

Kötések

Erő, és alakzáró kötések

Hegesztett kötések

Borbás Lajos
Prof. Emeritus

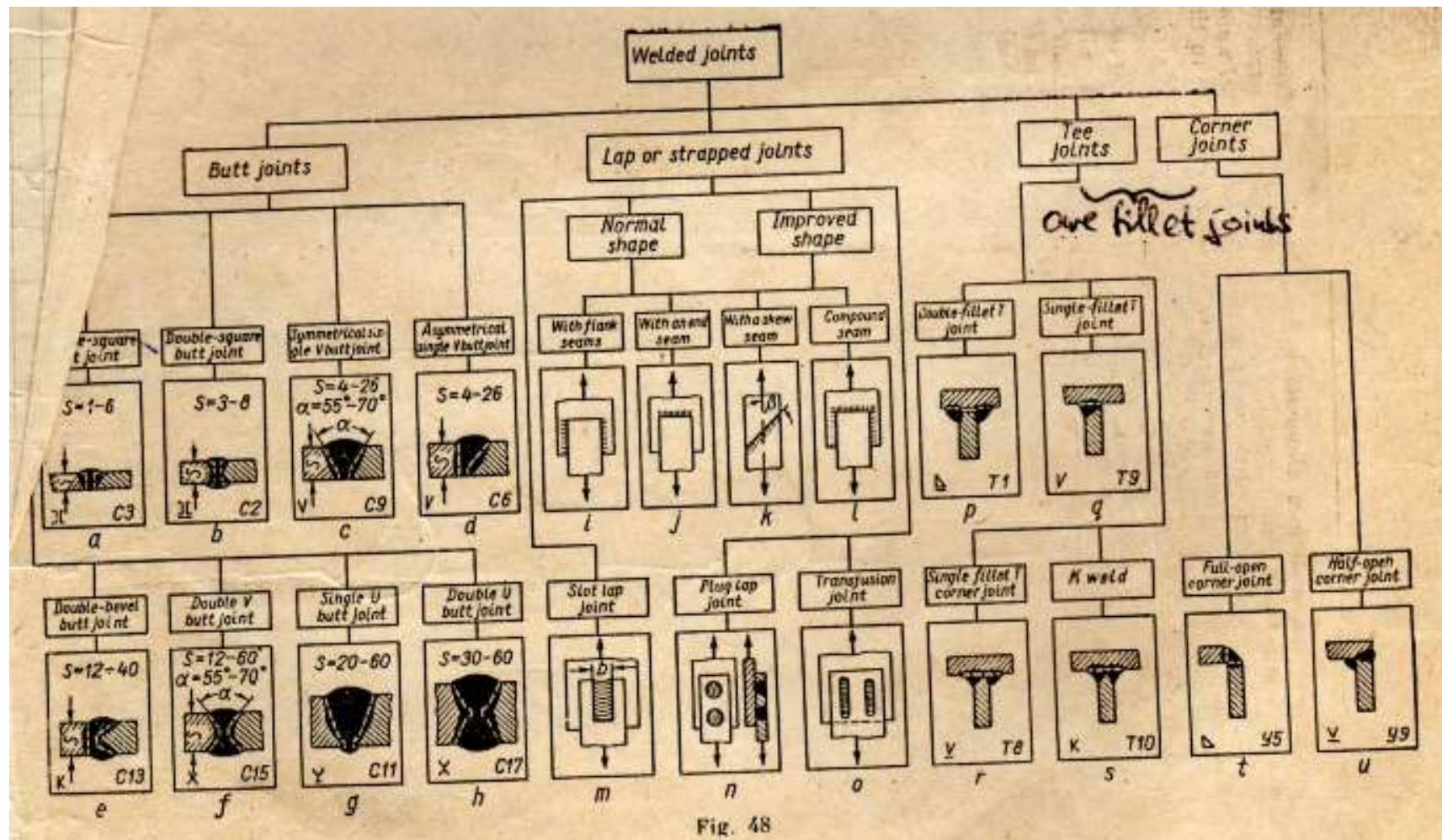
Hegesztések osztályozása az alkalmazott hőforrások alapján

Depending on the source of heat, welding is divided into following types!

- chemical (gas and oxygen welding)
- electro-chemical (atomic hydrogen welding)
- electro mechanical (resistance)
- electric (arc welding)

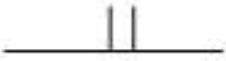
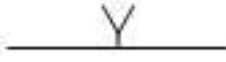
Hegesztett kötések megvalósítási lehetőségei

Tompa hegesztések, lapolt kötések, sarok kötések

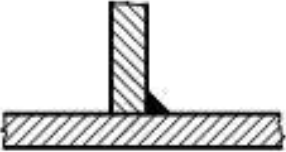
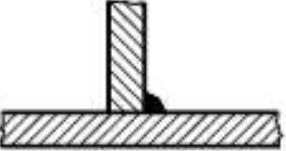
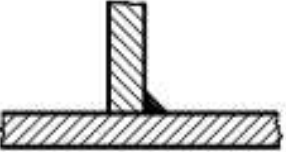
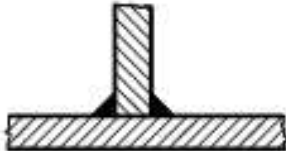
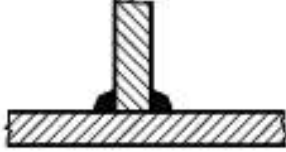
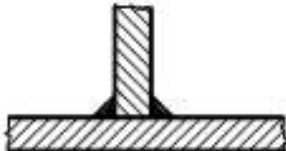
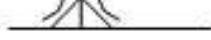


Hegesztési varrat kialakítások

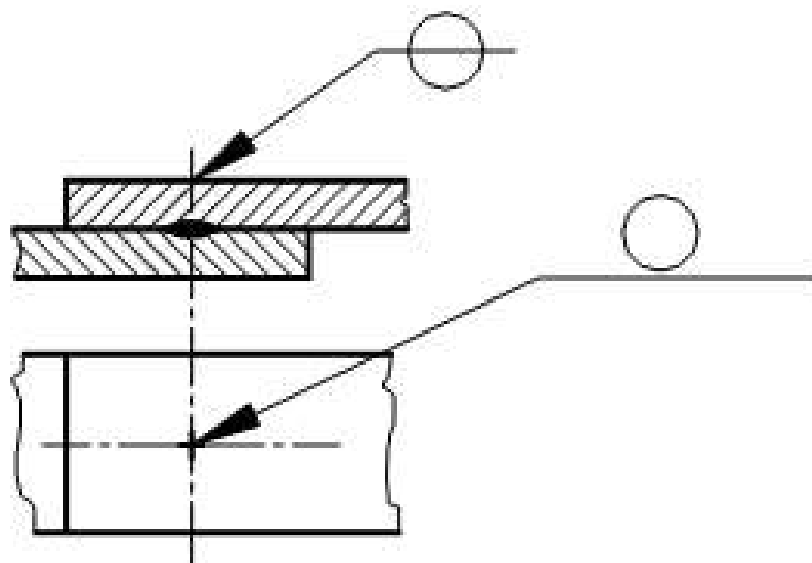
Tompa varratok

<i>Alak</i>	<i>Jelölés</i>	<i>Megnevezés</i>
		<i>peremvarrat</i>
		<i>I varrat</i>
		<i>V varrat</i>
		<i>kettős V varrat</i>
		<i>Y varrat</i>
		<i>kettős Y varrat</i>

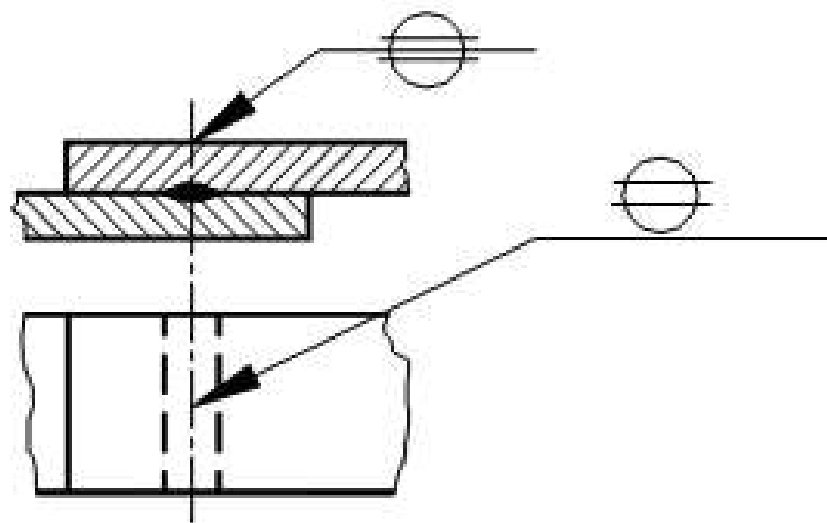
Sarok varratok

<i>Alak</i>	<i>Jelölés</i>	<i>Megnevezés</i>
		<i>sarokvarrat</i>
		<i>domború sarokvarrat</i>
		<i>homorú sarokvarrat</i>
		<i>kettős sarokvarrat</i>
		<i>domború kettős sarokvarrat</i>
		<i>homorú kettős sarokvarrat</i>

