

Huzal- és rúdhúzás, optimális technológia tervezése:

BA Bemenő adatok:

[N=3, l=3]

A húzás előtti átmérő: $d_o := 20$ [mm] N - húzások száma,

A húzás utáni átmérő: $d_v := 11$ [mm] l - iterációk száma

Folyásgörbe paraméterek: Anyagminőség: **C10** $k_f := c \cdot \lambda_{\delta}^n$

A keményedési együttható: $c := 683$ [N/mm²]

A keményedési kitevő: $n := 0.235$

A Coulomb-féle súrlódási tényező: $\mu := 0.08$

Az elvárt biztonsági tényező: $BE := 1.5$

A megengedhető legnagyobb különbség a biztonsági tényezők között: $\Delta BT_{meg} := 0.01$

=====

SR1 Húzás egy lépésben: N := 1

A kész termék létrehozásához szükséges összehasonlító alakváltozás: $\lambda_{\delta MAX} := 2 \cdot \ln\left(\frac{d_o}{d_v}\right)$

$$\lambda_{\delta MAX} = 1.196$$

A húzott rúd alakítási szilárdsága: $k_f := c \cdot \lambda_{\delta MAX}^n$

$$k_f = 712.3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

A képlékeny zóna közepes alakítási szilárdság: $k_{fk} := \frac{c}{n+1} \cdot \lambda_{\delta MAX}^n$

$$k_{fk} = 576.8 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Az optimális félkúpszög: $\alpha_{opt} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\delta MAX}}$

$$\alpha_{opt} = 0.379 \text{ rad}$$

$$\alpha_{opt} = 21.7 \text{ deg}$$

A húzás fajlagos erőszükséglete: $\sigma := k_{fk} \cdot \lambda_{\delta MAX} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt}}{\lambda_{\delta MAX}}\right)$

$$\sigma = 980.9 \quad [\text{N/mm}^2]$$

A készre húzott huzal keresztmetszete: $A_v := d_v^2 \cdot \frac{\pi}{4}$

$$A_v = 95 \quad [\text{mm}^2]$$

A húzás erőszükséglete: $F := \sigma \cdot A_v$

$$F = 93219 \quad [\text{N}]$$

A biztonsági tényező: $BT := \frac{k_f}{\sigma}$

$BT = 0.726$

N = 1 lépésben a húzás NEM végezhető el, mivel $BT < BE$

$BE = 1.5$

SR2 Húzás $N=N+1$ lépésben $N := N + 1$ $N = 2$ $i := 1.. N$

SR3 $\lambda_{\text{öMAX}}$ felosztása "N" egyenlő részre:

Az összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzási fokozatban: $\lambda_{\text{ö}_i} := \frac{\lambda_{\text{öMAX}}}{N}$

$\lambda_{\text{ö}_i} =$

0.598
0.598

A **teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzás után: $\lambda_{\text{öt}_i} := \sum_{i=1}^i \lambda_{\text{ö}_i}$

$\lambda_{\text{öt}_i} =$

0.598
1.196

SR4 A húzások technológiai adatainak meghatározása az egyes húzási fokozatokban:

Az **optimális félkúpszög** az i.-ik húzásnál: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

$\alpha_{\text{opt}_i} =$

0.268
0.268

rad

$\alpha_{\text{opt}_i} =$

15.35
15.35

deg

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := c \cdot (\lambda_{\text{öt}_i})^n$

$k_{f_i} =$

605
712

[N/mm²]

A közepes alakítási szilárdság az i.-ik húzási fokozat képlékeny zónájában:

$$k_{fk_i} := \frac{c}{n+1} \cdot \frac{(\lambda_{\ddot{o}t_i})^{n+1} - (\lambda_{\ddot{o}t_{i-1}})^{n+1}}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}$$

$k_{fk_i} =$

490.1
663.5

 [N/mm²]

