

Acélszerkezetek (I.)

5. előadás

Csavarozott és hegesztett kapcsolatok

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék



A kapcsolatok kialakítására a gyártási, szállítási és szerelési korlátok miatt van szükség.

Acélszerkezet előállítás:

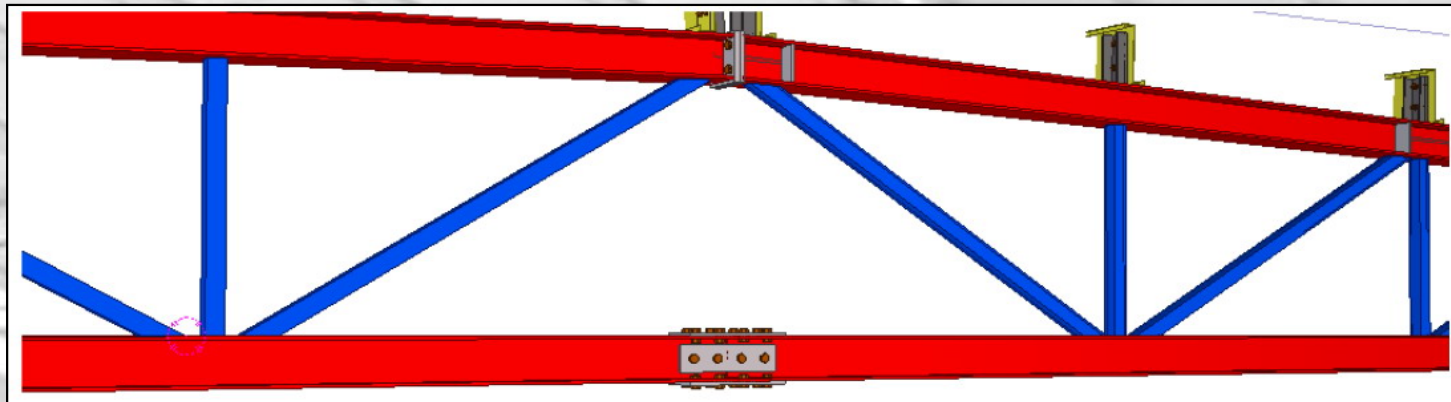
lemezek, rudak (melegén hengerelt, hidegen hajlított szelvények) gyártása



szállítási, szerelési egységek méretre szabása



helyszíni összeállítás, szerelés



1. ábra. Szerkezeti összeállítás [Grün 2013]



1. Kapcsolatok kialakítása

Funkció szerinti osztályozás:

- illesztés (jelentős iránytörés nélküli kapcsolat, lényegében toldás),
- bekötés (húzott vagy nyomott rudak – jellemzően rácsos tartók rúdjai – végén lévő kapcsolat),
- szűkebb értelemben vett kapcsolat (az előzőeken kívüli összes többi eset, iránytöréses kapcsolatok pl: oszlop-gerenda kapcsolat, oszlop-alaptest kapcsolat, stb.).

Kialakítás szerinti osztályozás:

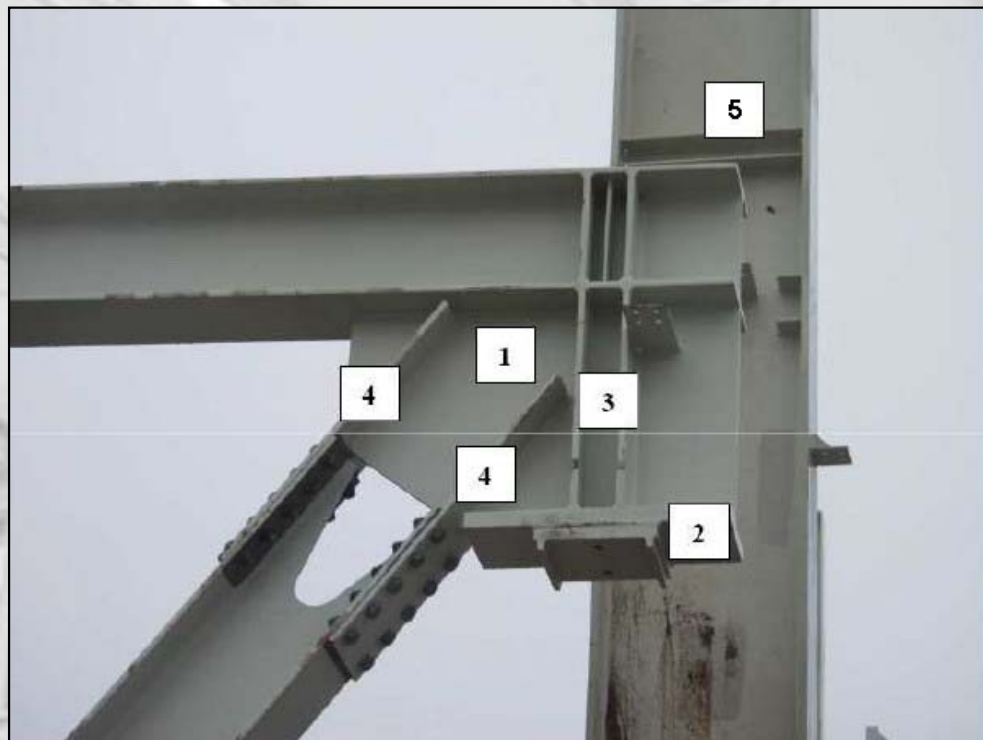
- hegesztett kapcsolat (az igénybevételek átadása elsődlegesen a hegesztési varratokon keresztül történik),
- mechanikus kapcsolat (az igénybevétel átadása elsődlegesen mechanikus kötőelemekkel történik), manapság a gyakrabban használt mechanikus kapcsolat a csavarozott kapcsolat, de régebbi szerkezetekben gyakori a szegecselt kapcsolat.



A kapcsolatok a hegesztési varratok, illetőleg a mechanikus kötőelemek mellett gyakran tartalmaznak még egyéb alkotóelemeket, amelyek leggyakrabban lemezek, ritkábban idomacél darabok, vagy más elemek. E kiegészítő elemeket funkciójuk és erőjátékuk alapján különbözőképpen nevezzük, úgymint: hevederlemezek, átkötőlemezek, homloklemezek, csomólemezek, béléslemezek, hevederként használt idomacél, övbekötő szögacél, stb.

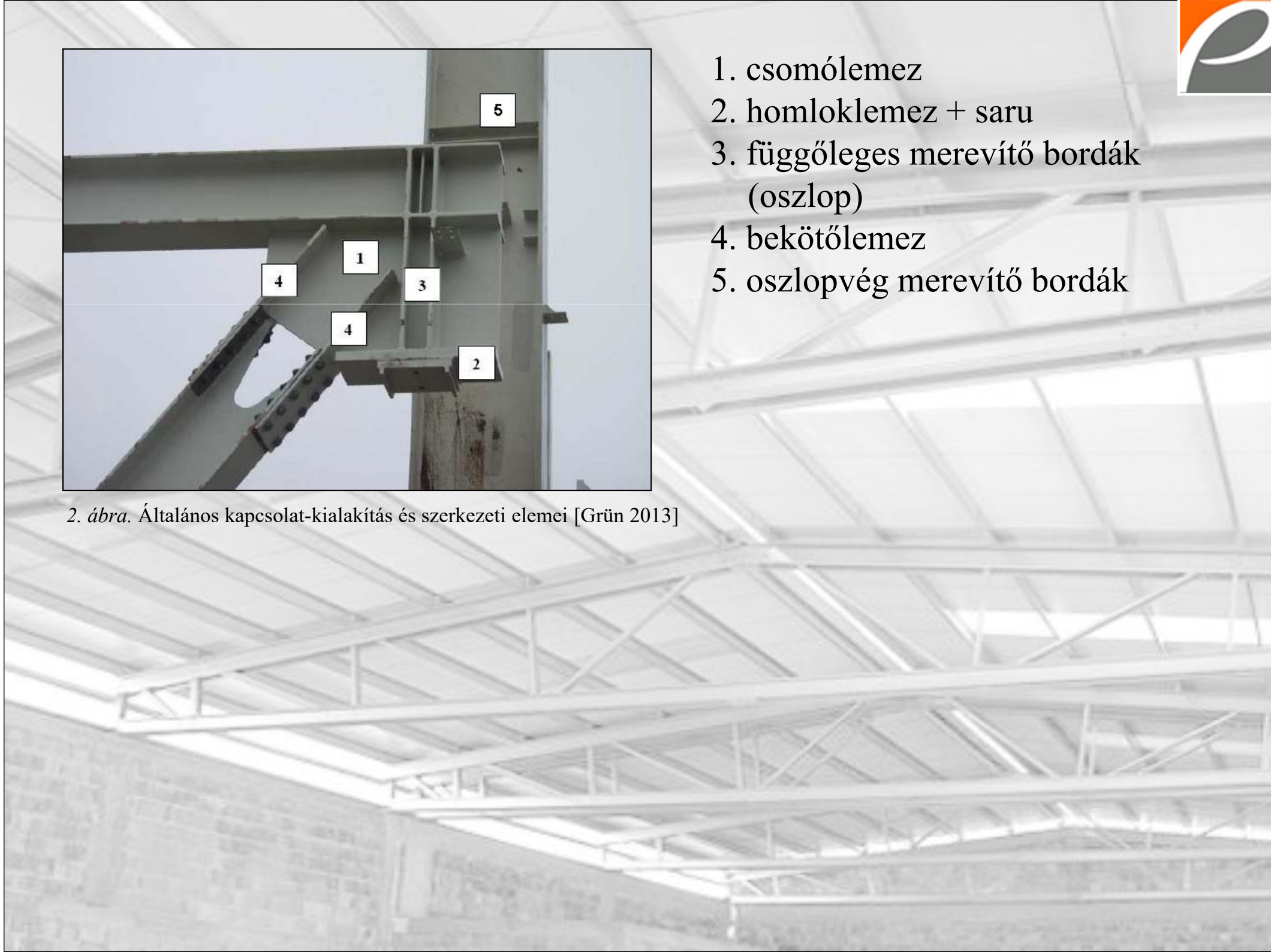
A különböző lemezek részletes ismertetése megtalálható a segédlet (Dunai László, Horváth László, Kovács Nauzika, Varga Géza, Verőci Béla, Vigh L. Gergely: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató*. Budapest, 2007.) 96. oldalán.

