

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

Építészmérnöki Kar

Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék

FA TARTÓSZERKEZETEK SEGÉDLET

Méretezés az Eurocode alapján

Jelen segédletben összefoglaltuk azokat a legfontosabb szabványi előírásokat, melyeket az egységes európai szabványrendszer (az „Eurocode”) az építészeti fa tartószerkezetek tervezői számára előír. A segédletben felhasznált fontosabb szabványok és katalógosok:

- **Eurocode 1: A tartószerkezetek erő hatások**
1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
MSZ EN 1991-1-1:2004
- **Eurocode 5: Faszervezetek tervezése**
1-1. rész: Általános szabályok. Közös és az épületekre vonatkozó szabályok
(angol nyelvű szabvány)
MSZ EN 1995-1-1:2005
- **Szerkezeti fa. Szilárdsági osztályok**
MSZ EN 338:2003
- **Faszervezetek. Rétegelt-ragasztott fa. A szilárdsági osztályok és jellemző értékek meghatározása**
MSZ EN 1194:2000
- **Timber fasteners – Specifications for connectors for timber**
(angol nyelvű szabvány)
EN 912:1999/AC:2000
- **Timber structures – Connectors – Requirements**
(angol nyelvű szabvány)
prEN 14545:2002 E
- **Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau**
(német szabvány)
DIN 1052 2004. August
- **Kerto - A wood product for advanced structural engineering**
Finforest 1/2006

A segédletben nemcsak egységes szerkezetbe foglaltuk az adott tervezési feladatra vonatkozó, különböző szabványokban található tudnivalókat, hanem a gyakorlati munka megkönnyítésére értelmeztük és tovább is gondoltuk a szabványok előírásait. Az érthetőség érdekében, valamint a számítási munka egyszerűsítésére a szabványokban található képleteket táblázatokban és grafikonokban is feldolgoztuk.

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|---|-----------|
| 1. ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK..... | 1 |
| 1.1 Tervezési alapelvek..... | 1 |
| 1.2 A Segédletben használt fontosabb jelölések..... | 5 |
| 1.3 A görög ABC..... | 7 |
| 1.4 A prefixumok..... | 7 |
| 1.5 A mértékegységek és a mértékegységek átváltásai..... | 8 |
| 1.6 A kótázás szabályai..... | 8 |
| 2. FA TARTÓSZERKEZETEK ANYAGAI..... | 9 |
| 2.1 A faanyag jellemzőinek tervezési értéke..... | 9 |
| 2.1.1 Felhasználási osztályok..... | 9 |
| 2.1.2 A teheridőtartamok osztályai..... | 9 |
| 2.1.3 A k_{mod} módosító tényező..... | 10 |
| 2.1.4 A faszervezetek biztonsági tényezői..... | 10 |
| 2.2 A szilárdsági osztályok és a karakterisztikus értékek..... | 10 |
| 2.2.1 A természetes (szerkezeti) faanyagok..... | 11 |
| 2.2.2 Rétegeit-ragasztott faanyagok..... | 12 |
| 2.2.3 Kerto LVL termékek mechanikai tulajdonságai..... | 13 |
| 2.3 A szilárdság karakterisztikus értékét módosító hatások..... | 14 |
| 2.3.1 Rostírányra merőleges kis felületű nyomás („pecsétnyomás”)..... | 14 |
| 2.3.2 Rostírányal α szöget bezáró nyomás..... | 17 |
| 2.3.3 Mérethatás..... | 19 |
| 3. KAPCSOLATOK..... | 20 |
| 3.1. Csap típusú kapcsolóelemek..... | 20 |
| 3.1.1 Csap típusú kapcsolóelemek méretezése - általános előírások..... | 20 |
| 3.1.2 Csap típusú kapcsolóelemek méretezésének egyszerűsített módszere, diagramok és táblázatok..... | 24 |
| 3.1.3 Szegezett és tűzőkapcsos kapcsolatok..... | 32 |
| 3.1.4 Csavarozott, acélhengeres és facsavaros kapcsolatok..... | 38 |
| 3.1.5 Csap típusú kapcsolóelemek szerkezeti szabályainak összefoglaló táblázata..... | 44 |
| 3.2 Gyűrűk és tárcsák..... | 46 |
| 3.2.1 Gyűrűk és beeresztéssel elhelyezendő tárcsák méretezése..... | 46 |
| 3.2.2 Fogas tárcsák méretezése..... | 50 |
| 3.2.3 Gyűrűk és tárcsák szerkezeti szabályainak összefoglaló táblázata..... | 55 |

1. ÁLTALÁNOS TUDNIVALÓK

1.1 Tervezési alapelvek

Alapkövetelmények

A tartószerkezetet úgy kell méretezni, hogy:

- **elfogadható valószínűséggel alkalmas maradjon a rendeltetészerű használatra, figyelembe véve a tervezett élettartamot és költséget,**
- **megfelelő megbízhatósággal ellenálljon minden erőnek és egyéb hatásnak, amely az építés és a használat során érheti, és**
- **a fenntartási költségekhez viszonyítva megfelelően tartós legyen.**

A tartószerkezeteket továbbá úgy kell megtervezni, hogy robbanás, ütközés vagy kisebb emberi tévedések következtében ne károsodjanak a kiváltó okkal aránytalan mértékben.

Az előző követelmények teljesítése érdekében az adott építési feladathoz megfelelő anyagokat, tervezési és méretezési módszert, és a gyártáshoz, megvalósításhoz és használatához alkalmas ellenőrzési módokat kell választani.

Határállapotok

A határállapotok olyan állapotok, amelyeken túl a tartószerkezet már nem képes teljesíteni a tervezési követelményeket.

A határállapotok csoportjai:
teherbírási határállapotok
használhatósági határállapotok

A teherbírási határállapotok azok az állapotok, amelyek vagy a tartószerkezet összeomlásával, vagy más, az emberek biztonságát veszélyeztető tartószerkezeti károsodással járnak. Azokat a tartószerkezeti tönkremenetelt megelőző állapotokat, amelyekkel az egyszerűség kedvéért magát az összeomlást helyettesítjük, szintén tönkremeneteli állapotnak tekintjük, és teherbírási határállapotként kezeljük.

A vizsgálatot igénylő **teherbírási határállapotok** a következők:

- **a merev testnek tekintett tartószerkezet vagy bármely része elveszíti egyensúlyát,**
- **a tartószerkezet vagy bármely része, beleértve a támaszokat és az alapozást is, túlzott alakváltozással, töréssel, stabilitásvesztéssel károsodik.**

A használhatósági határállapotok azok a határállapotok, amelyeken túl az előírt használhatósági követelmények már nem teljesülnek.

A vizsgálatot igénylő **használhatósági határállapotok** a következők:

- **olyan alakváltozások és elmozdulások, amelyek károsan befolyásolják a tartószerkezet külső megjelenését vagy használhatóságát (beleértve a gépek és az épületgépészeti berendezések üzemszavarait is), illetve károsodást okoznak a burkolatokban vagy a nem tartószerkezeti elemekben,**
- **olyan lengések, amelyek az ember számára kellemetlenek, károsítják az épületet vagy annak berendezéseit, illetve korlátozzák a rendeltetésű használatot**

Tervezési állapotok

A tervezési állapotok osztályozása:

- **tartós állapotok**, amelyek a szerkezet rendeltetésének megfelelő használati körülményekkel függnek össze
- **ideiglenes állapotok**, mint például a megvalósítás, javítás, átalakítás
- **rendkívüli állapotok**, mint például ütközés, robbantás, rendkívüli hőteher stb.
- **földrengés**.

Hatások

A hatás (F) lehet:

- **a tartószerkezetre ható erő (teher)** (közvetlen hatás), vagy
- **terhelő alakváltozás** (közvetett hatás, kinematikai teher), amelyet például hőmérsékleti hatás vagy támaszsüllyedés okoz.

A hatások csoportosítása:

- **időbeli változásuk szerint:**
 - **állandó hatások (G)**, például a tartószerkezetek, a szerelvények, a segédszerkezetek és a beépített berendezések önsúlya
 - **esetleges hatások (Q)**, például a hasznos terhek, meteorológiai terhek:
 - **tartós hatások**, például tetőfödém forgalmi terhe,
 - **rövid időtartamú hatások**, például szél- vagy hőteher,
 - **pillanatnyi hatások**, például ütközés (korláttnak)
 - **rendkívüli hatások (A)**, például robbantás vagy járművek ütközése.
- **térbeli változásuk szerint:**
 - **rögzített hatások**, például az önsúly (kivéve azok a szerkezetek, amelyek áthelyezhetők (pl. váiaszfal) az önsúly változására kifejezetten érzékenyek),
 - **nem rögzített hatások**, amelyek különböző elrendezésben jelentkeznek, például mozgó esetleges terhek, szélteher vagy hőteher.

A hatások karakterisztikus értékei (F_k)

- Az F_k karakterisztikus értéket előírja:
 - **az Eurocode 1 vagy más vonatkozó teher szabvány, vagy**
 - **a megrendelő vagy a megrendelővel való egyeztetés után a tervező**, biztosítva azt, hogy az érvényes szabályok vagy az illetékes hatóságok által előírt követelmények teljesüljenek.
- Állandó hatások** esetén, ha a változások variációs tényezője nagy, vagy ha a hatások a szerkezet élettartama alatt feltehetően megváltoznak (például nagy utólagos állandó terhek esetén) két karakterisztikus értéket különböztetünk meg: egy felsőt ($G_{k,sup}$) és egy alsót ($G_{k,inf}$). Más esetekben egyetlen karakterisztikus érték (G_k) elegendő. A szerkezet önsúlya a legtöbb esetben a névleges méretekből és az átlagos testsűrűségéből számítható.

Esetleges hatások Q_k karakterisztikus értéke vagy a felső érték, amelyeket a hatás adott valószínűséggel nem halad meg, vagy az alsó érték, amelyeket a hatás adott valószínűséggel nem érhet el adott referencia-időtartam alatt, figyelembe véve a szerkezet tervezett élettartamát vagy a tervezési állapot feltételezett időtartamát, vagy pedig az előírt érték.

A rendkívüli hatások A_k karakterisztikus értéke (ha ez az érték a mértékadó) általában egy előírt érték.

Az esetleges hatások reprezentatív értéke:

- **A legfontosabb reprezentatív érték a Q_k karakterisztikus érték.**
- Más reprezentatív értékek a Q_k karakterisztikus érték ψ egyűthtatóval való szorzása útján kaphatók. Ezek az értékek a következők:
 - **kombinációs érték:** $\psi_0 \cdot Q_k$
 - **gyakori érték:** $\psi_0 \cdot Q_k$
 - **kváziállandó érték:** $\psi_0 \cdot Q_k$

- **A ψ_1 egyűthtatók értékeit előírja:**
 - az Eurocode 1 vagy más vonatkozó szabvány, vagy
 - **a megrendelő vagy a megrendelővel való egyeztetés után a tervező,** biztosítva azt, hogy az érvényes szabályok vagy az illetékes hatóságok által előírt követelmények teljesüljenek.

A hatások tervezési értéke

Valamely hatás F_d tervezési értéke a következő általános képlettel fejezhető ki:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_k$$

Jellemző példák:

$$G_d = \gamma_G \cdot G_k$$

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k, \text{ vagy } \gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$$

$$A_d = \gamma_A \cdot A_k \text{ (ha } A_d \text{ közvetlenül nincs előírva)}$$

,ahol γ_F , γ_G , γ_Q és γ_A a vizsgált hatások parciális biztonsági tényezői, amelyek figyelembe veszik például a hatások kedvezőtlen eltérésének és pontatlan modellezésének lehetőségét, valamint a hatások és a figyelembe vett határállapot becslésének bizonytalanságait is.

Az állandó hatások felső és alsó tervezési értékei a következők:

$$G_{d,\text{sup}} = \gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_{k,\text{sup}} \quad \text{vagy} \quad \gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k$$

$$G_{d,\text{inf}} = \gamma_{G,\text{inf}} \cdot G_{k,\text{inf}} \quad \text{vagy} \quad \gamma_{G,\text{inf}} \cdot G_k$$

Az igénybevételek tervezési értéke

Az igénybevételek (E) a szerkezet válaszi a hatásokra (például belső erők és nyomatékok, feszültségek, alakváltozások). Az igénybevételek (E_d) tervezési értékei a hatások, a geometriai adatok és az anyagjellemzők tervezési értékeiből határozhatók meg:

$$E_d = E(F_d, a_d, \dots, X_d)$$

Az anyagjellemzők tervezési értéke

Karakterisztikus értékek

Az anyagjellemzők egy X_k karakterisztikus értékkel vehetők figyelembe, amely általában az adott anyagjellemző feltételezett statisztikai eloszlás szerinti kvantilise. Ezeket a kvantiliseket a vonatkozó szabványok írják elő, és az anyagjellemzőket előírt feltételek mellett végrehajtott kísérleti vizsgálatokkal ellenőrzik. Bizonyos esetekben a karakterisztikus érték egy névleges érték.

Egy anyagjellemző X_d tervezési értéke a következő:

$$X_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M}$$

, ahol: γ_M az anyagjellemző parciális biztonsági tényezője
 k_{mod} az anyag fajtájától függő módosító tényező, amellyel a hatás időtartamát és a fa nedvességtartamát vesszük figyelembe

A szerkezeti ellenállás tervezési értéke

A szerkezeti ellenállás R_d tervezési értékét az anyagjellemzők, a geometriai adatok és - ahol lényeges - az igénybevételek tervezési értékei alapján kell meghatározni:
 $R_d = R(X_d, \alpha_d, \dots, F_d)$

Az R_k karakterisztikus értékek meghatározhatóak kísérletekből.

Megfelel, ha $E_d \leq R_d$.

A merevségi tulajdonságok tervezési értékei:

$$E_d = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M}; \quad G_d = \frac{G_{\text{mean}}}{\gamma_M}$$

, ahol: E_{mean} a rugalmassági modulus középértéke;
 G_{mean} a nyírési rugalmassági modulus középértéke.

A geometriai adatok tervezési értéke:

A keresztmetszetek és a szerkezetek geometriai adatait a termékszabványok, vagy a kiviteli tervek névleges értékeivel lehet figyelembe venni.

A tervezettől való geometriai eltéréseket (imperfekciókat) a szabványok a következő hatásokból veszik figyelembe:

- az elemek geometriai imperfekcíói,
- a gyártás és a kivitelezés során keletkező szerkezeti imperfekcíók,
- az anyag inhomogenitásából származó hibák (pl. göcsök).

1.2 A Segédletben használt fontosabb jelölések

Az alábbi összeállítás részben fontossági, részben előfordulási sorrendben adja meg az alkalmazott fontosabb jelöléseket - a teljességre való törekvés nélkül. (Zárójelben - ha van - az idegen nyelvi magyarázat, illetve - ha lényeges - a korábban használt jelölés és elnevezés.)

| | |
|---|--|
| f | - szilárdság (német Festigkeit) |
| f_{..k} | - a szilárdság karakterisztikus értéke (k - karakterisztikus) |
| f_{..d} | - a szilárdság tervezési értéke (d - angol design) - nagyjából megfelel a korábbi szóhasználat szerinti σ_H „határfeszültség”-nek |
| f_{m..} | - hajlítószilárdság (m - latin, angol, moment = „nyomaték”) |
| f_{t..} | - húzószilárdság (t - latin tensio, angol tension) |
| f_{t,0} | - húzószilárdság rosttal párhuzamosan ($\alpha=0^\circ$) |
| f_{t,90} | - húzószilárdság rostra merőlegesen ($\alpha=90^\circ$) |
| f_{c..} | - nyomószilárdság (c- latin compressio, angol, compression) |
| f_{v..} | - nyírószilárdság |
| f_{h..} | - beágyazási szilárdság (nagyjából megfelel a korábbi σ_{pH} „palástnyomási határfeszültség”-nek) |
| f_{hα} | - beágyazási szilárdság rostiránnyal α szöget bezáró erő esetén |
| E | - rugalmassági modulus (E - angol, elastic) |
| E_{0..} | - rugalmassági modulus rosttal párhuzamosan ($\alpha=0^\circ$) |
| E_{90..} | - rugalmassági modulus rostra merőlegesen ($\alpha=90^\circ$) |
| E_{mean} | - a rugalmassági modulus középértéke (angol „középérték” = mean value, általában X_{..mean} az indexelt X mennyiség középértéke) |
| E_{.05} | - a rugalmassági modulus 5%-os kvantilise (általában X_{..05} az indexelt X mennyiség 5%-os kvantilise) |
| G | - nyírási rugalmassági modulus; |
| G | - állandó hatás (angol gravity = ”gravitációs erő, önsúly” -ból átalánosítva) |
| Q | - esetleges hatás |
| k | - együtttható, tényező (mindig alsó indexszel együtt fordul elő) |
| k_{mod} | - a felhasználási osztálytól és a teher működési idejétől függő módosító tényező |
| k_h | - a keresztmetszeti mérettől függő módosító tényező |
| k_l | - a termék hosszától függő módosító tényező |
| k_{c,90} | - kis felületű helyi nyomás („pecsétnyomás”) módosító tényezője |
| k_c | - $=k_c(\lambda_{rel})$ -a kihajlás veszélyének figyelembevételére szolgáló tényező („c” itt is a nyomásra, mint igénybevételre utal - k_c funkciója azonos a korábbi $\varphi=\varphi(\lambda)$ és a jelenlegi EUROCODE3-ban és az Acél segédletben alkalmazott $\chi=\chi(\lambda_{rel})$ funkciójával) |
| k_{crit} | - $=k_{crit}(\lambda_{rel,m})$ - a kifordulás veszélyének figyelembe vételére szolgáló tényező |
| k_{α} | - a feszültség iránya és rostirány közti szögtől függő módosító tényező |
| k_{ρ} | - a $p_k = 350 \text{ kg/m}^3$ referencia-tesztűrsűséghez viszonyított testsűrűség-aránytól függő módosító tényező |
| k_{II} | - a másodrendű nyomaték növelő tényezője |

- γ
- parciális biztonsági tényező
 - az állandó (G) ill. az esetleges (Q) terhek biztonsági tényezői
 - az anyagra (M - *material*) vonatkozó biztonsági tényező
- ρ
- testsűrűség
 - a testsűrűség karakterisztikus értéke (valójában $\rho_{k,inf}$ vagyis az alsó 5%-os kvantilis, a teherbírás meghatározásához; hatásként vagy a középérték, vagy a $\rho_{k,sup}$ felső 5%-os kvantilis szükséges)
 - a testsűrűség középértéke
- β, μ, τ
- számítási segédmenységek csap típusú kapcsolóelemek teherbírásának vizsgálatánál (β eredeti EUROCODE-jelölés, μ és τ egyszerűsítés céljából a szerkesztők által bevezetve)
- β_c
- az egyenességi követelmény tényezője nyomott ill. külp. nyomott rudak vizsgálatánál (eredeti EUROCODE-jelölés)
- α
- az erőirány és rostirány bezárt szöge
- $\alpha_i, \alpha_w, \alpha_f$
- szimmetrikus kétszelvényű rudak keresztmetszeti jellemzőinek meghatározásához használt segédmenységek (egyszerűsítés céljából a szerkesztők által bevezetve).
- $\gamma, \delta, stb.$
- egyéb szögek (geometria értelemben)
- λ
- karcsúság (nyomott ill. külp. nyomott rudaknál)
 - Euler-karcsúság
 - relatív karcsúság
- λ_m
- kifordulási karcsúság (gerendáknál)
 - kifordulási Euler-karcsúság
 - kifordulási relatív karcsúság
- ν
- kihajlási tényező a kihajlási hossz meghatározásához
- ν_m
- kifordulási tényező a kifordulási hossz meghatározásához

1.3 A görög ABC

| | | | | | | | | |
|---|---|----------|---|---|---------|---|---|----------|
| A | α | alfa | I | ι | iota | P | ρ | rhó |
| B | β | béta | K | κ | kappa | Σ | σ | szigma |
| Γ | γ | gamma | Λ | λ | lambda | T | τ | tau |
| Δ | δ | delta | M | μ | mű | Υ | υ | üpszilon |
| E | ε | epszilon | N | ν | nű | Φ | φ | fi |
| Z | ζ | zéta | ς | ξ | kszi | X | χ | chí |
| Ξ | η | éta | O | ο | omikron | Ψ | ψ | pszí |
| H | θ | théta | Π | π | pí | Ω | ω | omega |

1.4 A prefixumok

Az SI-egységek a gyakorlatban igen sokszor túlságosan kicsinyek vagy nagyok. Ezért az egységeket 10-nek meghatározott pozitív vagy negatív egész kitevőjű hatványaival (a decimális szorzókkal) szorozzuk. A mértékegységek többszöröseit és törtrészeit az egység neve elé illesztett, egy-egy szorzót jelentő, SI-prefixumok egyikével kell képezni. Az egység neve elé (kötőjel nélkül, egybeírva) illesztett prefixum az illető egység meghatározott többszörösének a nevét adja meg. A mértékegység jele elé illesztett prefixumjel pedig a szóban forgó mértékegység adott többszörösének a jelét adja.

| Prefixum: | Jele: | Szorzó, amellyel a mértékegységet meg kell szorozni: |
|-----------|-------|--|
| exa | E | 1 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁸ |
| peta | P | 1 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁵ |
| tera | T | 1 000 000 000 000 = 10 ¹² |
| giga | G | 1 000 000 000 = 10 ⁹ |
| mega | M | 1 000 000 = 10 ⁶ |
| kilo | k | 1 000 = 10 ³ |
| hekto | h | 100 = 10 ² |
| deka | da | 10 = 10 ¹ |
| deci | d | 0,1 = 10 ⁻¹ |
| centi | c | 0,01 = 10 ⁻² |
| milli | m | 0,001 = 10 ⁻³ |
| mikro | μ | 0,000 001 = 10 ⁻⁶ |
| nano | n | 0,000 000 001 = 10 ⁻⁹ |
| piko | p | 0,000 000 000 001 = 10 ⁻¹² |
| femto | f | 0,000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵ |
| atto | a | 0,000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁸ |

1.5 A mértékegységek és a mértékegységek átváltásai

A szilárdságtani számítások alkalmával használt legfontosabb fizikai és geometriai fogalmak mértékegységei (zárójelben – segítségül az angolszász szakirodalom tanulmányozásához – az angolszász mértékegységek és azok átváltásai SI egységekre):

Testsűrűség: kg/m³

(1 lb/ft³ (pound per cubic foot = „font per köbláb”) = 16 kg/m³)

Hosszmérei: 1 m = 100 cm = 1000 mm

(1 ft (foot = “láb”) = 0,3048 m = 304,8 mm)

(1 in (inch = “hüvelyk”) = 25,4 mm)

(1 yd (yard) = 0,9144 m)

- Javasolt – de nem kötelező – a számítások során is a **cm helyett mm-t használni**. Végeredményként nem adható meg cm, minden esetben át kell váltani **m-re** vagy **mm-re!**

Erő: 1 kN = 10³ N

(1 kgf (kilogram-force) = 9,807 N)

(1 lbf (poundforce) = 9,807 × 0,4536 = 4,448 N)

Nyomaték: 1 kNm = 10² kNcm = 10³ kNmm = 10⁶ Nmm

Feszültség és szilárdság: 1 N/mm² = 1 MPa = 10⁶ N/m² = 0,1 kN/cm²

(1 psi = 1 lbf/inch² (poundforce per square inch = “fonterő per négyzethüvelyk”) = 689,5 Pa = 0,0006895 MPa = 0,0006895 N/mm²)

1.6 A kótázás szabályai

Az SI mértérendszer szabályai szerint a műszaki rajzokon a hosszértékegységeket minden esetben **mm-ben** kell feltüntetni. Az építészetben – a szigorú szabályok alól felmentést kapva – praktikus okokból ettől eltérő kottázási rend alakult ki:

A statikai modelleknél, az épületek és szerkezetek alaprajzain és nézetrajzain a hosszértékeket általában **m-ben** szokás megadni. A beírt keresztmetszeti méreteket itt is **mm-ben** kell feltüntetni. A rudak keresztmetszetein és a csomópontokon a méreteket **mm-ben** kell megadni!

(A korábbi terveken és a szakirodalom jelentős részében a csomópontok rajzainál és a keresztmetszeti méretek jelöléseinél a cm volt használatban. Az ácszerkezetekre jellemző sajtósságként a törtérst sokszor nem a tizedesvessző után, hanem felső indexként tüntették fel (pl. 2,5 cm : 2,5 helyett 2⁵ alakban).

2. FA TARTÓSZERKEZETEK ANYAGAI

2.1 A faanyag jellemzőinek tervezési értéke

2.1.1 Felhasználási osztályok

A fa tartószerveket a következő felhasználási osztályokba kell besorolni:

1. Felhasználási osztály: Jellemzője a faanyag azon nedvességtartalma, amely 20°C-on akkor alakul ki, ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 65%-os értéket. (Ekkor a fenyők átlagos egyensúlyi nedvességtartalma nem haladja meg az $\omega=12\%$ -ot.)

2. Felhasználási osztály: Jellemzője a faanyag azon nedvességtartalma, amely 20°C-on akkor alakul ki, ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 85%-os értéket. (Ekkor a fenyők átlagos egyensúlyi nedvességtartalma nem haladja meg az $\omega=20\%$ -ot.)

3. Felhasználási osztály: A környezeti hatások nagyobb nedvességtartalmat eredményeznek, mint a 2. felhasználási osztály esetén. (Ekkor a fenyők átlagos egyensúlyi nedvességtartalma nagyobb, mint $\omega=20\%$.) Csak kivételes esetekben soroljuk a fedett tartószerveket a 3. osztályba.

2.1.2 A teheridőtartamok osztályai

A szilárdsági és alakváltozási számításokhoz a következő táblázat szerinti teheridőtartamokat kell alkalmazni. A teheridőtartamok osztályait olyan állandó terhek jellemzik, amelyek a tartószerveket élettartamán belüli meghatározott és az anyag reológiai tulajdonságainak becslött kölcsönhatásai alapján kell meghatározni.

| A teheridőtartam osztálya | A karakterisztikus hatás időtartamának összegzeit nagyságrendje | Példa a terhelésre |
|---------------------------|---|---|
| Állandó | 10 évnél hosszabb idő | Önsúly |
| Hosszú időtartamú | 6 hónap – 10 év | Raktárak hasznos terhei |
| Közepes időtartamú | 1 hét – 6 hónap | Egyéb hasznos terhek |
| Rövid időtartamú | 1 hétnél rövidebb | Hó- és szélteher |
| Pillanatnyi | | Hó- és szélteher, földregés, rendkívüli hatások |

2.1.3 A k_{mod} módosító tényező

A teher időtartamát és a faanyag nedvességtartalmát figyelembe vevő k_{mod} tényező értékei:

| Faanyag | Felhasználási osztály | A teheridőtartam osztályai | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------|
| | | állandó | hosszú időtartamú | közepes időtartamú | rövid időtartamú | pillanatnyi |
| Természetes faanyag, rétegelt-ragasztott fa, LVL termékek, és rétegelt lemezek | 1 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,10 |
| | 2 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,10 |
| | 3 | 0,50 | 0,55 | 0,65 | 0,70 | 0,90 |
| OSB lapok | 1 | 0,30 | 0,45 | 0,65 | 0,85 | 1,10 |
| | 1 | 0,40 | 0,50 | 0,70 | 0,90 | 1,10 |
| | 2 | 0,30 | 0,45 | 0,50 | 0,70 | 0,90 |

Ha a teherkombinációt olyan hatások eredményezik, amelyek a teheridőtartamok különböző osztályaihoz tartoznak, akkor a hatás k_{mod} módosító tényezőjét a legrövidebb időtartam alapján kell kiválasztani. Például állandó és rövid időtartamú terhek kombinációjához tartozó k_{mod} tényezőt a rövid időtartamú teher alapján kell alkalmazni.

