendők, azaz egy oldalról végzett forgácsolásnál egyszeres, két oldalról végzett megmunkálásnál kétszeres értékkel kell számolni.

$R_k$  – köszörülési ráhagyás IT11  
 $R_s$  – simítási ráhagyás IT14  
 $R_n$  – nagyolási ráhagyás IT16

A fenti ráhagyások akkor elegendők, ha a megelőző megmunkálás pontossága (tűrése) az alábbi:

$T_s$  – simítási tűrés IT9  
 $T_n$  – nagyolási tűrés IT12

$S = A_s^0 \cdot T_s, N = A_n^0 \cdot T_n, E = A_e^0 \cdot T_e$

A nagyolási ráhagyásnál megadott érték akkor használható, ha az előzetes megmunkálás hengerlés volt.

AGI Gépáértástechnológiai Szakcsoport

| Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Alaptűrések, $\mu\text{m}$                                                        |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |
| Névleges méret, mm                                                                | 01  | 0   | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14   | 15   | 16   |
| 3-ig                                                                              | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2   | 3  | 4  | 6  | 10 | 14 | 25  | 40  | 60  | 100 | 140 | 250  | 400  | 600  |
| 3 felett 6-ig                                                                     | 0,4 | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4  | 5  | 8  | 12 | 18 | 30  | 48  | 75  | 120 | 180 | 300  | 480  | 750  |
| 6 felett 10-ig                                                                    | 0,4 | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4  | 6  | 9  | 15 | 22 | 36  | 58  | 90  | 150 | 220 | 360  | 580  | 900  |
| 10 felett 18-ig                                                                   | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2   | 3   | 5  | 8  | 11 | 18 | 27 | 43  | 70  | 110 | 180 | 270 | 430  | 700  | 1100 |
| 18 felett 30-ig                                                                   | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 6  | 9  | 13 | 21 | 33 | 52  | 84  | 130 | 210 | 330 | 520  | 840  | 1300 |
| 30 felett 50-ig                                                                   | 0,6 | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 7  | 11 | 16 | 25 | 39 | 62  | 100 | 160 | 250 | 390 | 620  | 1000 | 1600 |
| 50 felett 80-ig                                                                   | 0,8 | 1,2 | 2   | 3   | 5   | 8  | 13 | 19 | 30 | 46 | 74  | 120 | 190 | 300 | 460 | 740  | 1200 | 1900 |
| 80 felett 120-ig                                                                  | 1   | 1,5 | 2,5 | 4   | 6   | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87  | 140 | 220 | 350 | 540 | 870  | 1400 | 2200 |
| 120 felett 180-ig                                                                 | 1,2 | 2   | 3,5 | 5   | 8   | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 | 1600 | 2500 |
| 180 felett 250-ig                                                                 | 2   | 3   | 4,5 | 7   | 10  | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 | 720 | 1150 | 1850 | 2900 |
| 250 felett 315-ig                                                                 | 2,5 | 4   | 6   | 8   | 12  | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 520 | 810 | 1300 | 2100 | 3200 |
| 315 felett 400-ig                                                                 | 3   | 5   | 7   | 9   | 13  | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 570 | 890 | 1400 | 2300 | 3600 |
| 400 felett 500-ig                                                                 | 4   | 6   | 8   | 10  | 15  | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 | 970 | 1550 | 2500 | 4000 |

Az IT14...IT18 1 mm alatt nem érvényes.

| Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar   |            |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|
| A számított műveletközi métereket és tűréseket kerekíteni kell az alábbiak szerint: |            |                   |
|                                                                                     | Méret      | Tűrés             |
| Előgyártás                                                                          | 1          | 0,5               |
| Nagyolás                                                                            | 0,5        | 0,05              |
| Simitás                                                                             | 0,1        | 0,02              |
| Köszörülés                                                                          | Kész méret | Kész méret tűrése |

| Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar      |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Példa Méret: $\varnothing 60 \text{ k5} \rightarrow \varnothing 60^{+0,015/}_{+0,002}$ |                                                       |
| 1. Felső határméret:                                                                   | $FH=60,015$                                           |
| 2. Köszörülési ráhagyás:                                                               | $R_k=2 \times IT11=2 \times 0,190=0,380$              |
| 3. Simitási alpméret:                                                                  | $A_s=FH+R_k=60,395$                                   |
| kerekítve (tizedre):                                                                   | $A_{s\text{ker}}=60,4$                                |
| 4. A simítás tűrése:                                                                   | $T_s=IT9=0,074$                                       |
| kerekítve (2 századra)                                                                 | $T_{s\text{ker}}=0,08$                                |
| 5. Simitási méret:                                                                     | $S=A_{s\text{ker}}^{0/T_{s\text{ker}}}=60,4^{0/0,08}$ |
| 6. Simitási ráhagyás:                                                                  | $R_s=2 \times IT14=2 \times 0,740=1,480$              |
| 7. Nagyolási alpméret:                                                                 | $A_n=A_{s\text{ker}}+R_s=61,880$                      |
| kerekítve (0,5-re):                                                                    | $A_{n\text{ker}}=62$                                  |
| 8. A nagyolás tűrése:                                                                  | $T_n=IT12=0,300$                                      |
| kerekítve (5 századra)                                                                 | $T_{n\text{ker}}=0,30$                                |
| 9. Nagyolási méret:                                                                    | $N=A_{n\text{ker}}^{0/T_{n\text{ker}}}=62^{0/0,3}$    |
| 10. Nagyolási ráhagyás                                                                 | $R_n=2 \times IT16=2 \times 1,9=3,800$                |
| 11. Előgyártmány alpmérete                                                             | $A_e=A_{n\text{ker}}+R_n=65,80$                       |
| kerekítve (mm-re)                                                                      | $A_{e\text{ker}}=66$                                  |

| Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar |                             |                             |                            |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----|
| Műveletközi méretek és ráhagyások táblázatos megadása (mintapélda)                |                             |                             |                            |     |
| Méret                                                                             | M35x1,5                     | $\varnothing 60 \text{ k5}$ | $\varnothing 75 \pm 0,2^*$ | ... |
| FH                                                                                | X                           | 60,015                      | X                          |     |
| $R_k$                                                                             | X                           | 0,380                       | X                          |     |
| $A_s=FH+A_k$                                                                      | X                           | 60,395                      | X                          |     |
| $A_{s\text{ker}}$                                                                 | X                           | 60,4                        | X                          |     |
| $T_s$                                                                             | X                           | 0,074                       | X                          |     |
| $T_{s\text{ker}}$                                                                 | X                           | 0,08                        | X                          |     |
| $S=A_{s\text{ker}}^{0/T_{s\text{ker}}}$                                           | 35 <sup>-0,032/-0,268</sup> | 60,4 <sup>0/0,08</sup>      | 75 $\pm 0,2$               |     |
| $R_s$                                                                             | 1,24                        | 1,48                        | 1,48                       |     |
| $A_n=A_{s\text{ker}}+R_s$                                                         | 36,208                      | 61,88                       | 76,68                      |     |
| $A_{n\text{ker}}$                                                                 | 36                          | 62,00                       | 77,00                      |     |
| $T_n$                                                                             | 0,250                       | 0,300                       | 0,300                      |     |
| $T_{n\text{ker}}$                                                                 | 0,25                        | 0,3                         | 0,3                        |     |
| $N=A_{n\text{ker}}^{0/T_{n\text{ker}}}$                                           | 36 <sup>0/0,25</sup>        | 62 <sup>0/0,3</sup>         | 77 <sup>0/0,3</sup>        |     |
| $R_n$                                                                             | X                           | X                           | 1,900                      |     |
| $A_e=A_{n\text{ker}}+R_n$                                                         | X                           | X                           | 78,9                       |     |
| $A_{e\text{ker}}$                                                                 | X                           | X                           | 79                         |     |
| * feltételezve, hogy ez a tengely maximális mérete                                |                             |                             |                            |     |