

# Gépelemek Coedu

## Vizsgán használható képletgyűjtemény

| A gépelemek méretezésének alapjai.                                                     |                                                                                                             |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| A megengedhető feszültség és a megengedhető csúsztató feszültség közötti összefüggések | Acél, acélöntvény, réz és bronz anyagoknál                                                                  | $\tau_{meg} = 0,65 \cdot \sigma_{meg}$ |
|                                                                                        | Alumínium és ötvözetek esetén                                                                               | $\tau_{meg} = 0,7 \cdot \sigma_{meg}$  |
|                                                                                        | Öntöttvas és temperöntvény esetén                                                                           | $\tau_{meg} = \sigma_{meg}$            |
| Méretezés kifáradásra.                                                                 |                                                                                                             |                                        |
| A kifáradási határt befolyásoló tényezők<br>Az érzékenységi tényező                    | $q = \frac{K_{f\sigma} - 1}{K_{t\sigma} - 1}$ illetve $q = \frac{K_{fr} - 1}{K_{tr} - 1}$                   |                                        |
| Csavarkötések.                                                                         |                                                                                                             |                                        |
| A meghúzáshoz szükséges kerületi erő lapos menetű csavarnál                            | $F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho)$                                                              |                                        |
| A lazításhoz szükséges kerületi erő lapos menetű csavarnál                             | $F_t = F \cdot \operatorname{tg}(\psi - \rho)$                                                              |                                        |
| Az anya vagy az orsó forgatásához szükséges nyomaték (lapos menetű csavarnál)          | $T_{1,2} = F \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi \pm \rho)$                                          |                                        |
| A forgatáshoz szükséges erő valós menetszelvényénél                                    | $T_{1,2} = F \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi \pm \rho')$                                         |                                        |
| Az anya és a csavar felfekvésénél ébredő súrlódó nyomaték                              | $T_a = \mu_a \cdot F \cdot r_a \quad (r_a = d_3)$                                                           |                                        |
| Szereléskor szorosan meghúzott csavarkötés szükséges magátmérője                       | $d_{03} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\varphi \cdot \pi \cdot \sigma_{meg}}} \quad d_3 = \frac{d_{03} + 6}{1,1}$ |                                        |
| A csavarszár palástnyomása nyírásakor                                                  | $p = \frac{F_{ny}}{D \cdot l} \leq p_{meg}$                                                                 |                                        |
| Az anya magassága                                                                      | $m = z \frac{P}{i}$                                                                                         |                                        |
| Csapszegek, szegek, rögzítőelemek méretezése.                                          |                                                                                                             |                                        |
| Csapszegkötésnél a hajlítónyomaték a csapszeg középső keresztmetszetében               | $M_h = \frac{F}{8} (2 \cdot s + l)$                                                                         |                                        |