Ha egy kapcsolatot két különböző k_{mod} tényezőjű elem alkot, akkor a kapcsolat méretezése során figyelembe veendő k_{mod} tényező:

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}}$$

2.1.4 A faszervezetek biztonsági tényezői

Az anyagjellemzők és ellenállások γ_m parciális biztonsági tényezői

| | |
|---------------------------------------|------|
| Alapkombinációk esetén: | |
| Szerkezeti (természetes) fa: | 1,30 |
| Rétegelt-ragasztott fa: | 1,25 |
| LVL termékek, rétegelt lemezek: | 1,20 |
| OSB lapok: | 1,20 |
| Faforgácslemezek: | 1,30 |
| Farostlemezek, MDF lapok: | 1,30 |
| Kapcsolatok: | 1,30 |
| Szeglemezek: | 1,25 |
| Rendkívüli kombinációk esetén: | 1,00 |

2.2 A szilárdsági osztályok és a karakterisztikus értékek

A szilárdság és a sűrűség karakterisztikus (jellemző) értéke az az érték, amelyet egy végtelen elemszámúnak feltételezett kísérlet sorozatban kedvezőtlen értelemben nem lépünk túl. Ez az érték faanyagok esetében általában az adott tulajdonság, mint valószínűségi változó alsó 5%-os előfordulási valószínűségéhez tartozó kvantilis.

A merevségi tulajdonságok esetében a karakterisztikus érték lehet az alsó 5%-os előfordulási valószínűséghez tartozó kvantilis (teherbírás számításánál), vagy a várható érték (alakváltozások számításánál).

2.2.1 A szerkezeti (természetes) faanyagok szilárdsági osztályai

A táblázat szerinti jellemzők a 20°C hőmérsékletnek és 65% relatív légnedvességnek megfelelő nedvességtartalmú fára vonatkoznak. (Ekkor a faanyag nettó nedvességtartalma kb. $\omega = 12\%$.)

| | | Fenyő és nyár fafajok | | | | | | | | | | | | Lombos fafajok | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|
| | | C14 | C16 | C18 | C20 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 |
| Szilárdsági tulajdonságok (N/mm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hajlítás | $f_{m,k}$ | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 | 35 | 40 | 40 | 50 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Rostirányú húzás | $f_{t,0,k}$ | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 18 | 21 | 24 | 30 | 36 | 42 |
| Rostirányra merőleges húzás | $f_{t,90,k}$ | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| Rostirányú nyomás | $f_{c,0,k}$ | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 29 | 23 | 25 | 26 | 29 | 32 | 34 |
| Rostirányra merőleges nyomás | $f_{c,90,k}$ | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 8,0 | 8,4 | 8,8 | 9,7 | 10,5 | 13,5 |
| Nyírás | $f_{v,k}$ | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,0 | 3,4 | 3,8 | 4,6 | 5,3 | 6,0 |
| Merevségi tulajdonságok (kN/mm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A rostirányú rugalmassági modulus középértéke | $E_{0,mean}$ | 7 | 8 | 9 | 9,5 | 10 | 11 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 10 | 10 | 11 | 14 | 17 | 20 |
| A rostirányú rugalmassági modulus 5%-os kvantilise | $E_{0,05}$ | 4,7 | 5,4 | 6,0 | 6,3 | 6,7 | 7,4 | 8,0 | 8,0 | 8,7 | 9,4 | 10,0 | 10,7 | 8,0 | 8,7 | 9,4 | 11,8 | 14,3 | 16,8 |
| A rostirányra merőleges rugalmassági modulus középértéke | $E_{90,mean}$ | 0,23 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,64 | 0,69 | 0,75 | 0,93 | 1,13 | 1,33 |
| A nyírési rugalmassági modulus középértéke | G_{mean} | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,59 | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,81 | 0,88 | 0,94 | 1,00 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,88 | 1,06 | 1,25 |
| Sűrűség (kg/m³) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A sűrűség alsó 5%-os kvantilise | ρ_k | 290 | 310 | 320 | 330 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 530 | 560 | 590 | 650 | 700 | 900 |
| A sűrűség középértéke | ρ_{mean} | 350 | 370 | 380 | 400 | 410 | 420 | 420 | 460 | 480 | 500 | 520 | 550 | 640 | 670 | 700 | 780 | 840 | 1080 |
| Stabilitási anyagjellemzők | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kihajlásvizsgálatnál a k_c tényező számításának megkönnyítésére: | λ_E | 53,8 | 56,0 | 57,4 | 57,2 | 57,5 | 59,0 | 59,9 | 58,6 | 58,6 | 59,7 | 60,5 | 60,3 | 58,6 | 58,6 | 59,7 | 63,4 | 66,4 | 69,8 |
| Kifordulásvizsgálatnál a k_{crit} tényező számításának megkönnyítésére: | $\lambda_{E,m}$ | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 15,7 | 15,5 | 15,5 | 15,3 | 14,5 | 13,9 | 13,6 | 13,2 | 12,9 | 13,1 | 12,4 | 12,1 | 12,1 | 12,2 | 12,2 |

2.2.2 A rétegelt – ragasztott fa szilárdsági osztályai

A táblázat szerinti jellemzők a 20°C hőmérsékletnek és 65% relatív légnedvességnek megfelelő nedvességtartalmú fára vonatkoznak. (Ekkor a faanyag nettó nedvességtartalma kb. $\omega = 12\%$.)

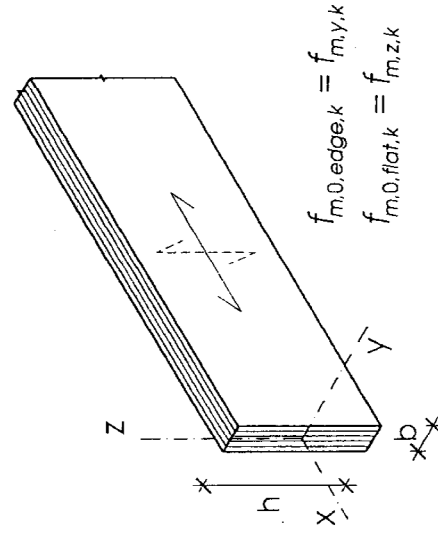
| | | Homogén rétegelt-ragasztott fa | | | | Kombinált rétegelt-ragasztott fa | | | |
|--|-----------------|--------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------|------------|------------|-------|
| | | GL24h | GL28h | GL32h | GL36h | GL24c | GL28c | GL32c | GL36c |
| Szilárdsági tulajdonságok (N/mm²) | | | | | | | | | |
| Hajlítás | $f_{m,g,k}$ | 24 | 28 | 32 | 36 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| Rostirányú húzás | $f_{t,0,g,k}$ | 16,5 | 19,5 | 22,5 | 26 | 14 | 16,5 | 19,5 | 22,5 |
| Rostirányra merőleges húzás | $f_{t,90,g,k}$ | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 |
| Rostirányú nyomás | $f_{c,0,g,k}$ | 24 | 26,5 | 29 | 31 | 21 | 24 | 26,5 | 29 |
| Rostirányra merőleges nyomás | $f_{c,90,g,k}$ | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 2,4 | 2,7 | 3 | 3,3 |
| Nyírás | $f_{v,g,k}$ | 2,7 | 3,2 | 3,8 | 4,3 | 2,2 | 2,7 | 3,2 | 3,8 |
| Merevségi tulajdonságok (kN/mm²) | | | | | | | | | |
| A rostirányú rugalmassági modulus középértéke | $E_{0,g,mean}$ | 11,6 | 12,6 | 13,7 | 14,7 | 11,6 | 12,6 | 13,7 | 14,7 |
| A rostirányú rugalmassági modulus 5%-os kvantilise | $E_{0,g,05}$ | 9,4 | 10,2 | 11,1 | 11,9 | 9,4 | 10,2 | 11,1 | 11,9 |
| A rostirányra merőleges rugalmassági modulus középértéke | $E_{90,g,mean}$ | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,32 | 0,39 | 0,42 | 0,46 |
| A nyírási rugalmassági modulus középértéke | $G_{g,mean}$ | 0,72 | 0,78 | 0,85 | 0,91 | 0,59 | 0,72 | 0,78 | 0,85 |
| Sűrűség (kg/m³) | | | | | | | | | |
| A sűrűség középértéke | $\rho_{g,mean}$ | | | | | | | | |
| A sűrűség alsó 5%-os kvantilise | $\rho_{g,k}$ | 380 | 410 | 430 | 450 | 350 | 380 | 410 | 430 |
| Stabilitási anyagjellemzők | | | | | | | | | |
| Kihajlásveszélynél a k_c tényező számításának megkönnyítésére | λ_E | 62,2 | 61,6 | 61,5 | 61,6 | 66,5 | 64,8 | 64,3 | 63,6 |
| Kifordulásveszélynél a k_{crit} tényező számításának megkönnyítésére | $\lambda_{E,m}$ | 17,5 | 17,1 | 16,7 | 16,3 | 16,9 | 16,8 | 16,4 | 16,0 |
| Példák a lamellák szilárdsági osztályaira | | | | | | | | | |
| | | C24 | C30 | C40 | | C24 C18 | C30 C24 | C40 C30 | |

2.2.3 Kerto LVL termékek mechanikai tulajdonságai

| Tulajdonságok | Jelölés | Kerto-S | Kerto-Q | Kerto-T |
|---|--------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| | | vastagság: 27 - 90 mm | vastagság: 27 - 69 mm | |
| KARAKTERISZTIKUS ÉRTÉKEK | | | | |
| Szilárdsági tulajdonságok (N/mm²) | | | | |
| Hajlítási modulus | | | | |
| Hajlítás a furnérok síkjában | $f_{m,0,edge,k}$ | 44,0 | 32,0 | 27,0 |
| Mérethafás tényező | s | 0,12 | 0,12 | 0,15 |
| Hajlítás a furnérok síkjára merőlegesen | $f_{m,0,flat,k}$ | 50,0 | 36,0 | 32,0 |
| Húzószilárdság | | | | |
| Rostirányban | $f_{r,0,k}$ | 35,0 | 26,0 | 24,0 |
| Rostirányra merőlegesen | $f_{r,90,edge,k}$ | 0,8 | 6,0 | 0,5 |
| Nyomószilárdság | | | | |
| Rostirányban | $f_{c,0,k}$ | 35,0 | 26,0 | 24,0 |
| A rostirányra merőlegesen, a furnérok síkjában | $f_{c,90,edge,k}$ | 6,0 | 9,0 | 4,0 |
| A rostirányra és a furnérok síkjára merőlegesen | $f_{c,90,flat,k}$ | 1,8 | 1,8 | 1,0 |
| Nyírószilárdság | | | | |
| A nyíróerő párhuzamos a furnérok síkjával | $f_{v,90,edge,k}$ | 4,1 | 4,5 | 2,4 |
| A nyíróerő merőleges a furnérok síkjára | $f_{v,90,flat,k}$ | 2,3 | 1,3 | 1,3 |
| Merevségi tulajdonságok (N/mm²) | | | | |
| Rugalmassági modulus | | | | |
| Rostirányban | $E_{0,k}$ | 11600 | 8800 | 8800 |
| A rostirányra merőlegesen, a furnérok síkjában | $E_{90,edge,k}$ | 350 | 2000 | - |
| A rostirányra és a furnérok síkjára merőlegesen | $E_{90,flat,k}$ | 100 | 100 | - |
| Nyírási rugalmassági modulus | $G_{0,k}$ | 400 | 400 | 300 |
| Sűrűség (kg/m³) | ρ_k | 480 | 480 | 410 |
| KÖZÉPÉRTÉKEK | | | | |
| Merevségi tulajdonságok (N/mm²) | | | | |
| Rugalmassági modulus | | | | |
| Rostirányban | $E_{0,mean}$ | 13800 | 10500 | 10000 |
| A rostirányra merőlegesen, a furnérok síkjában | $E_{90,edge,mean}$ | 430 | 2400 | - |
| A rostirányra és a furnérok síkjára merőlegesen | $E_{90,flat,mean}$ | 130 | 130 | - |
| Nyírási rugalmassági modulus | | | | |
| A nyíróerő párhuzamos a furnérok síkjával | $G_{0,mean}$ | 600 | 600 | 400 |
| A nyíróerő merőleges a furnérok síkjára | $G_{0,mean}$ | 600 | - | 400 |
| Sűrűség (kg/m³) | ρ_{mean} | 510 | 510 | 440 |

- A Kerto-S és Kerto-T elemek esetében a furnérok rostiránya párhuzamos egymással
- A Kerto-Q elemek esetében a furnérok rostiránya adott rend szerint váltakozó

A Kerto-LVL koordináta rendszere



← Rostirány a Kerto-S és Kerto-T esetében, valamint a Kerto-Q furnérjainak nagy részében

-----> Rostirány a Kerto-Q furnérjainak egy részében

2.3 A szilárdság karakterisztikus értékét módosító hatások

2.3.1 Rostirányra merőleges kis felületű nyomás („pecsétnyomás”)

A következő feltételt kell teljesíteni:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

, ahol a $k_{c,90}$ tényezővel vesszük figyelembe a terhelés elrendezésének, a teherviselés megosztásának, valamint az összenyomódási alakváltozás hatását.

A $k_{c,90}$ tényező értékét az alább következő esetek alkalmazásáig 1,0-nek kell tekinteni.
A $k_{c,90}$ tényező maximális értéke: $k_{c,90} \leq 4,0$.

(Megjegyzés: Amennyiben a $k_{c,90}$ tényező magasabb értékeit használjuk és a terhelés az elem teljes b szélessége mentén hat, határállapotban az összenyomódási alakváltozás közelítőleg a nyomott elem magasságának 10%-ával lesz egyenlő.)

A $k_{c,90}$ tényező meghatározása támasznál

(Ekkor a koncentrált erő bevezetésével szemben, a nyomott elem másik oldalán nem hat hasonló nagyságú teher, vagy reakció.) Ebben az esetben a vizsgált elem keresztmetszetének oldalirányai nem játszanak szerepet.

Ha a támasz távolsága

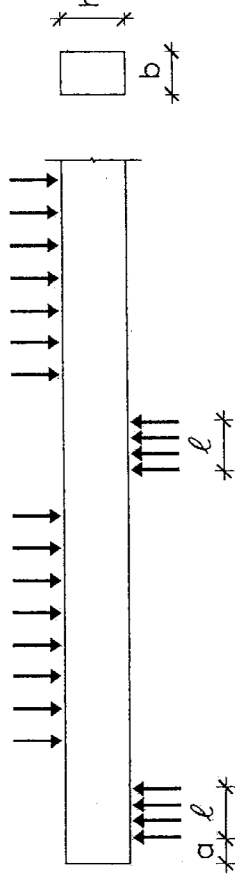
$$- \text{ az elemvégtől } a \leq \frac{h}{3}$$

$$k_{c,90} = \left(2,38 - \frac{\ell}{250} \right) \cdot \left(1 + \frac{h}{12 \cdot \ell} \right)$$

- közbelső támasznál

$$k_{c,90} = \left(2,38 - \frac{\ell}{250} \right) \cdot \left(1 + \frac{h}{6 \cdot \ell} \right)$$

, ahol ℓ a csatlakozási hossz mm-ben
 h az elem magassága mm-ben



A $k_{c,90}$ tényező meghatározása helyi hatásoknál

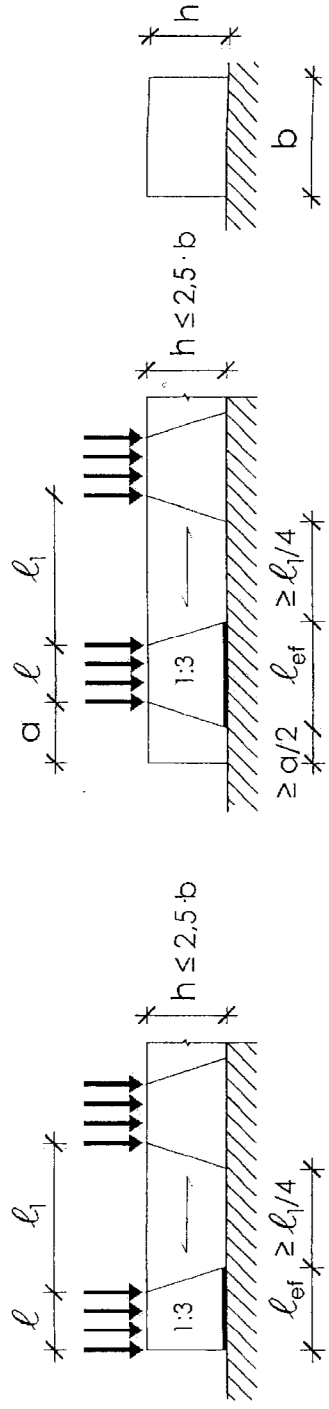
(Ekkor a koncentrált erő bevezetésével szemben a nyomott elem folytonosan megtámasztott, illetve az erővel szemben hasonló nagyságú koncentrált erő hat.)

- **Azokban az esetekben, ahol $h \leq 2,5 \cdot b$ és a teher a nyomott elem teljes b szélessége mentén hat:**

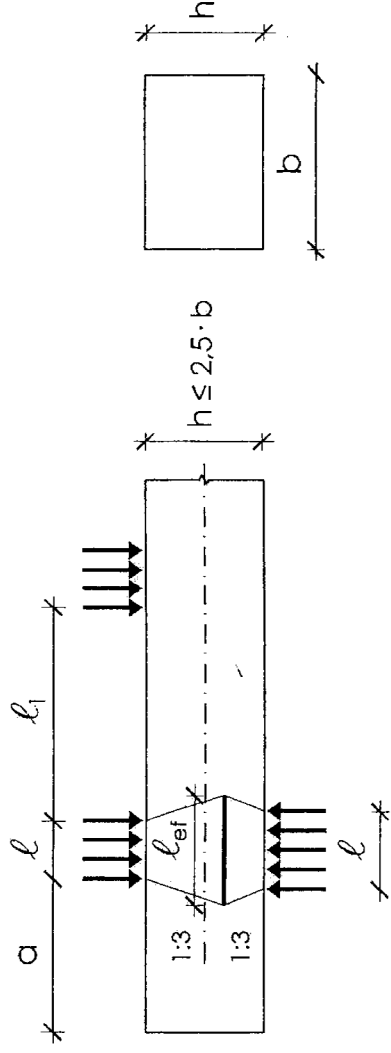
$$k_{c,90} = \left(2,38 - \frac{\ell}{250} \right) \cdot \left(\frac{\ell_{ef}}{\ell} \right)^{0,5}$$

, ahol ℓ_{ef} az effektív hossz mm-ben

ℓ a csatlakozási hossz mm-ben



a) ábra



b) ábra

c) ábra

Az l_{ef} effektív hosszát általában 1:3 meredekségű hatásterjedés feltételezésével kell meghatározni.

Az l_{ef} effektív hossz végpontjának távolsága az elemvégtől legalább $a/2$ legyen a b) ábra szerint.

Abban az esetben:

,ha a teher a terhelt elem végénél helyezkedik el az a) ábra szerint:

$$l_{ef} = l + \frac{h}{3}$$

,ha az elemvégtől mért távolság $a \geq \frac{2}{3} \cdot h$, akkor a b) ábra szerint:

$$l_{ef} = l + \frac{2 \cdot h}{3}$$

ahol h az elem magassága, illetve 40 mm közül a nagyobb

Diszkrét támaszoknál $a \geq h$ és $l_1 \geq 2 \cdot h$ esetén c) ábra szerint:

$$l_{ef} = 0,5 \cdot \left(l + l_s + \frac{2 \cdot h}{3} \right)$$

ahol h az elem magassága, illetve 40 mm közül a nagyobb

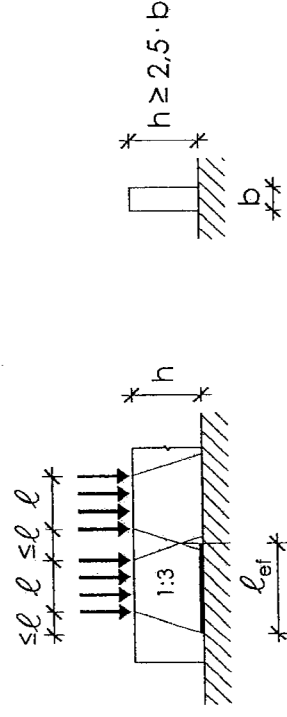
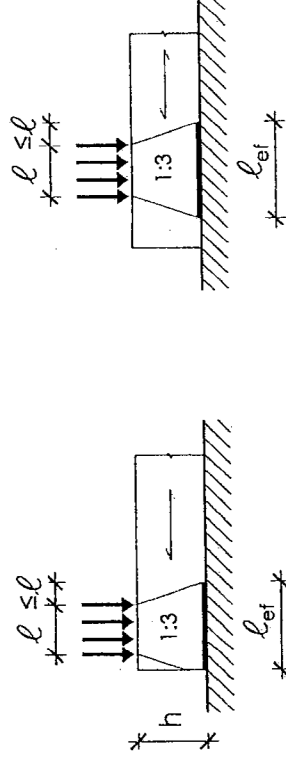
- Azokban az esetekben, ahol $h > 2,5 \cdot b$ és a teher a nyomott elem teljes b szélessége mentén hat:

$$K_{c,90} = \frac{l_{ef}}{l}$$

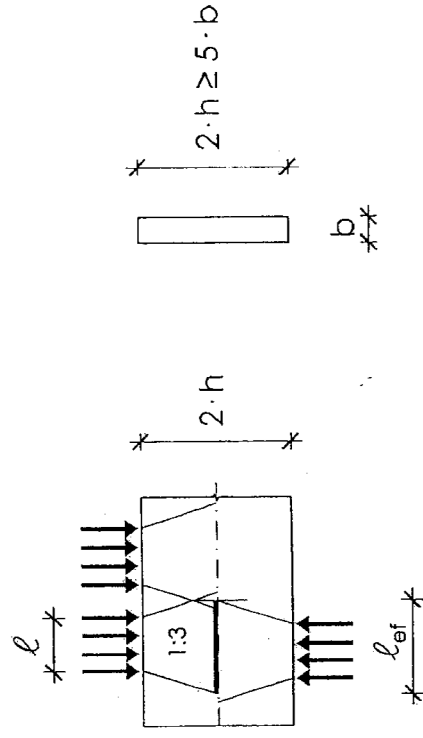
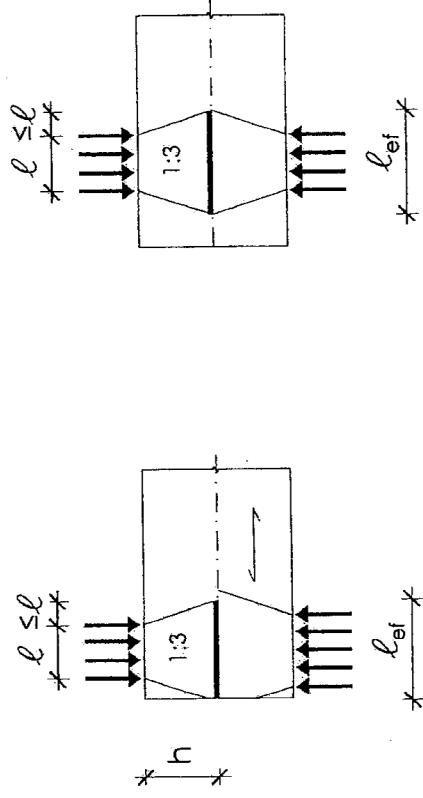
, ahol l a csatlakozási hossz az ábra szerint
 l_{ef} az effektív hossz az ábra szerint

Az l csatlakozási hossz nem lehet nagyobb, mint a h magasság és 100 mm közül a nagyobb.

Folytonos megtámasztás esetén:



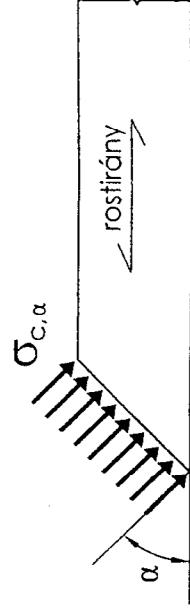
Diszkrét megtámasztás esetén:



2.3.2 Rostiránnyal α szöget bezáró nyomás

A rostiránnyal α szöget bezáró nyomófeszültség a következő feltételnek megfelelő legyen:

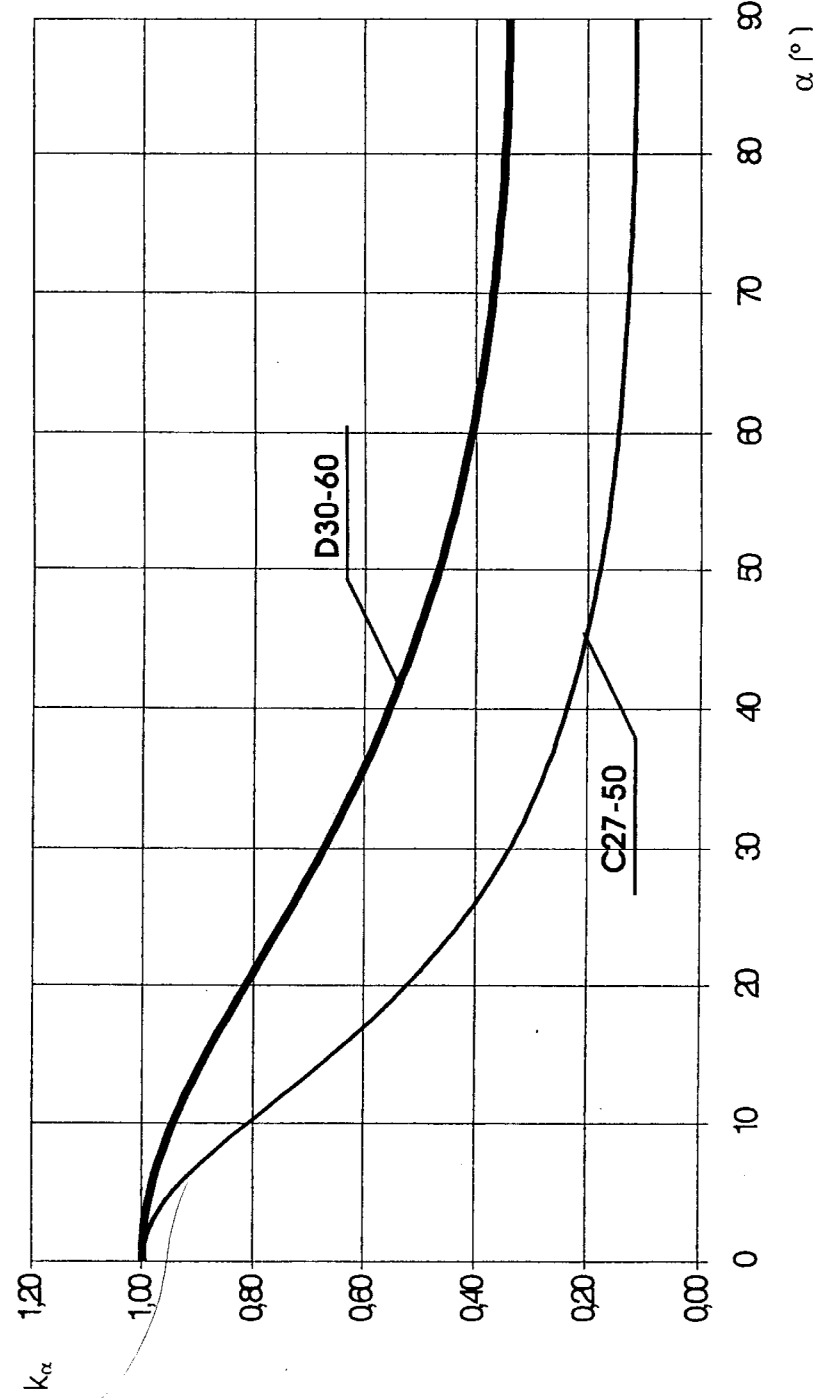
$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq f_{c,\alpha,d}$$



A nyomófeszültség és a rostirány közötti szög értelmezése

$$\text{, ahol } f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{1}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \cdot f_{c,0,d} = k_\alpha \cdot f_{c,0,d}$$

Az egyszerűsítésképpen bevezetett k_α értékeit α függvényében $k_{c,90} = 1,0$ esetében szilárdsági csoportonként az alábbi grafikonon ábrázoltuk és a számítások megkönnyítésére táblázatosan is megadtuk:



A rostokkal párhuzamos és rostokra merőleges nyomószilárdság aránya, vagyis az $\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}}$ érték szilárdsági osztályonként különböző, de a szomszédos szilárdsági osztályoknál az eltérés elhanyagolhatóan kicsiny, ezért a szilárdsági osztályok fenti csoportosítása már biztosítja a megkívánt pontosságot.