Különleges varratok

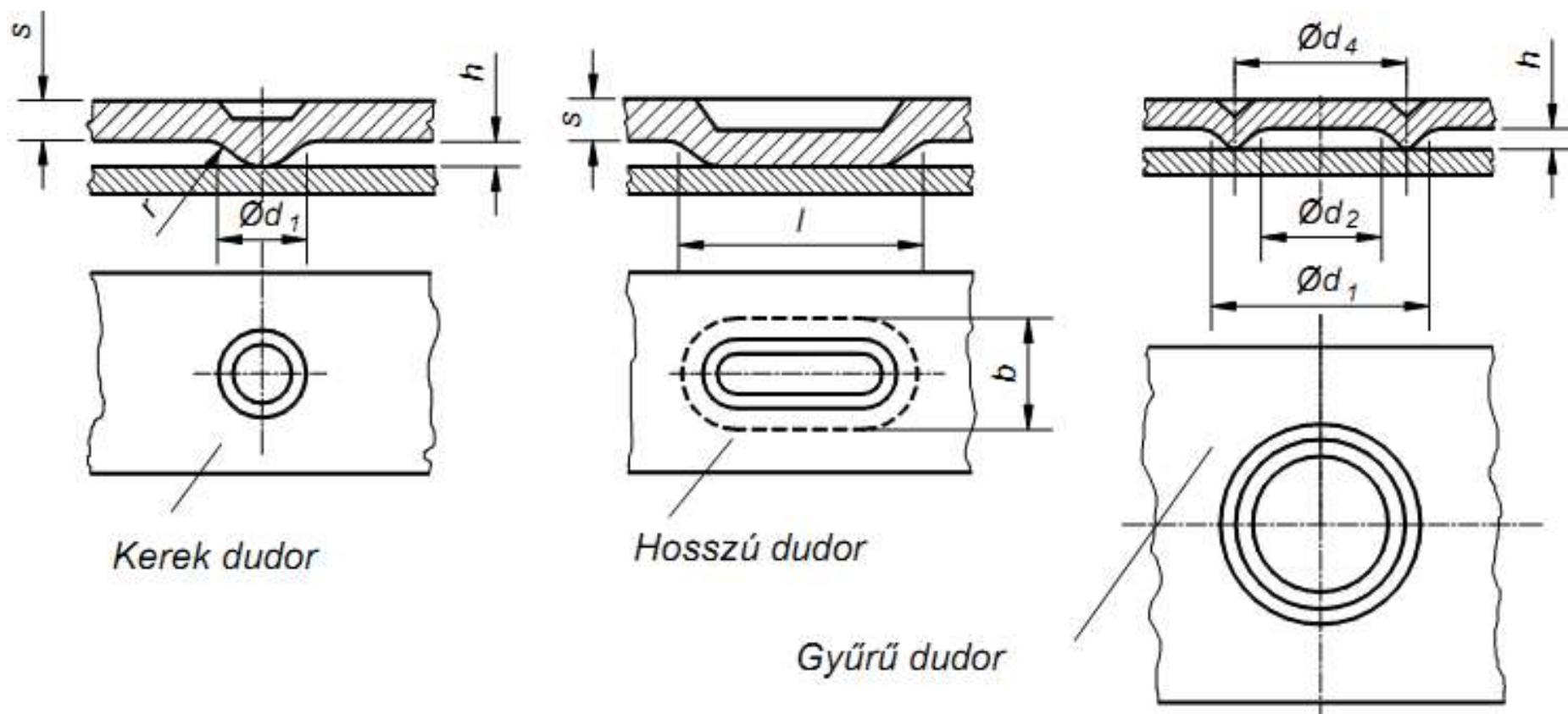


ponthegezés

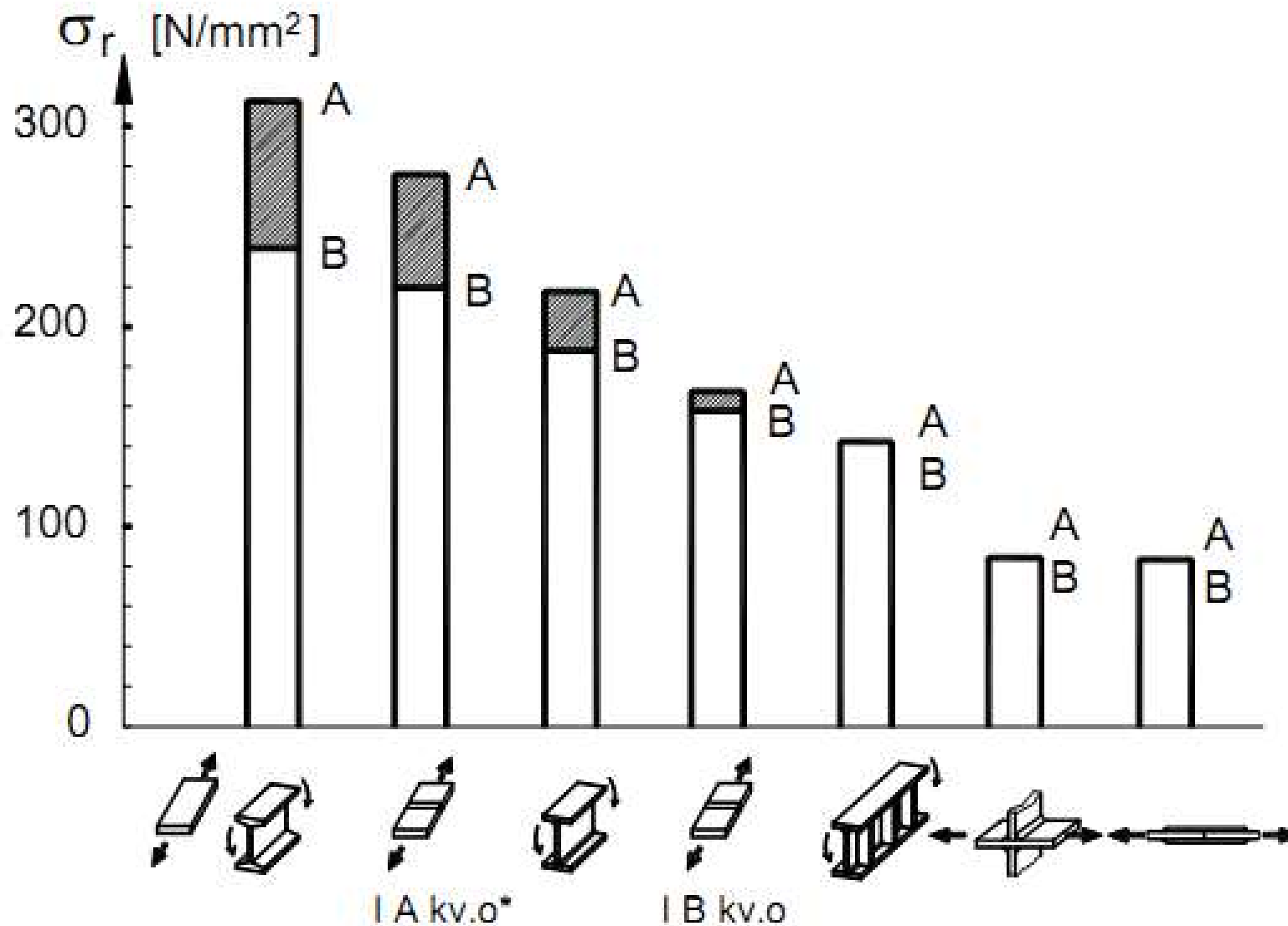


vonávarrat

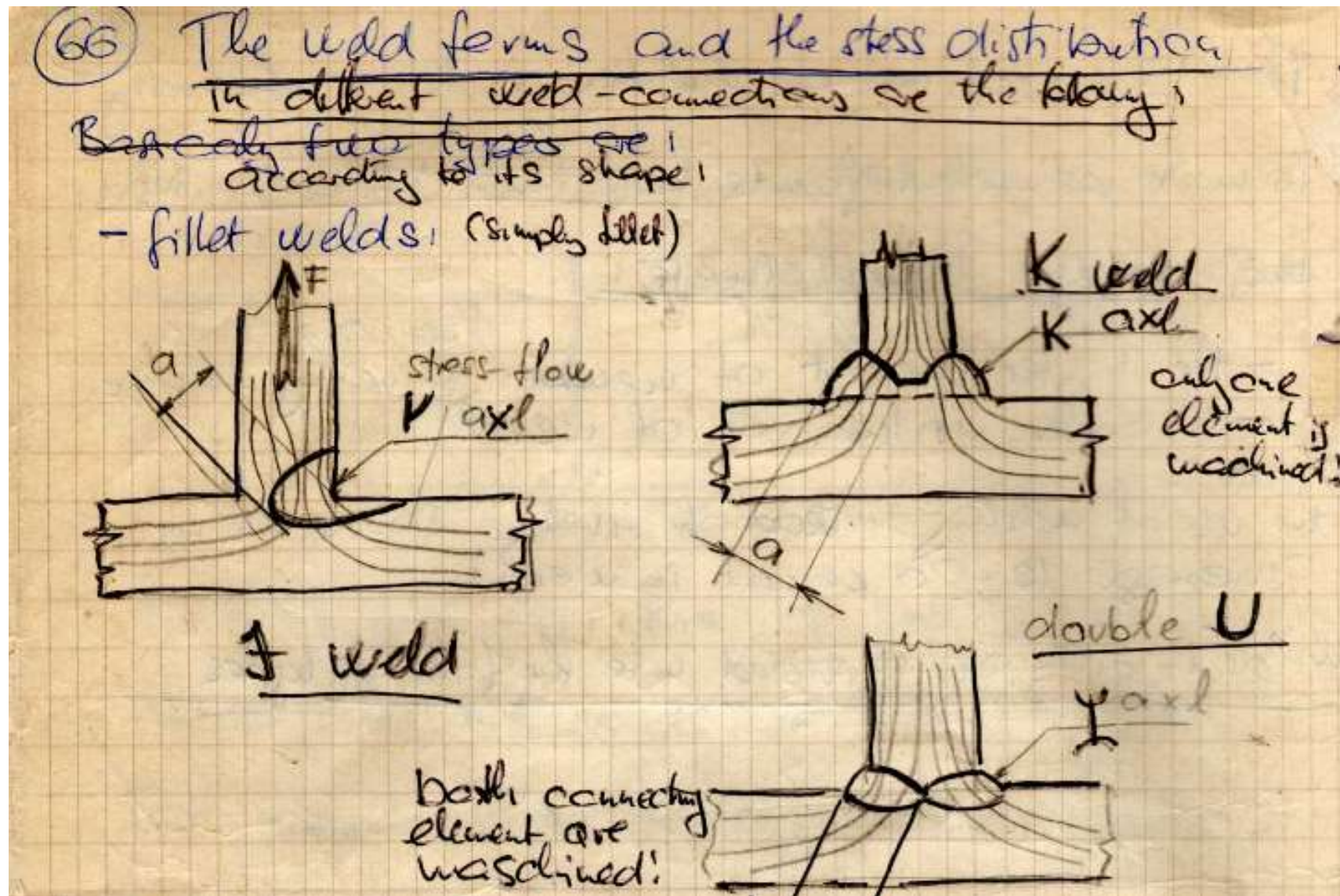
Dudor sajtoló ellenállás hegesztés lemezgeometriája



Nagyszilárdságú (A-val jelölve) és közepes szilárdságú acél (B) kifáradási lüktető szilárdsága különböző típusú hegesztett kötésnél

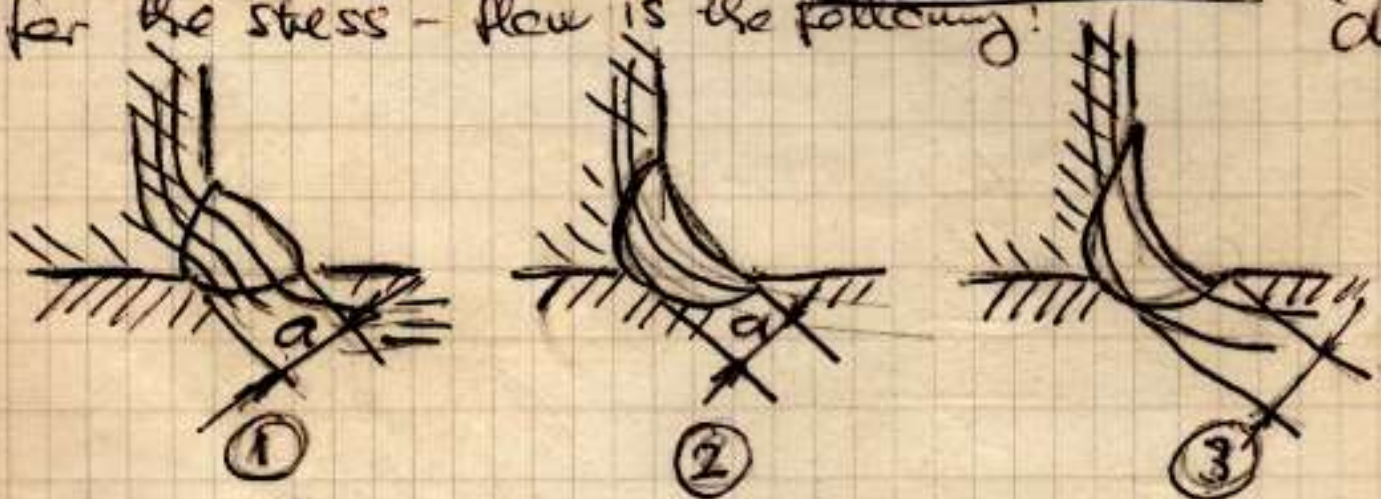


A varrat alakjának feszültség eloszlásra gyakorolt hatása



The changes in the direction of stress (force) flow represents a stress concentration, represents the weld quality

The influence of the weld-shape (for stress distribution) for the stress-flow is the following!