|                                                                               |                                                                                       |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| A keresztaszag kötésnél az agyban keletkező felületi nyomás                   | $p_a = \frac{F}{A} = \frac{T}{(d_t + s)d \cdot s} \leq p_{meg}$                       |                                         |
| A keresztaszag kötésnél a tengelyben keletkező felületi nyomás                | $p_t = \frac{6 \cdot T}{d \cdot d_t^2} \leq p_{meg}$                                  |                                         |
| A nyírófeszültség a szeg téglalap alakú keresztmetszetében                    | $\tau = \frac{2 \cdot T}{d_t \cdot d \cdot l} \leq \tau_{meg}$                        |                                         |
| <b>Tengelykötések</b>                                                         |                                                                                       |                                         |
| Bordáskötésnél a bordák (egy borda) hordozó felülete                          | $A_1 = \left( \frac{D-d}{2} - 2 \cdot f \right) l$                                    |                                         |
| Bordáskötésnél a közepes sugár                                                | $r_k = \frac{D+d}{4}$                                                                 |                                         |
| <b>Nem oldható kötések. (Szegecskötés és szilárdillesztésű tengelykötés.)</b> |                                                                                       |                                         |
| Szegecskötésnél az egy szeggel átvihető nyíróerő                              | $F = k \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \tau_{meg}$                                      |                                         |
| „z” számú szegeccsel átvihető erő a megadott palástnyomás alapján             | $F = z \cdot d \cdot s \cdot p_{meg}$                                                 |                                         |
| Szilárd illesztésű kötés szükséges palástnyomása                              | $p_{szüks} = \frac{P \cdot x^2}{\pi^2 \cdot n \cdot \mu \cdot \frac{l}{d} \cdot d^3}$ |                                         |
|                                                                               | Hidegen sajtolt kötés                                                                 | Hőfokkülönbséggel szerelt kötés         |
| A gyártási fedés                                                              | $f_{gyártási} = f_{min} + 2 \cdot 0,6(R_{1max} + R_{2max})$                           | -                                       |
| A maximális fedés                                                             | $f_{max} = NF - 2 \cdot 0,6(R_{1max} + R_{2max})$                                     | $f_{max} = NF$                          |
| A maximális palástnyomás                                                      | $p_{max} = \frac{f_{max}}{d(k_1 + k_2)}$                                              | $p_{max} = \frac{NF}{d(k_1 + k_2)}$     |
| A maximális redukált feszültség                                               | $\sigma_{red\ max} = K_2 \cdot p_{max}$                                               | $\sigma_{red\ max} = K_2 \cdot p_{max}$ |
| A redukált feszültség számításához használt tényezők                          | $K_2 = \frac{a_2^2 + 1}{a_2^2 - 1} + 1 \text{ és } a_2 = \frac{D}{d}$                 |                                         |
| <b>Nem oldható kötések. (Hegesztett, forrasztott és ragasztott kötések.)</b>  |                                                                                       |                                         |
| A nyírófeszültség alapegyenlete forrasztott kötésnél                          | $\tau = \frac{F}{b \cdot l} \leq \tau_{meg} = \frac{\tau_B}{n}$                       |                                         |
| Az alapanyaggal egyenértékű teherviselés esetén                               | $F = \sigma_{meg} \cdot b \cdot s = \tau_{meg} \cdot b \cdot l$                       |                                         |

|                                                       |                                                                                               |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| A megengedett nyírófeszültség ragasztott kötésnél     | $\tau_{vmeg} = \frac{\tau_B}{n}$                                                              |                                                                                     |
| A húzó feszültség hegesztett kötésnél                 | $\sigma = \frac{F}{A_v} \leq \sigma_{meg} \Rightarrow F = \sigma \cdot A_v$                   |                                                                                     |
| <b>Tengelyek méretezése.</b>                          |                                                                                               |                                                                                     |
| Az anyagra megengedett $\sigma$ feszültség            | $\sigma_{meg} = (0,25 - 0,4)R_{eH}$                                                           |                                                                                     |
| Az anyagra megengedett $\tau$ feszültség              | $\tau_{meg} = \frac{\sigma_{meg}}{2}$                                                         |                                                                                     |
| Az átmérőviszony                                      | $a = \frac{d}{D}$                                                                             |                                                                                     |
| Statikus húzó vagy nyomó igénybevétel                 | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\sigma_{meg} \cdot \pi(1 - a^2)}}$                      |
| Statikus nyíró igénybevétel                           | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\tau_{meg} \cdot \pi(1 - a^2)}}$                        |
| Statikus hajlító igénybevétel                         | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_h}{\sigma_{meg} \cdot \pi(1 - a^4)}}$                |
| Statikus csavaró igénybevétel                         | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\tau_{meg} \cdot \pi(1 - a^4)}}$                    |
| Összetett igénybevétel                                | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_r}{\sigma_{meg} \cdot \pi(1 - a^4)}}$                |
| A kör vagy körgyűrű keresztmetszetű rúd elcsavarodása | Az átmérő meghatározása tömör tengely esetén                                                  | $d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T \cdot l}{\varphi_{meg} \cdot \pi \cdot G}}$          |
|                                                       | Az átmérő meghatározása csőtengely esetén                                                     | $D = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T \cdot l}{\varphi_{meg} \cdot \pi \cdot G(1 - a^4)}}$ |
| <b>Rugók méretezése.</b>                              |                                                                                               |                                                                                     |
| A rugó végének lehajlása                              | $f = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot I \cdot E} = \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{b \cdot s^3 \cdot E}$ |                                                                                     |
| A csavarrugóban ébredő legnagyobb feszültség          | $\tau = k \frac{T}{K_p} = k \frac{8 \cdot F \cdot D}{d^3 \cdot \pi}$                          |                                                                                     |
| <b>Siklócsapágyak és gördülőcsapágyak.</b>            |                                                                                               |                                                                                     |
| A csapágyhossz meghatározása siklócsapágyaknál        | $b = \left(\frac{b}{d}\right) \cdot d$                                                        |                                                                                     |
| Axiális gördülőcsapágyak egyenértékű terhelése        | $F = F_{ax}$                                                                                  |                                                                                     |