A rostírány és a feszültségek iránya közötti α szög hatását figyelembe vevő k_α tényező értékei $k_{c,90}=1,0$ esetén

| α | C14 - C24 | C27 - C50 | D30 - D60 | D70 |
|----------|-----------|-----------|-----------|------|
| 0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | 0,99 | 0,99 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | 0,98 | 0,98 | 0,99 | 1,00 |
| 4 | 0,97 | 0,96 | 0,99 | 0,99 |
| 5 | 0,95 | 0,94 | 0,99 | 0,99 |
| 6 | 0,93 | 0,92 | 0,98 | 0,98 |
| 7 | 0,90 | 0,90 | 0,97 | 0,98 |
| 8 | 0,88 | 0,87 | 0,96 | 0,97 |
| 9 | 0,85 | 0,84 | 0,95 | 0,96 |
| 10 | 0,82 | 0,81 | 0,94 | 0,96 |
| 11 | 0,79 | 0,78 | 0,93 | 0,95 |
| 12 | 0,76 | 0,75 | 0,92 | 0,94 |
| 13 | 0,73 | 0,72 | 0,91 | 0,93 |
| 14 | 0,70 | 0,69 | 0,90 | 0,92 |
| 15 | 0,67 | 0,66 | 0,88 | 0,91 |
| 16 | 0,65 | 0,63 | 0,87 | 0,90 |
| 17 | 0,62 | 0,60 | 0,86 | 0,89 |
| 18 | 0,59 | 0,57 | 0,84 | 0,87 |
| 19 | 0,57 | 0,55 | 0,83 | 0,86 |
| 20 | 0,54 | 0,52 | 0,82 | 0,85 |
| 21 | 0,52 | 0,50 | 0,80 | 0,84 |
| 22 | 0,50 | 0,48 | 0,79 | 0,82 |
| 23 | 0,48 | 0,46 | 0,77 | 0,81 |
| 24 | 0,46 | 0,44 | 0,76 | 0,80 |
| 25 | 0,44 | 0,42 | 0,74 | 0,79 |
| 26 | 0,42 | 0,40 | 0,73 | 0,77 |
| 27 | 0,40 | 0,38 | 0,71 | 0,76 |
| 28 | 0,39 | 0,37 | 0,70 | 0,75 |
| 29 | 0,37 | 0,35 | 0,69 | 0,74 |
| 30 | 0,36 | 0,34 | 0,67 | 0,72 |
| 31 | 0,34 | 0,33 | 0,66 | 0,71 |
| 32 | 0,33 | 0,31 | 0,65 | 0,70 |
| 33 | 0,32 | 0,30 | 0,63 | 0,69 |
| 34 | 0,31 | 0,29 | 0,62 | 0,68 |
| 35 | 0,30 | 0,28 | 0,61 | 0,67 |
| 36 | 0,29 | 0,27 | 0,60 | 0,66 |
| 37 | 0,28 | 0,26 | 0,59 | 0,65 |
| 38 | 0,27 | 0,25 | 0,58 | 0,63 |
| 39 | 0,26 | 0,24 | 0,57 | 0,62 |
| 40 | 0,25 | 0,24 | 0,56 | 0,61 |
| 41 | 0,24 | 0,23 | 0,54 | 0,60 |
| 42 | 0,24 | 0,22 | 0,54 | 0,60 |
| 43 | 0,23 | 0,22 | 0,53 | 0,59 |
| 44 | 0,22 | 0,21 | 0,52 | 0,58 |
| 45 | 0,22 | 0,20 | 0,51 | 0,57 |

| α | C14 - C24 | C27 - C50 | D30 - D60 | D70 |
|----------|-----------|-----------|-----------|------|
| 45 | 0,22 | 0,20 | 0,51 | 0,57 |
| 46 | 0,21 | 0,20 | 0,50 | 0,56 |
| 47 | 0,21 | 0,19 | 0,49 | 0,55 |
| 48 | 0,20 | 0,19 | 0,48 | 0,54 |
| 49 | 0,20 | 0,18 | 0,48 | 0,54 |
| 50 | 0,19 | 0,18 | 0,47 | 0,53 |
| 51 | 0,19 | 0,18 | 0,46 | 0,52 |
| 52 | 0,18 | 0,17 | 0,45 | 0,51 |
| 53 | 0,18 | 0,17 | 0,45 | 0,51 |
| 54 | 0,18 | 0,16 | 0,44 | 0,50 |
| 55 | 0,17 | 0,16 | 0,43 | 0,50 |
| 56 | 0,17 | 0,16 | 0,43 | 0,49 |
| 57 | 0,16 | 0,15 | 0,42 | 0,48 |
| 58 | 0,16 | 0,15 | 0,42 | 0,48 |
| 59 | 0,16 | 0,15 | 0,41 | 0,47 |
| 60 | 0,16 | 0,15 | 0,41 | 0,47 |
| 61 | 0,15 | 0,14 | 0,40 | 0,46 |
| 62 | 0,15 | 0,14 | 0,40 | 0,46 |
| 63 | 0,15 | 0,14 | 0,39 | 0,45 |
| 64 | 0,15 | 0,14 | 0,39 | 0,45 |
| 65 | 0,14 | 0,14 | 0,39 | 0,44 |
| 66 | 0,14 | 0,13 | 0,38 | 0,44 |
| 67 | 0,14 | 0,13 | 0,38 | 0,44 |
| 68 | 0,14 | 0,13 | 0,37 | 0,43 |
| 69 | 0,14 | 0,13 | 0,37 | 0,43 |
| 70 | 0,14 | 0,13 | 0,37 | 0,43 |
| 71 | 0,13 | 0,13 | 0,37 | 0,42 |
| 72 | 0,13 | 0,12 | 0,36 | 0,42 |
| 73 | 0,13 | 0,12 | 0,36 | 0,42 |
| 74 | 0,13 | 0,12 | 0,36 | 0,42 |
| 75 | 0,13 | 0,12 | 0,36 | 0,41 |
| 76 | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 0,41 |
| 77 | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 0,41 |
| 78 | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 0,41 |
| 79 | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 0,41 |
| 80 | 0,13 | 0,12 | 0,35 | 0,40 |
| 81 | 0,12 | 0,12 | 0,35 | 0,40 |
| 82 | 0,12 | 0,12 | 0,34 | 0,40 |
| 83 | 0,12 | 0,12 | 0,34 | 0,40 |
| 84 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 85 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 86 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 87 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 88 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 89 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |
| 90 | 0,12 | 0,11 | 0,34 | 0,40 |

2.3.3 Mérethatás

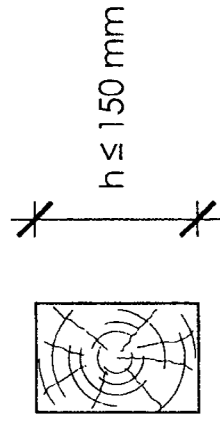
Természetes (szerkezeti) faanyag esetén:

Az $f_{m,k}$ hajlító- és az $f_{t,0,k}$ húzószilárdság karakterisztikus értékét megnövelhetjük a k_h tényezővel 150 mm-nél kisebb keresztmetszeti magasság, illetve szélesség esetén, ahol:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \right. \\ \left. 1,3 \right.$$

Itt h a mm-ben megadott magasság hajlítás, illetve a szélesség húzás esetén.

| A húzó- ill. hajlítószilárdságot növelő k_h tényező értéke természetes szerkezeti faanyag esetén „h” függvényében | | | | | | | | |
|---|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| h (mm) | < 40 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| k_h | 1,30 | 1,30 | 1,27 | 1,25 | 1,22 | 1,20 | 1,18 | 1,16 |
| h (mm) | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 |
| k_h | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,08 | 1,07 | 1,06 |
| h (mm) | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 |
| k_h | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,00 |

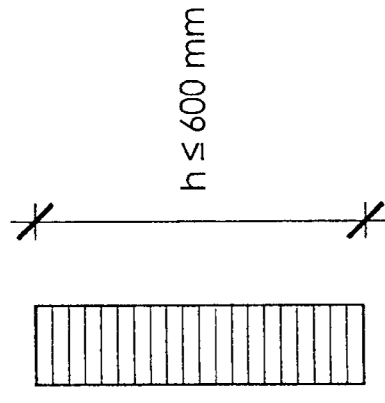


Rétegelt-ragasztott faanyag esetén:

Az $f_{m,k}$ hajlító- és az $f_{t,0,k}$ húzószilárdság karakterisztikus értékét megnövelhetjük a k_h tényezővel 600 mm-nél kisebb magasság, illetve szélesség esetén, ahol:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right. \\ \left. 1,1 \right.$$

Itt h a mm-ben megadott magasság hajlítás, illetve a szélesség húzás esetén.



| A húzó- ill. hajlítószilárdságot növelő k_h tényező értéke rétegelt-ragasztott faanyag esetén „h” függvényében | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| h (mm) | 300 | 320 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 |
| k_h | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,08 | 1,07 | 1,06 |
| h (mm) | 460 | 480 | 500 | 520 | 540 | 560 | 580 | 600 |
| k_h | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,00 |

LVL termékek esetén:

Az $f_{m,k}$ hajlítószilárdság, illetve az $f_{t,0,k}$ húzószilárdság karakterisztikus értékét megnövelhetjük k_h , illetve k_ℓ tényezővel 300 mm-nél kisebb magasság, illetve 3000 mm-nél kisebb hosszúság esetén, ahol:

$$\text{hajlítás esetén: } k_h = \min \left\{ \left(\frac{300}{h} \right)^s \right. \\ \left. 1,2 \right.$$

$$\text{húzás esetén: } k_\ell = \min \left\{ \left(\frac{3000}{\ell} \right)^{s/2} \right. \\ \left. 1,2 \right.$$

Itt h az elem magassága, ill.

Itt ℓ a mm-ben megadott elemhossz

s a termékkatalógusban megadott mérethatás tényező

3.1 Csap típusú kapcsolóelemek

3.1.1 Nyírt jellegű (keresztirányban terhelt) csap típusú kapcsolóelemek teherbírása - általános rész

Fa és fa kapcsolata

A későbbiekben típusonként is tárgyalt csap típusú kapcsolóelemek (szegek ill. tűzőkapcsok, átmenőcsavarok ill. acélhengerek, facsavarok) felhasználásával kialakított fa és fa kapcsolatok (valamint faalapú anyag és fa kapcsolatok, a továbbiakban az egyszerűség kedvéért mindig csak fa és fa kapcsolatokot említvé, de a faalapú anyagokat is ideértve) **egy nyírt síkján egy kapcsolóelem teherbírásának karakterisztikus értéke a következő képletekkel számítható értékek közül a legkisebb:**

Egyszer nyírt kapcsolóelemek esetén:

$$F_{v,RK} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\beta + 2\beta^2 \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right) + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,RK}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta^2 (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,RK}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2M_{y,RK} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (a) \\ (b) \\ (c) \\ (d) \\ (e) \\ (f) \end{array}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén:

$$F_{v,RK} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,RK}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,RK} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (g) \\ (h) \\ (j) \\ (k) \end{array}$$

ahol: $F_{v,RK}$

a teherbírás karakt. értéke egy kapcsolóelem egy nyírt síkján

t_i

a faelem vastagsága vagy a behatolási mélység, $i=1,2$ (lásd még kapcsolóelem-típusoként külön ábrán)

$f_{h,i,k}$

a beágyazási szilárdság karakt. értéke az i jelű faelemnél

d

a kapcsolóelem átmérője

$M_{y,RK}$

a kapcsolóelem képlékeny határnyomatékának karakt. értéke

$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$

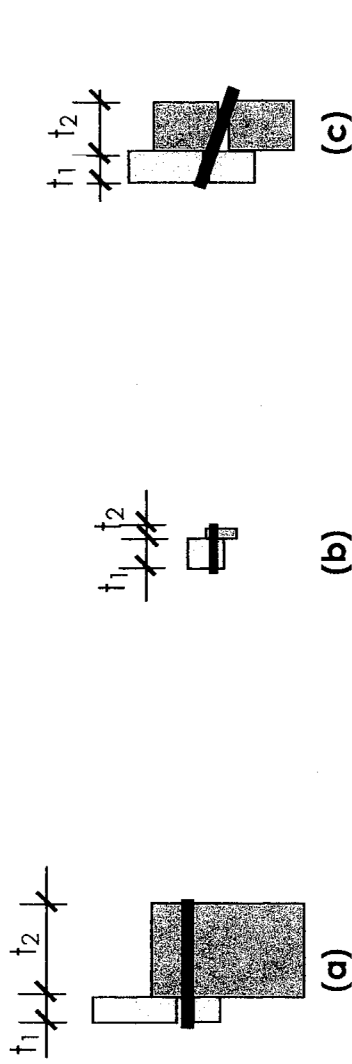
a faelemek beágyazási szilárdságának aránya

$F_{ox,RK}$

a kapcsolóelem kihúzóerő teherbírásának karakt. értéke

A képletek jobb oldalának első tagja a Johansen-féle képlékeny elmélet alapján számított teherbírás, az $F_{ox,RK/4}$ alakú második tag pedig a „kötél-effektus” hozzájárulása a teherbíráshoz. Ez utóbbi nem haladhatja meg a Johansen-tag kapcsolóelem-típusonként meghatározott bizonyos hányadát. (Huzalszegnél 15% de tartós tehernél 0%, más szegeknél 25-50%, átmenőcsavaroknál 0%, acélhengereknél 0%, facsavaroknál 100%). Amennyiben a kihúzóerő teherbírás értéke nem ismert, a „kötél-effektus” hatását zérusnak kell tekinteni. A továbbiakban ezzel a taggal nem foglalkozunk.

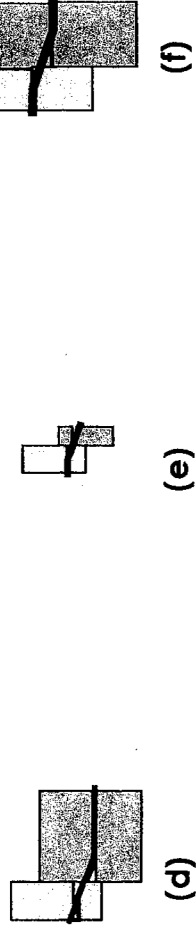
A főnkremeneteli módok ábrái egyszer nyírt kapcsolóelemek esetén:



palástnyomási
főnkremenetel
az 1 jelű elemnél

palástnyomási
főnkremenetel
a 2 jelű elemnél

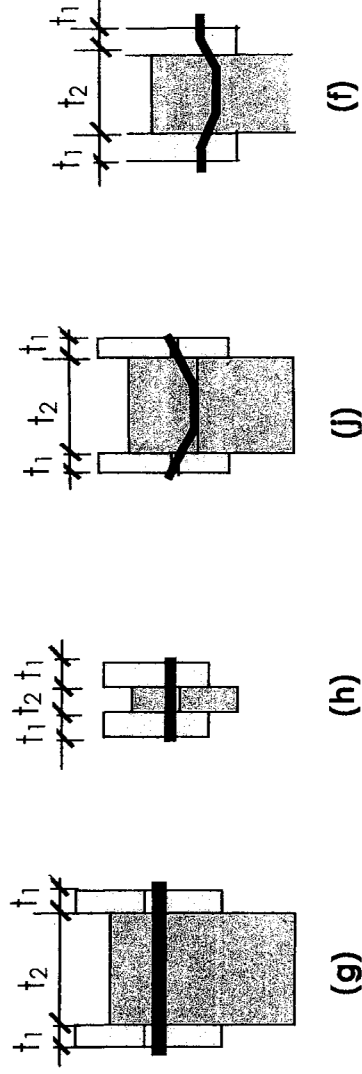
palástnyomási
főnkremenetel
mindkét elemnél



hajlítási
főnkremenetel,
képlékeny csukló
a 2 jelű elemben

hajlítási
főnkremenetel,
képlékeny csukló
az 1 jelű elemben

hajlítási
főnkremenetel,
képlékeny csukló
mindkét elemben



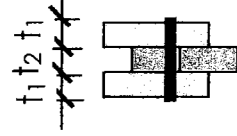
palástnyomási
főnkremenetel
az 1 jelű
elemeknél

palástnyomási
főnkremenetel
a 2 jelű
elemnél

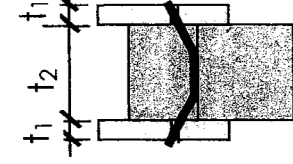
hajlítási
főnkremenetel,
képlékeny csukló
a 2 jelű elemben

hajlítási
főnkremenetel,
képlékeny csukló
mindkét elemben

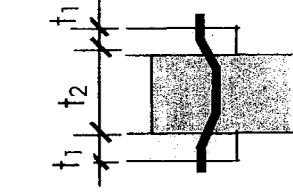
A főnkremeneteli módok ábrái kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén:



(h)



(j)



(f)

Acél és fa kapcsolata

Egyszer nyírt acél és fa kapcsolatokban egy kapcsolóelem teherbírásának karakterisztikus értéke

- vékony acéllemez esetében

$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} 0,4 \cdot f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,RK} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (a) \\ (b) \end{matrix}$$

- vastag acéllemez esetén

$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,RK}}{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,RK} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (c) \\ (d) \\ (e) \end{matrix}$$

A faelemekkel közrefogott bármilyen vastagságú acéllemezrel kialakított kétszer nyírt kapcsolat egy nyírt síkján egy kapcsolóelem teherbírásának karakterisztikus értéke:

$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,RK}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ox,RK}}{4} \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,RK} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (f) \\ (g) \\ (h) \end{matrix}$$

A faelem mindkét oldalára helyezett acéllemezrel kialakított kétszer nyírt kapcsolat egy nyírt síkján egy kapcsolóelem teherbírásának karakterisztikus értéke

- vékony acéllemez esetében

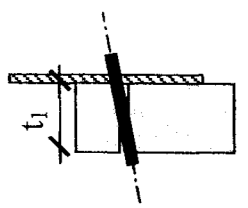
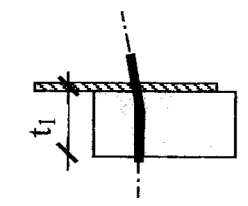
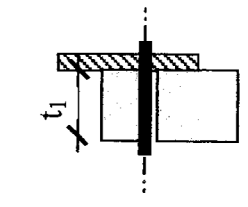
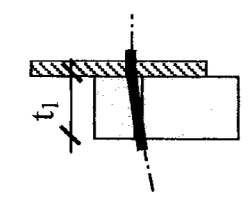
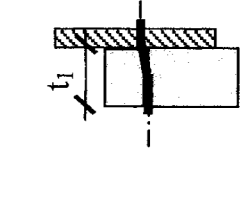
$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,RK} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (i) \\ (k) \end{matrix}$$

- vastag acéllemez esetén

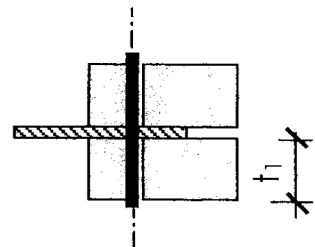
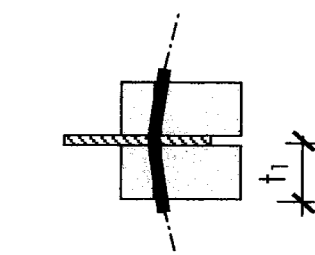
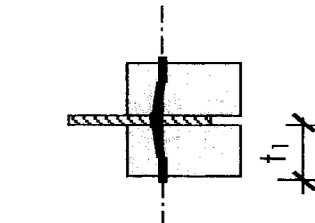
$$F_{v,RK} = \min \begin{cases} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,RK} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ox,RK}}{4} \end{cases} \quad \begin{matrix} (l) \\ (m) \end{matrix}$$

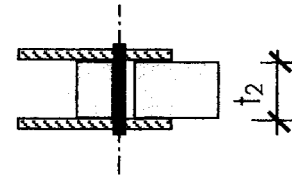
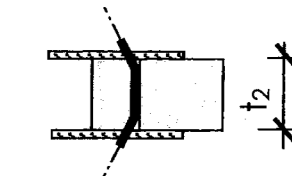
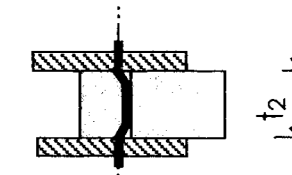
A teherbírás számításának módja függ az acéllemez vastagságától. Vékony acéllemeznek tekintjük azokat, amelyekre $t_{acél} \leq 0,5 \cdot d$, és vastag acéllemeznek tekintjük azokat, amelyekre $t_{acél} \geq d$ és a fúrt lyukak mérettűrése $< 0,1 \cdot d$. A „vékonynak” ill. „vastagnak” definiált lemezek közötti vastagságok esetén a megfelelő „vékony” és „vastag” lemezekre vonatkozó teherbírás értékek lineáris interpolációjával kell meghatározni a teherbírást.

A tönkremeneteli módok ábrái egyszer nyírt kapcsolóelemek esetén:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| palástnyomási tönkremenetel, vékony acéllemez, elforduló csap | hajlítási tönkremenetel, vékony acéllemez, képlékeny csukló a faelemen belül | palástnyomási tönkremenetel, vastag acéllemez, nem elforduló csap | hajlítási tönkremenetel, vastag acéllemez, képlékeny csukló az acéllemez szélénél | hajlítási tönkremenetel, vastag acéllemez, képlékeny csukló az acéllemez szélénél és a faelemen belül |

A tönkremeneteli módok ábrái kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén:

| | | |
|--|---|--|
|  |  |  |
| palástnyomási tönkremenetel | hajlítási tönkremenetel képlékeny csukló az acéllemez szélénél | hajlítási tönkremenetel képlékeny csukló az acéllemez szélénél és a faelemeken belül |

| | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| palástnyomási tönkremenetel | hajlítási tönkremenetel, vékony acéllemez, képlékeny csukló a faelemeken belül | hajlítási tönkremenetel, vastag acéllemez, képlékeny csukló az acéllemez szélénél és a faelemeken belül |

3.1.2 Csap típusú kapcsolóelemek teherbírásának egyszerűsített számítása - diagramok és táblázatok

A bemutatott „eredeti” képletek – hasonlóan az Eurocode egyes más fejezeteihez – elsősorban számítógépes alkalmazás céljára készültek, kézi számításra csaknem teljesen alkalmatlanok. A továbbiakban olyan egyszerűsítéseket és ezeken alapuló grafikonokat és táblázatokat mutatunk be, amelyek a kézi számítás jelentős megkönnyítésén túl az egyes tönkremeneteli módok jellegének és összefüggéseinek jobb megértését is elősegítik.

Vezessük be az alábbi – a teherbírás számítását megkönnyítő, az alapadatokból származtatott - segédmenyiségeket:

- Legyen egyszer nyírt esetben $\tau = \frac{t_2}{t_1}$, kétszer nyírt esetben $\tau = \frac{t_2}{2t_1}$.

(Így a beágyazási szilárdságok arányát jellemző $\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$ analógiájára τ a vastagsági

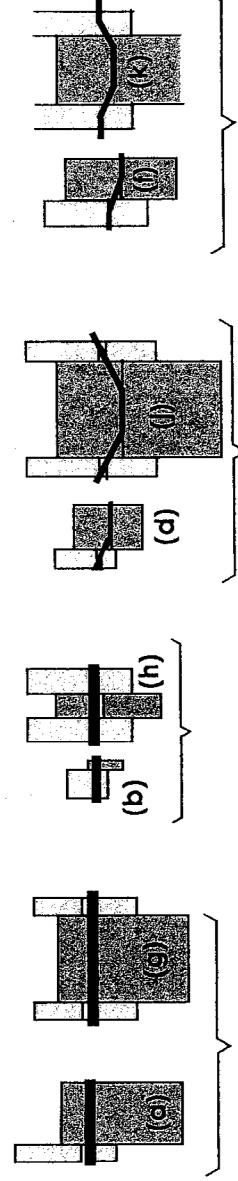
arányok jellemzője lesz)

- Legyen minden esetben $\mu = \frac{t_1}{\sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}}$, és nevezzük „Möller-féle csapkarcsúság”-nak.

(Ez valóban hosszúság/hosszság jellegű, karcsúság-típusú dimenzió nélküli szám, a szilárdságtanban megismert karcsúság-fogalomtól annyiban különbözik, hogy értékét nem csak a „kihajlási hossz” szerepét betöltő t_1 hosszúság növelése vagy az átmérő csökkentése növeli, hanem a csapanyag szilárdságának a beágyazási szilárdsághoz viszonyított csökkenése is.)