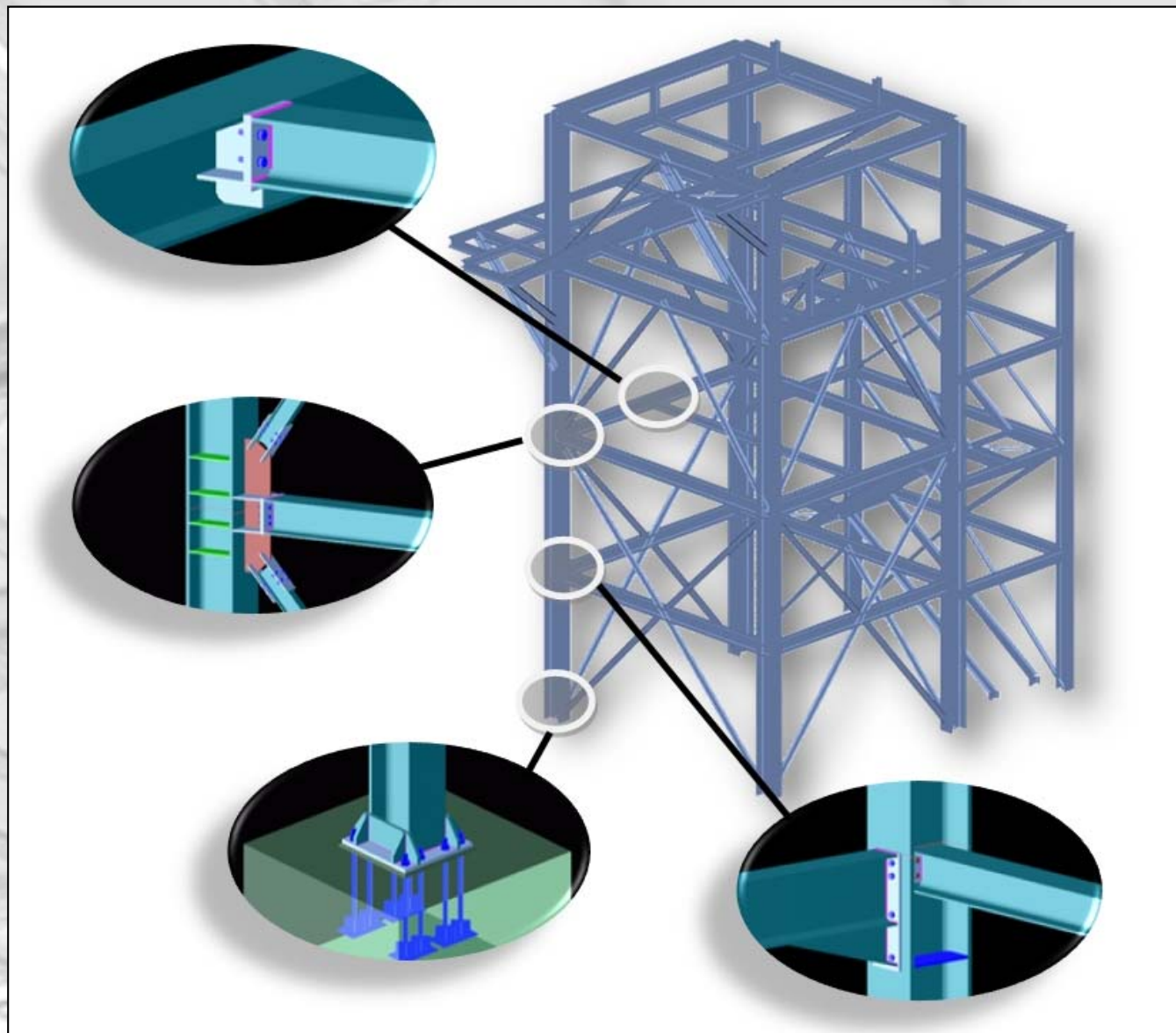
A 2. ábra egy általános kapcsolat szerkezeti kialakítását szemlélteti:



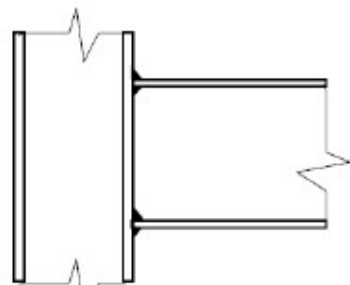
1. csomólemez
2. homloklemez + saru
3. függőleges merevítő bordák (oszlop)
4. bekötőlemez
5. oszlopvég merevítő bordák

2. ábra. Általános kapcsolat-kialakítás és szerkezeti elemei [Grün 2013]

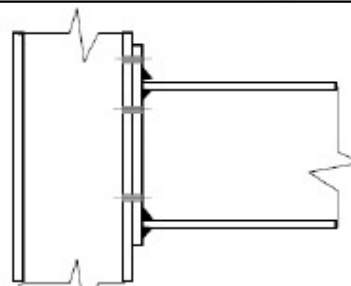




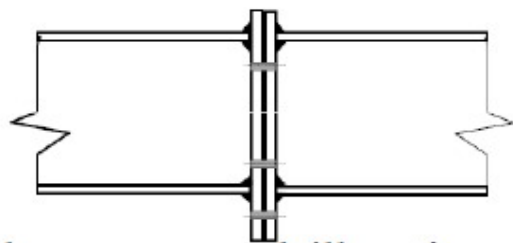
3. ábra. Magasépítési acélszerkezet néhány csomópontja [Consteel]