|                                                                                  |                 |                                                                                                                                                  |                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beálló<br>gördülőcsapágyak<br>egyenértékű terhelése                              | axiális         | $F = F_{ax} + 1,2 \cdot F_r$                                                                                                                     |                                                                                              |
| Egyenértékű<br>periodikus vagy változó<br>terhelésnél gördülőcsapágyak<br>esetén | terhelés        | $F = \sqrt[3]{\frac{F_1^3 \cdot N_1 + F_2^3 \cdot N_2 + \dots + F_n^3 \cdot N_n}{N}}$                                                            |                                                                                              |
| <b>Tengelykapcsolók.</b>                                                         |                 |                                                                                                                                                  |                                                                                              |
| <u>Héjas tengelykapcsoló</u><br>A kerületi erő                                   |                 | $F = \frac{2 \cdot T}{d_t} = \mu \cdot p \cdot d_t \cdot \pi \cdot l$                                                                            |                                                                                              |
| Egy csavart terhelő erő                                                          |                 | $F_{cs} = \frac{F_N}{i}$                                                                                                                         |                                                                                              |
| <u>Merev tengelykapcsoló</u><br><br>A csavar átmérője                            | Erőzáró kivitel | $d_{o3} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{a1}}{\phi \cdot \pi \cdot \sigma_{meg}}}$ $d_3 = \frac{d_{o3} + 6}{1,1}$                                        | Alakzáró kivitel<br>$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot F_{t1}}{3 \cdot \pi \cdot \tau_{meg}}}$ |
| Egy csavarra jutó erő                                                            |                 | $F_{a1} = \frac{F_a}{z}$                                                                                                                         | $F_{t1} = \frac{F_t}{z}$                                                                     |
| <u>Körmös kapcsoló</u><br>A geometriai méretek                                   |                 | $D = 2 \cdot D_1$ $D_{köz} = \frac{D + D_1}{2}$ $a = \frac{D_{köz} \cdot \pi}{2 \cdot z}$<br>$b = \frac{D - D_1}{2}$                             |                                                                                              |
| A hajlító feszültség<br>meghatározása                                            |                 | $\sigma_{hajl} = \frac{F_{ker} \cdot h}{K} = \frac{2 \cdot T \cdot h}{D_{köz} \cdot \psi \cdot z} \cdot \frac{6}{a^2 \cdot b} \leq \sigma_{meg}$ |                                                                                              |
| <u>Bibby-féle acélrugós<br/>tengelykapcsoló</u><br>A rugó lehajlása              |                 | $f = \frac{F_1 \cdot l^3}{12 \cdot I \cdot E}$ $I = \frac{a^3 \cdot b}{12}$                                                                      |                                                                                              |
| A rugóban ébredő feszültség                                                      |                 | $\sigma_{hajl} = \frac{F_1 \cdot l}{2} \cdot \frac{6}{a^2 \cdot b}$                                                                              |                                                                                              |
| <u>Oldható körmös<br/>tengelykapcsoló</u><br>A körömrre ható kerületi erő        |                 | $F_k = \frac{2 \cdot T}{d_k}$                                                                                                                    |                                                                                              |
| A reteszekre ható erő                                                            |                 | $F_r = \frac{2 \cdot T}{d_t}$                                                                                                                    |                                                                                              |
| <u>Kúpos tengelykapcsoló</u><br>A kerületi erő                                   |                 | $F_k = \frac{2 \cdot T}{d_k}$                                                                                                                    |                                                                                              |
| A normál erő                                                                     |                 | $F_n = \frac{F_k}{\mu}$                                                                                                                          |                                                                                              |
| <u>Dörzstárcsás és lemezes<br/>tengelykapcsoló</u>                               |                 | $T_k = \frac{i \cdot \mu \cdot F_a}{3} \cdot \frac{(d_k^3 - d_b^3)}{(d_k^2 - d_b^2)}$ vagy                                                       |                                                                                              |