Hegesztési varrat méretezésének alapjai

There is a measuring which is characterise a weld: there is : the throat (a) (measuring)

The throat (a) of a weld is determined in function of the plate thickness (as a function of plate thickness)

in case of!
but adds:
added; but;
with root
add.

Diagram illustrating the symbol for a root side weld:

the symbol: upper side

root side

with root weld

$V_2 = \alpha$

V_1

$V_{\alpha \times l}$

↓ 88, 09, 05,

added; but,
9 with root
add.

↓ the upper surface of wdd

↗ the opposite is the root surface of wdd

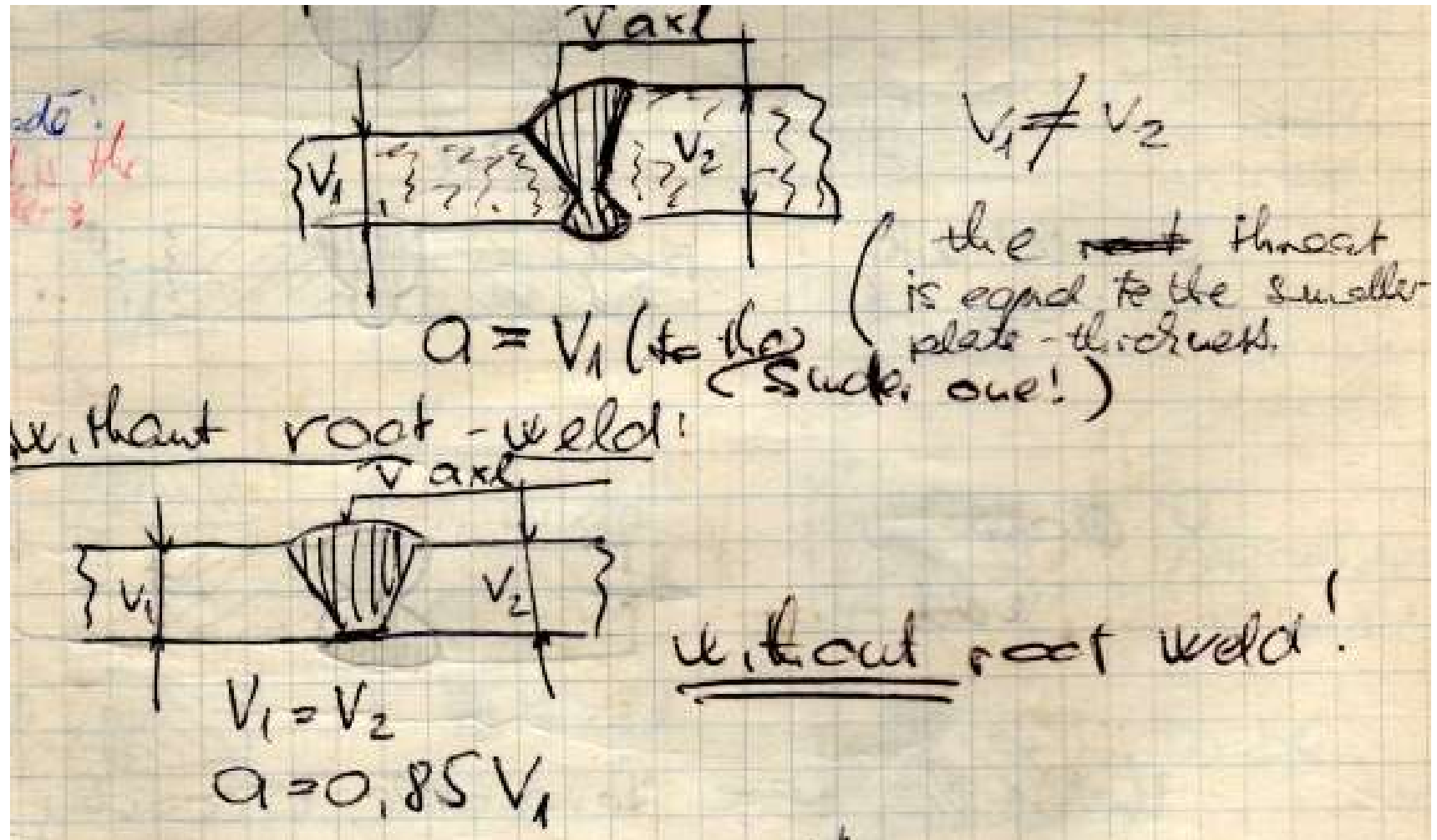
$$\overline{Vaxl}$$

the line from

$$l: 1 \Rightarrow$$
$$l_u = (l - 2a)$$

because of
burning red.
at the ends
DIP

with backing Strip



For tension and compression:

$$\sigma_u = \frac{F}{\sum a \cdot l} \quad A_w$$

in weld

a = characteristic width (throat)
 l = characteristic length.

For shear

$$\tau_w = \frac{F}{\sum a \cdot l}$$

where $l = l_w - 2a$
 and $a \cdot l = A_w$

For bending and twist

$$\sigma_h = \frac{M}{W_b}$$

$$\tau_t = \frac{T}{W_t}$$

(moment of second degree)

polar moment of inertia.

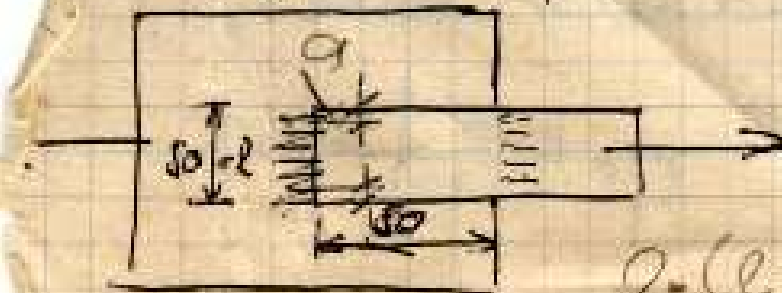
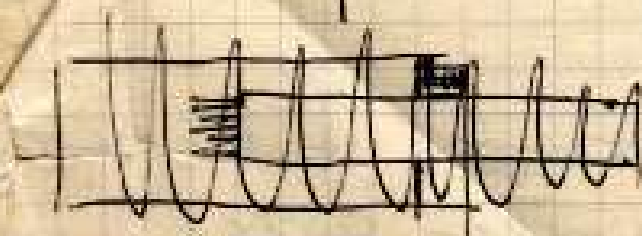
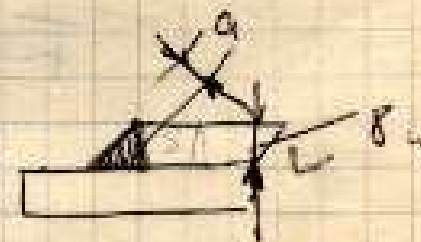
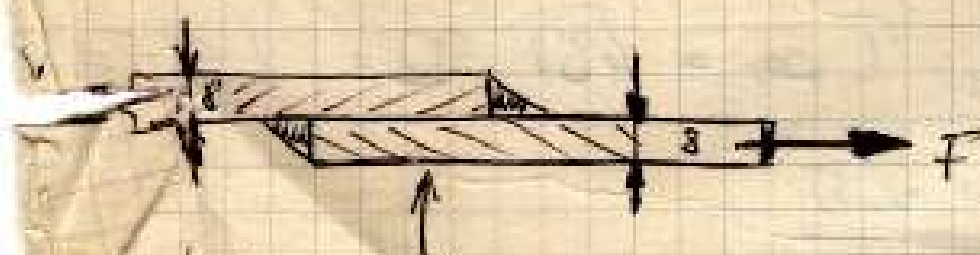
↓ 8009.02 where W_b and W_t for a tube!

↓ Bending moment

↓ polar moment.

Examples:

Calculate the ~~transmissible load~~ ^{transmissible load} in the following cases



$$A_w = ?$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 = 5,65$$

$$A_w = \overbrace{(50 - 2 \times 5,65)}^{l_w} \cdot 2 \times \overbrace{5,65}^{a}$$

$$2 \cdot (l - 2a) \cdot a$$

$$= 137 \text{ mm}^2$$

upper and
lower side of
bolt.

$$\tau_{\text{per}} = \frac{F}{A_w} \Rightarrow F = \tau_{\text{per}} \cdot A_w$$

The permissible stresses:

in static case: safety factor $n = 1,3 \dots 1,6$

in dynamic — : safety factor $n = 2 \dots 3$

After it, a reducing factor, which depends on the weld quality:

$\gamma = 0,6 \dots 1$ for normal (σ)
 $\gamma = 0,5 \dots 0,65$ for shear (τ)

So! the permissible stress, when the limit stress ^{stresses} the $R_{eH} = 240 \text{ MPa}$ $\gamma = 1$

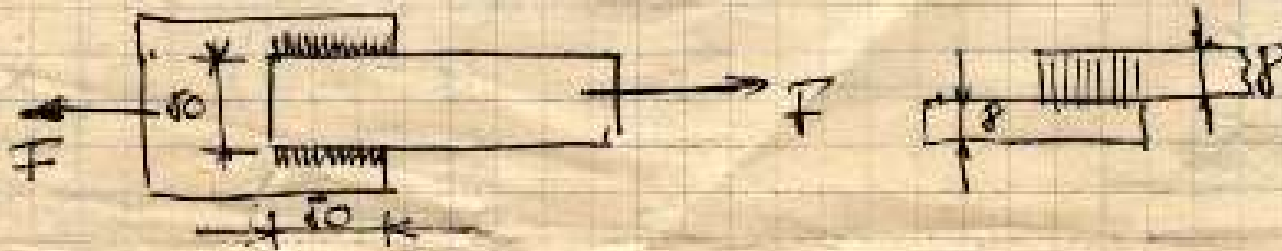
$$\sigma_{\text{per}} = \frac{R_{eH}}{n} = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{per}} = 0,57 \sigma_{\text{per}} = 92 \text{ MPa}$$

The transmissible load! when $\nu = 1$

$$F = A_v \cdot \tau_{per} = 437.92 = 40.200 \text{ N} \\ = \underline{\underline{40 \text{ kN}}}$$

✓ Calculate the previous example, if the welding seam is at the perpendicular side!