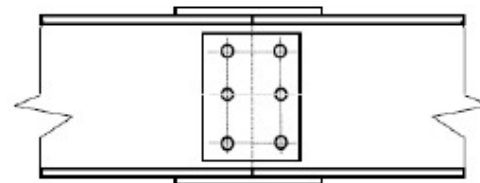
Hegesztett kapcsolat



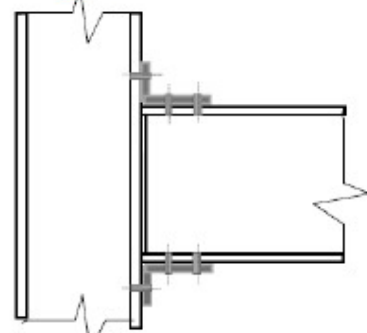
Túlnyúló homloklemezkes kapcsolat



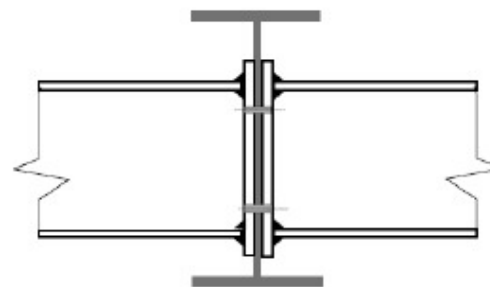
Homloklemezkes gerendaillesztés



Hevederlemezkes gerendaillesztés

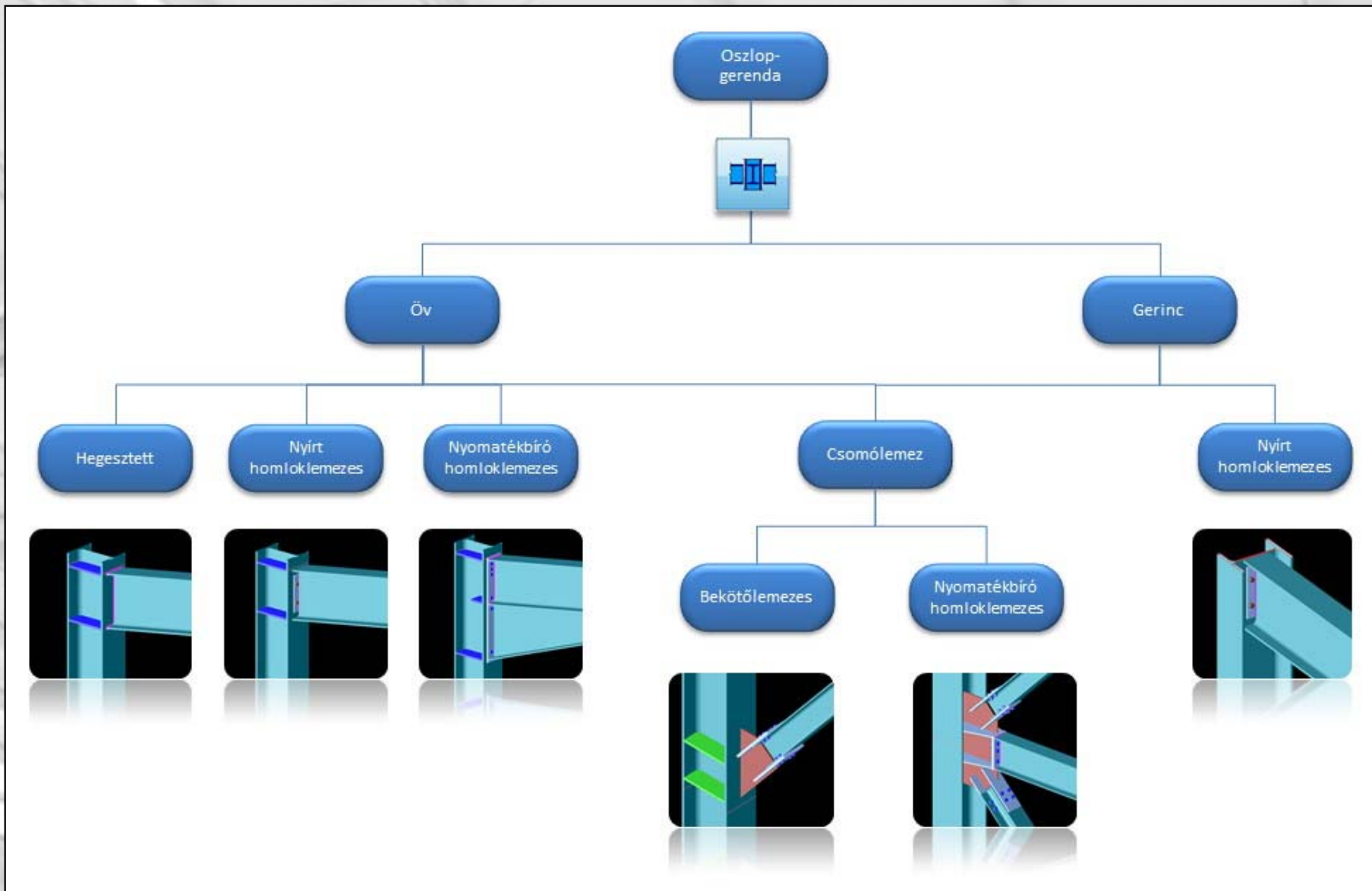


Övbekötő szögacélos csavarozott kapcsolat

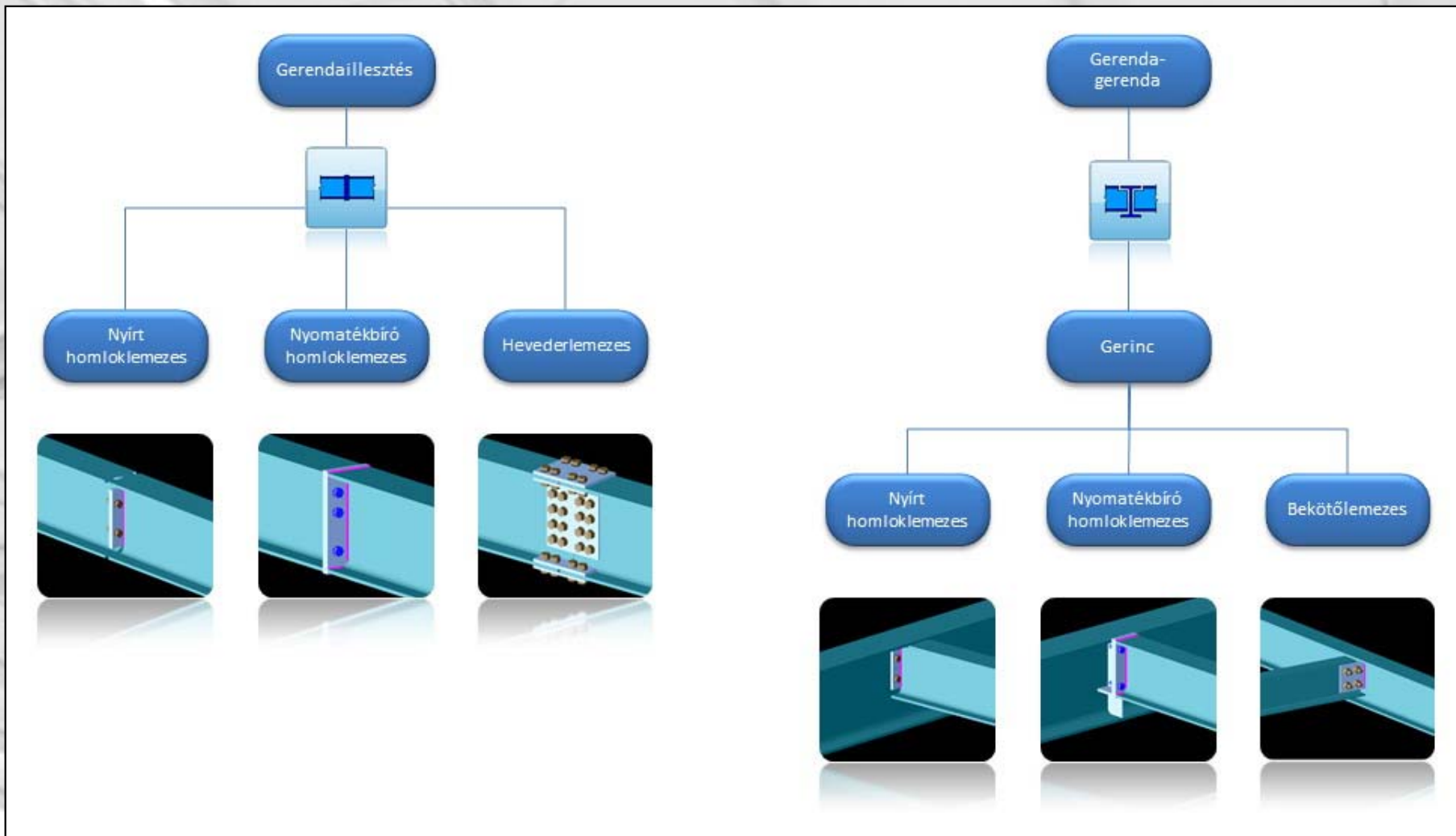


Gerenda-gerenda kapcsolat

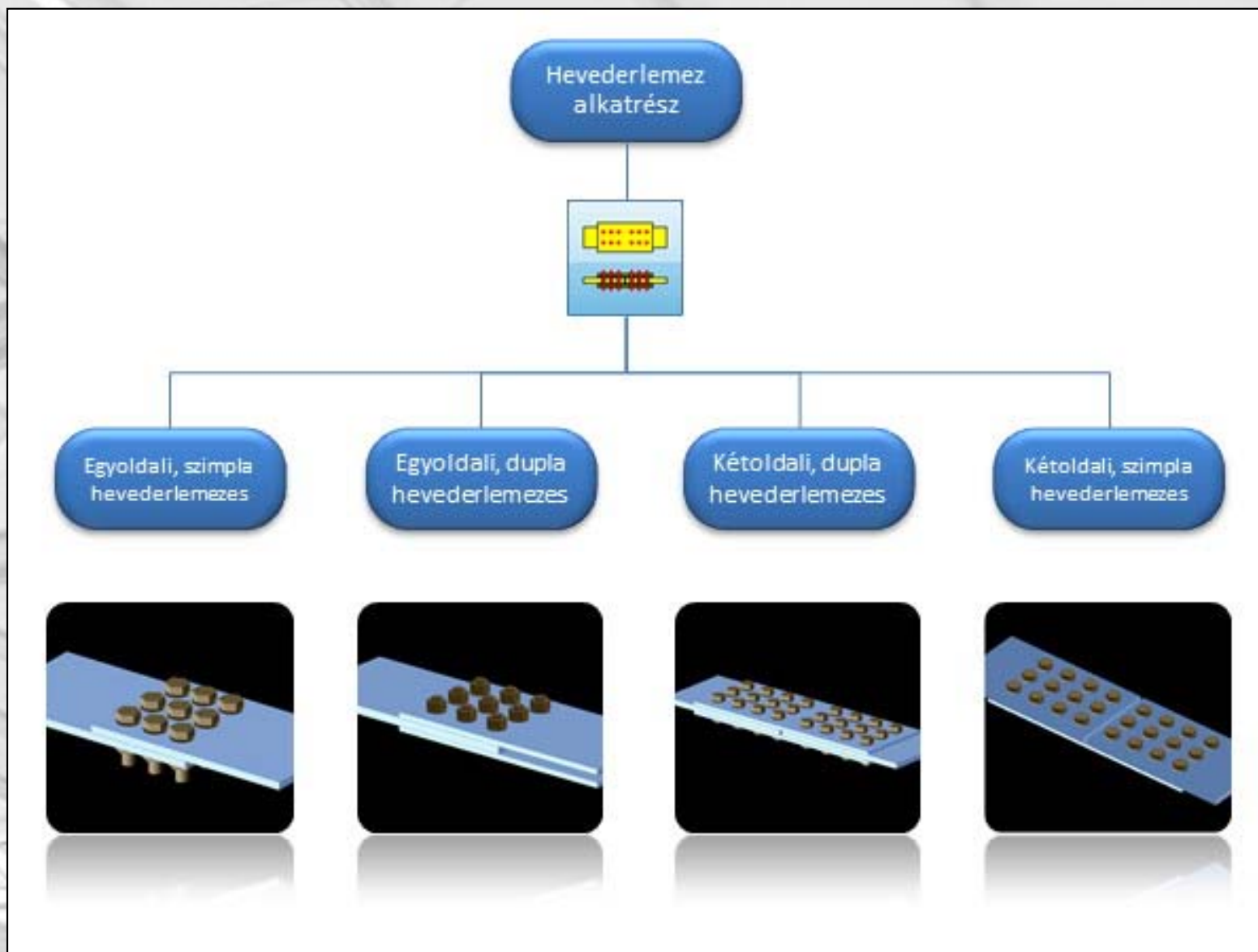
4. ábra. Kapcsolatok kialakítása I. [Grün 2013]