Ezek segítségével egyrészt megadhatók az úgynevezett Möller-diagrammok, amelyek a (μ, τ) koordinátarendszerben (rögzített β esetén) megadják a mértékadó tönkremeneteli módot, másrészt a képletek az alábbi egyszerűbb és még tovább egyszerűsíthető formába írhatók:

$$F_{v,RK} = \begin{cases} (a) & f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ (b) & f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d = (f_{h,1,k} \cdot \beta) \cdot (t_1 \cdot \tau) \cdot d = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \tau \cdot \beta \\ (c) & \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot [1 + \tau + \tau^2]} + \beta^3 \cdot \tau^2 - \beta \cdot (1 + \tau) \right] \\ (d) & 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta)}{\mu^2}} - \beta \right] \\ (e) & 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot \tau \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta (1 + 2 \cdot \beta)}{\tau^2 \cdot \mu^2}} - \beta \right] \\ (f) & 1,15 \cdot \frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot t_1^2 \cdot f_{h,1,k}^2 \cdot d^2}{\mu^2}} = 2,3 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} \cdot \frac{1}{\mu} \end{cases}$$



A kétszer nyírt kapcsolatok képletei hasonlóan írhatók át, hiszen az (a) és (g), a (b) és (h), a (d) és (j) valamint az (f) és (k) tönkremeneteli módok képletei rendre megegyeznek egymással, mert a párok második (kétszer nyírt) tagja az első (egyszer nyírt) tag szimmetrikus párja mind alakváltozás, mind feszültségeloszlás szempontjából, míg a (c) és (e) tönkremeneteli módok csak egyszer nyírt kapcsolathoz hasonlóan írhatók át.

Az eddigi átalakítások eredményeképpen az $f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$ kifejezés kiemelhetővé vált, amivel a valamennyi fa-fa kapcsolatra egyaránt érvényes egyszerűsített alakhoz jutunk:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} F_{v,Rk}^{pal.nyomás} \\ F_{v,Rk}^{hajlítás} \end{cases} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \min \begin{cases} C^{pal.nyomás} \\ C^{hajlítás} \end{cases}$$

ahol:

$$C^{pal.nyomás} = \min \begin{cases} 1 \\ \tau \cdot \beta \end{cases}$$

$$C^{(c)} = \frac{1}{1+\beta} \cdot \sqrt{\beta+2\cdot\beta^2} \cdot \sqrt{1+\tau+\tau^2} + \beta^3 \cdot \tau^2 \cdot \beta \cdot (1+\tau) \Rightarrow \text{értéke - ha a M\"oller-diagram alapján szükséges - a } C^{(c)}(\mu, \beta) \text{ táblázatból kiolvasható}$$

(lásd $C^{(c)}$ táblázat a 30. oldalon)

$$C^{(ajg)} = \min \begin{cases} C^{(l)} = C^{(l)} \\ C^{(f)} = C^{(g)} \end{cases} = \min \begin{cases} 1,05 \cdot \frac{1}{2+\beta} \cdot \sqrt{2\cdot\beta(1+\beta) + \frac{4\cdot\beta(2+\beta)}{\mu^2}} \\ 2,3 \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\beta}} \cdot \frac{1}{\mu} \end{cases} \Rightarrow \text{értéke a } C^{hajlítás}(\mu, \beta) \text{ táblázatból kiolvasható}$$

$$C^{(e)} = 1,05 \cdot \sqrt{2\cdot\beta^2(1+\beta) + \frac{4\cdot\beta(1+2\cdot\beta)}{\tau^2 \cdot \mu^2}} \cdot \beta \Rightarrow \text{csak egyszer nyírt esetekben} \Rightarrow \text{értéke - ha a M\"oller-diagram alapján szükséges - az 1. és 2. indexek felcserélése, } \beta \text{ és } \mu \text{ újrászámítása után a } C^{hajlítás}(\mu, \beta) \text{ táblázatból kiolvasható}$$

(lásd $C^{hajlítás}$ táblázat a 31. oldalon)

Acél és fa kapcsolata

Acél és fa kapcsolata esetében β és τ nincsenek értelmezve, μ számítása változatlan. Továbbra is használhatjuk az

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} F_{v,Rk}^{pal.nyomás} \\ F_{v,Rk}^{hajlítás} \end{cases} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \min \begin{cases} C^{pal.nyomás} \\ C^{hajlítás} \end{cases}$$

általános egyszerűsített formulát, de ehhez az alábbi kiegészítések és esetenként a t_1 jelölés jelentésének módosítása szükségesek:

Egyszer nyírt acél és fa kapcsolatokban:

- **vékony acéllemez esetében**

$$C^{pal.nyomás} = 0,4$$

$$C^{hajlítás} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2}{\mu^2}} \Rightarrow \text{értéke a } C^{hajlítás}(\mu, \beta) \text{ táblázat (31. old.) "a1" sorából kiolvasható}$$

- **vastag acéllemez esetén**

$$C^{pal.nyomás} = 1,0$$

$$C^{hajlítás} = \min \begin{cases} \sqrt{2 + \frac{4}{\mu^2}} - 1 \\ 2,3 \cdot \frac{1}{\mu} \end{cases} \Rightarrow \text{értéke a } C^{hajlítás}(\mu, \beta) \text{ táblázat (31. old.) "a2" sorából kiolvasható}$$

Kétszer nyírt acél és fa kapcsolatokban:

- A faelemekkel közrefogott bármilyen vastagságú acéllemezrel kialakított kétszer nyírt kapcsolatnál egy nyírt sík teherbírásának meghatározásához:

$$C_{\text{pal.nyomás}} = 1,0$$

$$C_{\text{hajlítás}} = \min \left\{ \sqrt{2 + \frac{4}{\mu^2}} - 1, 2,3 \cdot \frac{1}{\mu} \right\} \Rightarrow \text{értéke a } C_{\text{hajlítás}}(\mu, \beta) \text{ táblázat (31. old.) "a2" sorából kiolvasható}$$

- A faelem mindkét oldalára helyezett acéllemezrel kialakított kétszer nyírt kapcsolatnál egy nyírt sík teherbírásának meghatározásához, $f_1 = f_2/2$ helyettesítéssel:

- vékony acéllemez esetén

$$C_{\text{pal.nyomás}} = 1,0$$

$$C_{\text{hajlítás}} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2}{\mu^2}} \Rightarrow \text{értéke a } C_{\text{hajlítás}}(\mu, \beta) \text{ táblázat "a1" sorából kiolvasható}$$

- vastag acéllemez esetén

$$C_{\text{pal.nyomás}} = 1,0$$

$$C_{\text{hajlítás}} = 2,3 \cdot \frac{1}{\mu} \Rightarrow \text{értéke a } C_{\text{hajlítás}}(\mu, \beta) \text{ táblázat "a3" sorából kiolvasható}$$

A táblalalon bemutatott összefoglaló táblázat áttekinthetővé teszi az eddig tárgyalt tönkremeneteli módokat, egyúttal megmutatja, mikor melyik táblázat - illetve acél-fa kapcsolatok esetében melyik sor - segít a teherbírás gyors meghatározásában.

A továbbiakban a számítások elvégzését megkönnyítő **C^(c) (τ, β) és C^{hajlítás} (μ, β) táblázatokon** kívüli megadjuk a fa-fa kapcsolatok tönkremeneteli módjait szemléletessé tevő úgynevezett **Möller-diagrammokat**, amelyek μ és τ függvényében (rögzített β esetén) megadják az egyes esetek mértékadó tönkremeneteli módját. Kétszer nyírt kapcsolatok esetében ezek használata csak tájékoztató jellegű, egyszer nyírt kapcsolatoknál azonban hasznos információt adhatnak arról, szükség van-e egyáltalán a (c) illetve az (e) tönkremeneteli módok vizsgálatára. (Acél-fa kapcsolatoknál ennek nincs jelentősége, a (c) tönkremeneteli mód analóg párja a könnyen kezelhető $C_{\text{pal.nyom}}=0,4$ konstans, az (e) tönkremeneteli módnak pedig nincsen analóg párja.)

Yrit jellegű csap típusú kapcsolóelemek

önkremeneteli módjainak áttekintő táblázata

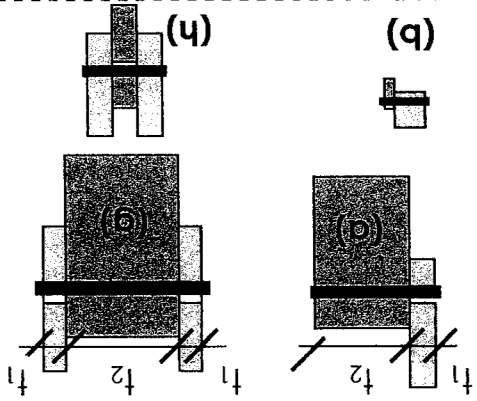
Fa-fa kapcsolat

Egyszer nyírt Kétszer nyírt

Acél-fa kapcsolat

Egyszer nyírt

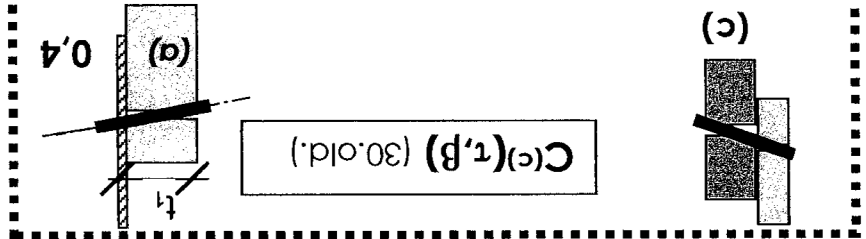
Kétszer nyírt



$$C_{p,nyoms} = \min$$

$t \cdot \beta$

1



C (c)

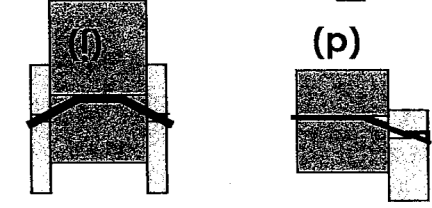
$C^{(c)}(\tau, \beta)$ (30. old.)

0,4

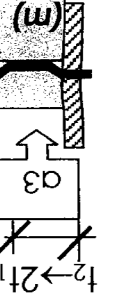
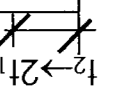
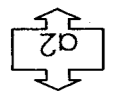
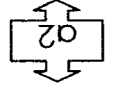
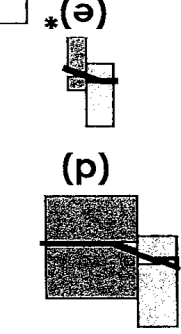
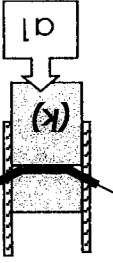
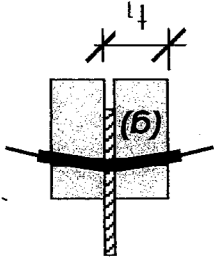
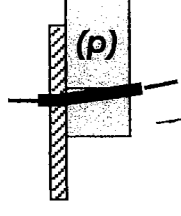
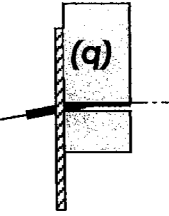
$$v_{,RK} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \min$$

C hajlítás

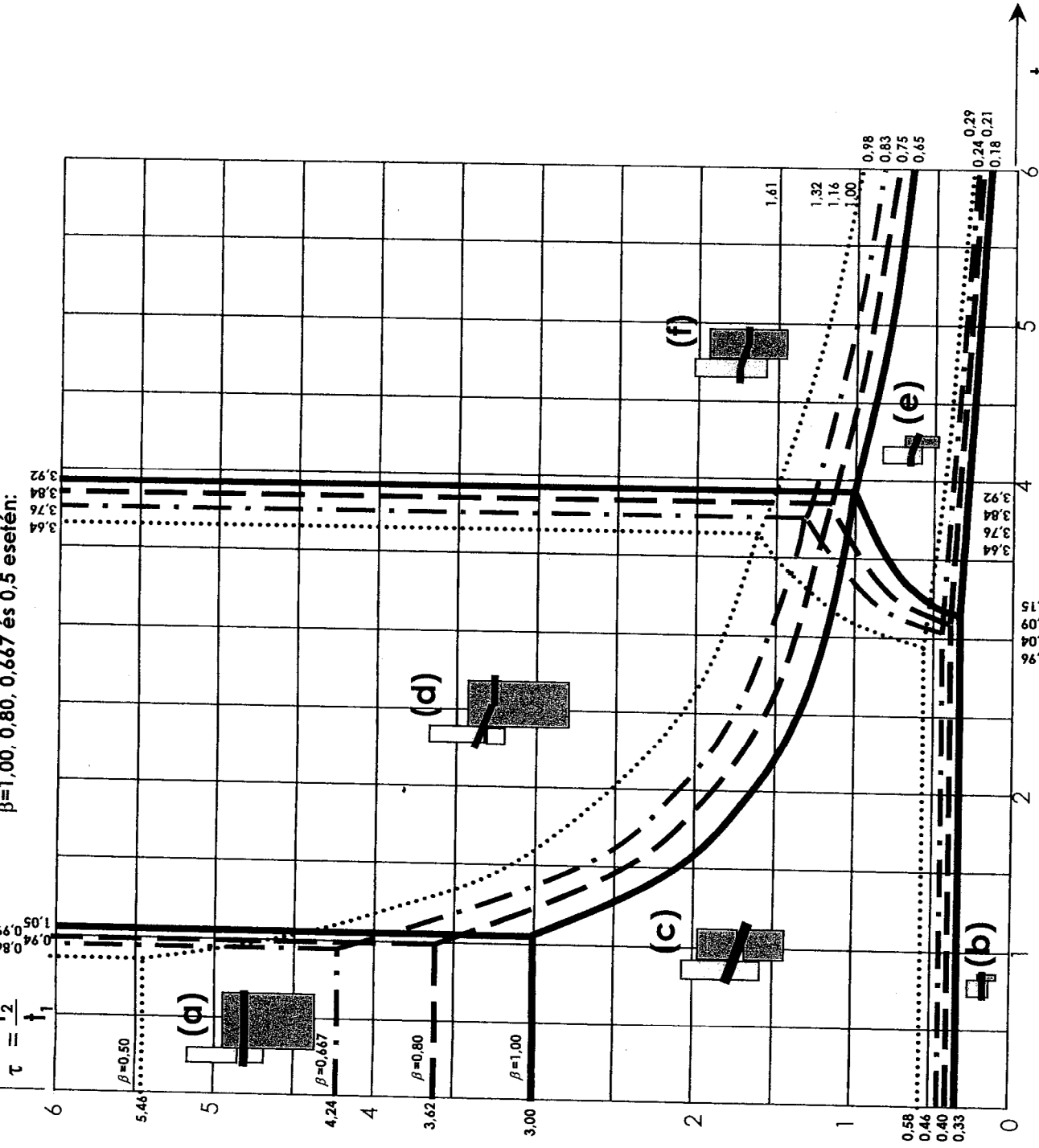
Az (e)* tönkremeneteli eset csak az 1 és 2 indexek felcserélésével számítható, célszerű ezt az esetet a Moller-diagramm alapján kizárni!



$C_{hajlítás}(\mu, \beta)$ (31. old.)

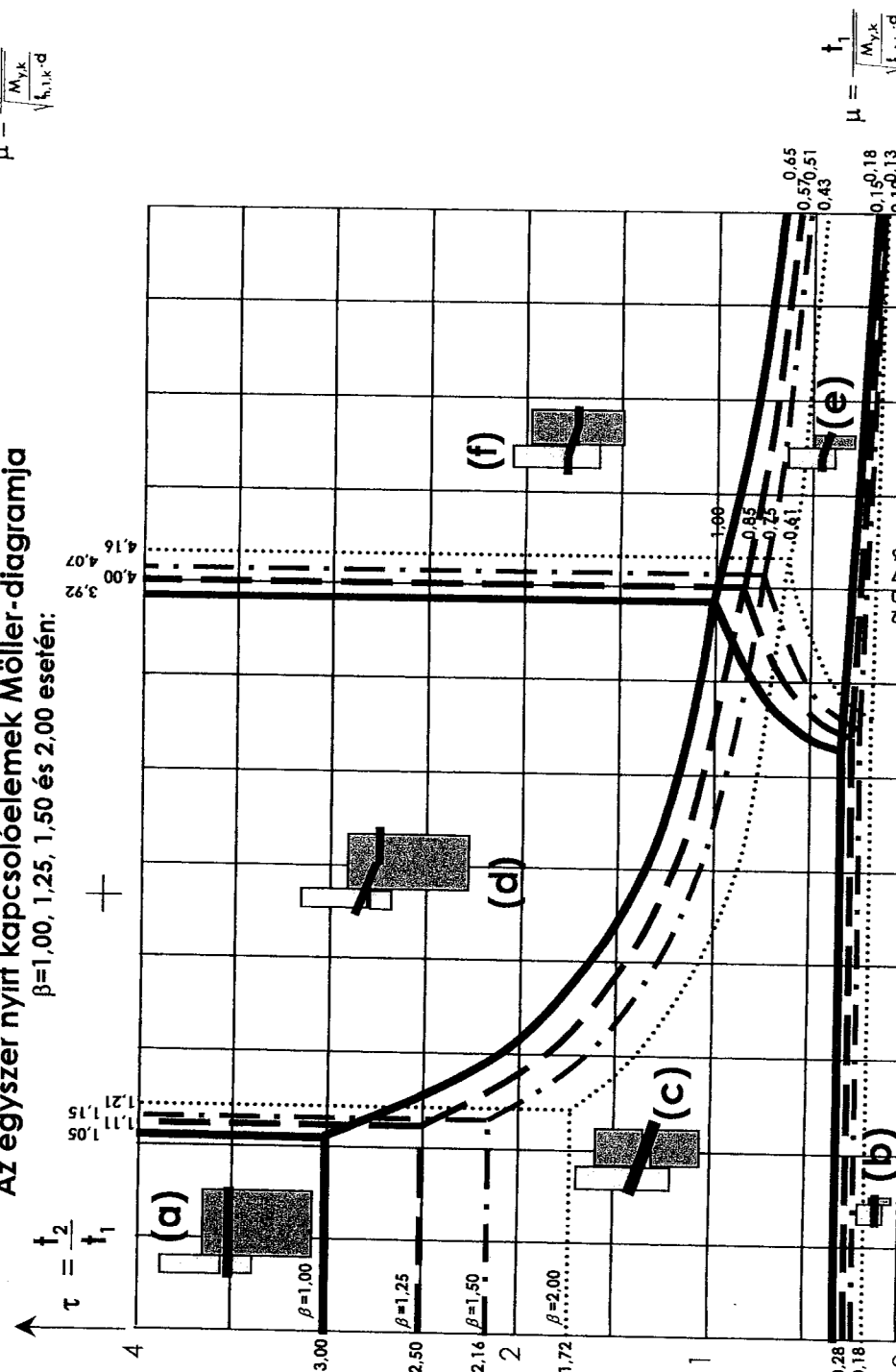


$\beta = 1,00, 0,80, 0,667 \text{ és } 0,5 \text{ esetén:}$

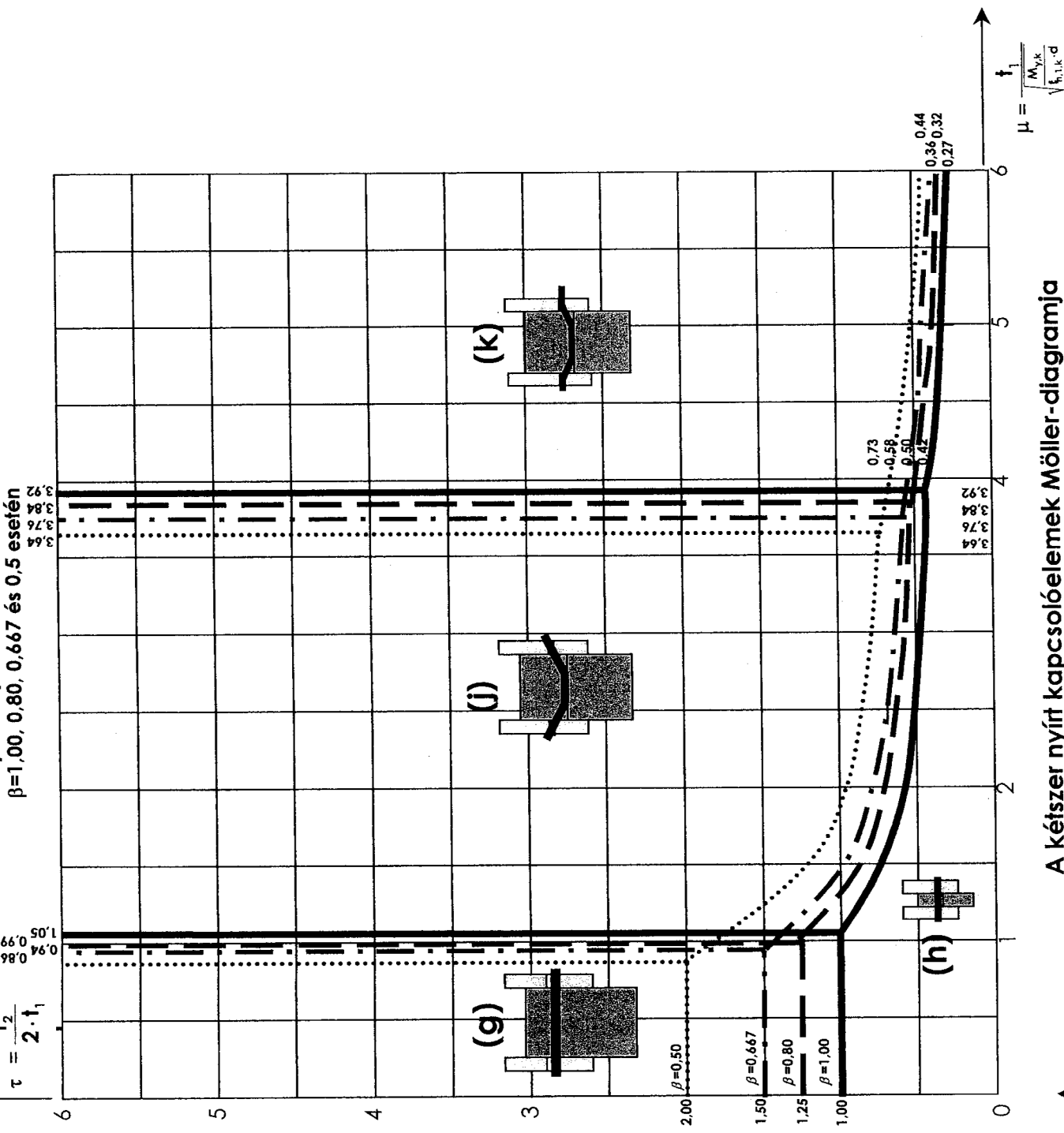


Az egyszerű nyírt kapcsolóelemek Möller-diagramja

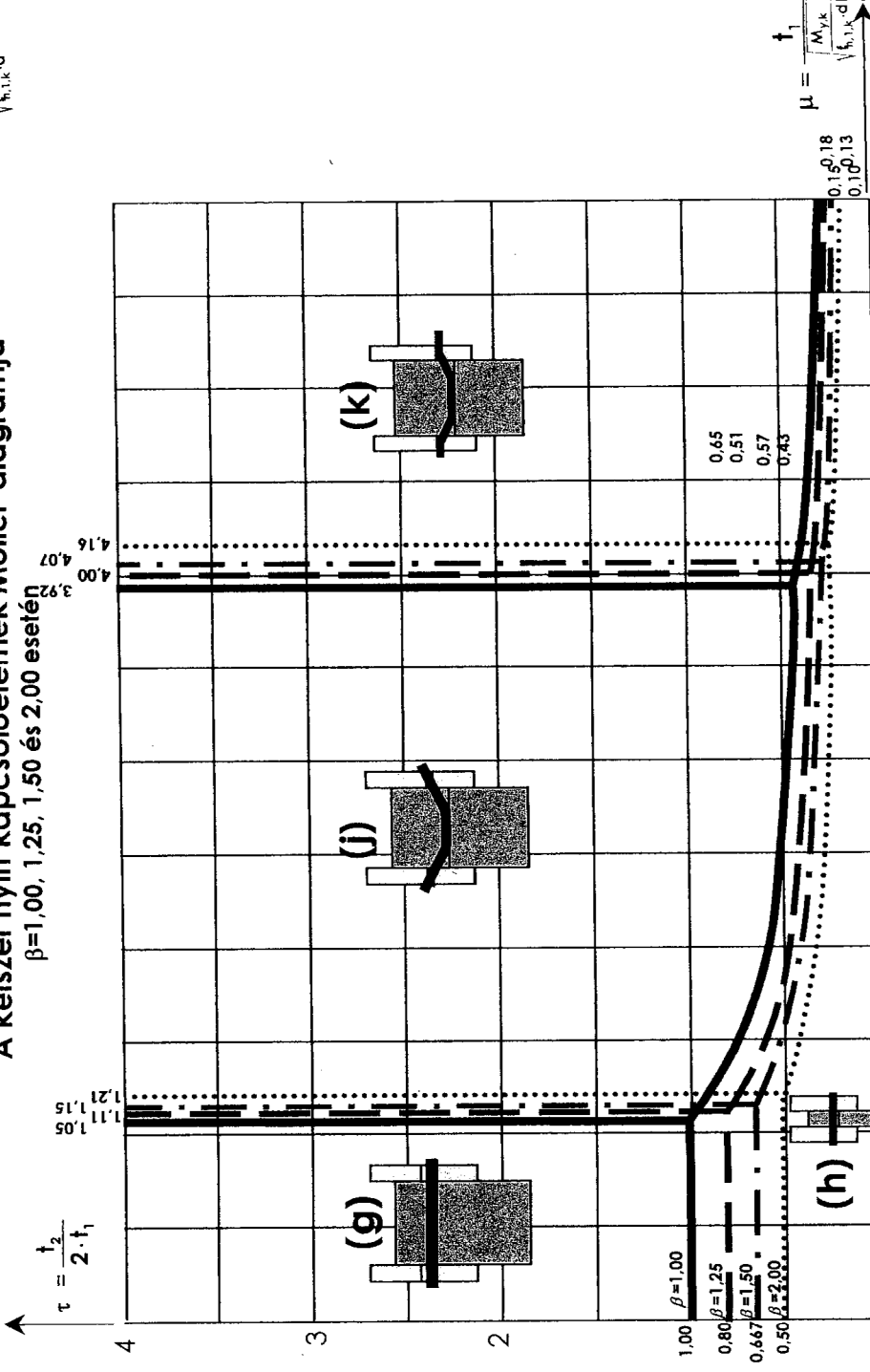
$\beta = 1,00, 1,25, 1,50 \text{ és } 2,00 \text{ esetén:}$



$$\mu = \frac{M_{y,k}}{f_{t,k} \cdot d}$$



A kétszer nyírt kapcsolóelemek Möller-diagramja



$C^{(c)}(\tau, \beta)$ az egyszer nyírt kapcsolóelemek (c) palástnyomási tönkremeneteli módjához

| $C^{(c)}(\tau, \beta)$ | | τ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 |
| β | 0.5 | 0 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,43 | 0,44 | 0,46 | 0,47 | 0,49 | |
| | 0.6 | | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,44 | 0,45 | 0,47 | 0,49 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 |
| | 0.7 | | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,56 | 0,59 | 0,61 | 0,63 |
| | 0.8 | | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,51 | 0,53 | 0,55 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,65 | 0,67 | 0,70 |
| | 0.9 | | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,45 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,55 | 0,57 | 0,60 | 0,63 | 0,66 | 0,68 | 0,71 | 0,74 | 0,77 |
| | 1.0 | | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,56 | 0,59 | 0,62 | 0,65 | 0,68 | 0,71 | 0,74 | 0,77 | 0,80 | 0,84 |
| | 1.1 | | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,63 | 0,66 | 0,70 | 0,73 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,87 | 0,90 |
| | 1.2 | | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,61 | 0,64 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,78 | 0,82 | 0,85 | 0,89 | 0,93 | 0,97 |
| | 1.3 | | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,64 | 0,68 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | 0,83 | 0,87 | 0,91 | 0,95 | 0,99 | |
| | 1.4 | | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,56 | 0,60 | 0,64 | 0,67 | 0,71 | 0,75 | 0,80 | 0,84 | 0,88 | 0,92 | 0,97 | | | |
| | 1.5 | | 0,36 | 0,35 | 0,36 | 0,36 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,51 | 0,55 | 0,59 | 0,63 | 0,67 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | 0,84 | 0,88 | 0,93 | 0,97 | | | | |
| 1.6 | | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,46 | 0,50 | 0,53 | 0,57 | 0,61 | 0,65 | 0,70 | 0,74 | 0,79 | 0,83 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | | | | | | |
| 1.7 | | 0,37 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,39 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,51 | 0,55 | 0,59 | 0,64 | 0,68 | 0,73 | 0,77 | 0,82 | 0,87 | 0,92 | 0,97 | | | | | | | |
| 1.8 | | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,40 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,57 | 0,62 | 0,66 | 0,71 | 0,76 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 0,96 | | | | | | | | |
| 1.9 | | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,55 | 0,59 | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,79 | 0,84 | 0,89 | 0,95 | 1,00 | | | | | | | | |
| 2.0 | | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,48 | 0,52 | 0,56 | 0,61 | 0,66 | 0,71 | 0,76 | 0,82 | 0,87 | 0,93 | 0,99 | | | | | | | | | |
| kapcs. | a1 | 0,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | a2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | a3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| $C^{(c)}(\tau, \beta)$ | | τ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 5 |
| β | 0.5 | 0,49 | 0,50 | 0,52 | 0,53 | 0,55 | 0,57 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,63 | 0,65 | 0,67 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,90 | 0,92 |
| | 0.6 | 0,56 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | 0,90 | 0,93 | 0,95 | 0,97 | 0,99 | | | | |
| | 0.7 | 0,63 | 0,65 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,77 | 0,79 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 0,89 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | | | | | | | | | | |
| | 0.8 | 0,70 | 0,73 | 0,75 | 0,78 | 0,80 | 0,83 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,97 | 0,99 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.9 | 0,77 | 0,80 | 0,83 | 0,86 | 0,89 | 0,92 | 0,95 | 0,98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 0,84 | 0,87 | 0,90 | 0,93 | 0,97 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

megjegyzések: A $C^{(c)}(\tau, \beta)$ és $C_{hajlítás}(\mu, \beta)$ táblázatokban az 1,0-nél nagyobb, biztosan nem mértékadó értékeket nem tüntettük fel.