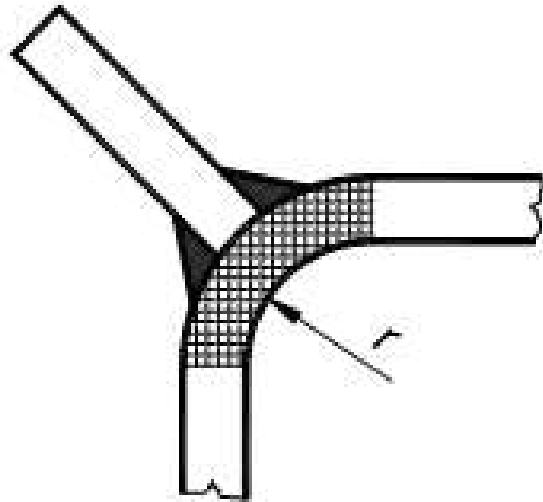
Calculate the welding area!

$$A_v = (l - 2a) a = \\ = (50 - 2 \times 5.65) \cdot 5.65 \text{ (2)} = 437 \text{ mm}^2$$

two welding seam

from these point the calculations the same, because the loading conditions / and the stresses / are the same.

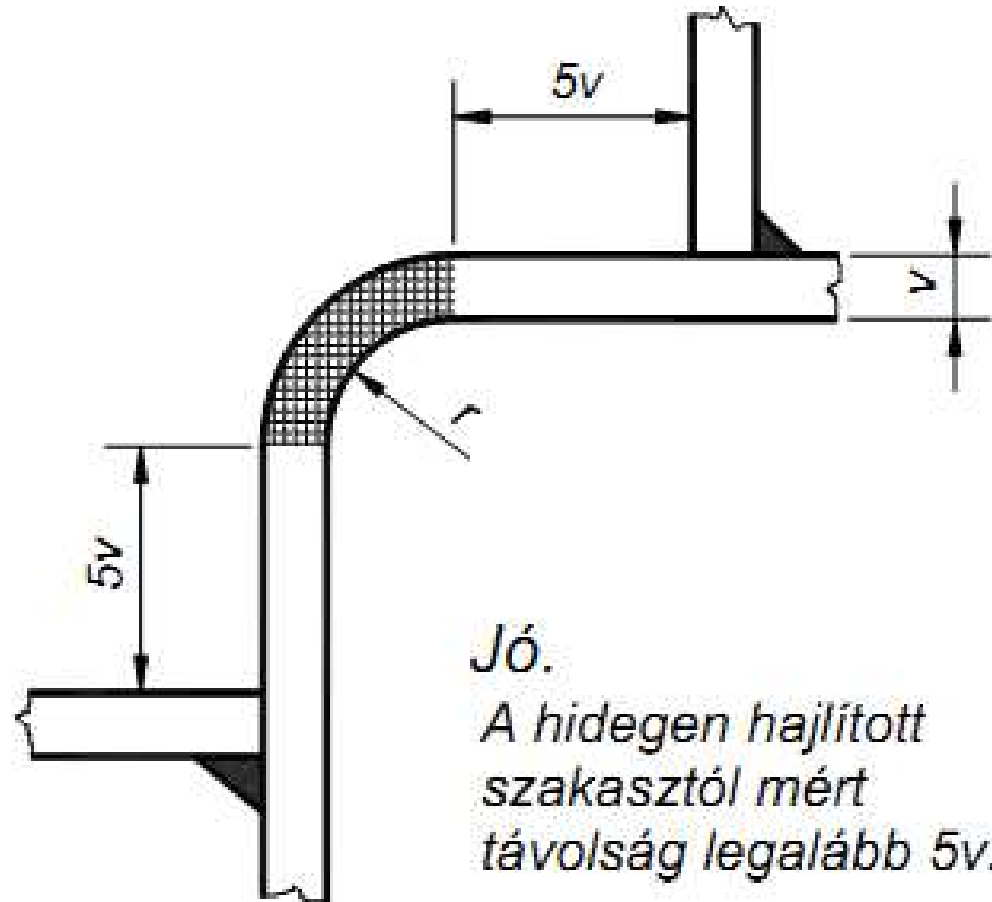
Példák hegesztett kötések kialakítására



Hibás!

A hidegen hajlított szakaszon nem lehet hegesztési varrat.

*Feszültségek
szuperpozíciójának elve*



Jó.

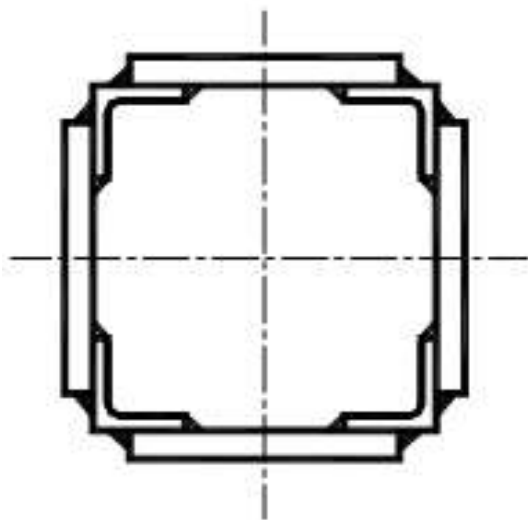
*A hidegen hajlított
szakasztól mért
távolság legalább 5v.*

*De Saint-Venant el:
Zavarások hatásának
kiterjedése/mértéke*

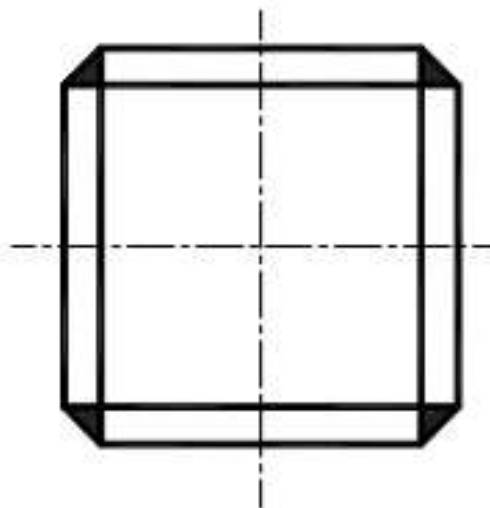
Konstrukciós irányelvek varratok kialakításához