A fajlagos húzóerő az i.-ik húzási fokozatban: $\sigma_i := k_{fk_i} \cdot \lambda_{\ddot{o}i} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt_i}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt_i}}{\lambda_{\ddot{o}i}} \right)$

$\sigma_i =$

468
634

 [N/mm²]

A fajlagos húzóerő az i.-ik húzási fokozatban: $BT_i := \frac{k_{f_i}}{\sigma_i}$

$BT_i =$

1.293
1.124

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} := \frac{\sum_i BT_i}{N}$

$BT_{atl} = 1.209$

N = 2 lépésben a húzás nem végezhető el, mivel: $BT_{atl} < BE$ $BE = 1.5$

=====

SR2 Húzás $N=N+1$ lépésben $N := N + 1$ $N = 3$ $i := 1..N$

SR3 $\lambda_{\ddot{o}MAX}$ felosztása "N" egyenlő részre:

Az összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzásnál: $\lambda_{\ddot{o}i} := \frac{\lambda_{\ddot{o}MAX}}{N}$

$\lambda_{\ddot{o}i} =$

0.399
0.399
0.399

A **teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzás után:

$$\lambda_{\text{öt}_i} := \sum_{i=1}^i \lambda_{\text{ö}_i}$$

$$\lambda_{\text{öt}_i} =$$

0.399
0.797
1.196

SR4 A húzások technológiai adatainak meghatározása az egyes húzási fokozatokban:

Az **optimális félkúpszög** az i.-ik húzási fokozatban: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

$$\alpha_{\text{opt}_i} =$$

0.219
0.219
0.219

rad

$$\alpha_{\text{opt}_i} =$$

12.53
12.53
12.53

deg

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := c \cdot (\lambda_{\text{öt}_i})^n$

$$k_{f_i} =$$

550.2
647.6
712.3

[N/mm²]

A **közepes alakítási szilárdság** az i.-ik húzási fokozat képlékeny zónájában:

$$k_{fk_i} := \frac{c}{n+1} \cdot \frac{(\lambda_{\text{öt}_i})^{n+1} - (\lambda_{\text{öt}_{i-1}})^{n+1}}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

445.5
603.2
681.6

[N/mm²]

A **fajlagos húzóerő** az i.-ik húzási fokozatban: $\sigma_i := k_{fk_i} \cdot \lambda_{\text{ö}_i} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{\text{opt}_i}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{\text{opt}_i}}{\lambda_{\text{ö}_i}} \right)$

$$\sigma_i =$$

307.5
416.3
470.4

[N/mm²]

A biztonsági tényező az i.-ik húzási fokozatban: $BT_i := \frac{k_{f_i}}{\sigma_i}$

$BT_i =$

1.789
1.556
1.514

$$\sum_i BT_i$$

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{\text{átl}} := \frac{\sum_i BT_i}{N}$

$BT_{\text{átl}} = 1.62$

N = 3 lépésben a húzás elvégezhető, mivel: $BT_{\text{átl}} > BE$ $BE = 1.5$

A maximális és a minimális biztonsági tényező közötti **különbség** meghatározása: ("sv" segédváltozó):

$sv := \text{submatrix}(BT, 1, N, 0, 0)$

$BT_{\text{max}} := \max(sv)$

$BT_{\text{min}} := \min(sv)$

$sv =$

1.789
1.556
1.514

$BT_{\text{max}} = 1.789$

$BT_{\text{min}} = 1.514$

$\Delta BT_{\text{max}} := BT_{\text{max}} - BT_{\text{min}}$

$\Delta BT_{\text{max}} = 0.275$

$\Delta BT_{\text{meg}} = 0.01$

A $\lambda_{\text{öMAX}}$ egyenletes felosztását úgy kell módosítani, hogy a $\Delta BT_{\text{max}} \leq \Delta BT_{\text{meg}}$ reláció igaz legyen!