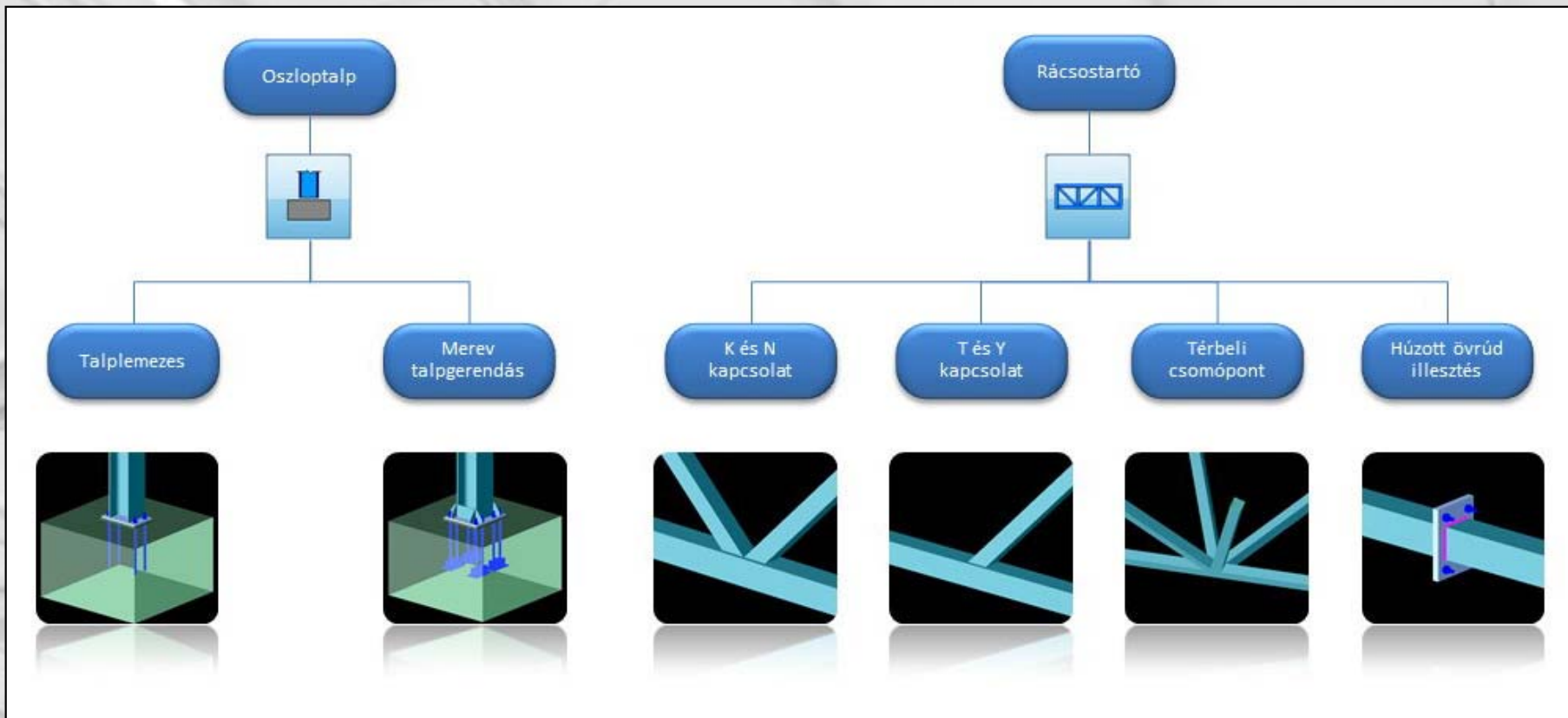
5. ábra. Kapcsolatok kialakítása II. [Consteel]



6. ábra. Kapcsolatok kialakítása III. [Consteel]



7. ábra. Kapcsolatok kialakítása III. [Consteel]



8. ábra. Kapcsolatok kialakítása IV. [Consteel]



2. Csavarozott kapcsolatok

2.1 Csavarok anyagjelölése

A csavarok anyagjelölése megegyezik az MSZ szerint korábban alkalmazottal. A következő csavar minőségeket szokás alkalmazni (zárójelben a ritkábban alkalmazottak láthatók):

(4.6), (4.8), 5.6, (5.8), (6.6), (6.8), 8.8, 10.9, (12.9)

A jelölésben az első szám a csavar f_{ub} szakítószilárdságának karakterisztikus értéke (pl. 5.6-os csavar eseté $f_{ub} = 500$ MPa), míg a második szám a csavar f_{yb} folyáshatárának karakterisztikus értéke (pl. 5.6-os csavar esetén $f_{yb} = 0,6 \cdot f_{ub} = 0,6 \cdot 500$ MPa = 300 MPa).

Az *1. táblázat* a gyakran használt csavarok szilárdsági jellemzőit mutatja:

Csavaranyag minősége	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb}	240	300	480	640	900
f_{ub}	400	500	600	800	1000

1. táblázat. Csavaranyagok szilárdsági jellemzői N/mm²-ben [Grün 2013]

2.2 Csavarozott kötések osztályai

A csavarozott kötések a bennük lévő csavarok erőjátékának megfelelően az Eurocode 3 öt kategóriába sorolja:

A – tengelyére merőlegesen terhelt, nem feszített (normál) csavar, az erőátadás nyírás és palástnyomás révén valósul meg,

B – tengelyére merőlegesen terhelt feszített csavar, az erőátadás súrlódás révén valósul meg a használhatósági határállapotig, a teherbírást a csavar nyírása és palástnyomása határozza meg,

C – tengelyére merőlegesen terhelt feszített csavar, az erőátadás teherbírási határállapotban is súrlódás révén valósul meg,

D – tengelye irányában terhelt (húzott), nem feszített csavar,

E – tengelye irányában terhelt (húzott), feszített húzott csavar.

2.3 Csavar- és furatméretek

Az Eurocode 3 négyféle csavarlyuk típust különböztet meg: normál csavarlyukakat, túlméretes csavarlyukakat, rövid hasíték csavarlyukakat és hosszú hasíték csavarlyukakat. A továbbiakban csak *normál csavarlyukakkal* foglalkozunk.

Normál csavarlyukak esetén a lyukhézag a csavar átmérőjétől függ:

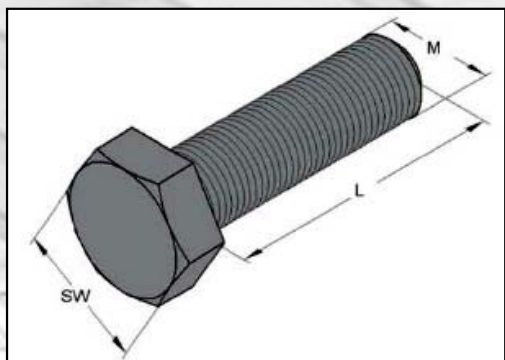
- M12 és M14 csavar esetén 1 mm,
- M16, (M18), M20, M22, M24 csavar esetén 2 mm,
- M27 és annál nagyobb csavar esetén 3 mm.

Az „*M*” betű után szereplő szám a csavarszár átmérőjét jelenti mm-ben. Az M18-as csavar ritkán használatos, ezért van zárójelben.