Hegesztési varratok számának minimalizálása

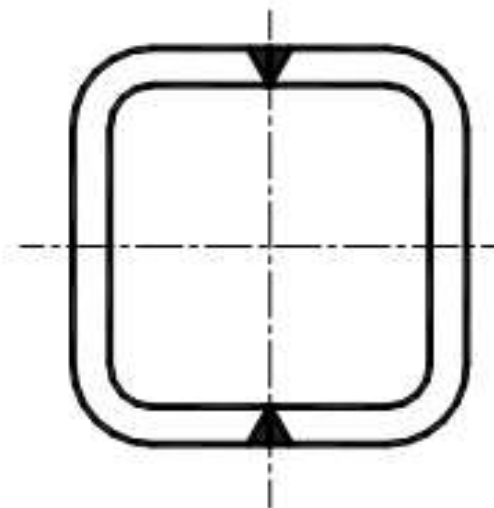
Rossz



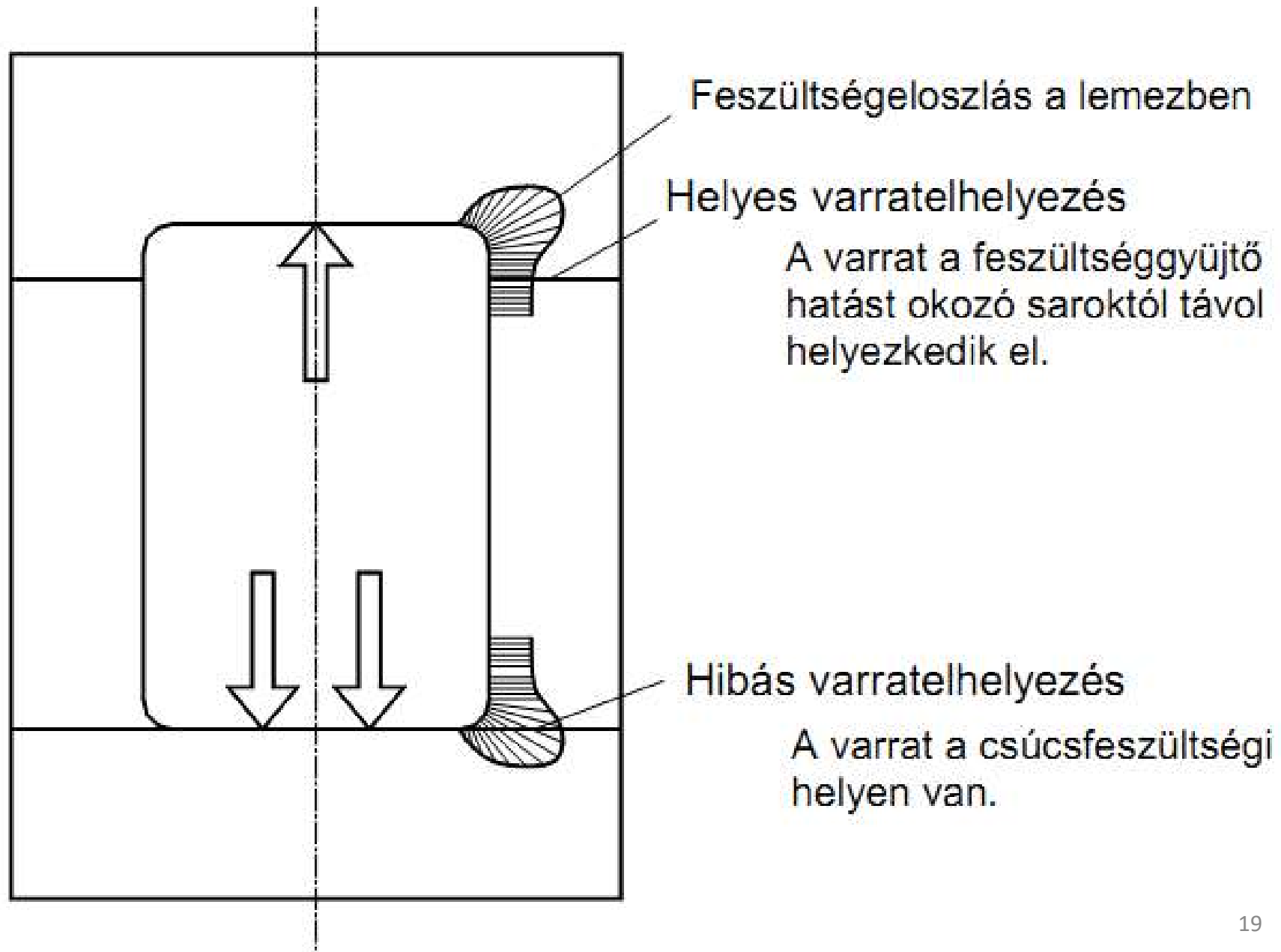
Megfelelő



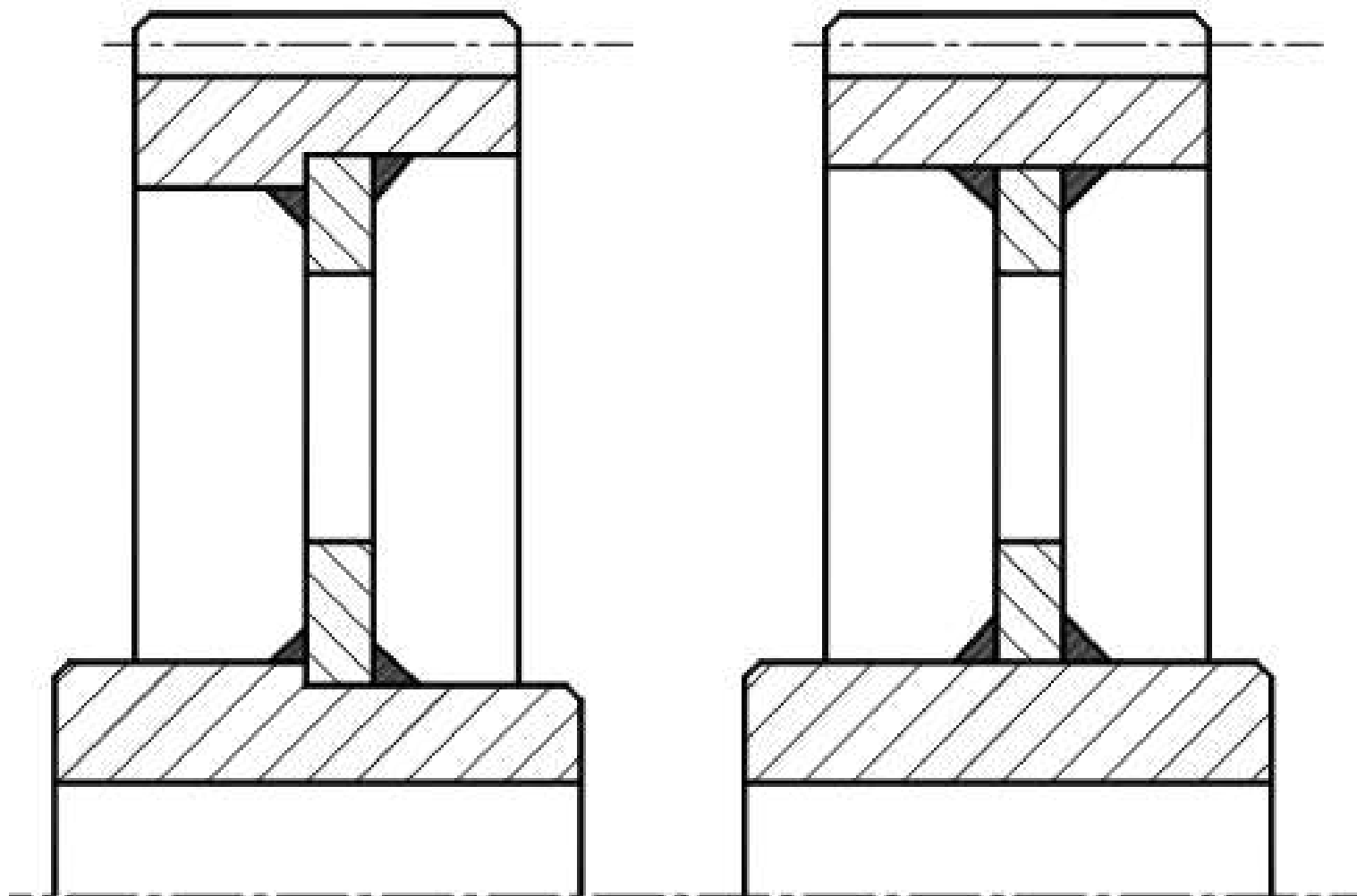
Jó



Hegesztési varratok elhelyezési szempontjai



Központosítás (pozícionálás), vezetés

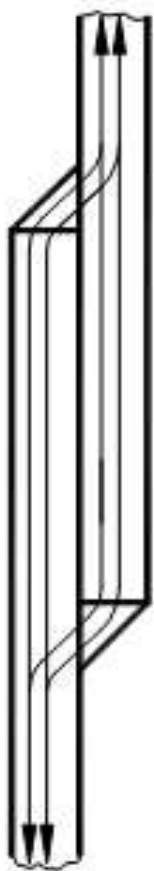


Ütköző felülettel

Hegesztő készülékkel

Csatlakozó felületek illesztve, tűrésezve

Zavartalan erőfolyam megvalósítása



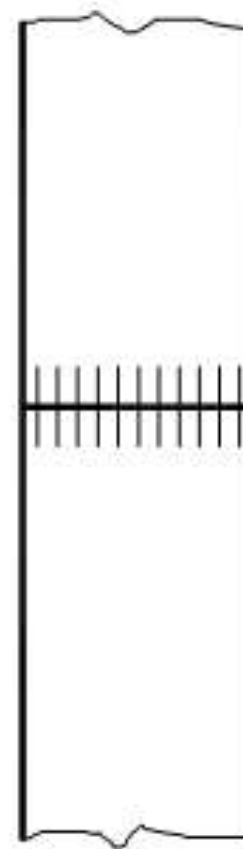
Átlapolt
kötés



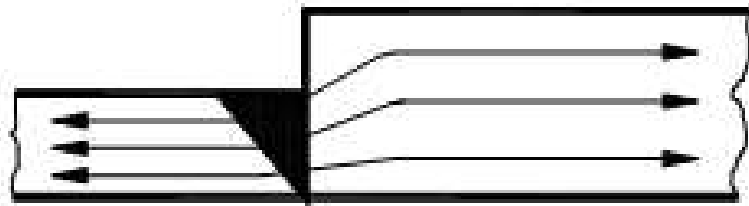
Hevederes
kötés



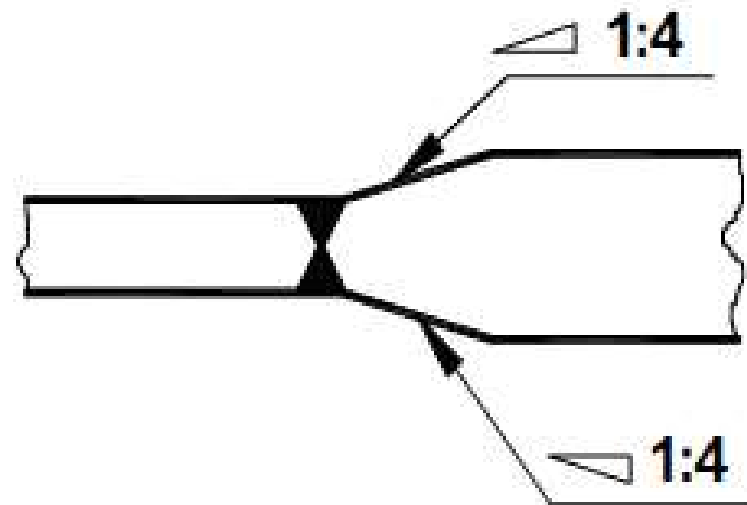
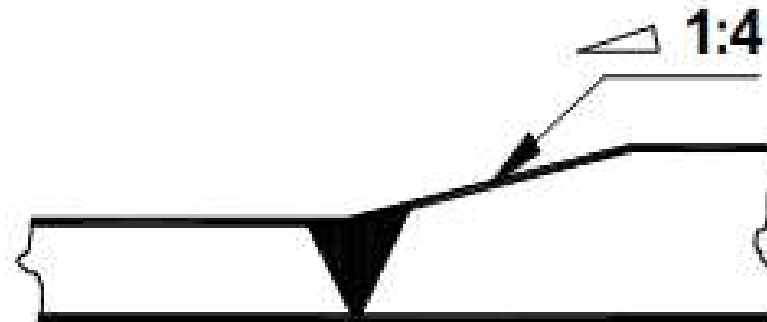
Tompavarrat



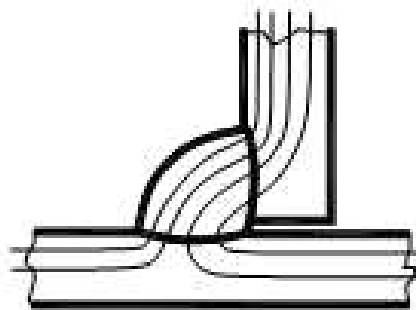
Tompa varratok kialakításai



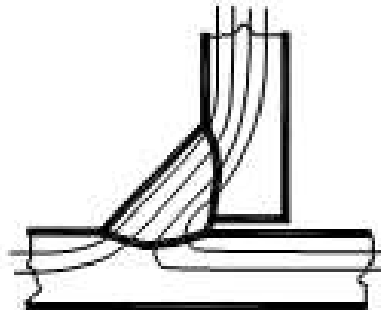
Kerülendő megoldás:
erőfolyam megtörése, valamint
keresztmetszet változása miatt



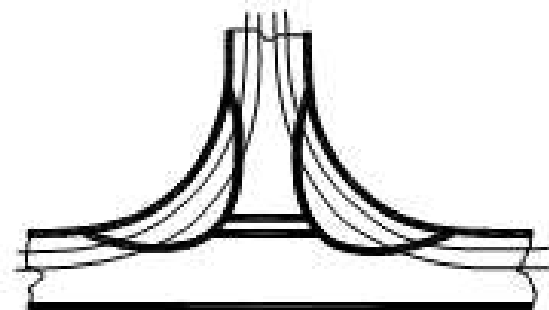
Sarokvarrat kialakítása az erőfolyamra tekintettel