|                                                                               |                                                                                                                                            |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| A kapcsolóval átvihető nyomaték                                               | $T_k = \frac{(3 \cdot c + c^3)}{6} \cdot \pi \cdot \mu \cdot p \cdot d_{köz}^3$                                                            |  |
| A szükséges felületi nyomás meghatározása biztonsági tengelykapcsoló esetén   | $p_{szüks} = \frac{6 \cdot T_m}{i \cdot \mu \cdot \pi \cdot d_{köz}^3 \cdot (3 \cdot c + c^3)}$                                            |  |
| <b>Elemi egyenes fogazat.</b>                                                 |                                                                                                                                            |  |
| <u>Elemi fogazat</u><br>A fejmagasság                                         | $h_a = m$                                                                                                                                  |  |
| A lábmagasság                                                                 | $h_f = (1 + c^*) \cdot m = 1,25 \cdot m$                                                                                                   |  |
| A fejkörátmérő                                                                | $d_a = m \cdot (z + 2)$                                                                                                                    |  |
| A lábkörátmérő                                                                | $d_f = m \cdot (z - 2 - 2 \cdot c^*) = m \cdot (z - 2,5)$                                                                                  |  |
| <b>Kompenzált egyenes fogazat. A fogazati rendszerek alkalmazhatósága.</b>    |                                                                                                                                            |  |
| <u>Kompenzált fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                   | $d_a = m \cdot (z + 2) + 2 \cdot x \cdot m = m \cdot (z + 2 + 2 \cdot x)$                                                                  |  |
| A lábkörátmérő                                                                | $d_f = m \cdot (z - 2 - 2 \cdot c^*) + 2 \cdot x \cdot m = m \cdot (z - 2 - 2 \cdot c^* + 2 \cdot x)$                                      |  |
| <u>A fogazati rendszerek alkalmazhatósága</u><br>A fejkörön lévő fogvastagság | $s_a = 2 \cdot r_a \cdot \left( \frac{s}{2 \cdot r} + \text{inv } \alpha - \text{inv } \alpha_a \right)$                                   |  |
| A görbülőkörön lévő fogvastagság                                              | $s_w = 2 \cdot r_w \cdot \left( \frac{s}{2 \cdot r} + \text{inv } \alpha - \text{inv } \alpha_w \right)$                                   |  |
| A profil kapcsolószám                                                         | $\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} + \sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} - a \cdot \sin \alpha}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha}$ |  |
| <b>Általános egyenes fogazat.</b>                                             |                                                                                                                                            |  |
| Az elméleti többfogméret                                                      | $W = [(k - 0,5) \cdot \pi + z \cdot \text{inv } \alpha] \cdot m \cdot \cos \alpha + 2 \cdot x \cdot m \cdot \sin \alpha.$                  |  |
| <b>Belső-, ferde- és kúpfogazat valamint a csigahajtás</b>                    |                                                                                                                                            |  |
| <u>Elemi belső fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                  | $d_{a2} = m \cdot (z_2 - 2)$                                                                                                               |  |
| A lábkörátmérő                                                                | $d_{f2} = m \cdot (z_2 + 2 + 2 \cdot c^*)$                                                                                                 |  |
| <u>Kompenzált belső fogazat</u><br>A fejkörátmérő                             | $d_{a2} = m \cdot (z_2 - 2 + 2 \cdot x_2)$                                                                                                 |  |
| A lábkörátmérő                                                                | $d_{f2} = m \cdot (z_2 + 2 + 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_2)$                                                                                   |  |
| Az alámetszési határfogszám ferde fogazatnál                                  | $z_{\lim} = \frac{2 \cdot \cos \beta}{\sin^2 \alpha_t}$                                                                                    |  |
| <u>Elemi ferde fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                  | $d_a = m_t \cdot z + 2 \cdot m$                                                                                                            |  |
| A lábkörátmérő                                                                | $d_f = m_t \cdot z - m \cdot (2 + 2 \cdot c^*)$                                                                                            |  |