A 2. táblázat a csavarok legfontosabb geometriai méreteit mutatja:

csavar	átmérő d , mm	furatátmérő d_0 , mm	keresztmetszeti terület A , mm ²	húzási feszültség- keresztmetszet A_s , mm ²	átmérő a kigombolódás számításához d_m , mm
M12	12	13	113	84,3	20,5
M14	14	15	154	115	23,7
M16	16	18	201	157	24,6
M18	18	20	254	192	29,1
M20	20	22	314	245	32,4
M22	22	24	380	303	34,5
M24	24	26	452	353	38,8
M27	27	30	573	459	44,2
M30	30	33	707	561	49,6

2. táblázat. Csavarok legfontosabb geometriai jellemzői [Dunai, Horváth 2007]



9. ábra. Csavar geometriai méretei [Grün 2013]

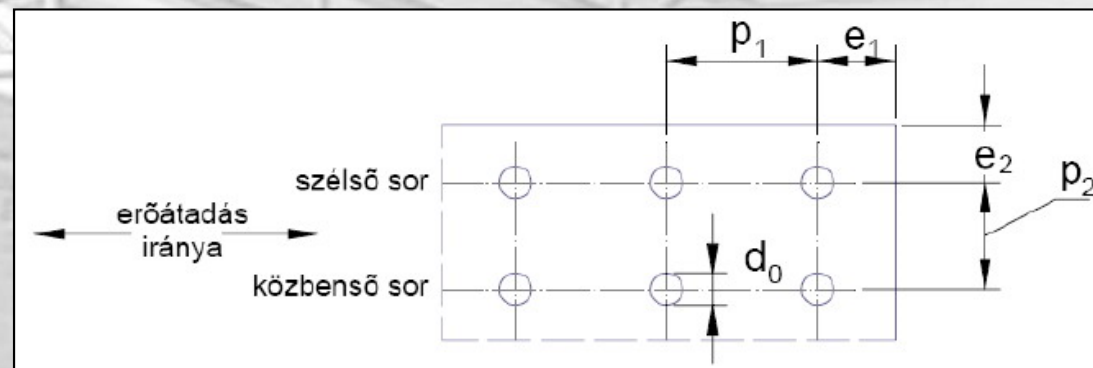
2.4 Csavarkép

A csavarok kiosztását minimális és maximális távolsági méretek figyelembevételével kell kialakítani. E méreteket a 3. táblázat mutatja:

Méret	Minimális távolság	Maximális távolság		
		EN 10025 szerinti acélok, az EN 10025-5 szerinti acélok kivételével		EN 10025-5 szerinti acélok
		fokozott korrózióveszély	nincs fokozott korrózióveszély	külön védelem nélküli acél
e_1	$1,2d_0$	40 mm + 4t	–	max(8t, 125 mm)
e_2				
p_1	$2,2d_0$	min(14t, 200 mm)	min(14t, 200 mm)	min(14t, 175 mm)
p_2				

3. táblázat. A vég-, szél- és osztástávolságok csavarozott kapcsolatokban [Dunai, Horváth 2007]

„t” a vékonyabbik kapcsolt lemez vastagsága. A maximális távolságra belső térben megadott korlátozást csak nyomott elemek esetén kell betartani (lásd 11. ábra „b” esetben a középső eltolt csavarsor).



10. ábra. Csavarok elrendezésének értelmezése [Grün 2013]

d – a csavarszár átmérője,

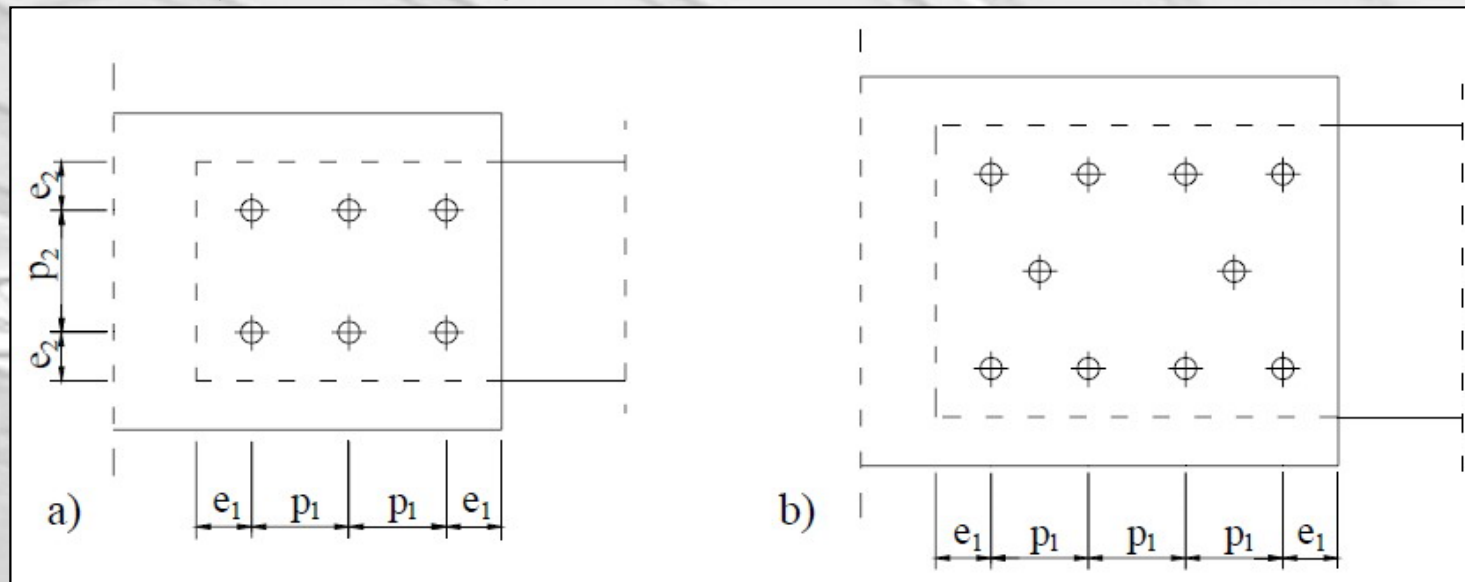
d_0 – a csavarlyuk átmérője,

e_1 – a szélső csavarlyuk tengelyének távolsága az elem végétől, az erőátadás irányában (végtávolság),

e_2 – a szélső csavarlyuk tengelyének távolsága az elem szélétől, az erőátadás irányára merőlegesen (széltávolság),

p_1 – a csavarlyukak tengelyének egymástól mért távolsága az erőátadás irányában (osztásköz),

p_2 – a csavarlyukak tengelyének egymástól mért távolsága az erőátadás irányára merőlegesen (osztásköz).



11. ábra. Csavarkép leírására használt jelölések [Dunai, Horváth 2007]

2.5 Nem feszített csavarok ellenállása

2.5.1 „A” osztályú, nyírt csavarok ellenállása

Nyírt csavarok tönkremenetele a csavarszár elnyíródásával, vagy a csavarszár körül az alapanyag (ritkábban a csavarszár) palástnyomási ellenállásának kimerülésével következhet be.


$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

ahol: $F_{v,Ed}$ – a csavarra ható nyíróerő tervezési értéke;

$F_{v,Rd}$ – a csavar nyírás ellenállásának tervezési értéke;

$F_{b,Rd}$ – a csavar palástnyomási ellenállásának tervezési értéke.



Lényeges, hogy a csavarszár menetes, vagy menet nélküli részén működik a nyírás, így a csavarszár nyírási ellenállásának meghatározása:

Ha a nyírt sík a csavarszár menet nélküli részen van, akkor a csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

ahol: $F_{v,Rd}$ – a csavar nyírási ellenállásának tervezési értéke;

n – a nyírási helyek száma;

f_{ub} – a csavar anyagának szakítószilárdsága;

A – a csavarszár keresztmetszeti felülete;

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező (értéke 1,25).

Ha a nyírt sík a csavarszár menetes részen van, akkor a csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

ahol: $F_{v,Rd}$ – a csavar nyírási ellenállásának tervezési értéke;

n – a nyírási helyek száma;

α_v – a csavar anyagától függő módosító tényező;

f_{ub} – a csavar anyagának szakítószilárdsága;

A_s – a csavar húzási feszültség-keresztmetszete (értéke a 2. táblázat alapján);

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező (értéke 1,25).

a csavar anyagminősége	α_v módosító tényező
4.6, 5.6, 8.8 esetén	$\alpha_v = 0,6$
4.8, 5.8, 6.8, 10.9 esetén	$\alpha_v = 0,5$

4. táblázat. Az α_v módosító tényező értékei

A csavar palástnyomási ellenállásának meghatározása:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

ahol: $F_{b,Rd}$ – a csavar palástnyomási ellenállásának tervezési értéke;

k_1 – a csavarkép geometriájától függő csökkentő tényező;

α_b – szintén a csavarkép geometriájától függő csökkentő tényező;

f_u – a lemez anyagának szakítószilárdsága;

d – a csavarszár átmérője;

t – az egy irányba elmozdulni akaró lemezek összvastagsága közül a kisebbik;

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező (értéke 1,25).

α_b csökkentő tényező meghatározása:

(szükség esetén a csavar szakítószilárdságának hatását is figyelembe veszi)

$$\alpha_b = \min\left(\alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right)$$

ahol: α_b – a csavarkép geometriájától függő csökkentő tényező;

f_{ub} – a csavar anyagának szakítószilárdsága;

f_u – a lemez anyagának szakítószilárdsága;

α_d – biztonsági tényező az erőátadás irányában szélső, illetőleg belső csavarokra:

$$\alpha_d = \begin{cases} \frac{e_1}{3d_0} & \text{(szélső csavar)} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} & \text{(belső csavar)} \end{cases}$$

ahol: d_0 – a csavarlyuk átmérője;

e_1 – végtávolság;

p_1 – osztásköz.



k_1 a csavarkép geometriájától függő csökkentő tényező az erőátadásra merőleges irányában szélső, illetőleg belső csavarokra:

$$k_1 = \begin{cases} \min\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) & \text{(szélső csavar)} \\ \min\left(1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) & \text{(belső csavar)} \end{cases}$$

ahol: d_0 – a csavarlyuk átmérője;

e_2 – végtávolság;

p_2 – osztásköz.

