

Huzal- és rúdhúzás technológia tervezése:

[N=3, l=3]

N - húzások száma,
l - iterációk száma**BA** **Bemenő adatok:**A húzás előtti átmérő: $d_o := 20$ [mm]A húzás utáni átmérő: $d_v := 11$ [mm]Folyásgörbe paraméterek: Anyagminőség: **C10** $k_f := a + b \cdot \lambda_{\ddot{o}} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}}}$ $a := 565.047$ $b := 117.07$ $c := -338.431$ $d := -5.15$ A Coulomb-féle súrlódási tényező: $\mu := 0.08$ Az elvárt biztonsági tényező: $BE := 1.5$ A megengedhető legnagyobb különbség
a biztonsági tényezők között: $\Delta BT_{meg} := 0.01$

=====

Húzható egy lépésben?

SR1 **Húzás egy lépésben:** $N := 1$ A kész termék létrehozásához szükséges összehasonlító alakváltozás: $\lambda_{\ddot{o}MAX} := 2 \cdot \ln\left(\frac{d_o}{d_v}\right)$ $\lambda_{\ddot{o}MAX} = 1.196$ A húzott rúd alakítási szilárdsága: $k_f := a + b \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX}}$ $k_f = 704.3$ [N/mm²]A képlékeny zóna közepes alakítási szilárdság: $k_{fk} := a + \frac{b}{2} \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX} + \frac{c}{d} \cdot (e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX}} - 1) \cdot \frac{1}{\lambda_{\ddot{o}MAX}}$ $k_{fk} = 580.2$ [N/mm²]Az optimális félkúpszög: $\alpha_{opt} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX}}$ $\alpha_{opt} = 0.379$ rad $\alpha_{opt} = 21.7$ degA húzás fajlagos erőszükséglete: $\sigma := k_{fk} \cdot \lambda_{\ddot{o}MAX} \cdot \left(1 + \frac{\mu}{\alpha_{opt}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{opt}}{\lambda_{\ddot{o}MAX}}\right)$ $\sigma = 986.7$ [N/mm²]A készre húzott huzal keresztmetszete: $A_v := d_v^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ $A_v = 95$ [mm²]A húzás erőszükséglete: $F := \sigma \cdot A_v$ $F = 93774$ [N]

A biztonsági tényező: $BT := \frac{k_f}{\sigma}$ $BT = 0.714$

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

rad

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

15.346

deg

0.268

15.346

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := a + b \cdot \lambda_{\text{öt}_i} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}}$

$k_{f_i} =$

619.5

704.3

[N/mm²]

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

$$k_{fk_i} := a + \frac{b}{2} \cdot \frac{[(\lambda_{\ddot{o}t_i})^2 - (\lambda_{\ddot{o}t_{i-1}})^2]}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}} + \frac{c}{d} \cdot \frac{e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}t_i}} - e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

495.2
665.2

[N/mm²]

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

$$\sigma_i =$$

472.9
635.2

[N/mm²]

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

$$BT_i =$$

1.31
1.109

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: $k_{f_i} := a + b \cdot \lambda_{\text{öt}_i} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}}$

$k_{f_i} =$

568.3
652.8
704.3

[N/mm²]

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

$$k_{fk_i} := a + \frac{b}{2} \cdot \frac{\left[\left(\lambda_{\text{öt}_i} \right)^2 - \left(\lambda_{\text{öt}_{i-1}} \right)^2 \right]}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}} + \frac{c}{d} \cdot \frac{e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}} - e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}$$

$k_{fk_i} =$

444.7
616.6
679.3

[N/mm²]

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

$\sigma_i =$

306.9
425.5
468.8

[N/mm²]

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

$BT_i =$

1.852
1.534
1.502

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

$BT_{atl} = 1.629$

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

A "BT" biztonsági tényezők kiegyenlítése:

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

("sv" segédváltozó)

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

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

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

$sv = \begin{pmatrix} 1.852 \\ 1.534 \\ 1.502 \end{pmatrix}$

$BT_{max} = 1.852$

$BT_{min} = 1.502$

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

$\Delta BT_{max} = 0.349$

$\Delta BT_{meg} = 0.01$

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

=====

Biztonsági tényezők kiegyenlítése:

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

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

$m_i =$

1.136
0.942
0.922

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

$\lambda'_{ö_i} =$

0.453
0.375
0.367

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

$$\lambda'_{\text{öt}_i} =$$

0.453
0.828
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 egyes húzások után: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

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

0.233
0.212
0.21

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

13.4
12.2
12

deg

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := a + b \cdot \lambda_{\text{öt}_i} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}}$

$$k_{f_i} =$$

585.2
657.2
704.3

↓/mm²]

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

$$k_{fk_i} := a + \frac{b}{2} \cdot \frac{\left[\left(\lambda_{\text{öt}_i} \right)^2 - \left(\lambda_{\text{öt}_{i-1}} \right)^2 \right]}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}} + \frac{c}{d} \cdot \frac{e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}} - e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}}{\lambda_{\text{öt}_i} - \lambda_{\text{öt}_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

460.6
625.5
681.4

[N/mm²]

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

$\sigma_i =$

351.8	[N/mm ²]
411.7	
441.2	

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

$BT_i =$

1.664
1.596
1.596

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

$BT_{atl} = 1.619$

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

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

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

$sv = \begin{pmatrix} 1.664 \\ 1.596 \\ 1.596 \end{pmatrix}$

$BT_{max} = 1.664 \quad BT_{min} = 1.596$

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

$\Delta BT_{max} = 0.067$

$\Delta BT_{meg} = 0.01$

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: $m_i := \frac{BT_i}{BT_{atl}}$