Biztonsági tényezők kiegyenlítése:

SR5 $\lambda_{\text{öMAX}}$ felosztásának módosítása: (első iteráció)

Módosító tényező az i.-ik húzási fokozathoz: $m_i := \frac{BT_i}{BT_{\text{átl}}}$

$m_i =$

1.105
0.96
0.935

Az i.-ik húzási fokozat összehasonlító alakváltozásának módosítása: $\lambda'_{\text{ö}_i} := \lambda_{\text{ö}_i} \cdot m_i$

$\lambda'_{\text{ö}_i} =$

0.44
0.383
0.373

A **teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzás után:

$$\lambda'_{\text{öt}_i} := \sum_{i=1}^i \lambda'_{\text{ö}_i}$$

$$\lambda'_{\text{öt}_i} =$$

0.44
0.823
1.196

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\text{öMAX}}}{\lambda'_{\text{öt}_N}}$ $\lambda_{\text{öMAX}} = 1.195674$ $\lambda'_{\text{öt}_N} = 1.195674$

$$k = 1$$

Mivel $k = 1$, **nem kell korrekciót végezni!**

$$\lambda_{\text{ö}_i} := \lambda'_{\text{ö}_i}$$

$$\lambda_{\text{öt}_i} := \lambda'_{\text{öt}_i}$$

SR4 A húzások technológiai adatainak meghatározása az egyes húzási fokozatokban:

Az **optimális félkúpszög** az i.-ik húzási fokozatban: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

$$\alpha_{\text{opt}_i} =$$

0.23	rad
0.214	
0.211	

$$\alpha_{\text{opt}_i} =$$

13.2	deg
12.3	
12.1	

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := c \cdot (\lambda_{\text{öt}_i})^n$

$$k_{f_i} =$$

563.3	
652.5	[N/mm ²]
712.3	

A **közepes alakítási szilárdság** az i.-ik húzási fokozatok képlékeny zónájában:

$$k_{fk_i} := \frac{c}{n+1} \cdot \frac{(\lambda_{\text{öt}_i})^{n+1} - (\lambda_{\text{öt}_{i-1}})^{n+1}}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

456.1	
611.4	[N/mm ²]
683.8	

A fajlagos húzóerő az i.-ik húzási fokozatban: $\sigma_i := k_{fk_i} \cdot \lambda_{\ddot{o}_i} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt_i}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt_i}}{\lambda_{\ddot{o}_i}} \right)$

$\sigma_i =$

340.6
408.7
447.6

[N/mm²]

A biztonsági tényező az i.-ik húzási fokozatban: $BT_i := \frac{k_{fi}}{\sigma_i}$

$BT_i =$

1.654
1.596
1.592

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} := \frac{\sum_i BT_i}{N}$

$$BT_{atl} = 1.614$$

A maximális és minimális biztonsági tényező közötti **különbség** meghatározása:

$sv := \text{submatrix}(BT, 1, N, 0, 0)$

$BT_{max} := \max(sv)$

$BT_{min} := \min(sv)$

$$sv = \begin{pmatrix} 1.654 \\ 1.596 \\ 1.592 \end{pmatrix}$$

$BT_{max} = 1.654$

$BT_{min} = 1.592$

$\Delta BT_{max} := BT_{max} - BT_{min}$

$\Delta BT_{max} = 0.062$

$\Delta BT_{meg} = 0.01$

A $\lambda_{\ddot{o}MAX}$ felosztását úgy kell módosítani, hogy a $\Delta BT_{max} \leq \Delta BT_{meg}$ reláció igaz legyen!