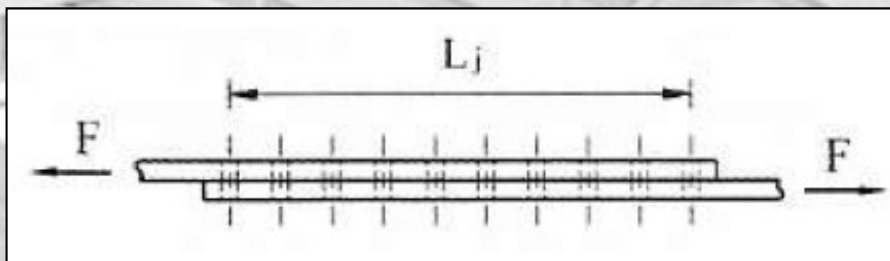
A csavarkép változtatásával bizonyos mértékben növelhető a palástnyomási ellenállás, ezért amennyiben a palástnyomás a mértékadó, akkor a csavarképet úgy célszerű kialakítani, hogy az α értéke 1,0; a k_1 értéke pedig 2,5 legyen.

Abban az esetben, ha a kapcsolat ún. *hosszú kapcsolat*, azaz az erőátadására tervezett kötőelemek közül az első és az utolsó távolsága (a kapcsolat L_j hossza) az erőátadás irányában meghaladja a $15d$ értéket, a csavarok $F_{v,Rd}$ nyírási ellenállását a következő csökkentő tényezővel kell módosítani (annak figyelembe vételére, hogy ezekben a kötésekben az erők eloszlása már nem egyenletes):

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d}, \quad \text{de} \quad \beta_{Lf} \geq 0,75$$

Béléslemezek alkalmazása esetén, ha a béléslemezek t_p teljes vastagsága meghaladja a kötőelemek d szarátmérőjének $1/3$ -át, akkor az $F_{v,Rd}$ nyírási ellenállást a következő tényezővel kell csökkenteni:

$$\beta_p = \frac{9d}{8d + 3t_p}, \quad \text{de} \quad \beta_{Lf} \leq 1,0$$



12. ábra. Hosszú kapcsolat kialakítása [Ádány 2007]

2.5.2 Húzott csavarok ellenállása

A húzott csavarok tönkremenetele vagy a csavarok elszakadásával vagy az ún. *kigombolódási nyírási ellenállás* kimerülésével következhet be. A kigombolódási ellenállás kimerülésekor a csavarfej vagy a csavaranya alatt a kapcsolt lemez vastagsága mentén körhöz hasonló alakban elnyíródik.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$$

ahol: $F_{t,Ed}$ – a csavarban ébredő húzóerő;

$F_{t,Rd}$ – a csavar húzási ellenállása;

$B_{p,Rd}$ – a csavar-lemez együttes kigombolódási ellenállása.



A csavar húzási ellenállásának meghatározása:

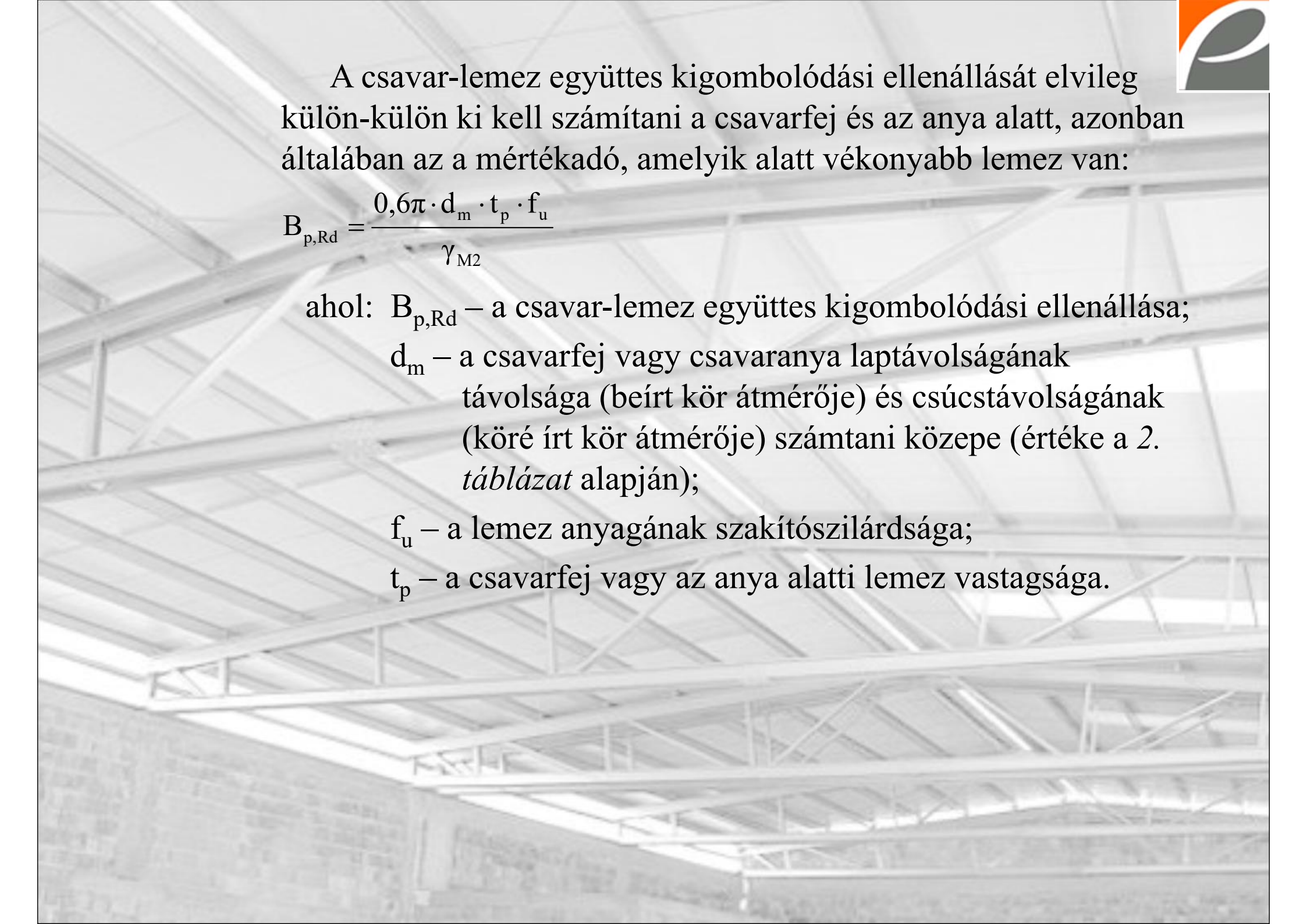
$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

ahol: $F_{t,Rd}$ – a csavar húzási ellenállása;

f_{ub} – a csavar anyagának szakítószilárdsága;

A_s – a csavar húzási feszültség-keresztmetszete;

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező
(értéke 1,25).



A csavar-lemez együttes kigombolódási ellenállását elvileg külön-külön ki kell számítani a csavarfej és az anya alatt, azonban általában az a mértékadó, amelyik alatt vékonyabb lemez van:

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

ahol: $B_{p,Rd}$ – a csavar-lemez együttes kigombolódási ellenállása;

d_m – a csavarfej vagy csavaranya laptávolságának távolsága (beírt kör átmérője) és csúcstávolságának (köré írt kör átmérője) számtani közepe (értéke a 2. táblázat alapján);

f_u – a lemez anyagának szakítószilárdsága;

t_p – a csavarfej vagy az anya alatti lemez vastagsága.

2.5.3 Összetett igénybevétellel terhelt (húzott és nyírt) csavarok ellenállása

Ha egy csavart egyszerre terheli húzó- és nyíróerő ($F_{t,Ed}$ és $F_{v,Ed}$), akkor a csavart egyrészt ellenőrizni kell külön nyírásra és külön húzásra, továbbá ki kell mutatni a következő feltétel teljesülését:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

ahol: $F_{v,Ed}$ – a csavarra ható nyíróerő tervezési értéke;

$F_{v,Rd}$ – a csavar nyírási ellenállásának tervezési értéke;

$F_{t,Ed}$ – a csavarban ébredő húzóerő;

$F_{t,Rd}$ – a csavar húzási ellenállása.

A fentiek alapján a következő kiegészítő feltételeknek is teljesülniük kell:

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$$

2.6 Súrlódásos feszített csavarok ellenállása

Súrlódásos feszített csavarok esetén az erőátadás oly módon valósul meg, hogy a feszített csavarok összeszorítják az érintkező felületeket, amelyek ezek után közvetlen súrlódás révén adják át az erőt.