Rossz

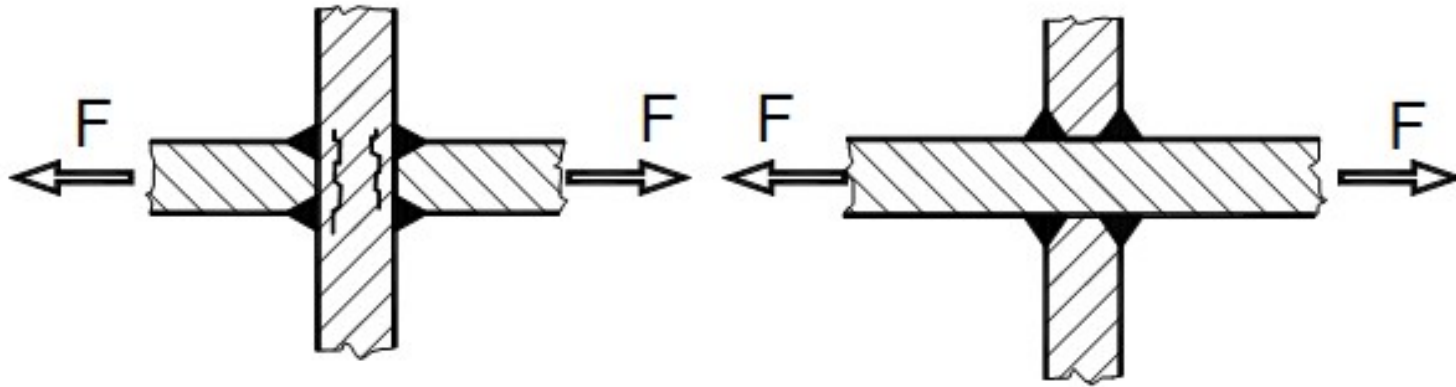


Elfogadható

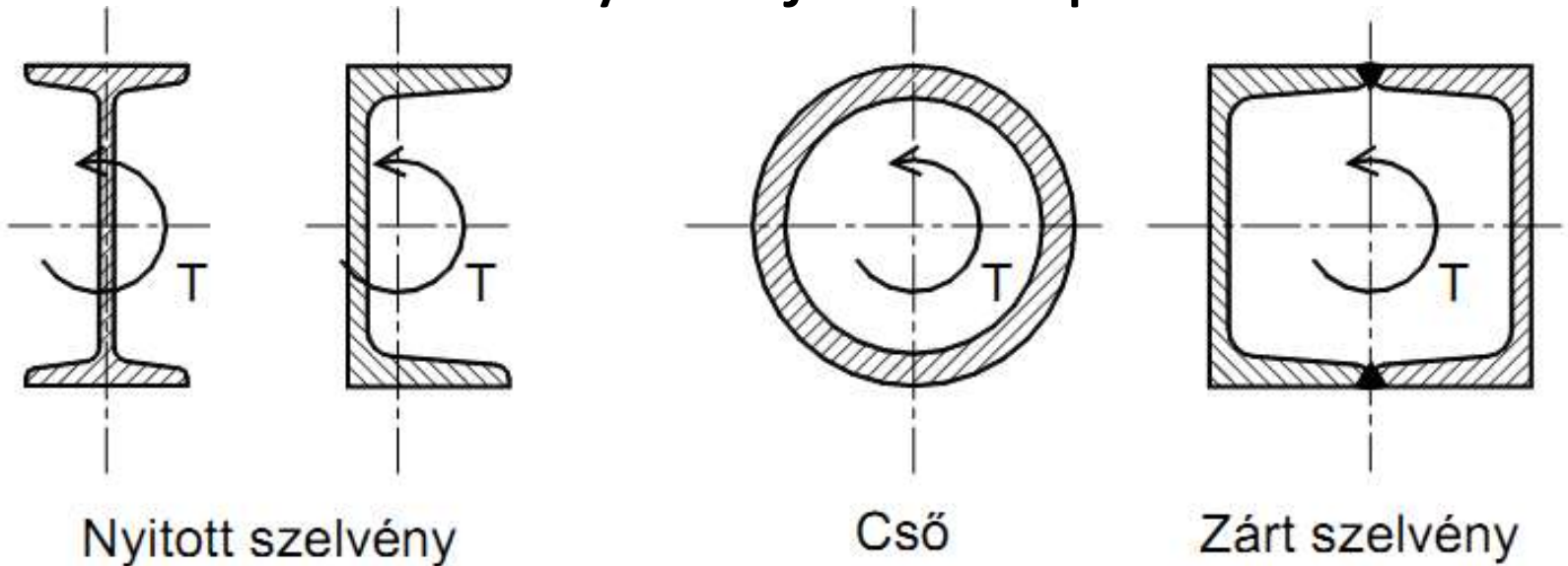


Jó

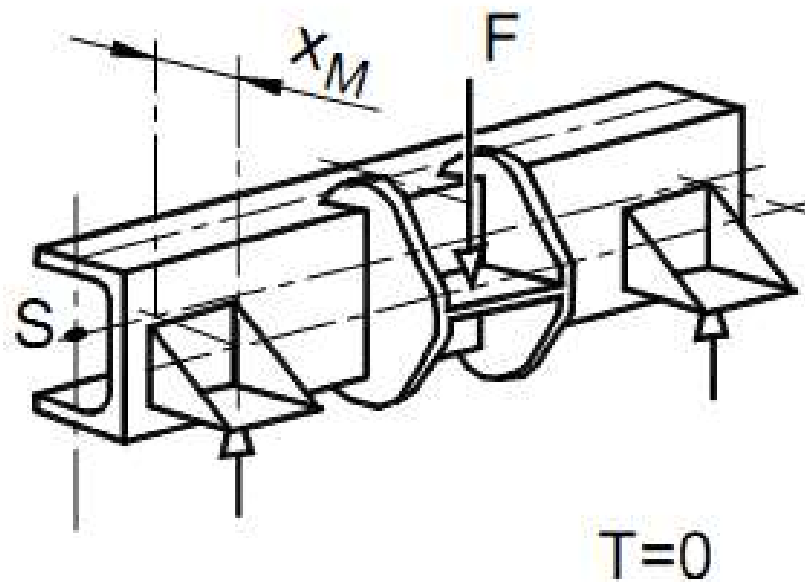
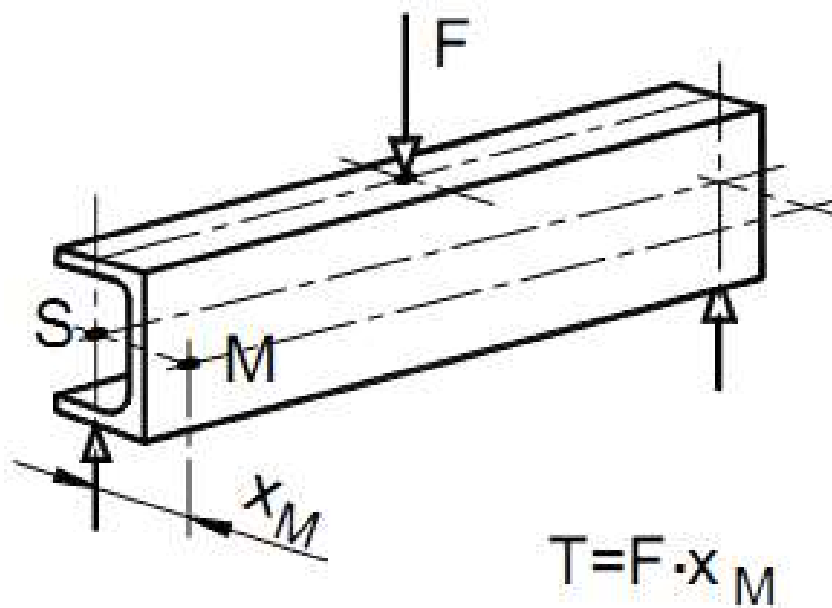
Külső erő által keltett **húzófeszültség** hatása a varrat elhelyezésére



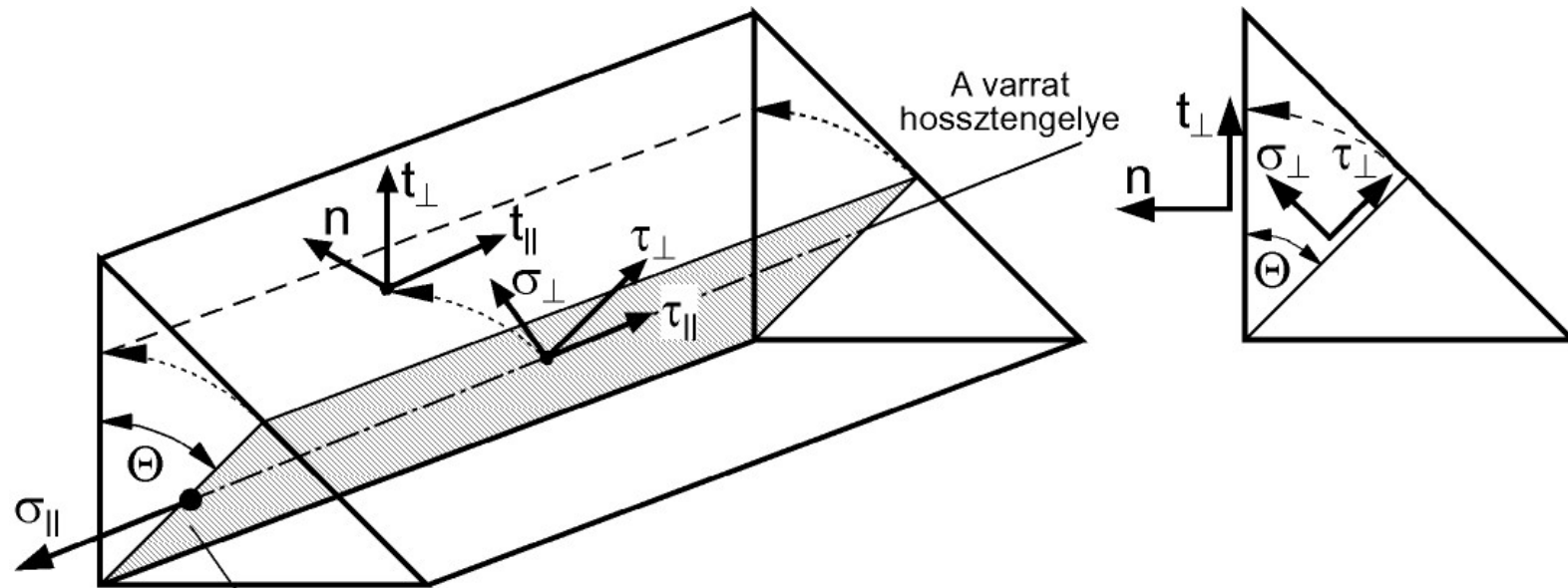
Csavaró igénybevétel
és a szelvény alakjának kapcsolata