|                                                                                         |                                                                                                |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <u>Kompenzált ferde fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                       | $d_a = m_t \cdot z + m \cdot (2 + 2 \cdot x)$                                                  |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_f = m_t \cdot z - m \cdot (2 + 2 \cdot c^* - 2 \cdot x)$                                    |  |
| <u>Kúpkerék hajtás</u><br>Az osztó körátmérő és a középső osztó kör közötti összefüggés | $d = d_m + b \cdot \sin \delta$                                                                |  |
| A középmodul                                                                            | $m_m = \frac{d_m}{z}$ vagy<br>$m_m = m \cdot \frac{R_m}{R_e}$                                  |  |
| <u>Elemi kúp fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                              | $d_a = d + 2 \cdot m \cdot \cos \delta$                                                        |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_f = d - (2 + 2 \cdot c^*) \cdot m \cdot \cos \delta$                                        |  |
| <u>Kompenzált kúp fogazat</u><br>A fejkörátmérő                                         | $d_a = d + 2 \cdot (m + x \cdot m) \cdot \cos \delta$                                          |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_f = d - (2 + 2 \cdot c^* - x) \cdot m \cdot \cos \delta$                                    |  |
| A fogfejszög                                                                            | $\vartheta_a = \arctg \frac{(1 \pm x) \cdot m}{R_e}$                                           |  |
| A foglábszög                                                                            | $\vartheta_f = \arctg \frac{(1,25 \pm x) \cdot m}{R_e}$                                        |  |
| A képzelt osztó kör sugár                                                               | $r_v = \frac{r}{\cos \delta}$                                                                  |  |
| <u>A hengeres csiga</u><br>A fejkörátmérő                                               | $d_{a1} = m \cdot (q + 2)$                                                                     |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_{f1} = m \cdot (q - 2 - 2 \cdot c^*) = m \cdot (q - 2,4)$                                   |  |
| A csiga menetes szakaszának hossza                                                      | $b_1 \geq 2 \cdot m \cdot \sqrt{z_2 + 1}$                                                      |  |
| <u>Elemi csigakerék</u><br>A fejkörátmérő                                               | $d_{a2} = m \cdot (z_2 + 2)$                                                                   |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_{f2} = m \cdot (z_2 - 2 - 2 \cdot c^*) = m \cdot (z_2 - 2,4)$                               |  |
| A külső kör átmérője                                                                    | $d_{e2} = d_{a2} + m = m \cdot z_2 + 3 \cdot m$                                                |  |
| A csigakerék fogszélessége                                                              | $b_2 = 0,45 \cdot (q + 6) \cdot m$                                                             |  |
| <u>Csigakerék profileltolással</u><br>A fejkörátmérő                                    | $d_{a2} = m \cdot (z_2 + 2 + 2 \cdot x_2)$                                                     |  |
| A lábkörátmérő                                                                          | $d_{f2} = m \cdot (z_2 - 2 - 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_2) =$<br>$m \cdot (z_2 - 2,4 + 2x_2)$     |  |
| <b>Színhajtás, lánchajtás és dörzshajtás.</b>                                           |                                                                                                |  |
| <u>Színhajtás</u><br>A közelítő színhosszság                                            | $L'_w = 2 \cdot a' + \frac{\pi}{2} (d_{w2} + d_{w1}) + \frac{(d_{w2} - d_{w1})^2}{4 \cdot a'}$ |  |

|                                                        |                                                                                                                                                                         |  |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| meghatározása az előzetes tengelytávolsággal           |                                                                                                                                                                         |  |
| A végleges tengelytávolság                             | $a = \frac{1}{4} \cdot p + \frac{1}{4} \cdot \sqrt{p^2 - q}, \text{ ahol}$ $p = L_w - \frac{d_{w2} + d_{w1}}{2} \cdot \pi \text{ és}$ $q = 2 \cdot (d_{w2} - d_{w1})^2$ |  |
| A szükséges szíjhurkok száma                           | $z = \frac{c_2 \cdot P}{P_n \cdot c_1 \cdot c_3}$                                                                                                                       |  |
| A szükséges feszítőerő                                 | $F_h = (k_1 \cdot F_k + 2 \cdot k_2 \cdot v_2 \cdot z) \cdot \sin \frac{\beta}{2}$                                                                                      |  |
| <u>Lánchajtás</u>                                      |                                                                                                                                                                         |  |
| A lánckerék lábkörátmérője                             | $d_f = d - d_1'$                                                                                                                                                        |  |
| A lánckerék fejkörátmérője                             | $d_a = d \cdot \cos \alpha + 0,8 \cdot d_1'$                                                                                                                            |  |
| A saját tömegből adódó erő                             | $F_g = \frac{q \cdot a^2}{8 \cdot f}$                                                                                                                                   |  |
| A centrifugális erő                                    | $F_c = \frac{q \cdot v_1^2}{g}$                                                                                                                                         |  |
| A lánchúzó erő                                         | $F = F_h + F_g + F_c$                                                                                                                                                   |  |
| <u>Dörzshajtás</u>                                     |                                                                                                                                                                         |  |
| A szükséges összenyomó erő trapéz alakú hornyok esetén | $F_t = \frac{F_k}{\mu'} = \frac{F_k}{\frac{\mu}{\sin \gamma}}$                                                                                                          |  |