A $C^{(c)}(\tau, \beta)$ táblázat használatát megelőzően a Möller-diagram segítségével meggyőződhetünk arról, hogy a (c) tönkremeneteli eset mértékadó-e.

A $C_{hajlítás}(\mu, \beta)$ táblázatnál tájékoztatásul kettős vonal választja el a (d) és (j) illetve az (f) és (k) tönkremeneteli eseteket. Egynyírású kapcsolóelemre alkalmazott használatát megelőzően a Möller-diagram segítségével meggyőződhetünk arról, hogy az (e) tönkremeneteli mód mértékadó-e. Ha igen, akkor az 1 és 2 indexek felcserélésével μ és β újraszámítandó, az ezekhez tartozó $C_{hajlítás}$ adja meg az (e) tönkremeneteli esethez tartozó értékeket.

Chajlítás (μ, β) - az egyszer nyírt kapcsolóelemek (d),(e*),(f) és a kétszer nyírt kapcsolóelemek (j),(k) tönkremeneteli módjai

| Chajlítás | | μ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | | |
| Fa-fa kapcsolat | β | 0.5 | 0,86 | 0,79 | 0,73 | 0,68 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | |
| | | 0.6 | 0,91 | 0,83 | 0,77 | 0,71 | 0,67 | 0,63 | 0,60 | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,50 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | |
| | | 0.7 | 0,95 | 0,87 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,66 | 0,63 | 0,60 | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,40 |
| | | 0.8 | 0,99 | 0,90 | 0,83 | 0,77 | 0,72 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,41 |
| | | 0.9 | | 0,93 | 0,86 | 0,80 | 0,74 | 0,70 | 0,67 | 0,63 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 |
| | | 1.0 | | 0,96 | 0,88 | 0,82 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 |
| | | 1.1 | | 0,98 | 0,90 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,70 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| | | 1.2 | | 1,00 | 0,92 | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 |
| | | 1.3 | | | 0,93 | 0,86 | 0,81 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 |
| | | 1.4 | | | 0,95 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,73 | 0,69 | 0,66 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,46 |
| | | 1.5 | | | 0,96 | 0,89 | 0,83 | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 |
| | | 1.6 | | | 0,97 | 0,90 | 0,84 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 |
| 1.7 | | | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,72 | 0,69 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | | |
| 1.8 | | | 0,99 | 0,92 | 0,86 | 0,81 | 0,76 | 0,72 | 0,69 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | | |
| 1.9 | | | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,81 | 0,77 | 0,73 | 0,70 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | | |
| 2.0 | | | | 0,94 | 0,87 | 0,82 | 0,77 | 0,74 | 0,70 | 0,67 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | | |
| Acél-fa kapsz. | a1 | | | | | | | 0,96 | 0,90 | 0,86 | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,52 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | 0,46 | | | |
| | a2 | | | | | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | 0,71 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,55 | 0,54 | 0,53 | 0,53 | | | |
| | a3 | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,66 | | |

| Chajlítás | | μ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 6.0 | |
| Fa-fa kapcsolat | β | 0.5 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,22 |
| | | 0.6 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,24 | 0,24 | 0,23 |
| | | 0.7 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | | 0.8 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| | | 0.9 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,26 |
| | | 1.0 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 |
| | | 1.1 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 |
| | | 1.2 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 |
| | | 1.3 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 |
| | | 1.4 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 |
| | | 1.5 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 |
| | | 1.6 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 |
| 1.7 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | | |
| 1.8 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | | |
| 1.9 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | | |
| 2.0 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,31 | | |
| Acél-fa kapsz. | a1 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | |
| | a2 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,51 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,47 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | |
| | a3 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,59 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,51 | 0,50 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,41 | 0,40 | 0,40 | 0,39 | 0,38 | |

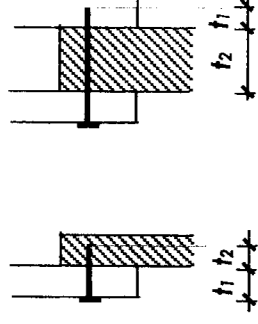
3.1.3 Szegezett kapcsolatok

Általános rész

t_1 és t_2 definíciója:

t_1 egyszer nyírt kapcsolat esetén a szegfej felőli faelem vastagsága, kétszer nyírt kapcsolat esetén a szegfej felőli faelem vastagsága és a szegcsúcs behatolási mélysége közül a kisebb.

t_2 egyszer nyírt kapcsolat esetén a szegcsúcs behatolási mélysége, kétszer nyírt kapcsolat esetén pedig a középső elem vastagsága.



Az előfűrés kötelező, ha - a faanyag karakterisztikus testsűrűsége nagyobb mint 500 kg/m³
- a szeg átmérője nagyobb mint 8 mm

Az előfűrt lyuk átmérője ne legyen nagyobb, mint a szegátmérő 0,8-szorosa.

Huzalszegek képlékeny határnyomatékának karakterisztikus értéke min 600 N/mm² hűzőszilárdság esetén : $M_{y,Rk}=0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6}$ (lásd táblázatban a 36. oldalon)

ahol $M_{y,Rk}$ a képlékeny határnyomaték karakterisztikus értéke Nmm-ben
 d a szeg átmérője mm-ben

f_u a huzal húzószilárdsága N/mm²-ben

Négyszögkeresztmetszetű vagy hornyolt szegeknél: A d átmérő az oldalmeret,
 $M_{y,Rk}=0,45 \cdot f_u \cdot d^{2,6}$

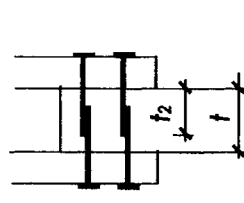
A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke 8 mm szegátmérőig természetes fa, RR-fa és LVL esetén: (lásd táblázatban a 37. oldalon)

előfűrés nélküli szegezés esetén: $f_{h,k}=0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{0,3}$

előfűrt szegezés esetén: $f_{h,k}=0,082 \cdot (1-0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$

ahol: ρ_k a faanyag testsűrűségének karakterisztikus értéke kg/m³-ben

d a szeg átmérője mm-ben



A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke 8 mm szegátmérő felett:
a csavarokra vonatkozó szabályok szerint.

3-elemű kapcsolatban a szegek átfedhetnek a középső elemben,
feltéve, hogy $(t-t_2) > 4 \cdot d$

Rostírányban 1 sorban egymás után elhelyezett szegek esetén -
hacsak a sor szegei nincsenek az ábra szerinti módon legalább $1 \cdot d$
távolságra eltolva - a rostírányú teherbírást az alábbiak szerint
számított n_{ef} effektív elemszámmal kell meghatározni:

$n_{ef} = n^{k_{ef}}$ ahol n_{ef} az effektív szegszám az adott sorban

n a tényleges szegszám az adott sorban

k_{ef} pedig az alábbi táblázat szerint

| Szegettávolság | k_{ef} | |
|-----------------------|-----------------|-------------|
| | Előfűrés nélkül | Előfűréssel |
| $a_1 \geq 14 \cdot d$ | 1,0 | 1,0 |
| $a_1 = 10 \cdot d$ | 0,85 | 0,85 |
| $a_1 = 7 \cdot d$ | 0,7 | 0,7 |
| $a_1 = 4 \cdot d$ | - | 0,5 |

Legalább 2 szeg legyen minden kapcsolatban.

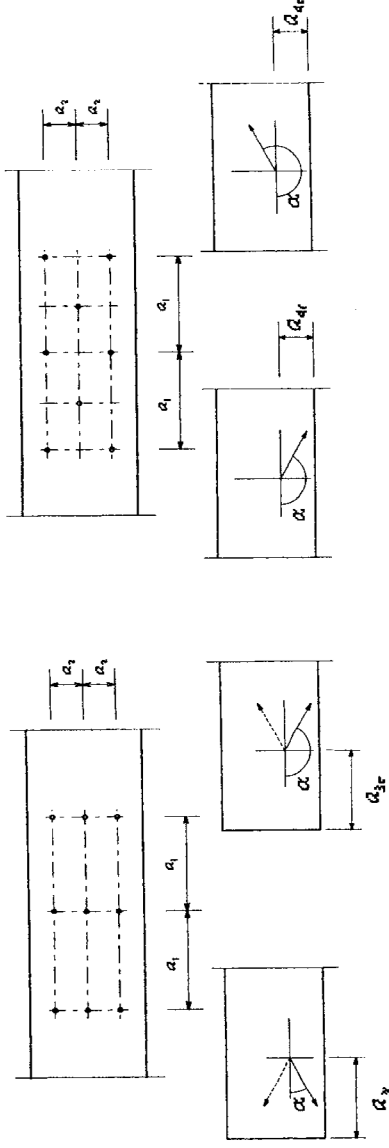
A szegcsúcs minimális behatolási mélysége

Síma felületű huzalszegek esetén: $8 \cdot d$

Más (nem síma) szegek esetén: $6 \cdot d$

A szegelrendezés legkisebb távolságai:

(lásd még összefoglaló táblázatban a 44-45. oldalon)



| Távolságok (a fenti ábra szerinti) | α | Szegezés előfúrás nélkül | | Szegezés előfúrással |
|--|--|---|---|---|
| | | $\rho_k \leq 420$ kg/m ³ | $420 < \rho_k \leq 500$ kg/m ³ | |
| a_1 (rostirányban egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $d < 5$ mm esetén: $(5+5 \cos \alpha) d$ $d \geq 5$ mm esetén: $(5+7 \cos \alpha) d$ | $(7+8 \cos \alpha) d$ | $(4+3 \cos \alpha) d$ |
| a_2 (rostirányra merőlegesen egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $5d$ | $7d$ | $(3+ \sin \alpha) d$ |
| $a_{3,t}$ (terhelt végtől) | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $(10+5 \cos \alpha) d$ | $(15+5 \cos \alpha) d$ | $(7+5 \cos \alpha) d$ |
| $a_{3,c}$ (terheletlen végtől) | $90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $10d$ | $15d$ | $7d$ |
| $a_{4,t}$ (terhelt széltől) | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $d < 5$ mm esetén: $(5+2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5$ mm esetén: $(5+5 \sin \alpha) d$ | $d < 5$ mm esetén: $(7+2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5$ mm esetén: $(7+5 \sin \alpha) d$ | $d < 5$ mm esetén: $(3+2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5$ mm esetén: $(5+5 \sin \alpha) d$ |
| $a_{4,c}$ (terheletlen széltől) | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $5d$ | $(7+5 \sin \alpha) d$ $7d$ | $(3+4 \sin \alpha) d$ $3d$ |

Előfúrás kell alkalmazni, ha a faelemek vastagsága kisebb, mint

$$t_{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 7d \\ \frac{(13d - 30)}{400} \rho_k \end{array} \right.$$

ahol:

- t_{\min} az előfúrás nem igénylő minimális elemvastagság mm-ben
- ρ_k a faanyag testsűrűségének karakterisztikus értéke kg/m³-ben
- d a szeg átmérője mm-ben

Az előfúrt lyuk átmérője ne legyen nagyobb, mint a szegátmérő 0,8-szorosa.

Falalapú anyag és fa szegezett kapcsolata

A szegek minimális távolsága egymástól: a a fa és fa kapcsolatára vonatkozó táblázati érték **0,85**-szöröse lehet.

A szegek minimális távolsága elemvégtől és elemszáltól a fa és fa kapcsolatára vonatkozó táblázati értékkel azonos. (Kivéve rétegelt lemeznél, ahol a min. távolság terheletlen végtől vagy száltól $3d$, terhelt végtől vagy száltól $(3+4\sin\alpha)$ lehet.)

A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke legalább $2d$ fejtátmérőjű szegeknél:

Rétegelt lemez esetén:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot \rho_k \cdot d^{0,3}$$

Kemény farostlemez (EN 622-2) esetén:

$$f_{h,k} = 30 \cdot d^{0,3} \cdot \rho_{0,6}$$

Faforgácslap és OSB esetén:

$$f_{h,k} = 65 \cdot d^{0,7} \cdot \rho_{0,1}$$

ahol: ρ_k a rétegelt lemez testsűrűségének karakterisztikus értéke kg/m^3 -ben
 d a szeg átmérője mm-ben
 t a lemezvastagság mm-ben

Acél és fa szegezett kapcsolata

A szegek minimális távolsága egymástól: a a fa és fa kapcsolatára vonatkozó táblázati érték **0,7**-szerese lehet.

A szegek minimális távolsága elemvégtől és elemszáltól a fa és fa kapcsolatára vonatkozó táblázati értékkel azonos.

Tengelyirányban terhelt szegek

Síma feületű szegek nem alkalmazhatóak tartós vagy hosszú időtartamú tengelyirányú terhek felvételére.

A bűtübe vert szegek nem alkalmasak tengelyirányú erők átadására.

Bordás (menetes) szegeknél csak a bordázott szakasz vehető figyelembe a tengelyirányú erők átadására.

A kihúzóerő teherbírási karakterisztikus értéke

Nem síma szegeknél:

Síma szegeknél:

$$F_{ax,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} \\ f_{head,k} \cdot d_h^2 \end{cases}$$

$$F_{ax,Rk} = \min \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} \\ f_{ax,k} \cdot d \cdot t + f_{head,k} \cdot d_h^2 \end{cases}$$

Ahol

$f_{ax,k}$ a kihúzóerő szilárdság karakterisztikus értéke

$f_{head,k}$ a szegfej áthúzóerő szilárdságának karakterisztikus értéke
 d a szeg átmérője

t_{pen} a szegcsúcs felőli behatolási mélység vagy a bordás (menetes) rész hossza a szegcsúcs felőli elemen

t a szegfejnél lévő faelem vastagsága

d_h a szegfej átmérője

Az $f_{ax,k}$ és $f_{head,k}$ értéke:

Nem síma szegeknél:

Síma szegeknél:

Kísérletekkel

$$f_{ax,k} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$$

határozandók meg!

$$f_{head,k} = 70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$$

ahol: ρ_k a testsűrűség kar. értéke kg/m^3 -ben

A t_{pen} behatolási mélység min. értéke:

Nem síma szegeknél:

Síma szegeknél:

$t_{pen,min} = 6d$, de $t_{pen} < 8d$ esetén

$t_{pen,min} = 8d$, de $t_{pen} < 12d$ esetén

a kihúzóerő teherbírást

a kihúzóerő teherbírást

$(t_{pen} / 2d - 3)$ értékkel

$(t_{pen} / 4d - 2)$ értékkel

szorozni kell

szorozni kell

Tengelyirányban es keresztirányban is termeri szegek

Keresztirányú és tengelyirányú terhek kombinációjával ($F_{ax,Ed}$ és $F_{v,Ed}$) igénybe vett szegekre az alábbi feltételeket kell kielégíteni:

Nem síma szegeknél:

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Síma szegeknél:

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right) + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right) \leq 1$$

ahol $F_{ax,Rd}$ ill. $F_{v,Rd}$ a kihúzóerő ill. a keresztirányú teherbírás tervezési értékei

3.4. Tűzőkapcsos kapcsolatok

Általában a szegekre vonatkozó előírások érvényesek.

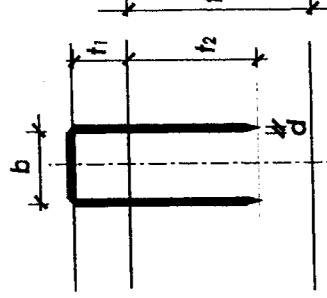
Tűzőkapcsok száránkénti képlékeny határnyomatékának karakterisztikus értéke min. 800 N/mm² húzószilárdság esetén: $M_{y,Rk} = 240 \cdot d^{2,6}$

ahol $M_{y,Rk}$ a képlékeny határnyomaték karakterisztikus értéke Nmm-ben

d a szeg átmérője mm-ben

Egy tűzőkapocs keresztirányú teherbírása 2 db, a tűzőkapocs száraival azonos átmérőjű szeg teherbírásával azonosnak tekinthető, amennyiben a kapocshát és a rostirány közti θ szög nagyobb mint 30°. $\theta \leq 30^\circ$ esetén a teherbírást 0,7-tel kell szorozni.

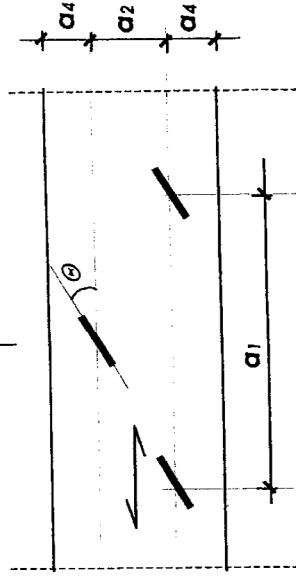
A kapocshát hossza (b) legalább $6d$, a szárcsúcs behatolási mélysége (t_2) legalább $14d$ legyen. Legalább 2 tűzőkapocs legyen minden kapcsolatban.



A tűzőkapocs-elrendezés legkisebb távolságai:

(lásd még összefoglaló táblázatban a 44-45. oldalon)

| Távolságok jele és elnevezése | α | Távolságok min. értéke |
|--|--|--|
| a_1 (rostirányban egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $\theta \geq 30^\circ$ esetén: $(10+5 \cos \alpha) d$ $\theta \geq 30^\circ$ esetén: $(15+5 \cos \alpha) d$ |
| a_2 (rostirányra merőlegesen egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $15d$ |
| $a_{3,t}$ (terhelt végtől) | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $(15+5 \cos \alpha) d$ |
| $a_{3,c}$ (terheletlen végtől) | $90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $15d$ |
| $a_{4,t}$ (terhelt széltől) | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $(10^{(*)} + 5 \sin \alpha) d$ |
| $a_{4,c}$ (terheletlen széltől) | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $10d$ |



(*) Az EUROCODE3-ban tévesen 15!

A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke a faanyag minősége és a huzalszeg átmérője függvényében, előfűrés nélküli szegezésnél

$$f_{h,0,k}[N/mm^2]=0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{0,3}$$

| $f_{h,0,k}$ [N/mm ²] | C14 | C16 | C18 | C20 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 | G124c | G124h | G128c | G128h | GL28h | GL32c | GL32h | GL36c | GL36h | KERTO s.0 | KERTO |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| ρ_k | 290 | 310 | 320 | 330 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 | 530 | 560 | 590 | 650 | 700 | 900 | 350 | 380 | 410 | 430 | 450 | 480 | 410 | 480 | 410 | 480 | 410 |
| [kg/m ³] | 2 | 19,3 | 20,6 | 21,3 | 22,0 | 22,6 | 23,3 | 24,6 | 25,3 | 26,6 | 28,0 | | | | | | 23,3 | 25,3 | 27,3 | 28,6 | 30,0 | 32,0 | 27,3 | 32,0 | 27,3 | | |
| | 2,2 | 18,8 | 20,1 | 20,7 | 21,4 | 22,0 | 22,7 | 23,9 | 24,6 | 25,9 | 27,2 | | | | | | 22,7 | 24,6 | 26,5 | 27,8 | 29,1 | 31,1 | 26,5 | 31,1 | 26,5 | | |
| | 2,5 | 18,1 | 19,3 | 19,9 | 20,6 | 21,2 | 21,8 | 23,0 | 23,7 | 24,9 | 26,2 | | | | | | 21,8 | 23,7 | 25,5 | 26,8 | 28,0 | 29,9 | 25,5 | 29,9 | 25,5 | | |
| | 2,8 | 17,5 | 18,7 | 19,3 | 19,9 | 20,5 | 21,1 | 22,3 | 22,9 | 24,1 | 25,3 | | | | | | 21,1 | 22,9 | 24,7 | 25,9 | 27,1 | 28,9 | 24,7 | 28,9 | 24,7 | | |
| | 3,1 | 16,9 | 18,1 | 18,7 | 19,3 | 19,9 | 20,4 | 21,6 | 22,2 | 23,4 | 24,5 | | | | | | 20,4 | 22,2 | 23,9 | 25,1 | 26,3 | 28,0 | 23,9 | 28,0 | 23,9 | | |
| | 3,4 | 16,5 | 17,6 | 18,2 | 18,7 | 19,3 | 19,9 | 21,0 | 21,6 | 22,7 | 23,9 | | | | | | 19,9 | 21,6 | 23,3 | 24,4 | 25,6 | 27,3 | 23,3 | 27,3 | 23,3 | | |
| | 3,8 | 15,9 | 17,0 | 17,6 | 18,1 | 18,7 | 19,2 | 20,3 | 20,9 | 22,0 | 23,1 | | | | | | 19,2 | 20,9 | 22,5 | 23,6 | 24,7 | 26,4 | 22,5 | 26,4 | 22,5 | | |
| | 4,2 | 15,5 | 16,5 | 17,1 | 17,6 | 18,1 | 18,7 | 19,7 | 20,3 | 21,3 | 22,4 | | | | | | 18,7 | 20,3 | 21,9 | 22,9 | 24,0 | 25,6 | 21,9 | 25,6 | 21,9 | | |
| | 4,6 | 15,0 | 16,1 | 16,6 | 17,1 | 17,6 | 18,2 | 19,2 | 19,7 | 20,8 | 21,8 | | | | | | 18,2 | 19,7 | 21,3 | 22,3 | 23,3 | 24,9 | 21,3 | 24,9 | 21,3 | | |
| | 5 | 14,7 | 15,7 | 16,2 | 16,7 | 17,2 | 17,7 | 18,7 | 19,2 | 20,2 | 21,3 | | | | | | 17,7 | 19,2 | 20,7 | 21,8 | 22,8 | 24,3 | 20,7 | 24,3 | 20,7 | | |
| | 5,5 | 14,3 | 15,2 | 15,7 | 16,2 | 16,7 | 17,2 | 18,2 | 18,7 | 19,7 | 20,7 | | | | | | 17,2 | 18,7 | 20,2 | 21,1 | 22,1 | 23,6 | 20,2 | 23,6 | 20,2 | | |
| | 6 | 13,9 | 14,9 | 15,3 | 15,8 | 16,3 | 16,8 | 17,7 | 18,2 | 19,2 | 20,1 | | | | | | 16,8 | 18,2 | 19,6 | 20,6 | 21,6 | 23,0 | 19,6 | 23,0 | 19,6 | | |
| | 6,5 | 13,6 | 14,5 | 15,0 | 15,4 | 15,9 | 16,4 | 17,3 | 17,8 | 18,7 | 19,6 | | | | | | 16,4 | 17,8 | 19,2 | 20,1 | 21,0 | 22,4 | 19,2 | 22,4 | 19,2 | | |
| | 7 | 13,3 | 14,2 | 14,6 | 15,1 | 15,6 | 16,0 | 16,9 | 17,4 | 18,3 | 19,2 | | | | | | 16,0 | 17,4 | 18,8 | 19,7 | 20,6 | 22,0 | 18,8 | 22,0 | 18,8 | | |
| | 7,5 | 13,0 | 13,9 | 14,3 | 14,8 | 15,2 | 15,7 | 16,6 | 17,0 | 17,9 | 18,8 | | | | | | 15,7 | 17,0 | 18,4 | 19,3 | 20,2 | 21,5 | 18,4 | 21,5 | 18,4 | | |
| | 8 | 12,7 | 13,6 | 14,1 | 14,5 | 14,9 | 15,4 | 16,3 | 16,7 | 17,6 | 18,5 | | | | | | 15,4 | 16,7 | 18,0 | 18,9 | 19,8 | 21,1 | 18,0 | 21,1 | 18,0 | | |

(kötelező előfűrés)