SR5

$\lambda_{\ddot{o}MAX}$ felosztásának módosítása:

(második iteráció)

Módosító tényező az i.-ik húzási fokozathoz: $m_i := \frac{BT_i}{BT_{atl}}$

$m_i =$

1.025
0.989
0.986

Az i.-ik húzási fokozat összehasonlító alakváltozásának módosítása: $\lambda'_{\ddot{o}_i} := \lambda_{\ddot{o}_i} \cdot m_i$

$$\lambda'_{\ddot{o}_i} =$$

0.451
0.379
0.367

A **teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzási fokozat után: $\lambda'_{\ddot{o}t_i} := \sum_{i=1}^i \lambda'_{\ddot{o}_i}$

$$\lambda'_{\ddot{o}t_i} =$$

0.451
0.83
1.197

$$\lambda'_{\ddot{o}t_N} = 1.197237 \quad \lambda_{\ddot{o}MAX} = 1.195674$$

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\ddot{o}MAX}}{\lambda'_{\ddot{o}t_N}}$ $k = 0.998695$ **Korrekció szükséges!**

A **korrigált** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzási fokozatban $\lambda''_{\ddot{o}_i} := \lambda'_{\ddot{o}_i} \cdot k$

$$\lambda''_{\ddot{o}_i} =$$

0.451
0.378
0.367

$$\sum_i \lambda''_{\ddot{o}_i} = 1.196$$

A **korrigált teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzás után: $\lambda''_{\ddot{o}t_i} := \sum_{i=1}^i \lambda''_{\ddot{o}_i}$

$$\lambda''_{\ddot{o}t_i} =$$

0.451
0.829
1.196

Ellenőrzés:

$$\lambda_{\ddot{o}MAX} = 1.195674 \quad \lambda''_{\ddot{o}t_N} = 1.195674$$

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\ddot{o}MAX}}{\lambda''_{\ddot{o}t_N}}$ $k = 1$

$$\lambda_{\ddot{o}_i} := \lambda''_{\ddot{o}_i} \quad \lambda_{\ddot{o}t_i} := \lambda''_{\ddot{o}t_i}$$

SR4 A hűzások technológiai adatainak meghatározása az egyes hűzási fokozatokban:

Az **optimális félkűpszög** az i.-ik hűzási fokozatban: $\alpha_{opt_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\ddot{o}_i}}$

$\alpha_{opt_i} =$		$\alpha_{opt_i} =$	
0.233	rad	13.32	deg
0.213		12.2	
0.21		12.02	

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik hűzás után: $k_{f_i} := c \cdot (\lambda_{\ddot{o}_i})^n$

$k_{f_i} =$	
566.3	[N/mm ²]
653.5	
712.3	

A **közepes alakítási szilárdság** az i.-ik hűzási fokozat képlékeny zónájában:

$$k_{fk_i} := \frac{c}{n+1} \cdot \frac{(\lambda_{\ddot{o}_i})^{n+1} - (\lambda_{\ddot{o}_{i-1}})^{n+1}}{\lambda_{\ddot{o}_i} - \lambda_{\ddot{o}_{i-1}}}$$

$k_{fk_i} =$	
458.6	[N/mm ²]
613.3	
684.3	

A **fajlagos hűzóerő** az i.-ik hűzási fokozatban: $\sigma_i := k_{fk_i} \cdot \lambda_{\ddot{o}_i} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt_i}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt_i}}{\lambda_{\ddot{o}_i}} \right)$

$\sigma_i =$	
348.8	[N/mm ²]
406.1	
442.5	

A **biztonsági tényező** az i.-ik hűzási fokozatban: $BT_i := \frac{k_{f_i}}{\sigma_i}$

$BT_i =$	
1.6236	
1.6093	
1.6095	

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} := \frac{\sum_i BT_i}{N}$

$BT_{atl} = 1.614$

A maximális és minimális biztonsági tényező közötti **különbség** meghatározása:

$sv := \text{submatrix}(BT, 1, N, 0, 0)$

$BT_{min} := \min(sv)$

$BT_{max} := \max(sv)$

$sv = \begin{pmatrix} 1.6236 \\ 1.6093 \\ 1.6095 \end{pmatrix}$

$BT_{min} = 1.6093$

$BT_{max} = 1.6236$

$\Delta BT_{max} := BT_{max} - BT_{min}$

$\Delta BT_{max} = 0.014$

$\Delta BT_{meg} = 0.01$

A $\lambda_{\ddot{o}MAX}$ felosztását úgy kell módosítani, hogy a $\Delta BT_{max} \leq \Delta BT_{meg}$ reláció igaz legyen!