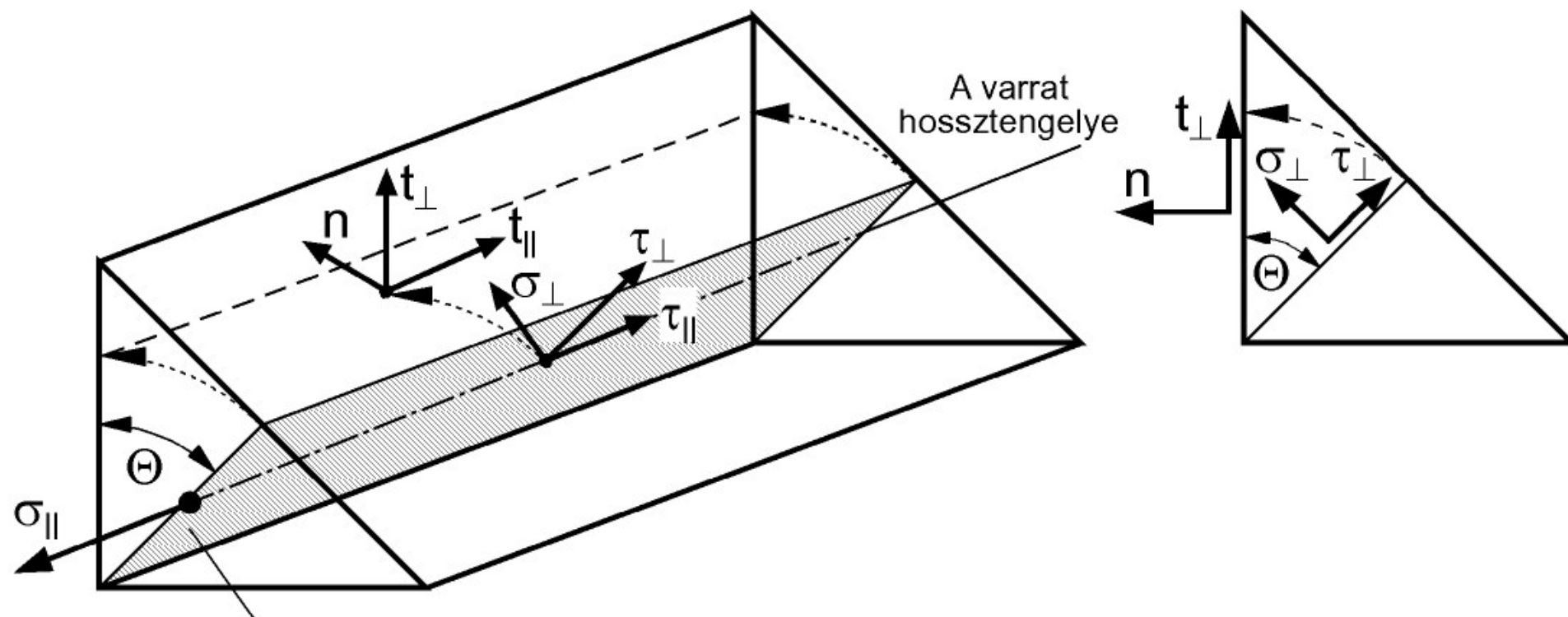
Aszimmetrikusan hajlított (csavarásra igénybevett) szelvény terhelése



A feszültség-komponensek értelmezése az ISO TC 44 szerint



- $A = a \cdot l_h$ - a kritikus varratkeresztmetszet;
 a - gyökméret;
 l_h - hasznos varrathossz;
 $s_{||}$ - a varrat hossz tengelyére merőleges homlokfelületen ébredő normálfeszültség;
 $s_{\perp}, t_{\perp}, t_{||}$ - a kritikus varratkeresztmetszetben ébredő **belső** feszültségkomponensek;
 $n, t_{\perp}, t_{||}$ - a **külső** igénybevételből a varrat oldalfelületén a kritikus keresztmetszetre vonatkoztatott külső feszültségkomponensek;
 θ - a külső és belső feszültségkomponensek síkjainak egymással bezárt szöge.



A külső és belső feszültségkomponensek közötti összefüggések fenti ábra alapján:

$$s_{\perp} = n \cdot \cos \varphi + t \cdot \sin \varphi; \quad t_{\perp} = -n \cdot \sin \varphi + t_{+} \cdot \cos \varphi; \quad t_{||} = t_{||}.$$

(derékszögű sarokvarrat esetén $\sin \theta = \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$)

A belső feszültségkomponensekkel a kritikus varratkeresztmetszetben ébredő összehasonlító (redukált) feszültség általános alakja:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{||}^2 + k \left[\sigma_{\perp}^2 + \lambda (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2) \right]}$$

A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) a nagyszámú kísérleti eredményei alapján az összefüggés egyszerűsítését javasolja, mivel:

$s_{||} \cong 0$; valamint az állandókra nézve azt találták, hogy $k=1$ és $\lambda=1.8$; így a redukált feszültség összefüggése:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1.8 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)}$$

Méretezés statikus igénybevételre

A méretezés során a mértékadó redukált varratfeszültséget kell az alapanyagra megengedett húzófeszültséggel összehasonlítani:

$$\sigma_{\text{red max}} \leq \sigma_{\text{hmeg}}; \text{ ill. } S = \frac{\sigma_{\text{hmeg}}}{\sigma_{\text{red max}}}$$

Tisztán nyírt varratok esetében lehetőség van a legnagyobb nyírófeszültségre méretezni:

$$\tau_{\text{max}} \leq \tau_{\text{meg}}; \text{ ill. } S = \frac{\tau_{\text{meg}}}{\tau_{\text{max}}}$$

Az alapanyagra vonatkozó megengedett feszültségek a DIN 4100, a DIN 15018 és a DV 952 német szabványok szerint: Fe 235 →

$s_{\text{hmeg}} = 160 \dots 180 \text{ N/mm}^2$; Fe 355C → $s_{\text{hmeg}} = 240 \dots 270 \text{ N/mm}^2$;

A hegeszthető acélokra általában $s_{\text{meg}} = R_{\text{eH}}/1.3$, mindkét acélra: .

A statikus biztonsági tényező értéke legalább 1.5...2 kell, hogy legyen.

Méretezés változó igénybevétel esetén, végtelen élettartamra

A hegesztett kötések kifáradásra történő ellenőrzésére különböző nemzeti szabványok és előírások találhatók. Mi a továbbiakban a DIN 15018 szabványban ismertetett alapelveket alkalmazzuk. A szabvány értelmében a kiszámított feszültségeket itt is megengedett feszültségekkel kell össze hasonlítani.

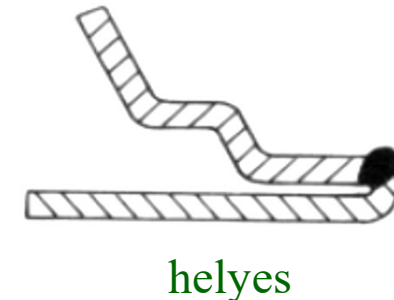
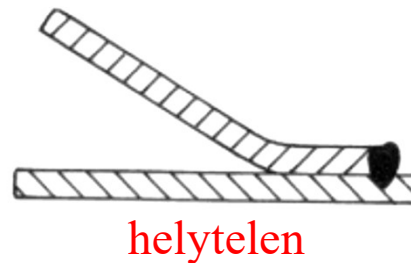
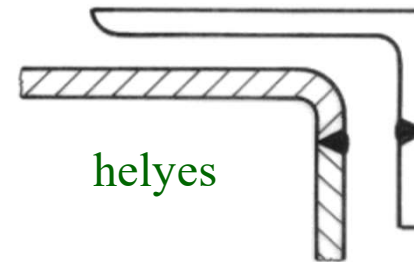
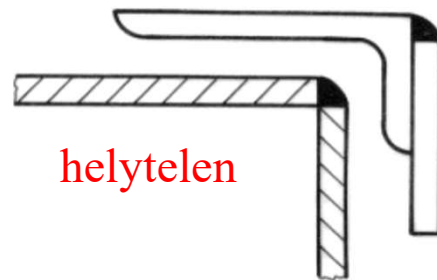
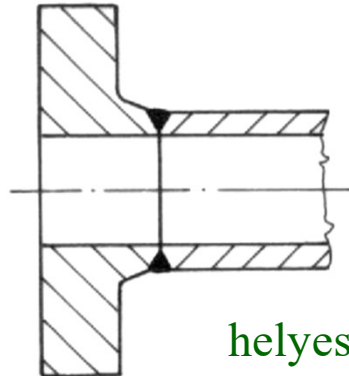
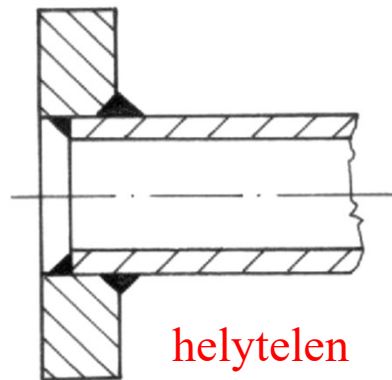
A megengedett feszültség meghatározásához a méretezendő varratot — alakja és kiviteli minősége szerint — ún. "bemetszési eset" szerinti csoportba kell sorolni, ami gyakorlatilag a varrat feszültséggyűjtő hatásának megállapítását jelenti.

A DIN 15018 szabvány az alábbi öt fokozatot állapítja meg:

- K0 - csekély feszültséggyűjtő hatás;
- K1 - mérsékelt feszültséggyűjtő hatás;
- K2 - közepes feszültséggyűjtő hatás;
- K3 - erős feszültséggyűjtő hatás;
- K4 - különlegesen erős feszültséggyűjtő hatás.

A hegesztett alkatrész kialakításának legfontosabb szempontjai:

- a hegesztett varrat által okozott feszültséggyűjtő hatás csökkentése:
 - sarokvarrat helyett tompavarrat alkalmazásával



- egyoldali tompahegesztés helyett kétoldali, vagy gyökhegesztett varratok alkalmazásával:



helytelen



helyes



- lemunkálatlan varrat helyett lemunkált varrat alkalmazásával:



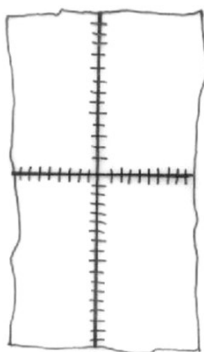
helytelen



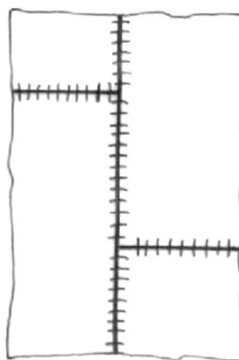
helyes



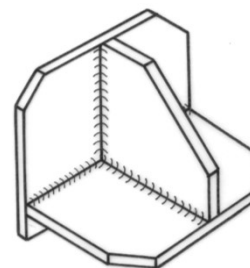
- varratok találkozásának elkerülésével:



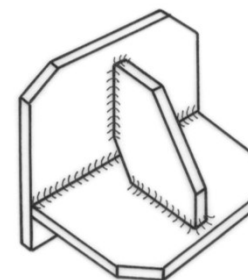
helytelen



helyes



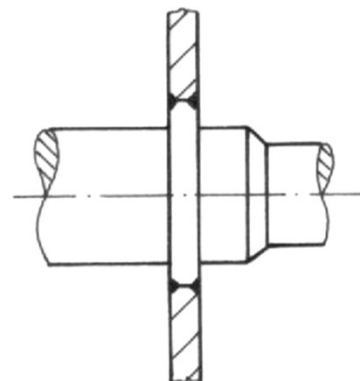
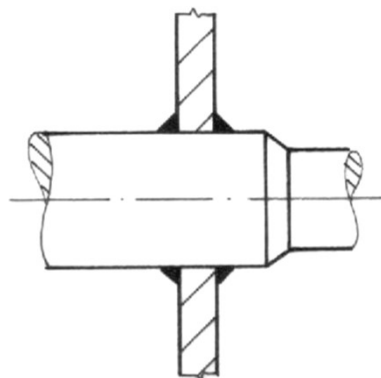
helytelen