$m_i =$

1.028
0.986
0.986

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

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

0.4655
0.3701
0.3624

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

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

0.465
0.836
1.198

$$\lambda'_{\ddot{o}t_N} = 1.197933$$

$$\lambda_{\ddot{o}MAX} = 1.195674$$

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\ddot{o}MAX}}{\lambda'_{\ddot{o}t_N}}$ $k = 0.998114$ **Korrekció szükséges!**

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

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

0.4646
0.3694
0.3617

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

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

0.4646
0.834
1.1957

Ellenőrzés:

$$\lambda_{\ddot{o}MAX} = 1.195674$$

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

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

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

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

SR4 A húzások technológiai adatainak meghatározása az egyes húzási fokozatokban:

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

$\alpha_{opt_i} =$		$\alpha_{opt_i} =$	
0.236	rad	13.53	deg
0.211		12.06	
0.208		11.94	

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := a + b \cdot \lambda_{\ddot{o}_i} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}_i}}$
 $k_{f_i} =$

588.5	
658.1	[N/mm ²]
704.3	

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

$$k_{fk_i} := a + \frac{b}{2} \cdot \frac{\left[\left(\lambda_{\ddot{o}_i} \right)^2 - \left(\lambda_{\ddot{o}_{i-1}} \right)^2 \right]}{\lambda_{\ddot{o}_i} - \lambda_{\ddot{o}_{i-1}}} + \frac{c}{d} \cdot \frac{e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}_i}} - e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}_{i-1}}}}{\lambda_{\ddot{o}_i} - \lambda_{\ddot{o}_{i-1}}}$$

$k_{fk_i} =$	
463.7	
627.2	[N/mm ²]
681.8	

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

$\sigma_i =$	
361.4	
407.7	[N/mm ²]
436	

A biztonsági tényezők egyes húzási fokozatokban: $BT_i := \frac{k_{f_i}}{\sigma_i}$

$BT_i =$	
1.6282	
1.6139	
1.6155	

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

$BT_{atl} = 1.619$

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

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

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

$BT_{max} = 1.6282 \quad BT_{min} = 1.6139$

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

$\Delta BT_{max} = 0.014$

$\Delta BT_{meg} = 0.01$

$sv = \begin{pmatrix} 1.6282 \\ 1.6139 \\ 1.6155 \end{pmatrix}$

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
0.998

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

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

0.467
0.368
0.361

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

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

0.467
0.835
1.196

A korrekciós tényező: $k := \frac{\lambda_{\text{öMAX}}}{\lambda'_{\text{öt}_N}}$ $\lambda_{\text{öMAX}} = 1.195674$ $\lambda'_{\text{öt}_N} = 1.196222$

$k = 0.999542$ **Korrekció szükséges!**

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

$\lambda''_{\text{ö}_i} =$

0.467
0.368
0.3607

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

$\lambda''_{\text{öt}_i} =$

0.467
0.835
1.1957

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: $\alpha_{\text{opt}_i} := \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \mu \cdot \lambda_{\text{ö}_i}}$

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

0.237
0.21
0.208

rad

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

13.56
12.04
11.92

deg

Az **alakítási szilárdság** az i.-ik húzás után: $k_{f_i} := a + b \cdot \lambda_{\text{öt}_i} + c \cdot e^{d \cdot \lambda_{\text{öt}_i}}$

$k_{f_i} =$

589.2
658.2
704.3

[N/mm²]

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

$$k_{fk_i} := a + \frac{b}{2} \cdot \frac{[(\lambda_{\ddot{o}t_i})^2 - (\lambda_{\ddot{o}t_{i-1}})^2]}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}} + \frac{c}{d} \cdot \frac{e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}t_i}} - e^{d \cdot \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}}{\lambda_{\ddot{o}t_i} - \lambda_{\ddot{o}t_{i-1}}}$$

$$k_{fk_i} =$$

464.4
627.6
681.8

[N/mm²]

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

$$\sigma_i =$$

363.4
406.8
435.1

[N/mm²]

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

$$BT_i =$$

1.6212
1.6181
1.6188

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

$$BT_{atl} = 1.619$$

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

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

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

$$sv = \begin{pmatrix} 1.6212 \\ 1.6181 \\ 1.6188 \end{pmatrix}$$

$$BT_{max} = 1.6212 \quad BT_{min} = 1.6181$$

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

$$\Delta BT_{max} = 0.003$$

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

A biztonsági tényezők kiegyenlítetttsége **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: $A_0 := d_0^2 \cdot \frac{\pi}{4}$

$A_0 = 314.2$ [mm²]

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

$A_i =$

196.9	[mm ²]
136.3	
95	

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

$d_{h_i} =$

15.84	[mm]
13.17	
11	

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

$F_i =$

71572	[N]
55446	
41347	

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

Az optimális félkúpszög az i.-ik húzási fokozatban:

 $\alpha_{opt_i} =$

0.237
0.21
0.208

rad

 $\alpha_{opt_i} =$

13.56
12.04
11.92

deg

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

 $d_{h_i} =$

15.8
13.2
11

[mm]

A húzott átmérőkhöz tartozó keresztmetszetek:

 $A_i =$

196.9
136.3
95

[mm²]

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

 $k_{f_i} =$

589.2
658.2
704.3

[N/mm²]

Húzóerő az i.-ik húzási fokozatban:

 $F_i =$

71572
55446
41347

[N]

A biztonsági tényező az i.-ik fokozatban:

 $BT_i =$

1.621
1.618
1.619

Az elvárt biztonsági tényező: $BE = 1.5$ A biztonsági tényezők átlaga: $BT_{atl} = 1.619$ A biztonsági tényezők megengedett eltérése: $\Delta BT_{meg} = 0.01$ A biztonsági tényezők közötti legnagyobb eltérés: $\Delta BT_{max} = 0.003$