SR5

$\lambda_{\ddot{o}MAX}$ felosztásának módosítása:

(harmadik iteráció)

Módosító tényező az i.-ik húzási fokozathoz: $m_i := \frac{BT_i}{BT_{atl}}$

$m_i =$

1.006
0.997
0.997

Az i.-ik húzási fokozatk összehasonlító alakváltozásának módosítása: $\lambda'_{\ddot{o}_i} := \lambda_{\ddot{o}_i} \cdot m_i$

$\lambda'_{\ddot{o}_i} =$

0.453
0.377
0.366

A **teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzási fokozat után: $\lambda'_{\ddot{o}t_i} := \sum_{i=1}^i \lambda'_{\ddot{o}_i}$

$\lambda'_{\ddot{o}t_i} =$

0.453
0.83
1.196

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\text{öMAX}}}{\lambda'_{\text{öt}_N}}$ $\lambda_{\text{öMAX}} = 1.195674$ $\lambda'_{\text{öt}_N} = 1.19613$

$k = 0.999619$ **Korrekció szükséges!**

A **korrigált** összehasonlító alakváltozások az i.-ik húzási fokozatban: $\lambda''_{\text{ö}_i} := \lambda'_{\text{ö}_i} \cdot k$

$\lambda''_{\text{ö}_i} =$

0.453
0.377
0.366

A **korrigált teljes** összehasonlító alakváltozás az i.-ik húzás után: $\lambda''_{\text{öt}_i} := \sum_{i=1}^i \lambda''_{\text{ö}_i}$

$\lambda''_{\text{öt}_i} =$

0.453
0.83
1.196

Ellenőrzés:

$\lambda_{\text{öMAX}} = 1.195674$

$\lambda''_{\text{öt}_N} = 1.195674$

$k := \frac{\lambda_{\text{öMAX}}}{\lambda''_{\text{öt}_N}}$

$k = 1$

$\lambda_{\text{ö}_i} := \lambda''_{\text{ö}_i}$

$\lambda_{\text{öt}_i} := \lambda''_{\text{öt}_i}$

SR4 A húzások technológiai adatainak meghatározása az egyes húzási fokozatokban:

Az **optimális félkúpszög** az i.-ik húzási fokozatban: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

$\alpha_{\text{opt}_i} =$

0.233
0.213
0.21

rad

$\alpha_{\text{opt}_i} =$

13.36
12.18
12

deg

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után:

$k_{f_i} := c \cdot (\lambda_{\text{öt}_i})^n$

$k_{f_i} =$

567
653.7
712.3

[N/mm²]

A **közepes alakítási szilárdság** az i.-k húzási fokozat képlékeny zónájában:

$$k_{fk_i} := \frac{c}{n+1} \cdot \frac{(\lambda_{\ddot{o}t_i})^{n+1} - (\lambda_{\ddot{o}t_{i-1}})^{n+1}}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

459.1
613.7
684.4

[N/mm²]

A **fajlagos húzóerő** az i.-ik húzási fokozatban: $\sigma_i := k_{fk_i} \cdot \lambda_{\ddot{o}i} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt_i}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt_i}}{\lambda_{\ddot{o}i}} \right)$

$$\sigma_i =$$

350.8
405.3
441.5

[N/mm²]