A B és C kategóriájú kapcsolatokban a palástnyomási ellenállást a nem feszített csavaroknál ismertetett módon kell számítani.

A nyírt csavarok ellenállását, valamint az összetett igénybevétellel terhelt (húzott és nyírt) csavarok ellenállását részletesebben nem tárgyaljuk.

Ezen igénybevételek számítása részletesen megtalálható a kiadott segédletben: Dunai László, Horváth László, Kovács Nauzika, Varga Géza, Verőci Béla, Vigh L. Gergely: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató*. Budapest, 2007. 106-108. oldal.

Mintapélda: AGYU: 4.1 Példa, 4.2 Példa, 4.3 Példa, 4.4 Példa, 4.5 Példa, 4.7 Példa

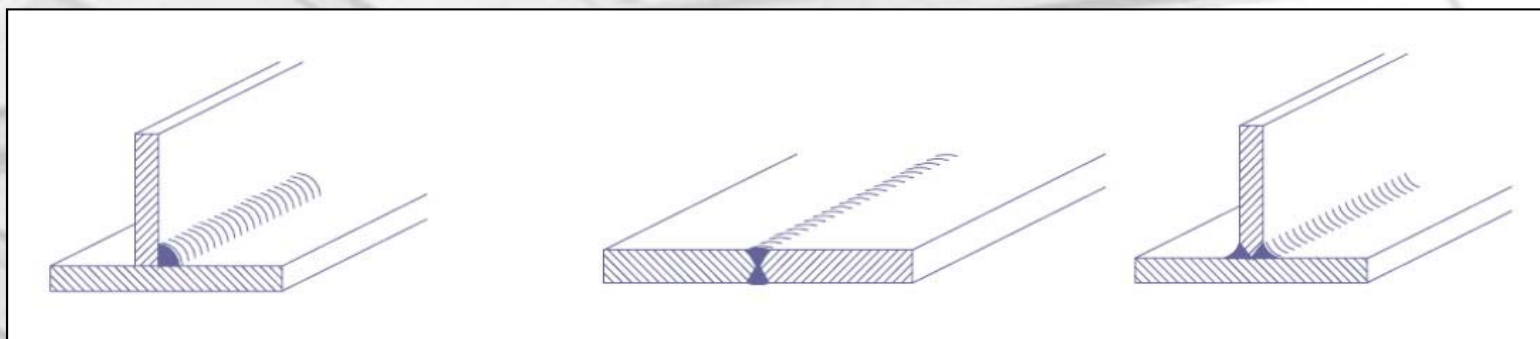


3. Hegesztett kapcsolatok

3.1 Hegesztési varratok típusai

- tompavarrat, mely az anyagot a keresztmetszetében kapcsolja,
- sarokvarrat, mely a kapcsolódó anyagok közötti „szögletet” tölti ki.

A tompavarratnak két fajtája van: lehet teljes beolvadású, amikor a varrat az anyag teljes keresztmetszetét kapcsolja és lehet részleges beolvadású.



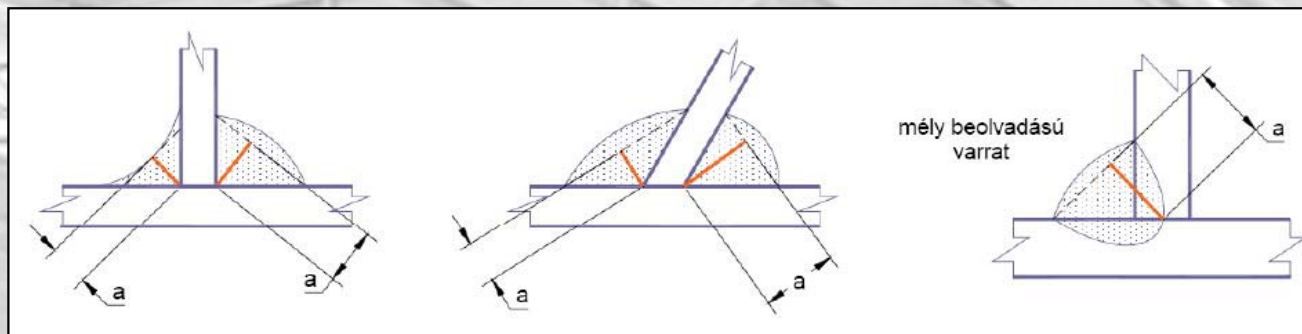
13. ábra. Sarokvarrat, teljes beolvadású tompavarrat és részleges beolvadású tompavarrat kialakítása [Grün 2013]

3.2 Hegesztési varratok méretei

A hegesztési varratok egyik alapvető mérete az ún. *hasznos méret*, vagy másképpen *gyökméret* (jele: a).

A gyökméret felvételére a következő szabályok vonatkoznak:

- teljes beolvadású tompavarrat esetén a gyökméret a vékonyabbik kapcsolt lemez vastagságával egyezik meg,
- részleges beolvadású tompavarrat esetén a gyökméret a megbízhatóan elérhető beolvadási mélységgel egyezik meg,
- sarokvarrat esetén a gyökméret a varrat keresztmetszete, mint háromszög harmadik oldalához tartozó magasságának hosszával egyezik meg, ha e harmadik oldal homorú vagy domború, akkor az így kialakuló síkidomba írható háromszög magasságának hosszát kell meghatározni.



14. ábra. Varratok hasznos méretei [Grün 2013]

További szabályok:

- 30 mm-nél, illetve $6a$ -nál rövidebb varrathosszt a méretezésnél nem szabad figyelembe venni!
- Hosszú varratok esetén, ahol az L_j varrathossz $150a$ -nál nagyobb, a varrat ellenállását csökkenteni kell a következő tényezővel:

$$\beta_{Lw,1} = 1,2 - \frac{0,2 \cdot L_j}{150 \cdot a}, \quad \text{de} \quad \beta_{Lw,1} \leq 1,0$$

Az 1,7 méternél hosszabb varratok esetén ez a csökkentő tényező a következő:

$$\beta_{Lw,2} = 1,1 - \frac{L_w}{17}, \quad \text{de} \quad 0,6 \leq \beta_{Lw,2} \leq 1,0$$

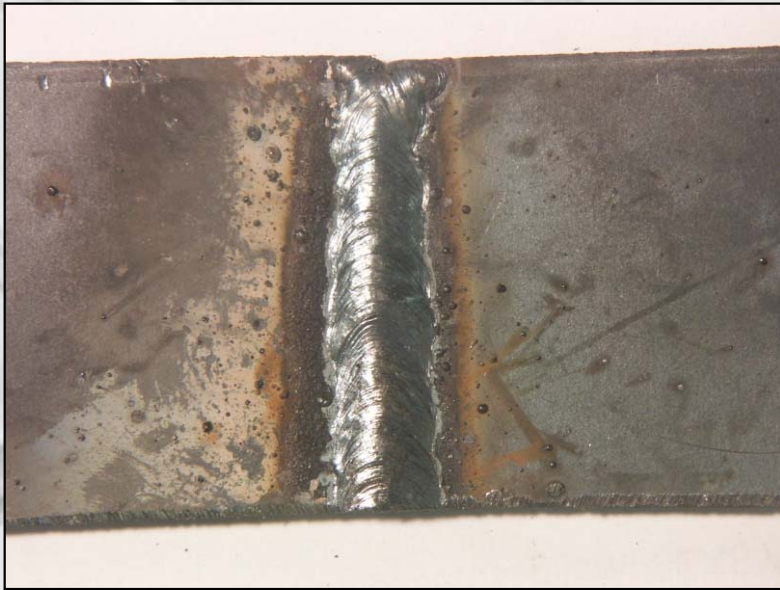
ahol: β_{Lw} – csökkentő tényező;

a – a varrat hasznos mérete (gyökméret);

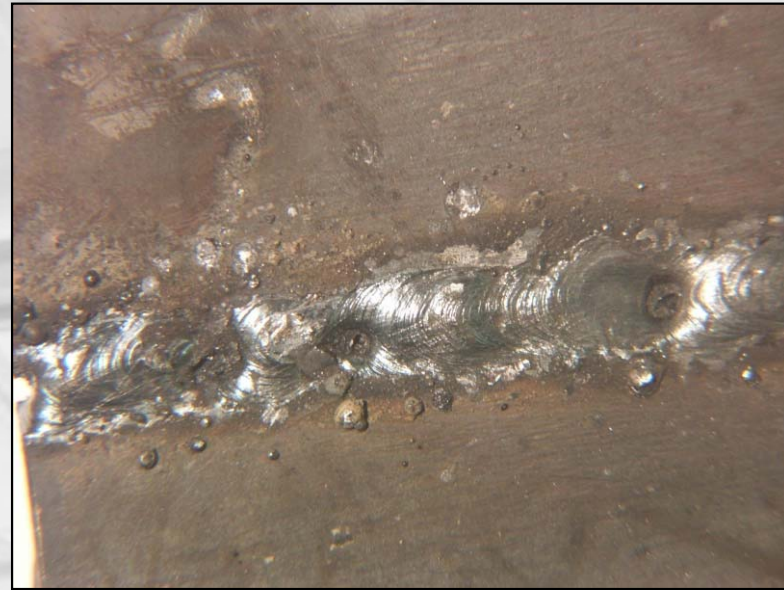
L_j – a teljes varrathossz az erő irányával párhuzamosan;

L_w – varrathossz méterben.