A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke a faanyag minősége és a huzalszeg átmérője függvényében, előfűrt szegezésnél

$$f_{h,0,k}[N/mm^2]=0,082 \cdot (1-0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

| $f_{h,0,k}$ [N/mm ²] | C14 | C16 | C18 | C20 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 | G124c | G124h | G128c | G128h | GL28h | GL32c | GL32h | GL36c | GL36h | KERTO s.0 | KERTO |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| ρ_k | 290 | 310 | 320 | 330 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 | 530 | 560 | 590 | 650 | 700 | 900 | 350 | 380 | 410 | 430 | 450 | 480 | 410 | 480 | 410 | 480 | 410 |
| [kg/m ³] | 2 | 23,3 | 24,9 | 25,7 | 26,5 | 27,3 | 28,1 | 29,7 | 30,5 | 32,1 | 33,8 | 42,6 | 45,0 | 47,4 | 52,2 | 56,3 | 28,1 | 30,5 | 32,9 | 34,6 | 36,2 | 38,6 | 32,9 | 38,6 | 32,9 | | |
| | 2,2 | 23,3 | 24,9 | 25,7 | 26,5 | 27,3 | 28,1 | 29,7 | 30,5 | 32,1 | 33,7 | 42,5 | 44,9 | 47,3 | 52,1 | 56,1 | 28,1 | 30,5 | 32,9 | 34,5 | 36,1 | 38,5 | 32,9 | 38,5 | 32,9 | | |
| | 2,5 | 23,2 | 24,8 | 25,6 | 26,4 | 27,2 | 28,0 | 29,6 | 30,4 | 32,0 | 33,6 | 42,4 | 44,8 | 47,2 | 52,0 | 56,0 | 28,0 | 30,4 | 32,8 | 34,4 | 36,0 | 38,4 | 32,8 | 38,4 | 32,8 | | |
| | 2,8 | 23,1 | 24,7 | 25,5 | 26,3 | 27,1 | 27,9 | 29,5 | 30,3 | 31,9 | 33,5 | 42,2 | 44,6 | 47,0 | 51,8 | 55,8 | 27,9 | 30,3 | 32,7 | 34,3 | 35,9 | 38,3 | 32,7 | 38,3 | 32,7 | | |
| | 3,1 | 23,0 | 24,6 | 25,4 | 26,2 | 27,0 | 27,8 | 29,4 | 30,2 | 31,8 | 33,4 | 42,1 | 44,5 | 46,9 | 51,6 | 55,6 | 27,8 | 30,2 | 32,6 | 34,2 | 35,8 | 38,1 | 32,6 | 38,1 | 32,6 | | |
| | 3,4 | 23,0 | 24,6 | 25,3 | 26,1 | 26,9 | 27,7 | 29,3 | 30,1 | 31,7 | 33,3 | 42,0 | 44,4 | 46,7 | 51,5 | 55,4 | 27,7 | 30,1 | 32,5 | 34,1 | 35,6 | 38,0 | 32,5 | 38,0 | 32,5 | | |
| | 3,8 | 22,9 | 24,5 | 25,2 | 26,0 | 26,8 | 27,6 | 29,2 | 30,0 | 31,6 | 33,1 | 41,8 | 44,2 | 46,5 | 51,3 | 55,2 | 27,6 | 30,0 | 32,3 | 33,9 | 35,5 | 37,9 | 32,3 | 37,9 | 32,3 | | |
| | 4,2 | 22,8 | 24,4 | 25,1 | 25,9 | 26,7 | 27,5 | 29,1 | 29,9 | 31,4 | 33,0 | 41,6 | 44,0 | 46,3 | 51,1 | 55,0 | 27,5 | 29,9 | 32,2 | 33,8 | 35,4 | 37,7 | 32,2 | 37,7 | 32,2 | | |
| | 4,6 | 22,7 | 24,3 | 25,0 | 25,8 | 26,6 | 27,4 | 28,9 | 29,7 | 31,3 | 32,9 | 41,5 | 43,8 | 46,2 | 50,8 | 54,8 | 27,4 | 29,7 | 32,1 | 33,6 | 35,2 | 37,5 | 32,1 | 37,5 | 32,1 | | |
| | 5 | 22,6 | 24,1 | 24,9 | 25,7 | 26,5 | 27,3 | 28,8 | 29,6 | 31,2 | 32,7 | 41,3 | 43,6 | 46,0 | 50,6 | 54,5 | 27,3 | 29,6 | 31,9 | 33,5 | 35,1 | 37,4 | 31,9 | 37,4 | 31,9 | | |
| | 5,5 | 22,5 | 24,0 | 24,8 | 25,6 | 26,3 | 27,1 | 28,7 | 29,4 | 31,0 | 32,5 | 41,1 | 43,4 | 45,7 | 50,4 | 54,2 | 27,1 | 29,4 | 31,8 | 33,3 | 34,9 | 37,2 | 31,8 | 37,2 | 31,8 | | |
| | 6 | 22,4 | 23,9 | 24,7 | 25,4 | 26,2 | 27,0 | 28,5 | 29,3 | 30,8 | 32,4 | 40,9 | 43,2 | 45,5 | 50,1 | 54,0 | 27,0 | 29,3 | 31,6 | 33,1 | 34,7 | 37,0 | 31,6 | 37,0 | 31,6 | | |
| | 6,5 | 22,2 | 23,8 | 24,5 | 25,3 | 26,1 | 26,8 | 28,4 | 29,1 | 30,7 | 32,2 | 40,6 | 42,9 | 45,2 | 49,8 | 53,7 | 26,8 | 29,1 | 31,4 | 33,0 | 34,5 | 36,8 | 31,4 | 36,8 | 31,4 | | |
| | 7 | 22,1 | 23,6 | 24,4 | 25,2 | 25,9 | 26,7 | 28,2 | 29,0 | 30,5 | 32,0 | 40,4 | 42,7 | 45,0 | 49,6 | 53,4 | 26,7 | 29,0 | 31,3 | 32,8 | 34,3 | 36,6 | 31,3 | 36,6 | 31,3 | | |
| | 7,5 | 22,0 | 23,5 | 24,3 | 25,0 | 25,8 | 26,5 | 28,1 | 28,8 | 30,3 | 31,9 | 40,2 | 42,5 | 44,8 | 49,3 | 53,1 | 26,5 | 28,8 | 31,1 | 32,6 | 34,1 | 36,4 | 31,1 | 36,4 | 31,1 | | |
| | 8 | 21,9 | 23,4 | 24,1 | 24,9 | 25,6 | 26,4 | 27,9 | 28,7 | 30,2 | 31,7 | 40,0 | 42,2 | 44,5 | 49,0 | 52,8 | 26,4 | 28,7 | 30,9 | 32,4 | 33,9 | 36,2 | 30,9 | 36,2 | 30,9 | | |

Csavarozott kapcsolatok

Csavarok képlékeny határnyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{Y,RR} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^2 \cdot l$$

ahol $M_{Y,RR}$ a képlékeny határnyomaték karakterisztikus értéke Nmm-ben

d a szeg átmérője mm-ben

$f_{u,k}$ a húzal húzószilárdságának karakterisztikus értéke N/mm²-ben

A beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke a rostokkal α szöget bezáró erő esetén
(30 mm átmérőig, természetes fa, RR-fa és LVL esetén):

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

ahol $k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 \cdot d & \text{"C" és "GL" esetén} \\ 1,30 + 0,015 \cdot d & \text{"LVL" esetén} \\ 0,90 + 0,015 \cdot d & \text{"D" esetén} \end{cases}$

$f_{h,0,k}$ a rostokkal párhuzamos beágyazási szilárdság kar. értéke N/mm² – ben

ρ_k a fa testsűrűségének kar. értéke kg/m³-ben

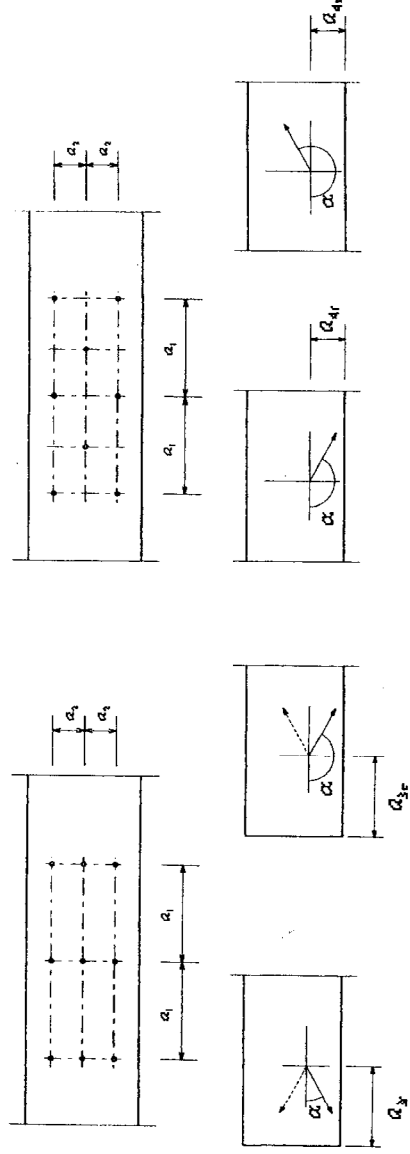
α az erő és a rostirány közti szög

d a csavarátmérő mm-ben

(lásd táblázatokban a 42-43. oldalon)

A csavarelrendezés legkisebb távolságai:

(lásd még összefoglaló táblázatban a 44-45. oldalon)



| Távolság az ábra szerint | α | minimum |
|--|--|----------------------------------|
| a_{11} (rostirányban egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $(4 + \cos \alpha) d$ |
| a_{12} (rostirányra merőlegesen egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | 4d |
| $a_{3,r}$ (terhelt végtől) | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $\max(7d; 80\text{mm})$ |
| $a_{3,c}$ (terheltlen végtől) | $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ | $\max[(1 + 6 \sin \alpha)d; 4d]$ |
| | $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ | 4d |
| | $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $\max[(1 + 6 \sin \alpha)d; 4d]$ |
| $a_{4,r}$ (terhelt széltől) | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$ |
| | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | 3d |

n_{ef} hatékony csavarszám alkalmazásával kell meghatározni, ahol:

$$n_{ef} = \min \begin{cases} n \\ n^{0,9} \cdot 4 \sqrt{\frac{a_1}{13d}} \end{cases}$$

ahol: a_1 a csavarok közti távolság rostirányban

d a csavarátmérő

n az egy sorban (rostirányban) elhelyezett csavarok száma

(lásd táblázatban a 42. oldalon)

Rostokra merőleges erő esetén $n_{ef}=n$

Ha $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ akkor $n_{ef, \alpha}$ lineáris interpolációval határozható meg $n_{ef, \alpha=0}$ és $n_{ef, \alpha=90^\circ}=n$ között, illetve igazolni kell, hogy az $n_{ef}=n_{ef, \alpha=0}$ alkalmazásával számított rostirányú teherbírás nagyobb, mint a terhelő erő rostirányú komponense.

A csavarnak fűrt lyuk átmérője legfeljebb 1 mm-rel lehet nagyobb a csavarátmérőnél. Acéllemez-es kapcsolatnál az acéllemezbe fűrt lyuk átmérője legfeljebb 2 mm-el (vagy 0,1d-vel, ha ez a nagyobb) lehet nagyobb a csavarátmérőnél).

A csavaralátétek minimális átmérője vagy oldalhossza $3d$, minimális vastagsága $0,3d$. Az alátétek teljes felületén érintkeznie kell a fával.

Húzóerővel terhelt csavarok tengelyirányú teherbírása a csavar húzási teherbírása és az alátét (vagy acéllemez) alatti pecsétnyomási teherbírás közül a kisebb. Az alátétnél ill. acéllemeznél a rostokra merőleges nyomószilárdság karakterisztikus értéke $3,0 \cdot f_{c,90,k}$. (Vagyis $k_{c,90,alátét}=3$.) Acéllemez esetén csavaronként egy darab egyenértékű köralakú alátéttel számolhatunk, amelynek átmérője nem nagyobb, mint $4d$ (ahol d a csavarátmérő) és nem nagyobb, mint $12t$ (ahol t az acéllemez vastagsága).

Acélhengeres kapcsolatok

Általában a csavarozott kapcsolatokra vonatkozó szabályok érvényesek.

t_1 a szélső faelemek vastagsága vagy az acélhenger behatolása a szélső elemekbe.

Az acélhenger-elrendezés legkisebb távolságai:

(lásd még összefoglaló táblázatban a 44-45. oldalon)

| Távolság az ábra szerint | α | minimum |
|---|--|------------------------------------|
| a_1 (rostirányban egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $(3+2 \cos\alpha)d$ |
| a_2 (rostirányra merőlegesen egymástól) | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $3d$ |
| $a_{3,t}$ (terhelt végtől) | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $\max(7d; 80\text{mm})$ |
| $a_{3,c}$ (terheletlen végtől) | $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ | $\max(a_{3t} \sin\alpha)d; 3d]$ |
| | $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ | $3d$ |
| | $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $\max(a_{3t} \sin\alpha)d; 3d]$ |
| $a_{4,t}$ (terhelt széltől) | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $\max[(2+2\sin\alpha)d; 3d]$ |
| $a_{4,c}$ (terheletlen széltől) | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $3d$ |

Az acélhengerek mérettűrése $-0/+0,1$ mm legyen. Az előfűrt lyuk átmérője ne legyen nagyobb az acélhenger átmérőjénél.

Keresztirányban terhelt facsavarok

6 mm átmérő felett ($d > 6\text{mm}$) a sima szárszakasszal rendelkező facsavarokra a csavarokra (átmenőcsavarokra) vonatkozó szabályok érvényesek.

6 mm vagy kisebb átmérő esetén ($d \leq 6\text{mm}$) a sima szárszakasszal rendelkező facsavarokra a szegekre vonatkozó szabályok érvényesek.

A menetes rész hatásának figyelembe vételére a **d_{ef}** hatásos csavarátmérő:

A szárátmérővel azonos ($d_{ef} = d_{szár}$), ha

- a menetes rész külső átmérője azonos a szárátmérővel
- a sima szárszakasz benyúlása a csúcstól tartalmazó elembe nem kisebb, mint $4d$

A magátmérő $1,1$ -szerese ($d_{ef} = 1,1 d_{mag}$), ha a fenti feltételek nem teljesülnek.

Nem szükséges előfúrás sima szárszakasszal rendelkező 6 mm -nél nem nagyobb facsavarok és puhafa ("C" ill. "GL") esetén.

Előfúrás szükséges keményfa ("D") esetén minden facsavarhoz, puhafa ("C" ill. "GL") esetén a 6 mm -nél nagyobb átmérőjű facsavarokhoz, az alábbiak szerint:

Az előfúrt lyuk előírt átmérője:

A sima szárszakasznak fúrt lyuk átmérője legyen azonos a szárátmérővel, mélysége legyen azonos a sima szárszakasz hosszával.

A menetes részhez fúrt vezetőllyuk átmérője a szárátmérő kb. 70% -a legyen 500 kg -nál nagyobb testsűrűségű faanyag esetén az előfúrás átmérőjét kísérletekkel kell meghatározni.

Tengelyirányban terhelt facsavarok

Az alábbi tönkremeneteli módokat ill. teherbírásokat kell figyelembe venni:

A menetes rész kihúzóadási teherbírása

Acéllemezes kapcsolatnál a csavarfej lenyíródása

Fa-fa kapcsolatnál a csavarfej áthúzóadása

A csavar húzási teherbírása

Acéllemezes kapcsolatnál tönkremenetel az együttdolgozó csavarok csoportjának kerülete mentén

$$F_{\alpha x, \alpha, Rk} = n_{ef} \cdot (\pi \cdot d \cdot \ell_{ef})^{0,8} \cdot f_{\alpha x, \alpha, k}$$

- ahol $F_{\alpha x, \alpha, Rk}$ a rostiránnyal α szöget bezáró kihúzódsági teherbírás kar. értéke
 n_{ef} a hatékony csavarszám
 d a menetes rész külső átmérője
 ℓ_{ef} a csúcs behatolási mélysége egy átmérőnyi értékkel csökkentve
 $f_{\alpha x, \alpha, k}$ a rostiránnyal α szöget bezáró kihúzódsági szilárdság kar. értéke

A rostirányra merőleges kihúzódsági szilárdság karakterisztikus értéke:

$$f_{\alpha x, k} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5}$$

- ahol $f_{\alpha x, k}$ a rostirányra merőleges kihúzódsági szilárdság kar. értéke
 ρ_k a testsűrűség kar. értéke kg/m^3 – ben

A rostiránnyal α szöget bezáró kihúzódsági szilárdság kar. értéke:

$$f_{\alpha x, \alpha, k} = \frac{f_{\alpha x, k}}{\sin^2 \alpha + 1,5 \cdot \cos^2 \alpha}$$

- ahol α a húzóerő és a rostirány közti szög
 $f_{\alpha x, \alpha, k}$ a rostiránnyal α szöget bezáró kihúzódsági szilárdság kar. értéke
 $f_{\alpha x, k}$ a rostirányra merőleges kihúzódsági szilárdság kar. értéke

A csavarfej áthúzódsági teherbírását kísérletekkel kell meghatározni.

Facsarok együttdolgozó csoportjánál, melyeket a csavarzárral párhuzamos erő illetve erőkomponens terhel az n_{ef} effektív csavarszámot az alábbiak szerint kell meghatározni:

$$n_{ef} = n^{0,9}$$

- ahol n_{ef} az effektív csavarszám
 n az együttdolgozó csavarok száma

Tengelyirányban és keresztirányban is terhelt facsarok

Keresztirányú és tengelyirányú terhek kombinációjával ($F_{\alpha x, Ed}$ és $F_{v, Ed}$) igénybe vett facsarokra az alábbi feltételt kell kielégíteni:

$$\left(\frac{F_{\alpha x, Ed}}{F_{\alpha x, Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v, Ed}}{F_{v, Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Az $\alpha=0^\circ$ -hoz tartozó beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke a faanyag minősége és a csavar átmérője függvényében

$$f_{h,0,k} [N/mm^2] = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

| $f_{h,0,k}$ [N/mm ²] | "C" | | | | | | | | | | "D" | | | | | "GL" | | | | | "LVL" | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|------------------|
| | C14 | C16 | C18 | C20 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 | G124c | G124b | G128c | G128b | G132c | G132b | G136b | KERTO-SQ (LVL) | KERTO-T (LVL) |
| ρ_k | 290 | 310 | 320 | 330 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 | 530 | 560 | 590 | 650 | 700 | 900 | 350 | 380 | 410 | 430 | 450 | 480 | 410 | 480 | 410 |
| [kg/m ³] | 8 | 21,9 | 23,4 | 24,1 | 24,9 | 25,6 | 26,4 | 27,9 | 28,7 | 30,2 | 31,7 | 40,0 | 42,2 | 44,5 | 49,0 | 52,8 | 67,9 | 26,4 | 28,7 | 30,9 | 32,4 | 33,9 | 36,2 | 30,9 | |
| | 10 | 21,4 | 22,9 | 23,6 | 24,4 | 25,1 | 25,8 | 27,3 | 28,0 | 29,5 | 31,0 | 39,1 | 41,3 | 43,5 | 48,0 | 51,7 | 66,4 | 25,8 | 28,0 | 30,3 | 31,7 | 33,2 | 35,4 | 30,3 | |
| | 12 | 20,9 | 22,4 | 23,1 | 23,8 | 24,5 | 25,3 | 26,7 | 27,4 | 28,9 | 30,3 | 38,2 | 40,4 | 42,6 | 46,9 | 50,5 | 64,9 | 25,3 | 27,4 | 29,6 | 31,0 | 32,5 | 34,6 | 29,6 | |
| | 14 | 20,5 | 21,9 | 22,6 | 23,3 | 24,0 | 24,7 | 26,1 | 26,8 | 28,2 | 29,6 | 37,4 | 39,5 | 41,6 | 45,8 | 49,4 | 63,5 | 24,7 | 26,8 | 28,9 | 30,3 | 31,7 | 33,8 | 28,9 | |
| | 16 | 20,0 | 21,4 | 22,0 | 22,7 | 23,4 | 24,1 | 25,5 | 26,2 | 27,6 | 28,9 | 36,5 | 38,6 | 40,6 | 44,8 | 48,2 | 62,0 | 24,1 | 26,2 | 28,2 | 29,6 | 31,0 | 33,1 | 28,2 | |
| | 18 | 19,5 | 20,8 | 21,5 | 22,2 | 22,9 | 23,5 | 24,9 | 25,6 | 26,9 | 28,2 | 35,6 | 37,7 | 39,7 | 43,7 | 47,1 | 60,5 | 23,5 | 25,6 | 27,6 | 28,9 | 30,3 | 32,3 | 27,6 | |
| | 20 | 19,0 | 20,3 | 21,0 | 21,6 | 22,3 | 23,0 | 24,3 | 24,9 | 26,2 | 27,6 | 34,8 | 36,7 | 38,7 | 42,6 | 45,9 | 59,0 | 23,0 | 24,9 | 26,9 | 28,2 | 29,5 | 31,5 | 26,9 | |
| | 24 | 18,1 | 19,3 | 19,9 | 20,6 | 21,2 | 21,8 | 23,1 | 23,7 | 24,9 | 26,2 | 33,0 | 34,9 | 36,8 | 40,5 | 43,6 | 56,1 | 21,8 | 23,7 | 25,6 | 26,8 | 28,0 | 29,9 | 25,6 | |
| | 27 | 17,4 | 18,6 | 19,2 | 19,8 | 20,4 | 21,0 | 22,1 | 22,7 | 23,9 | 25,1 | 31,7 | 33,5 | 35,3 | 38,9 | 41,9 | 53,9 | 21,0 | 22,7 | 24,5 | 25,7 | 26,9 | 28,7 | 24,5 | |
| | 30 | 16,6 | 17,8 | 18,4 | 18,9 | 19,5 | 20,1 | 21,2 | 21,8 | 23,0 | 24,1 | 30,4 | 32,1 | 33,9 | 37,3 | 40,2 | 51,7 | 20,1 | 21,8 | 23,5 | 24,7 | 25,8 | 27,6 | 23,5 | |

Csavarok képlékeny határnyomatékának karakterisztikus értéke:
 $M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$

A hatékony csavarszám rostirányban egymás után elhelyezett n csavar és rostirányú erő esetén:
 $n_{ef} = n^{0,9} \cdot (a_1/13d)^{0,25}$

| $M_{y,k}$ [10 ⁴ Nmm] | f_u [N/mm ²] | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|------|------|------|------|--|
| | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | |
| 8 | 2,01 | 2,67 | 3,34 | 4,01 | 5,35 | |
| 10 | 3,58 | 4,78 | 5,97 | 7,17 | 9,55 | |
| 12 | 5,76 | 7,67 | 9,59 | 11,5 | 15,3 | |
| 14 | 8,59 | 11,5 | 14,3 | 17,2 | 22,9 | |
| 16 | 12,2 | 16,2 | 20,3 | 24,3 | 32,4 | |
| 18 | 16,5 | 22,0 | 27,5 | 33,0 | 44,0 | |
| 20 | 21,7 | 29,0 | 36,2 | 43,4 | 57,9 | |
| 24 | 34,9 | 46,5 | 58,2 | 69,8 | 93,1 | |
| 27 | 47,4 | 63,2 | 79,0 | 94,8 | 126 | |
| 30 | 62,3 | 83,1 | 104 | 125 | 166 | |

| n _{ef} | a_1/d | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 2 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| 3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 |
| 4 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 |
| 5 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 |
| 6 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,2 |
| 7 | 4,5 | 4,7 | 4,9 | 5,1 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,8 | 5,9 | 6,0 | 6,0 |
| 8 | 5,1 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 5,9 | 6,1 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,6 | 6,7 | 6,7 |
| 9 | 5,7 | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 6,6 | 6,8 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 7,4 | 7,5 | 7,5 |
| 10 | 6,3 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 7,2 | 7,4 | 7,6 | 7,8 | 7,9 | 8,1 | 8,2 | 8,2 |
| 11 | 6,8 | 7,1 | 7,4 | 7,7 | 7,9 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,7 | 8,8 | 9,0 | 9,0 |
| 12 | 7,4 | 7,7 | 8,0 | 8,3 | 8,5 | 8,8 | 9,0 | 9,2 | 9,4 | 9,5 | 9,7 | 9,7 |

Az α szöghöz tartozó beágyazási szilárdság ($f_{h,\alpha,k} = k_{h,\alpha} \cdot f_{h,0,k}$) számításához

$k_{h,\alpha}$ értékei α és d függvényében faanyag-típusonként

“C” és “GL”

| C és GL $k_{h,\alpha}$ | α | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 8 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,89 | 0,87 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,68 |
| 10 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,83 | 0,80 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| 12 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,66 | 0,65 |
| 14 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,64 |
| 16 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,90 | 0,87 | 0,84 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,69 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,63 |
| 18 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,83 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | 0,71 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,62 |
| 20 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,90 | 0,86 | 0,82 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,61 | 0,61 |
| 24 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 0,59 | 0,58 |
| 27 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,88 | 0,84 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | 0,69 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,57 | 0,57 |
| 30 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 0,91 | 0,87 | 0,83 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,60 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |

“LVL”

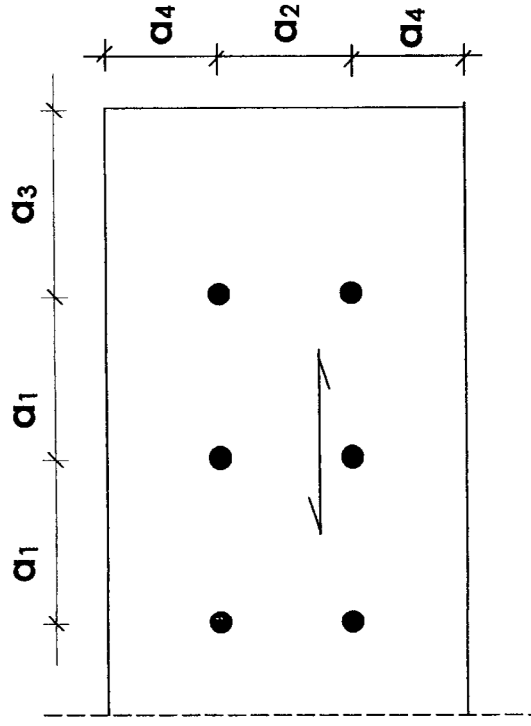
| LVL $k_{h,\alpha}$ | α | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 8 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,90 | 0,88 | 0,85 | 0,83 | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,70 |
| 10 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,70 | 0,70 | 0,69 | 0,69 |
| 12 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,83 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| 14 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,83 | 0,80 | 0,77 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,66 |
| 16 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,66 | 0,65 | 0,65 |
| 18 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,91 | 0,88 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| 20 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,84 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,63 |
| 24 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,86 | 0,82 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,63 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,60 |
| 27 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,59 | 0,59 |
| 30 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,88 | 0,84 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | 0,69 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,58 | 0,57 | 0,57 |

“D”

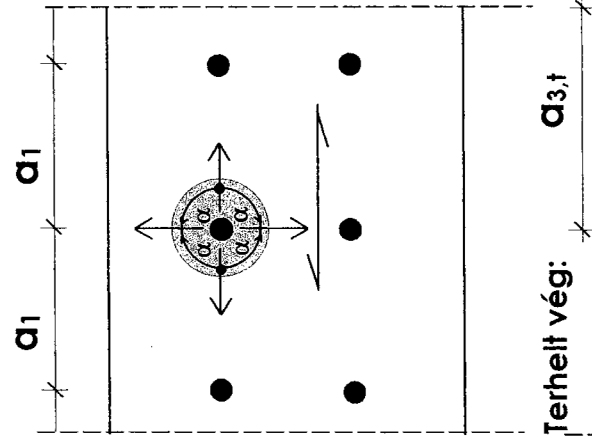
| D $k_{h,\alpha}$ | α | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 8 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| 10 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| 12 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| 14 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,90 | 0,90 |
| 16 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| 18 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 |
| 20 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,94 | 0,92 | 0,91 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 |
| 24 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 |
| 27 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,77 |
| 30 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,90 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,74 |

összefoglaló táblázata

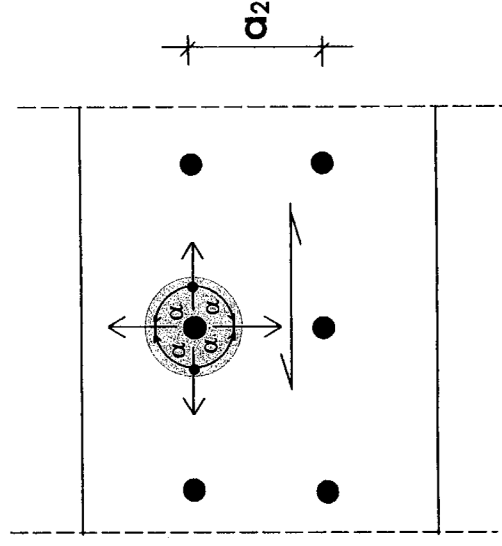
A túlóldalon a csap típusú kapcsolóelemek elhelyezésének könnyebb tervezhetősége érdekében megadjuk a szerkezeti szabályok egyszerűsített összefoglaló táblázatát. Táblázatunkban a jobb áttekinthetőség érdekében az α szögét az EUROCODE-ban közzétettől eltérően, nem az elemvég felé mutató rostiránnyal párhuzamos irányvektorhoz viszonyítva, hanem a rostokkal bezárt 90° -nál nem nagyobb szöggént értelmeltük. Így nincs szükség sem 90° -nál nagyobb szögek, sem az abszolút-értékek használatára, fontos viszont a terhelt ill. terheletlen elemvég és elemvég helyes értelmezése az alábbi ábrásor szerint.