A **biztonsági tényező** i.-ik húzási fokozatban: $BT_i := \frac{k_{f_i}}{\sigma_i}$

$$BT_i =$$

1.6166
1.613
1.6134

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} := \frac{\sum_i BT_i}{N}$

$$BT_{atl} = 1.614$$

A maximális és minimális biztonsági tényező közötti **különbség** meghatározása:

$$sv := \text{submatrix}(BT, 1, N, 0, 0)$$

$$BT_{max} := \max(sv)$$

$$BT_{min} := \min(sv)$$

$$sv = \begin{pmatrix} 1.6166 \\ 1.613 \\ 1.6134 \end{pmatrix}$$

$$BT_{max} = 1.6166$$

$$BT_{min} = 1.613$$

$$\Delta BT_{max} := BT_{max} - BT_{min}$$

$$\Delta BT_{max} = 0.0036$$

$$\Delta BT_{meg} = 0.01$$

A biztonsági tényezők kiegyenlítettsége **megfelelő**, mert: $\Delta BT_{max} < \Delta BT_{min}$, valamint $BT_i > BE$

Ezzel az összehasonlító alakváltozás felosztással **számított technológiai paraméterek elfogadhatók!**

További technológiai adatok meghatározása:

A kiinduló keresztmetszet: $A_0 := d_0^2 \cdot \frac{\pi}{4}$

$A_0 = 314.2 \quad [\text{mm}^2]$

A **húzott keresztmetszet** az i.-ik húzás után: $A_i := A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot \delta_i}$

$A_i =$

199.7	[mm ²]
137	
95	

A **húzott átmérő** az i.-ik húzás után: $d_{h_i} := d_0 \cdot e^{\frac{-\lambda \cdot \delta_i}{2}}$

$d_{h_i} =$

15.95	[mm]
13.21	
11	

A **húzóerő** az i.-ik húzási fokozatban: $F_i := \sigma_i \cdot A_i$

$F_i =$

70050	[N]
55524	
41956	

PRN2 Az "N" lépésben végzett húzás technológiai adatainak nyomtatása:

Az optimális félkúpszög az i.-ik húzási fokozatban:

$\alpha_{opt_i} =$		$\alpha_{opt_i} =$						
<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0.233</td></tr><tr><td>0.213</td></tr><tr><td>0.21</td></tr></table>	0.233	0.213	0.21	rad	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>13.36</td></tr><tr><td>12.18</td></tr><tr><td>12</td></tr></table> deg	13.36	12.18	12
0.233								
0.213								
0.21								
13.36								
12.18								
12								

A húzott átmérők az i.-ik húzási fokozat után:

$d_{h_i} =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>15.9</td></tr><tr><td>13.2</td></tr><tr><td>11</td></tr></table>	15.9	13.2	11	[mm]
15.9					
13.2					
11					

A húzott átmérőkhöz tartozó keresztmetszetek:

$A_i =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>199.7</td></tr><tr><td>137</td></tr><tr><td>95</td></tr></table>	199.7	137	95	[mm ²]
199.7					
137					
95					

Az alakítási szilárdság az i.-ik húzási fokozat után:

$k_{f_i} =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>567</td></tr><tr><td>653.7</td></tr><tr><td>712.3</td></tr></table>	567	653.7	712.3	[N/mm ²]
567					
653.7					
712.3					

Húzóerő az i.-ik húzási fokozatban:

$F_i =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>70050</td></tr><tr><td>55524</td></tr><tr><td>41956</td></tr></table>	70050	55524	41956	[N]
70050					
55524					
41956					

A biztonsági tényező az i.-ik fokozatban:

$BT_i =$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1.617</td></tr><tr><td>1.613</td></tr><tr><td>1.613</td></tr></table>	1.617	1.613	1.613
1.617				
1.613				
1.613				

Az elvárt biztonsági tényező: BE = 1.5

A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} = 1.614$

A biztonsági tényezők megengedett eltérése: $\Delta BT_{meg} = 0.01$

A biztonsági tényezők közötti legnagyobb eltérés: $\Delta BT_{max} = 0.0036$