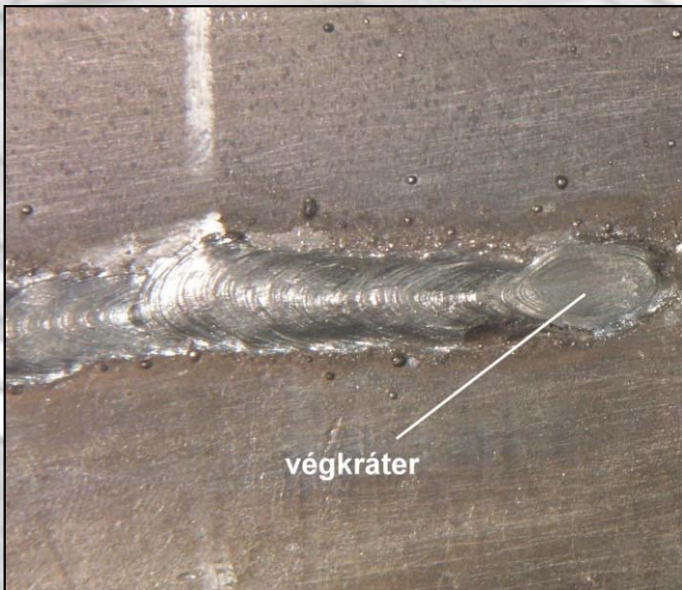
- Sarokvarrat esetén a gyökméretnek legalább 3 mm-nek kell lennie!
- A sarokvarrat figyelembe vehető gyökmérete nem haladhatja meg a vékonyabb kapcsolt lemez vastagságát.



1. kép. Helyesen kialakított tompavarrat



2. kép. Salakzárványos varrat



3. kép. Végkráter (a gyökméretnél figyelembe kell venni)



4. kép. Fröcskölés a túl nagy áramerősség miatt, utólagos tisztítást igényel

3.3 Hegesztett kapcsolatok ellenállása

- tompavarratok ellenállása:
 - teljes beolvadású kapcsolat esetén a kapcsolat teherbírása azonos az alapanyagével, ezért az ilyen varratok ellenállását külön nem kell vizsgálni,
 - nem teljes beolvadású kapcsolat a sarokvarratokra vonatkozó eljárás alapján méretezendő.
- sarokvarratok ellenállása:
 - általános eljárás,
 - egyszerűsített módszer.



3.3.1 Általános eljárás

A varrat egyes pontjaiban kialakuló eredő feszültséget σ_{\perp} , τ_{\perp} , σ_{\parallel} komponensekre kell bontani, majd a következő két feltétel teljesülését kell kimutatni:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

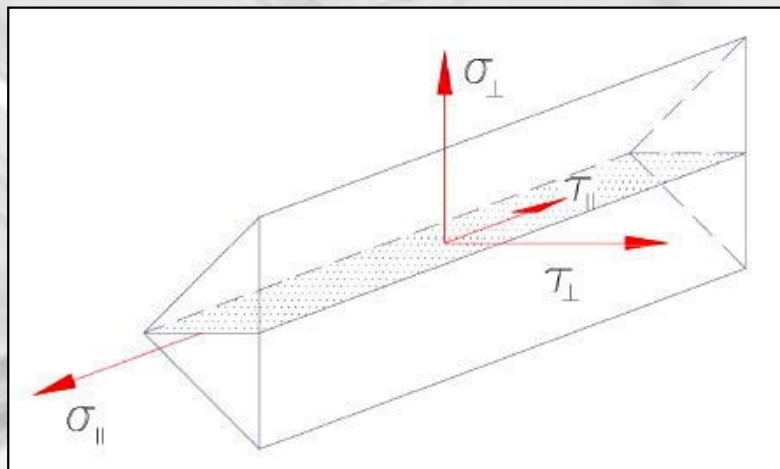
ahol: σ_{\perp} , τ_{\perp} , σ_{\parallel} – a feszültségkomponensek;

f_u – a lemez anyagának szakítószilárdsága;

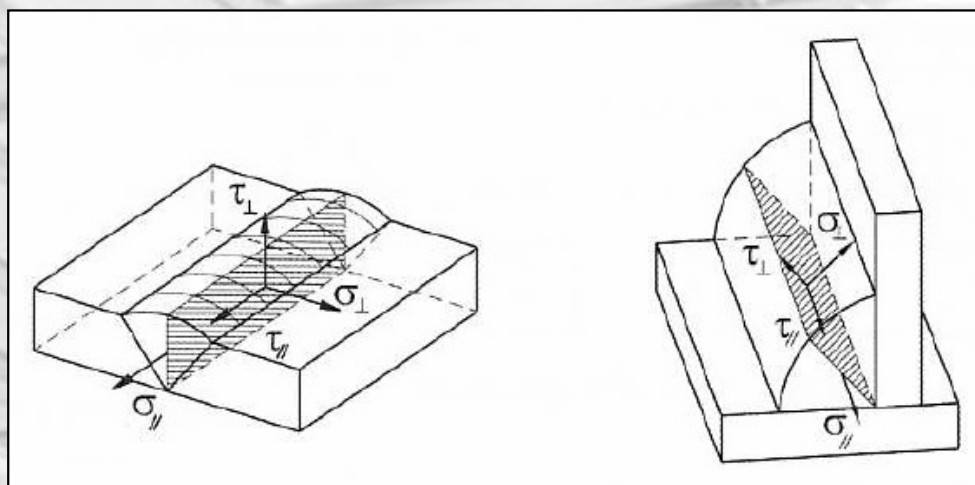
β_w – korrekciós tényező hegesztett kötések vizsgálatához;

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező (értéke 1,25).

A 15. és 16. ábra a varratok feszültségkomponenseit szemlélteti:



15. ábra. A sarokvarratra ható eredő feszültség három komponensének értelmezése [Grün 2013]



16. ábra. Varratok feszültségkomponensei [Ádány 2007]

A σ_{\parallel} feszültséget (amelyet a varrat nem továbbít), nem kell figyelembe venni a statikusan terhelt kapcsolatok méretezésénél.

A β_w korrekciós tényező értékét az 5. táblázat mutatja:

Anyagminőség	β_w értéke
S235	0,80
S275	0,85
S355	0,90
S420	1,00
S460	1,00

5. táblázat. A β_w korrekciós tényező értéke hegesztett kapcsolatok vizsgálatához [Dunai, Horváth 2007]

3.3.2 Egyszerűsített módszer

A méretezés során azt kell kimutatni, hogy a varrat egységnyi hosszára eső $F_{w,Ed}$ [kN/m] fajlagos erő (igénybevétel) nem haladja meg a varrat $F_{w,Rd}$ fajlagos ellenállását.


Kizárólag nyíró vagy normál erővel terhelt kapcsolat esetén:

$$F_{w,Ed} = \frac{F_{Ed}}{\sum l_i}$$

ahol: $F_{w,Ed}$ – a fajlagos erő;

F_{Ed} – a kapcsolatra ható erő;

l_i – a kapcsolatban lévő varratszakaszok teljes hossza.



Excentrikus igénybevétel esetén (amikor nyomaték is hat a kapcsolatra) az adott varratpontra (1 cm hosszú szakaszra) ható erők eredőjét kell meghatározni:

$$F_{w,Ed} = F_{vw,d} \cdot a$$

ahol: $F_{w,Ed}$ – a fajlagos erő;

$F_{vw,d}$ – a varrat nyírószilárdsága;

a – a varrat gyökmérete.

A varrat nyírószilárdságának meghatározása:

$$F_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

ahol: $F_{vw,d}$ – a varrat nyírószilárdsága;

β_w – korrekciós tényező hegesztett kötések vizsgálatához;

γ_{M2} – a képlékeny töréshez tartozó biztonsági tényező (értéke 1,25).

Mintapélda: AGYU: 4.11, Példa, 4.12 Példa, 4.13 Példa, 4.14 Példa, 4.15 Példa, 4.16 Példa



Felhasznált irodalom

ÁDÁNY SÁNDOR, DULÁCSKA ENDRE, DUNAI LÁSZLÓ, FERNEZELYI SÁNDOR, HORVÁTH LÁSZLÓ: *Acélszerkezetek. Tervezés az Eurocode alapján. Általános eljárások.* Budapest, 2007

DUNAI LÁSZLÓ, HORVÁTH LÁSZLÓ, KOVÁCS NAUZIKA, VARGA GÉZA, VERŐCI BÉLA, VIGH L. GERGELY: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató.* Budapest, 2007

DUNAI LÁSZLÓ, HORVÁTH LÁSZLÓ, KOVÁCS NAUZIKA, VARGA GÉZA, VERŐCI BÉLA, VIGH L. GERGELY: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató.* Budapest, 2009

GRÜN TAMÁS: *Acélszerkezetek I. Kapcsolatok méretezése. A kapcsolatok tervezési alapjai 6. gyakorlat.* Elektronikus jegyzet, Pécs, 2013

<http://www.consteelsoftware.com>