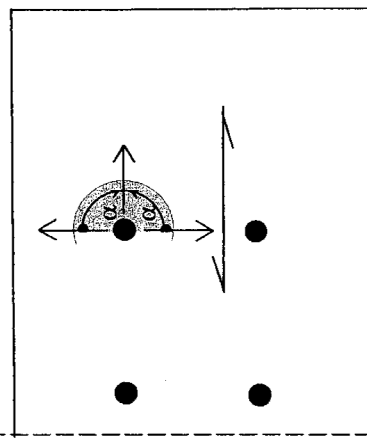
Kapcsolaton belül rostirányban:



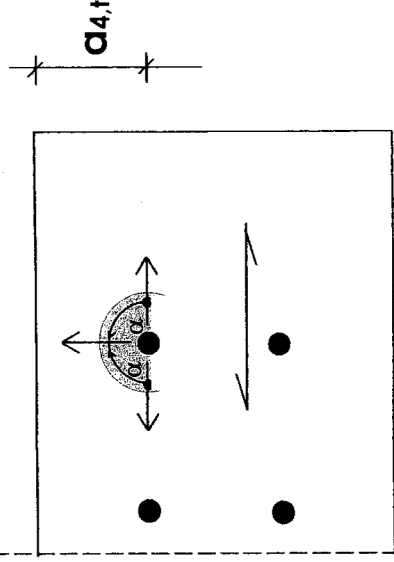
Kapcsolaton belül rostirányra merőlegesen:



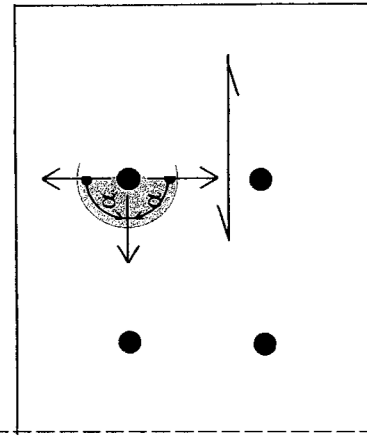
Terhelt vég:



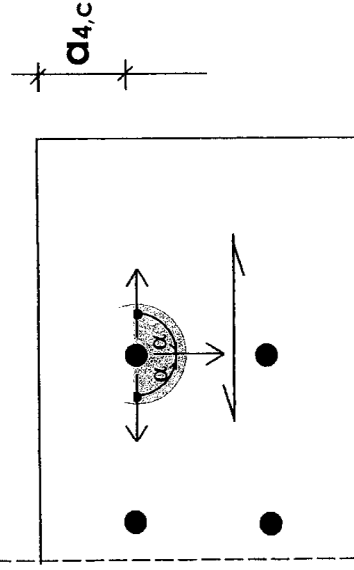
Terhelt szél:



Terheletlen vég:



Terheletlen szél:



Kapcsolóelemek minimális távolsága egymástól ill. a faelem végétől és szelétől "a/d" alakban

α

Acélhengerg
 $d > 6$ facsavarr

Csavar,
 $d \leq 6$ facsavarr

Szeg előfúrásal,
 $d \leq 6$ facsavarr

Szeg előfúrás nélküli
 $P < 420$ kg/m³
 $d > 5$
 $P > 420$ kg/m³
 $d < 5$

Tűzőkapocs
 $\varnothing \geq 30$
 $\varnothing < 30$

Kapcsolóelemek minimális távolsága egymástól ill. a faelem végétől és szelétől "a/d" alakban

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----------------------------|--|-----|-----|---|---------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | Egymástól - a ₁ | | 90° | 90° | 3 | 3+2cosα | 15° | 4,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 4,7 |
| | | | | | | | | | 45° | 4,4 |
| 60° | 4,0 | | | | | | | | | |
| 75° | 3,5 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----|---------|--|-----|-----|---|-----------------|-----|------|
| 0° | 0° | 0° | Terhelt | | 90° | 90° | 7 | (de min. 80 mm) | 15° | 19,8 |
| | | | | | | | | | 30° | 19,3 |
| | | | | | | | | | 45° | 18,5 |
| 60° | 17,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 16,3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|-------------|--|-----|-----|---|-------------------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | Terheletlen | | 90° | 90° | 7 | 7sinα (de min. 3) | 15° | 3 |
| | | | | | | | | | 30° | 3 |
| | | | | | | | | | 45° | 4,9 |
| 60° | 6,1 | | | | | | | | | |
| 75° | 6,8 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----------------------------|--|-----|-----|---|---|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | Egymástól - a ₂ | | 90° | 90° | 3 | 3 | 15° | 4,0 |
| | | | | | | | | | 30° | 3,9 |
| | | | | | | | | | 45° | 3,7 |
| 60° | 3,4 | | | | | | | | | |
| 75° | 3,3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|---------|--|-----|-----|---|---------------------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | Terhelt | | 90° | 90° | 4 | 2+2sinα (de min. 3) | 15° | 3,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 3,7 |
| | | | | | | | | | 45° | 3,4 |
| 60° | 3 | | | | | | | | | |
| 75° | 3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|-------------|--|--------|--------|---|---------------------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | Terheletlen | | 90°-0° | 90°-0° | 3 | 2+2sinα (de min. 3) | 15° | 3,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 3,7 |
| | | | | | | | | | 45° | 3,4 |
| 60° | 3 | | | | | | | | | |
| 75° | 3 | | | | | | | | | |

Rostiránnyal párhuzamosan

Rostiránnyra merőlegesen

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---------|--|-----|-----|---|---------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | 4+3cosα | | 90° | 90° | 4 | 4+3cosα | 15° | 6,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 6,6 |
| | | | | | | | | | 45° | 6,1 |
| 60° | 5,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 4,8 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5+5cosα | 15° | 9,8 |
| | | | | | | | | | 30° | 9,3 |
| | | | | | | | | | 45° | 8,5 |
| 60° | 7,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 6,3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|--|-----|-----|---|---------|-----|------|
| 0° | 0° | 0° | 7 | | 90° | 90° | 7 | 7+5cosα | 15° | 11,8 |
| | | | | | | | | | 30° | 11,3 |
| | | | | | | | | | 45° | 10,5 |
| 60° | 9,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 8,3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5+5sinα | 15° | 6,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 6,7 |
| | | | | | | | | | 45° | 6,4 |
| 60° | 6,0 | | | | | | | | | |
| 75° | 5,5 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7+2sinα | 15° | 9,8 |
| | | | | | | | | | 30° | 9,3 |
| | | | | | | | | | 45° | 8,5 |
| 60° | 7,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 6,3 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|--------|-----|-----|
| 0° | 0° | 0° | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7+sinα | 15° | 8,9 |
| | | | | | | | | | 30° | 8,7 |
| | | | | | | | | | 45° | 8,4 |
| 60° | 8,0 | | | | | | | | | |
| 75° | 7,5 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----------|-----|------|
| 0° | 0° | 0° | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10+5sinα | 15° | 11,8 |
| | | | | | | | | | 30° | 11,3 |
| | | | | | | | | | 45° | 10,5 |
| 60° | 9,5 | | | | | | | | | |
| 75° | 8,3 | | | | | | | | | |

3.2 Gyűrűk és tárcsák

3.2.1 A gyűrűk és a beeresztéssel elhelyezendő tárcsák méretezése

A gyűrűk és a beeresztéssel elhelyezendő tárcsák teherbírásának karakterisztikus értéke:

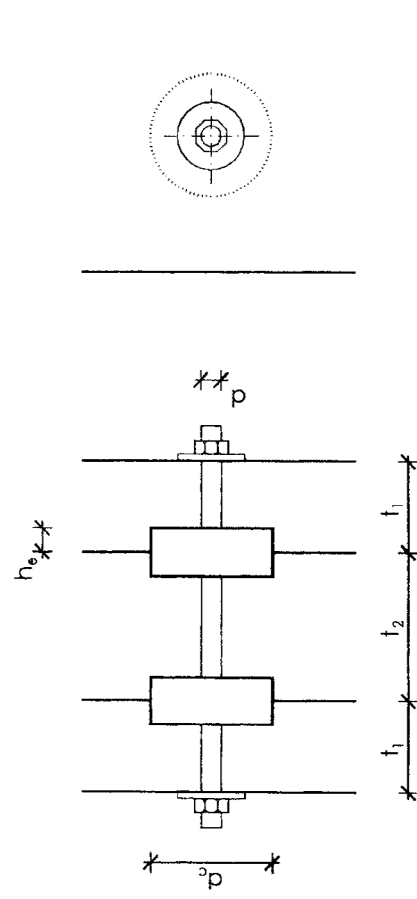
$$F_{v,0,Rk} = \min. \begin{cases} k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot (35 \cdot d_c^{1,5}) \\ k_1 \cdot k_3 \cdot h_e \cdot (31,5 \cdot d_c) \end{cases} \quad [N]$$

ahol: d_c a külső átmérő és

h_e a behatolási mélység mm-ben.

A k_1 tényező értéke:

$$k_1 = \min. \begin{cases} 1,0 \\ \frac{t_1}{3 \cdot h_e} \\ \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \end{cases}$$



A külső fák vastagsága: $t_1 \geq 2,25 \cdot h_e$, a középső fa vastagsága: $t_2 \geq 3,75 \cdot h_e$ legyen.

A k_2 tényező értéke: Csak terhelt elemvégnél alkalmazandó, ha $-30^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

$$k_2 = \min. \begin{cases} k_\alpha \\ a_{3,t} \\ 2 \cdot d_c \end{cases}$$

ahol:

$$k_\alpha = \begin{cases} 1,25 & \text{amennyiben nyírt síkonként csak egy kötőelem helyezkedik el} \\ 1,00 & \text{amennyiben nyírt síkonként egynél több kötőelem helyezkedik el} \end{cases}$$

$a_{3,t}$ a kötőelem távolsága a terhelt elemvégtől

A k_3 tényező értéke:

$$k_3 = \min. \begin{cases} 1,75 \\ \rho_k / 350 \end{cases}$$

ahol ρ_k a faanyag testsűrűségének karakterisztikus értéke [kg/m³]

A k_4 tényező értéke:

$$k_4 = \begin{cases} 1,0 & \text{fa-fa kapcsolat esetén} \\ 1,1 & \text{acél-fa kapcsolat esetén} \end{cases}$$

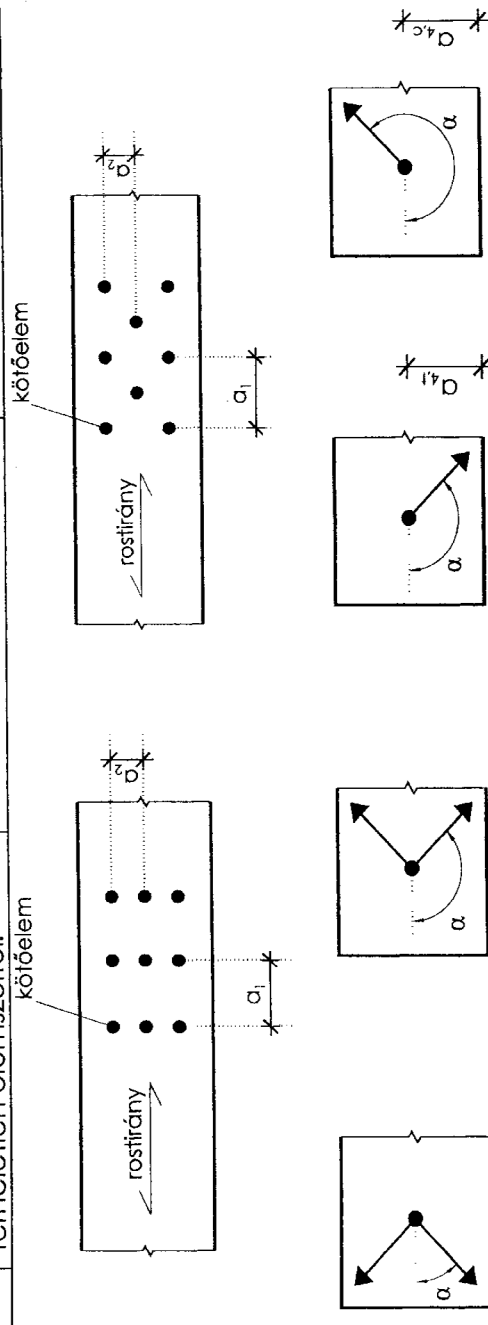
A faelem rostirányával α szöget bezaro ero eseren:

$$F_{v,0,Rk} = \frac{F_{v,0,Rk}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

ahol: $k_{90} = 1,3 + 0,001 \cdot d_c$ és d_c [mm].

A gyűrűk és a beerestéssel elhelyezendő tárcsák szerkesztési szabályai:

| Jel | Meghatározás | A rostokkal bezárt szög | Minimális távolságok |
|-----------|---|---|---|
| a_1 | A kötőelemek távolsága egymástól rostirányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $(1,2 + 0,8 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$ |
| a_2 | A kötőelemek távolsága a rostokra merőleges irányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $1,2 \cdot d_c$ |
| $a_{3,t}$ | A kötőelemek távolsága a terhelt elemvégtől: | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $1,5 \cdot d_c$ |
| $a_{3,c}$ | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemvégtől: | $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ $1,2 \cdot d_c$ $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| $a_{4,t}$ | A kötőelemek távolsága a terhelt elemszéltől: | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| $a_{4,c}$ | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemszéltől: | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $0,6 \cdot d_c$ |



$a_{3,t}$

$a_{3,c}$

$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$

$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$

terhelt elemvég

terheletlen elemvég

terhelt elemszél

terheletlen elemszél

Amennyiben a rostiránnyal párhuzamosan egy sorban több kapcsolóelem helyezkedik el, rostirányú erők esetén a kapcsolat teherbírását a kapcsolóelemek n_{ef} száma alapján kell meghatározni:

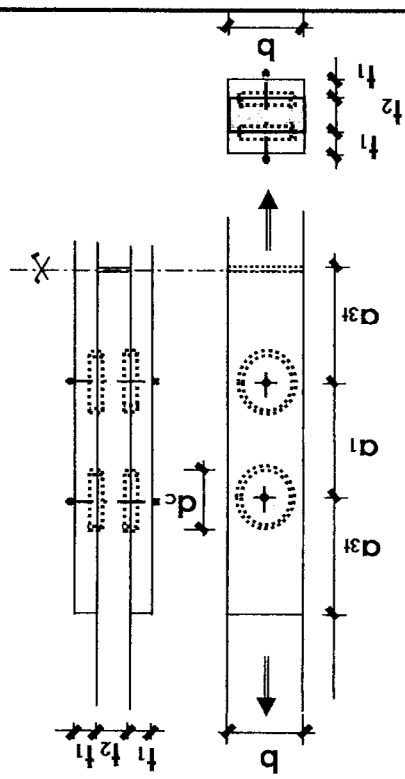
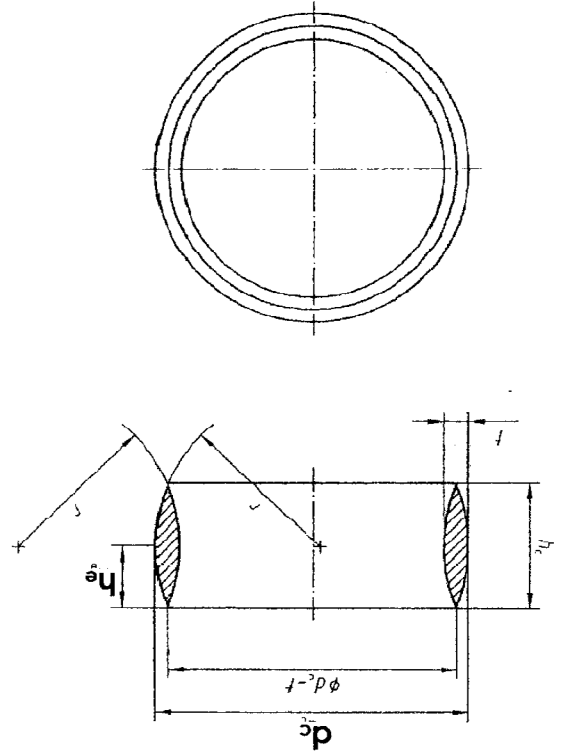
$$n_{ef} = 2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right) \cdot (n - 2)$$

ahol n a kapcsolóelemek száma a rostiránnyal párhuzamosan.

"A" típusú zárt gyűrű (Appel-gyűrű) jellemző méretei és teherbírásiértékük $F_{V,\alpha,RK}$ karakterisztikus értékei

| A gyűrű fő méretei | Egyéb méretek | | | | A fa elemek min. méretei [mm] | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-----|-------|---------------------|------------|------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| | d_c [mm] | h_e [mm] | ΔA [mm ²] | h_c | t | r | d_b | b_{min} 1,2 d_c | t_{1min} | t_{2min} | d_{3min} | 113 | 84 | 68 | 51 | | | | | |
| 65 | 15 | 980 | 30 | 5 | 50 | 12 | 78 | 34 | 45 | 56 | 75 | 98 | 130 | 18,3 | 17,9 | 16,8 | 15,5 | 14,4 | 13,7 | 12 |
| 80 | 15 | 1200 | 30 | 6 | 50 | 12 | 96 | 34 | 45 | 56 | 75 | 120 | 160 | 25,0 | 24,4 | 22,9 | 21,0 | 19,5 | 18,5 | 18 |
| 95 | 15 | 1430 | 30 | 6 | 60 | 12 | 114 | 34 | 45 | 56 | 75 | 143 | 190 | 32,4 | 31,6 | 29,5 | 27,1 | 25,0 | 23,7 | 23 |
| 126 | 15 | 1890 | 30 | 6 | 60 | 12 | 151 | 34 | 45 | 56 | 75 | 189 | 252 | 49,5 | 48,1 | 44,7 | 40,8 | 37,5 | 35,4 | 34 |
| 128 | 22,5 | 2880 | 45 | 8 | 60 | 12 | 154 | 51 | 68 | 84 | 113 | 192 | 256 | 50,7 | 49,3 | 45,8 | 41,8 | 38,4 | 36,2 | 35 |
| 160 | 22,5 | 3600 | 45 | 10 | 60 | 16 | 192 | 51 | 68 | 84 | 113 | 240 | 320 | 70,8 | 68,7 | 63,5 | 57,6 | 52,7 | 49,6 | 48 |
| 190 | 22,5 | 4280 | 45 | 10 | 60 | 16 | 228 | 51 | 68 | 84 | 113 | 285 | 380 | 91,7 | 88,8 | 81,7 | 73,6 | 67,0 | 62,9 | 61 |

ΔA - egyenértékű gyengítős húzás esetén



$F_{V,\alpha,RK} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot F_0^{V,\alpha,RK}$ [kN]

$k_1 = k_1(t_1, t_2)$ értéke megfelelően választott t_1 és t_2 esetén 1

$k_2 = k_2(d_{31})$ értéke megfelelően választott d_{31} esetén 1

(egy síkon egy gyűrű és $\alpha < 30^\circ$ esetén 1,25 szorzó)

$k_3 = k_3(p_k) = p_k / 350$ (de max. 1,75)

$k_4 = 1$ (fa-fa kapcsolat)

$n_{ef} = 2 + (1 - n/20) \cdot (n - 2)$

| | | | | | | | | | |
|----------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| n_{ef} | 2 | 2,85 | 3,6 | 4,25 | 4,8 | 5,25 | 5,6 | 5,85 | 6 |

A teherbírás karakterisztikus értéke módosító tényezők nélkül $F_0^{V,\alpha,RK}$ [kN]

α függvényében

| | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| α | $\leq 0^\circ$ | $\leq 15^\circ$ | $\leq 30^\circ$ | $\leq 45^\circ$ | $\leq 60^\circ$ | $\leq 75^\circ$ |
| $F_0^{V,\alpha,RK}$ [kN] | 91,7 | 88,8 | 81,7 | 63,5 | 57,6 | 49,6 |

"B1" típusú egyoldali tárcsa (Appel-tárcsa) jellemző méretei és teherbírási értékei

A teherbírási karakterisztikus értéke módosító tényezők nélkül

$F_{0,VRK}^0$ [kN]

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0° | ≤15° | ≤30° | ≤45° | ≤60° | ≤75° | ≤90° |
| 18,3 | 17,9 | 16,8 | 15,5 | 14,4 | 13,7 | 13,4 |
| 25,0 | 24,4 | 22,9 | 21,0 | 19,5 | 18,5 | 18,1 |
| 32,4 | 31,6 | 29,5 | 27,1 | 25,0 | 23,7 | 23,2 |
| 50,7 | 49,3 | 45,8 | 41,8 | 38,4 | 36,2 | 35,5 |
| 70,8 | 68,7 | 63,5 | 57,6 | 52,7 | 49,6 | 48,5 |
| 91,7 | 88,8 | 81,7 | 73,6 | 67,0 | 62,9 | 61,5 |

$$F_{V,\alpha,RK} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot F_{0,VRK}^0 \text{ [kN]}$$

$k_1 = k_1(t_1, t_2)$ értéke megfelelően választott t_1 és t_2 esetén 1

$k_2 = k_2(a_{31})$ értéke megfelelően választott a_{31} esetén 1

(egy síkon egy tárcsa és $\alpha < 30^\circ$ esetén 1,25 szorzó)

$$k_3 = k_3(pk) = pk/350 \text{ (de max. 1,75)}$$

$$k_4 = 1,1 \text{ (fa-áccél kapcsolat)}$$

$$n_{ef} = 2 + (1 - n/20) \cdot (n - 2)$$

| | | | | | | | | | |
|----------|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|----|
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| n_{ef} | 2,85 | 3,6 | 4,25 | 4,8 | 5,25 | 5,6 | 5,85 | 6 | 6 |

A fa elemek min. méretei [mm]

| | | |
|-----------|------------|------------|
| t_{min} | t_{2min} | a_{3min} |
| 78 | 56 | 98 |
| 96 | 56 | 120 |
| 114 | 56 | 143 |
| 154 | 84 | 192 |
| 192 | 84 | 240 |
| 228 | 84 | 285 |

t_{min}

t_{2min}

a_{3min}

b_{min}
1,2·d_c

$k_1 = 0,75$
 $3,75 \cdot h_e$

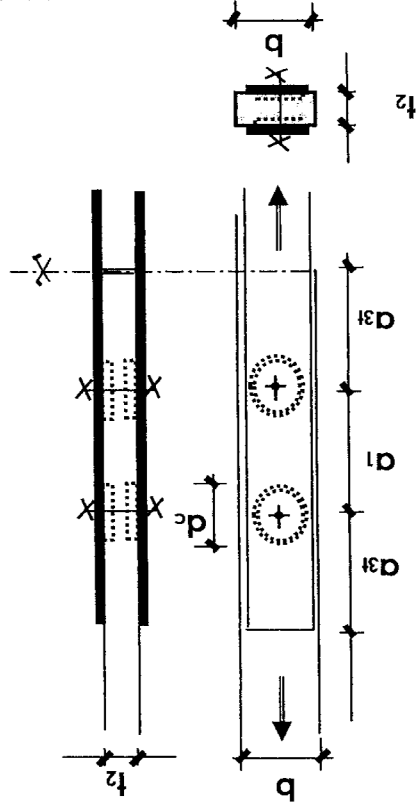
$k_1 = 1,0$
 $5 \cdot h_e$

$k_2 = 0,75$
 $1,5 \cdot d_c$

$k_2 = 1,0$
 $2 \cdot d_c$

A fa elemek min. méretei

Nincs érfelmérvé



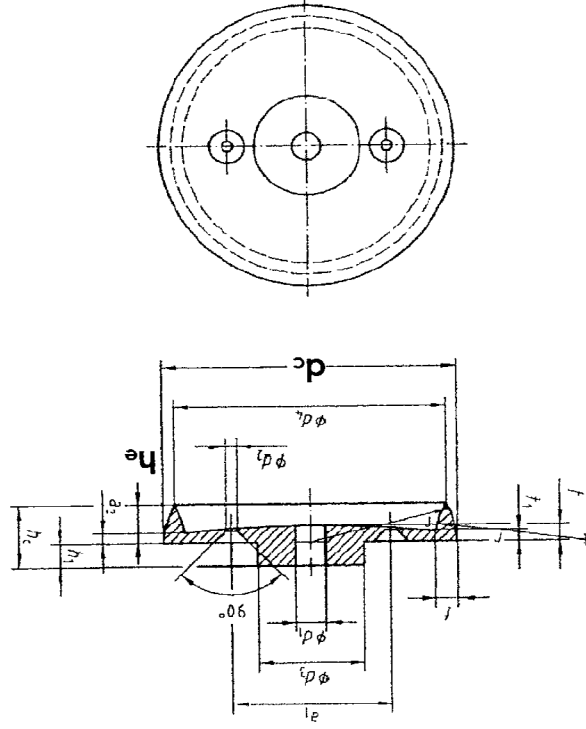
Egyéb méretek

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| d _c [mm] | d ₁ [mm] | d ₂ [mm] | d ₃ [mm] |
| 190 | 16,5 | 6,5 | 60 |
| 160 | 16,5 | 6,5 | 50 |
| 128 | 22,5 | 2880 | 32,5 |
| 95 | 15 | 1430 | 23 |
| 80 | 15 | 1200 | 23 |
| 65 | 15 | 980 | 23 |

A tárcsa fő méretei

| | |
|-----------------------|---------------------|
| ΔA [mm ²] | h _e [mm] |
| 4280 | 22,5 |
| 3600 | 22,5 |
| 2880 | 22,5 |
| 1430 | 15 |
| 1200 | 15 |
| 980 | 15 |

ΔA - egyenértékű gyengítés húzás esetén



3.2.2 A fogas tárcsák méretezése

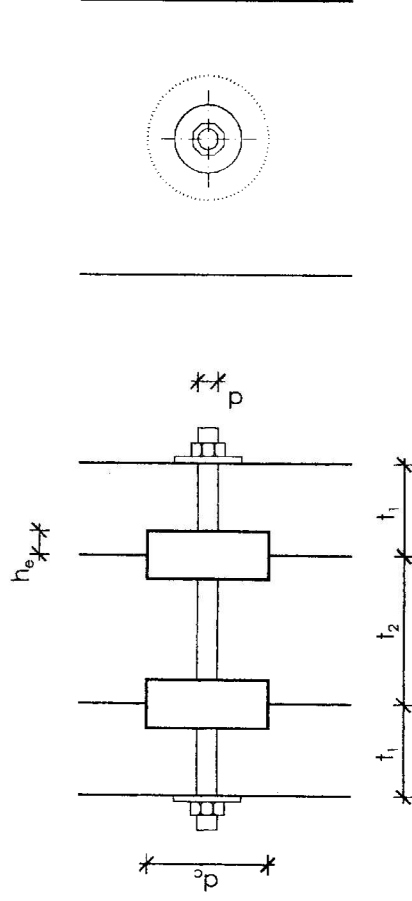
A fogas tárcsák teherbírásának karakterisztikus értéke:

$$F_{v,0,RK} = \min. \begin{cases} 18 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot d_c^{1,5} & \text{egyoldalas tárcsák esetén} \\ 25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot d_c^{1,5} & \text{kétoldalas tárcsák esetén} \end{cases}$$

ahol: d_c a tárcsa átmérője [mm] a C1, C10 és C11 típusú kapcsolóelemek esetén.

A k_1 tényező értéke:

$$k_1 = \min. \begin{cases} 1,0 \\ \frac{t_1}{3 \cdot h_e} \\ \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \end{cases}$$



A külső fák vastagsága: $t_1 \geq 2,25h_e$, a középső fa vastagsága: $t_2 \geq 3,75h_e$ legyen.

A k_2 tényező értéke a „C1-C9” típusú kapcsolóelemek esetén:

$$k_2 = \min. \begin{cases} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{1,5 \cdot d_c} \end{cases}$$

$$\text{ahol } a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,1 \cdot d_c \\ 7 \cdot d \\ 80\text{mm} \end{cases}$$

d_c a tárcsa külső átmérője
 d a fűzőcsavar átmérője

A k_3 tényező értéke a „C10” és „C11” típusú kapcsolóelemek esetén:

$$k_3 = \min. \begin{cases} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{2,0 \cdot d_c} \end{cases}$$

$$\text{ahol } a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,5 \cdot d_c \\ 7 \cdot d \\ 80\text{mm} \end{cases}$$

a kötőelem távolsága a terhelt elemvégtől,

d_c a tárcsa külső átmérője
 d a fűzőcsavar átmérője

A k_3 tényező értéke:

$$k_3 = \min. \begin{cases} 1,5 \\ \rho_k / 350 \end{cases}$$

ahol ρ_k a faanyag testsűrűségének karakterisztikus értéke [kg/m³]

A „C1-C9” típusú tárcsák elhelyezési szabályai:

| Jel | Meghatározás | A rostokkal bezárt szög | Minimális távolságok |
|------------------|---|--|---|
| a ₁ | A kötőelemek távolsága egymástól rostirányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $(1,2 + 0,8 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$ |
| a ₂ | A kötőelemek távolsága a rostokra merőleges irányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $1,2 \cdot d_c$ |
| a _{3,t} | A kötőelemek távolsága a terheltelemvégtől: | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $1,5 \cdot d_c$ (*) |
| a _{3,c} | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemvégtől: | $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ | $(0,9 + 0,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| | | $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ | $1,2 \cdot d_c$ |
| | | $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $(0,9 + 0,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| a _{4,t} | A kötőelemek távolsága a terheltelemvégtől: | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| a _{4,c} | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemvégtől: | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $0,6 \cdot d_c$ |

(*) AZ EUROCODE-ban tévesen $2 \cdot d_c$ szerepel.

A „C10” és „C11” típusú tárcsák elhelyezési szabályai:

| Jel | Meghatározás | A rostokkal bezárt szög | Minimális távolságok |
|------------------|---|--|---|
| a ₁ | A kötőelemek távolsága egymástól rostirányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $(1,2 + 0,8 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$ |
| a ₂ | A kötőelemek távolsága a rostokra merőleges irányban: | $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $1,2 \cdot d_c$ |
| a _{3,t} | A kötőelemek távolsága a terheltelemvégtől: | $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | $2,0 \cdot d_c$ |
| a _{3,c} | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemvégtől: | $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ | $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| | | $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ | $1,2 \cdot d_c$ |
| | | $210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$ | $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| a _{4,t} | A kötőelemek távolsága a terheltelemvégtől: | $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ | $(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$ |
| a _{4,c} | A kötőelemek távolsága a terheletlen elemvégtől: | $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ | $0,6 \cdot d_c$ |

Megjegyzés:

Az 55. oldalon a 3.2.3. pontban a gyűrűk és tárcsák elhelyezésének könnyebb tervezhetősége érdekében megadjuk a szerkesztési szabályok egyszerűsített összefoglaló táblázatát.

"C1" típusú kétoldali tárcsa (Bulldog-tárcsa) jellemző méretei és teherbírási értékei

A teherbírás karakterisztikus értéke
módosító tényezők nélkül

$$F_{0,V,RK} \text{ [kN]}$$

Bármely α szög esetén

| | |
|-----|------|
| 50 | 8,84 |
| 62 | 12,2 |
| 75 | 16,2 |
| 95 | 23,1 |
| 117 | 31,6 |
| 140 | 41,4 |
| 165 | 53,0 |

$$F_{V,RK} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot F_{0,V,RK} \text{ [kN]}$$

$k_1 = k_1(t_1, t_2)$ értéke megfelelően választott t_1 és t_2 esetén 1

$k_2 = k_2(a_{3f})$ értéke megfelelően választott a_{3f} esetén 1

$$k_3 = k_3(p_k) = p_k / 350 \text{ (de max. 1,5)}$$

Az Eurocode3 nem ad n_{ef} -re vonatkozó előírást a "C" típus esetén. Javasljuk az "A" és "B" típusra vonatkozó alábbi előírás betartását a "C" típus esetén is.

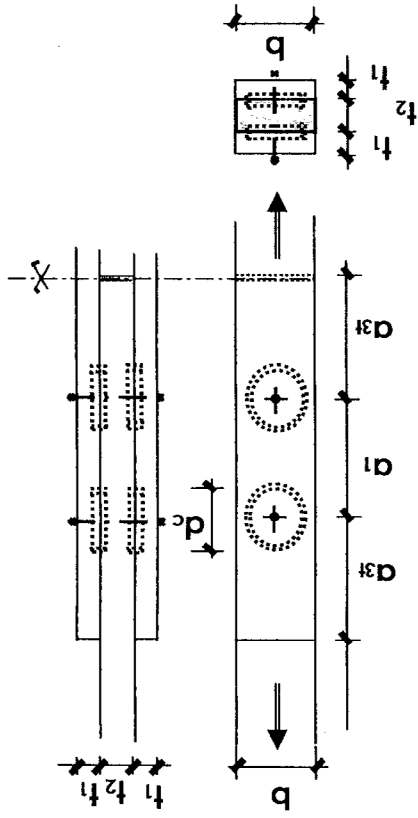
$$n_{ef} = 2 + (1 - n/20) \cdot (n - 2)$$

| | | | | | | | | | |
|----------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| n_{ef} | 2 | 2,85 | 3,6 | 4,25 | 4,8 | 5,25 | 5,6 | 5,85 | 6 |

A fa elemek min. méretei

| [mm] | A fa elemek min. méretei | | | |
|------|--------------------------|------------|------------|-----------|
| | t_{min} | t_{2min} | a_{3min} | b_{min} |
| 17 | 14 | 23 | 30 | 60 |
| 21 | 17 | 28 | 37 | 74 |
| 26 | 20 | 34 | 46 | 90 |
| 33 | 25 | 42 | 57 | 114 |
| 48 | 32 | 54 | 72 | 140 |
| 58 | 33 | 55 | 74 | 168 |
| 68 | 35 | 59 | 78 | 198 |
| 75 | 36 | 62 | 84 | 210 |
| 84 | 37 | 65 | 88 | 222 |
| 93 | 38 | 68 | 92 | 234 |
| 113 | 46 | 84 | 113 | 288 |
| 143 | 57 | 107 | 143 | 360 |
| 176 | 72 | 132 | 176 | 450 |
| 210 | 88 | 158 | 210 | 540 |
| 248 | 108 | 186 | 248 | 648 |

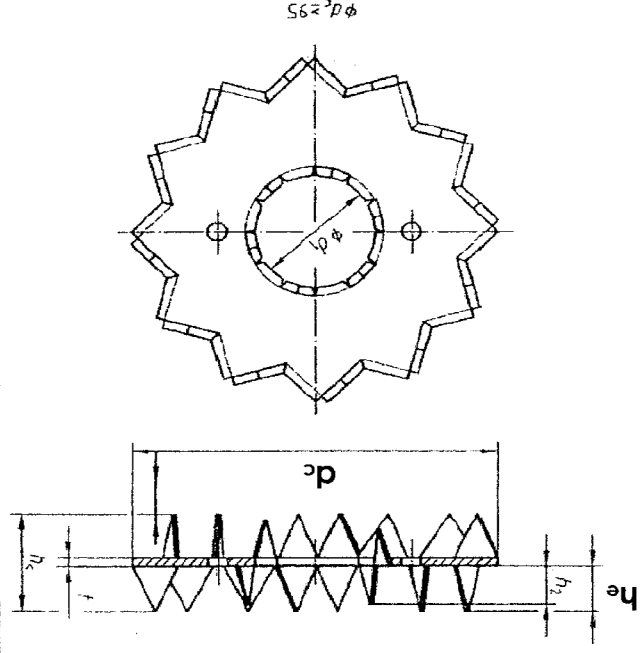
(*) $a_{3f} \geq 80 \text{ mm}$ miatt
 $k_2 > 0,75$ és $a_{3f} > 1,1 d_c$



Egyéb méretek

| A tárcsa fő méretei | d_c [mm] | h_e [mm] | ΔA [mm ²] | h_c | t | h_2 | d_1 |
|---------------------|------------|------------|-------------------------------|-------|------|-------|-------|
| 50 | 6 | 170 | 13 | 1,00 | - | 24/- | 17 |
| 62 | 7,4 | 300 | 16 | 1,20 | - | 24/- | 21 |
| 75 | 9,1 | 420 | 19,5 | 1,25 | - | 24/- | 26 |
| 95 | 11,3 | 670 | 24 | 1,35 | 9,5 | 24/12 | 33 |
| 117 | 14,3 | 1000 | 30 | 1,50 | 12,5 | 24/12 | 48 |
| 140 | 14,7 | 1240 | 31 | 1,65 | 10,5 | 28/14 | 58 |
| 165 | 15,6 | 1490 | 33 | 1,80 | 11,0 | 32/16 | 68 |

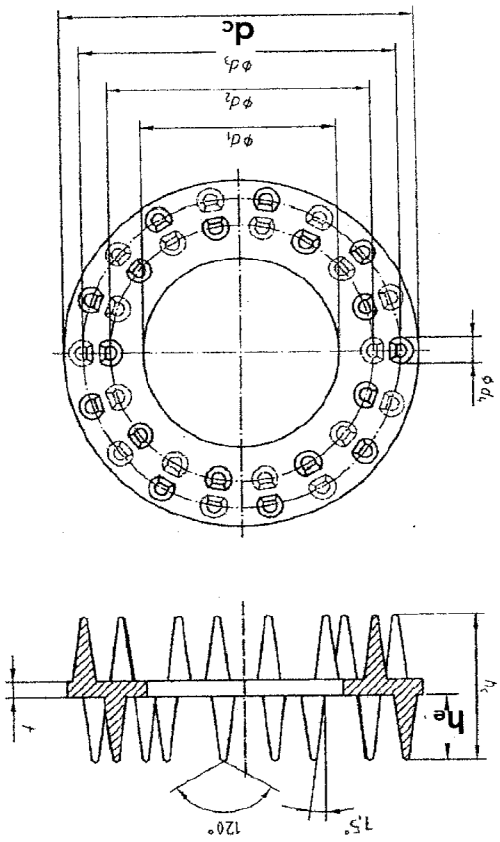
ΔA - egyenértékű gyengítés húzás esetén



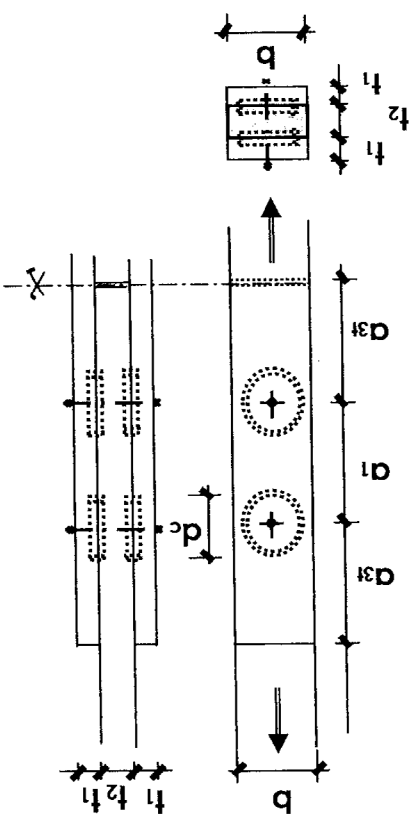
"C10" típusú kétoldali tárcsa (GKA-tárcsa) jellemző méretei és teherbírási értékei

| A tárcsa fő méretei | | Egyéb méretek | | | | | |
|---------------------|------------|-----------------------------------|-------|-----|-------|-------|-------|
| d_c [mm] | h_e [mm] | $\Delta\Delta$ [mm ²] | h_c | t | d_1 | d_2 | d_3 |
| 115 | 12 | 1040 | 27 | 3,0 | 30,5 | 41 | - |
| 95 | 12 | 900 | 27 | 3,0 | 35,5 | 48 | 58 |
| 80 | 12 | 750 | 27 | 3,0 | 49,5 | 60 | 70 |
| 65 | 12 | 590 | 27 | 3,0 | 35,5 | 48 | 58 |
| 50 | 12 | 460 | 27 | 3,0 | 30,5 | 41 | - |
| 115 | 12 | 1040 | 27 | 3,0 | 85,5 | 95 | 108 |
| 95 | 12 | 900 | 27 | 3,0 | 65,5 | 76 | 88 |
| 80 | 12 | 750 | 27 | 3,0 | 49,5 | 60 | 70 |
| 65 | 12 | 590 | 27 | 3,0 | 35,5 | 48 | 58 |
| 50 | 12 | 460 | 27 | 3,0 | 30,5 | 41 | - |

$\Delta\Delta$ - egyenlétékű gyengítés húzás esetén



| A fa elemek min. méretei | | A fa elemek min. méretei | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------------------------|------------|-----------|-----------|------------|--|
| b_{min} | t_{min} | t_{min} | t_{min} | t_{min} | t_{min} | a_{3in1} | |
| $k_1=0,75$ | $k_1=1,0$ | $k_1=0,75$ | $k_1=0,75$ | $k_1=1,0$ | $k_2=1,0$ | $k_2=0,75$ | |
| $2,25h_e$ | $3h_e$ | $3,75h_e$ | $5h_e$ | $1,5d_c$ | $2d_c$ | | |
| 60 | 27 | 36 | 45 | 60 | 75 | 100 | |
| 78 | 27 | 36 | 45 | 60 | 98 | 130 | |
| 96 | 27 | 36 | 45 | 60 | 120 | 160 | |
| 114 | 27 | 36 | 45 | 60 | 143 | 190 | |
| 138 | 27 | 36 | 45 | 60 | 173 | 230 | |



A teherbírás karakterisztikus értéke módosító tényezők nélkül

$$F_{0,VRK}^{F_0} \text{ [kN]}$$

Bármely α szög esetén

$$8,84$$

$$13,1$$

$$17,9$$

$$23,1$$

$$30,8$$

$$F_{VRK} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot F_0^{VRK} \text{ [kN]}$$

$k_1 = k_1(t_1, t_2)$ értéke megfelelően választott t_1 és t_2 esetén 1

$k_2 = k_2(a_{3l})$ értéke megfelelően választott a_{3l} esetén 1

$$k_3 = k_3(pk) = pk/350 \text{ (de max. 1,5)}$$

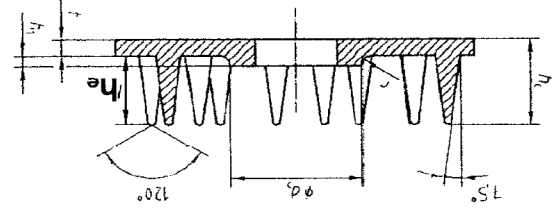
Az Eurocode3 nem ad n_{ef} -re vonatkozó előírást a "C" típus esetén. Javasoljuk az "A" és "B" típusra vonatkozó alábbi előírást betartását a "C" típus esetén is.

$$n_{ef} = 2 + (1 - n/20) \cdot (n - 2)$$

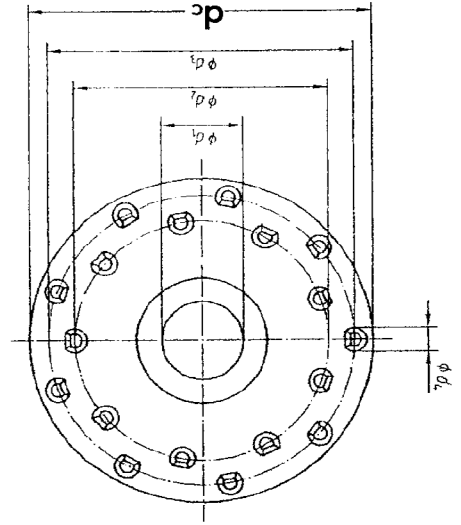
| n | n_{ef} |
|----|----------|
| 2 | 2,85 |
| 3 | 3,6 |
| 4 | 4,25 |
| 5 | 4,8 |
| 6 | 5,25 |
| 7 | 5,6 |
| 8 | 5,85 |
| 9 | 6 |
| 10 | 6 |

"C11" típusú egyoldali tárcsa (GKA-tárcsa) jellemző méretei és teherbírási értékek

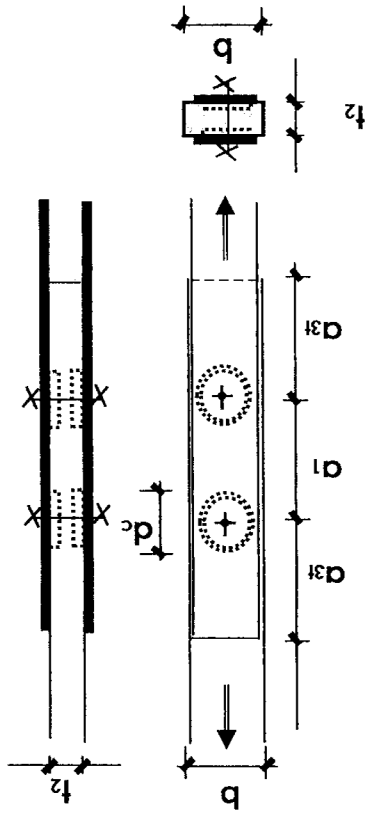
| A tárcsa fő méretei | | Egyéb méretek | | | | | |
|---------------------|------|--------------------|------|----|-----|------|----|
| dc | he | ΔA | hc | t | d1 | d2 | d3 |
| [mm] | [mm] | [mm ²] | [mm] | | | | |
| 115 | 12 | 1240 | 15 | 15 | 3,0 | 24,5 | 84 |
| 95 | 12 | 1070 | 15 | 15 | 3,0 | 24,5 | 84 |
| 80 | 12 | 870 | 15 | 15 | 3,0 | 20,5 | 69 |
| 65 | 12 | 710 | 15 | 15 | 3,0 | 16,5 | 46 |
| 50 | 12 | 540 | 15 | 15 | 3,0 | 12,5 | 40 |
| | | | | | | | |



ΔA - egyenértékű gyengítés húzódás esetén



| A fa elemek min. méretei | | | | | A fa elemek min. méretei | |
|--------------------------|-------|-------|------------|--------|--------------------------|--|
| bmin | t2min | q3min | t2min [mm] | | q3min | |
| | | | k1=0,75 | k1=1,0 | | |
| 138 | 45 | 173 | 3,75·he | 5·he | 230 | |
| 114 | 45 | 143 | k2=0,75 | k2=1,0 | 190 | |
| 96 | 45 | 120 | | | 160 | |
| 78 | 45 | 98 | | | 130 | |
| 60 | 45 | 75 | | | 100 | |



| A tárcsa fő méretei | | Egyéb méretek | |
|---------------------|------|--------------------|------|
| dc | he | ΔA | hc |
| [mm] | [mm] | [mm ²] | [mm] |
| 115 | 12 | 1240 | 15 |
| 95 | 12 | 1070 | 15 |
| 80 | 12 | 870 | 15 |
| 65 | 12 | 710 | 15 |
| 50 | 12 | 540 | 15 |

$F_{V,Rk} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot F_{V,Rk}^0$ [kN]

$k_1 = k_1(t_1, t_2)$ értéke megfelelően választott t_1 és t_2 esetén 1

$k_2 = k_2(q_3)$ értéke megfelelően választott q_3 esetén 1

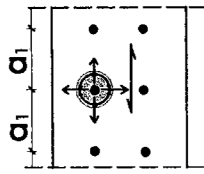
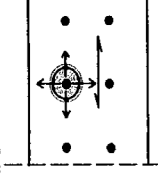
$k_3 = k_3(pk) = pk/350$ (de max. 1,5)

AZ Eurocodes3 nem ad n_{ef} -re vonatkozó előírást a "C" típus esetén. Javasoljuk az "A" és "B" típusra vonatkozó alábbi előírás betartását a "C" típus esetén is.

$n_{ef} = 2 + (1 - n/20) \cdot (n - 2)$

| | | | | | | | | | |
|----------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| n_{ef} | 2 | 2,85 | 3,6 | 4,25 | 4,8 | 5,25 | 5,6 | 5,85 | 6 |

3.2.3 Gyűrűk és tárcsák szerkesztési szabályainak összefoglaló táblázata

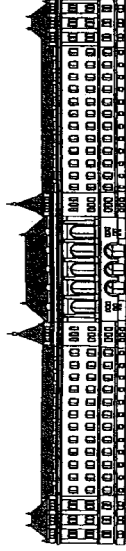
| Gyűrűk és tárcsák minimális távolsága egymástól ill. a faelem végétől és szélétől „a/d _c ” alakban | | α | „A” és „B” típusok | „C1-C9” típusok | „C10” és „C11” típusok |
|---|--|--------|--------------------------|--|--|
| Rostirányval párhuzamosan |  <p>Egymástól - a₁</p> | 0° | 2 | 1,5 | 2 |
| | | 15° | 2,0 | 5 | 2,0 |
| | | 30° | 1,9 | 4,9 | 1,9 |
| | | 45° | 1,8 | 4,7 | 1,8 |
| | | 60° | 1,6 | 4,5 | 1,6 |
| | | 75° | 1,4 | 4,3 | 1,4 |
| | | 90° | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | | 0° | 2 (*) (de min. 80 mm) | 1,5 (*) (de min. 80 mm és min. 7d _{csavar}) | 2 (de min. 80 mm és min. 7d _{csavar}) |
| | | 15° | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | | 30° | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 45° | 1,5 | 1,3 | 1,5 | | |
| 60° | 1,8 | 1,4 | 1,8 | | |
| 75° | 1,9 | 1,5 | 1,9 | | |
| 90° | 2 | 1,5 | 2 | | |
| Rostirányra merőlegesen |  <p>Egymástól - a₂</p> | 90° | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | | 75° | 3,9 | 3,9 | 3,9 |
| | | 60° | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| | | 45° | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| | | 30° | 3 | 3 | 3 |
| | | 15° | 3 | 3 | 3 |
| | | 0° | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | | 90°-0° | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | | 0° | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | | 90° | 0,6 | 0,6 | 0,6 |

Megjegyzések:

Összefoglaló táblázatunkban a jobb áttekinthetőség érdekében az erő α szögét az EUROCODE-ban közöltektől eltérően, nem az elemvég felé mutató rostiránnyal párhuzamos irányvektorhoz viszonyítva, hanem a rostokkal bezárt 90°-nál nem nagyobb szögként értelmeztük. Így nincs szükség sem 90°-nál nagyobb szögek, sem az abszolút-értékek használatára, fontos viszont a terhelt ill. terheletlen elemvég és elemszél helyes értelmezése.

A táblázat a_{3t} értékei a k₂=1-hez tartozó értékek. A korábban k₂ definiálásánál részletezett módon α≤30° esetén megengedett a_{3t,min} csökkentése (max. 25 %-kal) a teherbírási arányos csökkentése (0,75≤k₂≤1,0) mellett.

(*) A két jeleit érték az EUROCODE-ban tévesen, egymással felcserélve szerepel.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Építésmérnöki Kar
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék

FA TARTÓSZERKEZETEK SEGÉDLET

Méretezés az Eurocode alapján

I. RÉSZ

1. Általános tudnivalók
2. Fa tartószerkezetek anyagai
3. Kapcsolatok

A SEGÉDLET CSAK OKTATÁSI CÉLOKAT SZOLGÁL!

Szerkesztette: Dr. ARMUTH Miklós egy. docens
BODNÁR Miklós tanszéki mérnök

Budapest, 2006. március