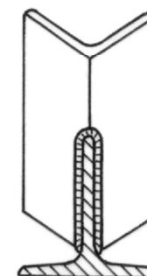
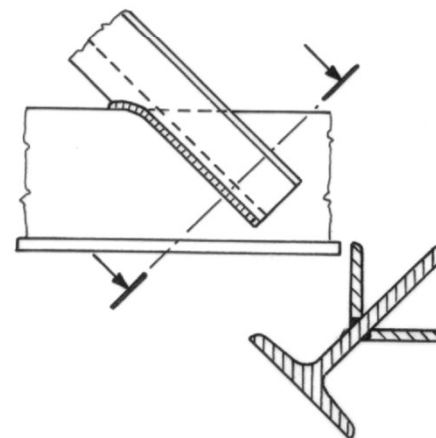
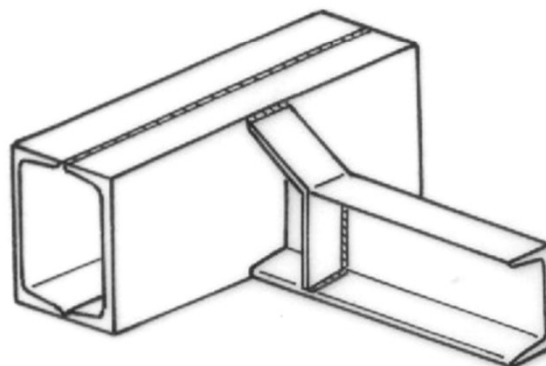
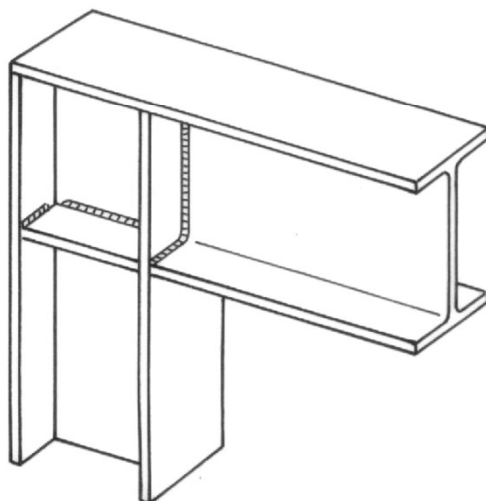
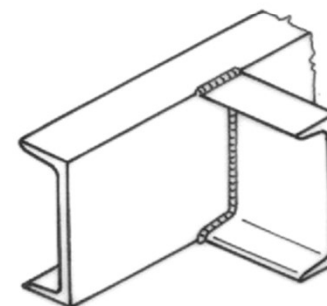
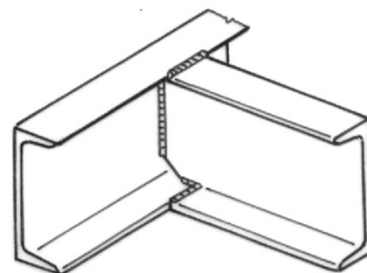
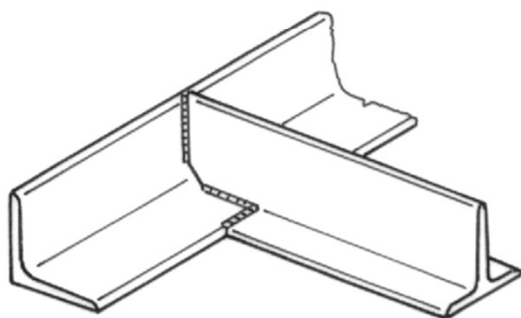
helyes

- a hegesztett varrat igénybevételének csökkentése:
 - a varrat minél kisebb igénybevételű keresztmetszetbe kerüljön:

helytelen

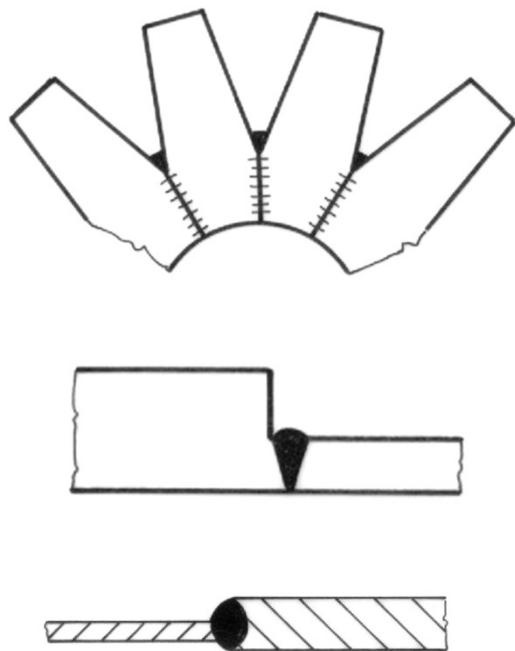


helyes(ebb)

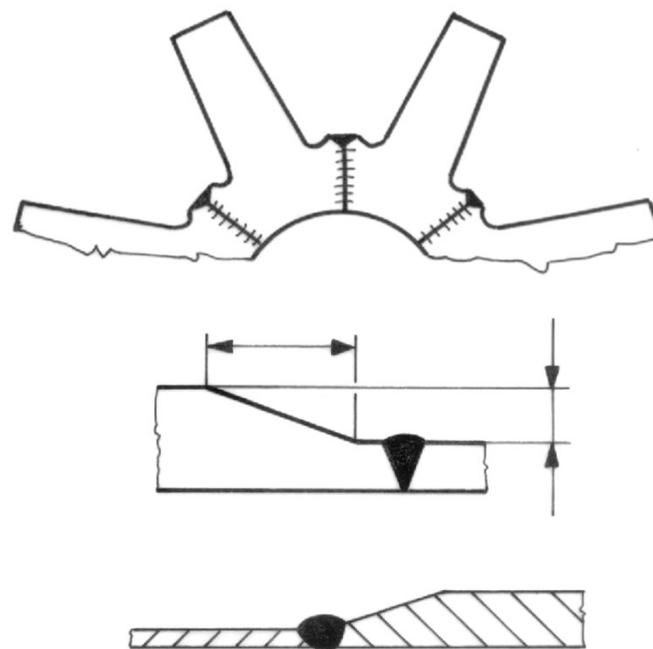


- a koncentrált hőbevitel ne okozzon egyenetlen hőtágulást és ennek következtében a lehűlés során vetemedést, ami kedvezőtlen esetben a hegesztett alkatrész törésével is végződhet:

helytelen

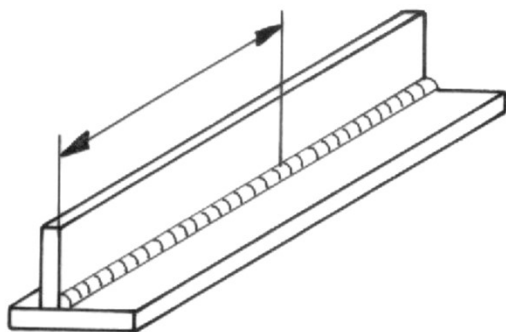


helyes

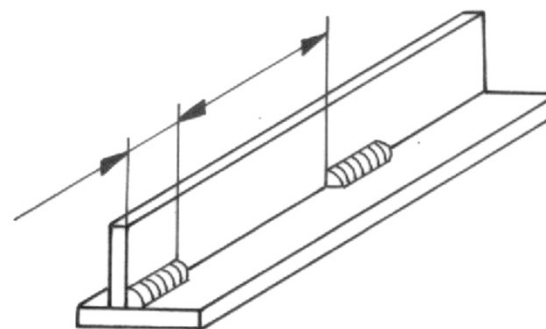


A hosszú egyirányú varrat helyett célszerű szakaszos varratot alkalmazni:

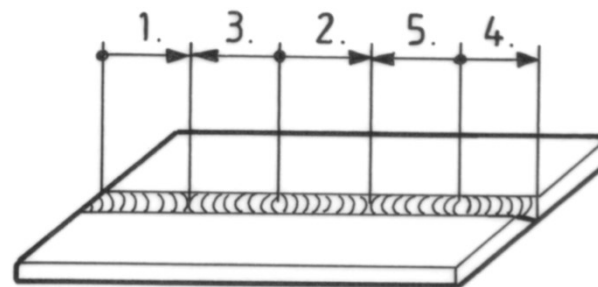
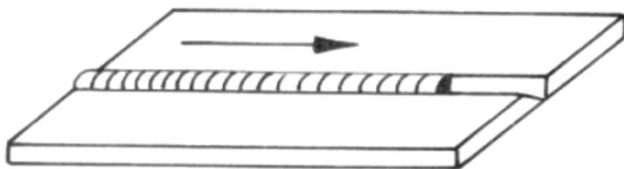
helytelen



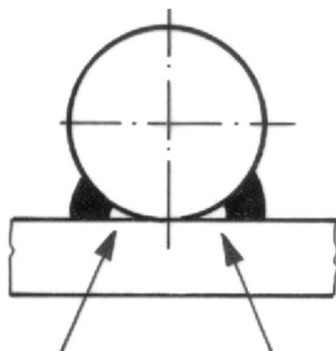
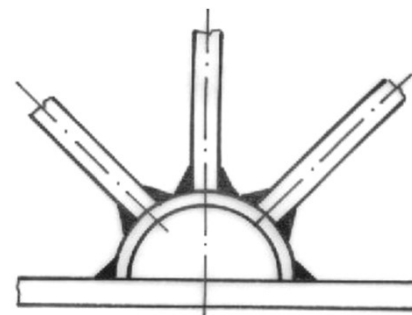
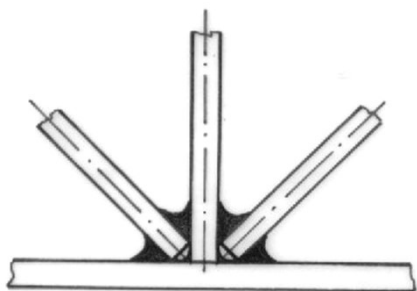
helyes



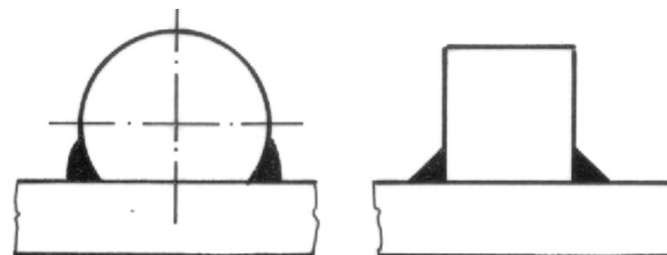
Amennyiben a folytonos hosszvarrat alkalmazása elkerülhetetlen (pl. dinamikus igénybevétel esetén, vagy a tömör zárás érdekében), akkor *szakaszosan folytonos* varratképzést kell előírni:



- a hegesztendő elemek pozicionálása:

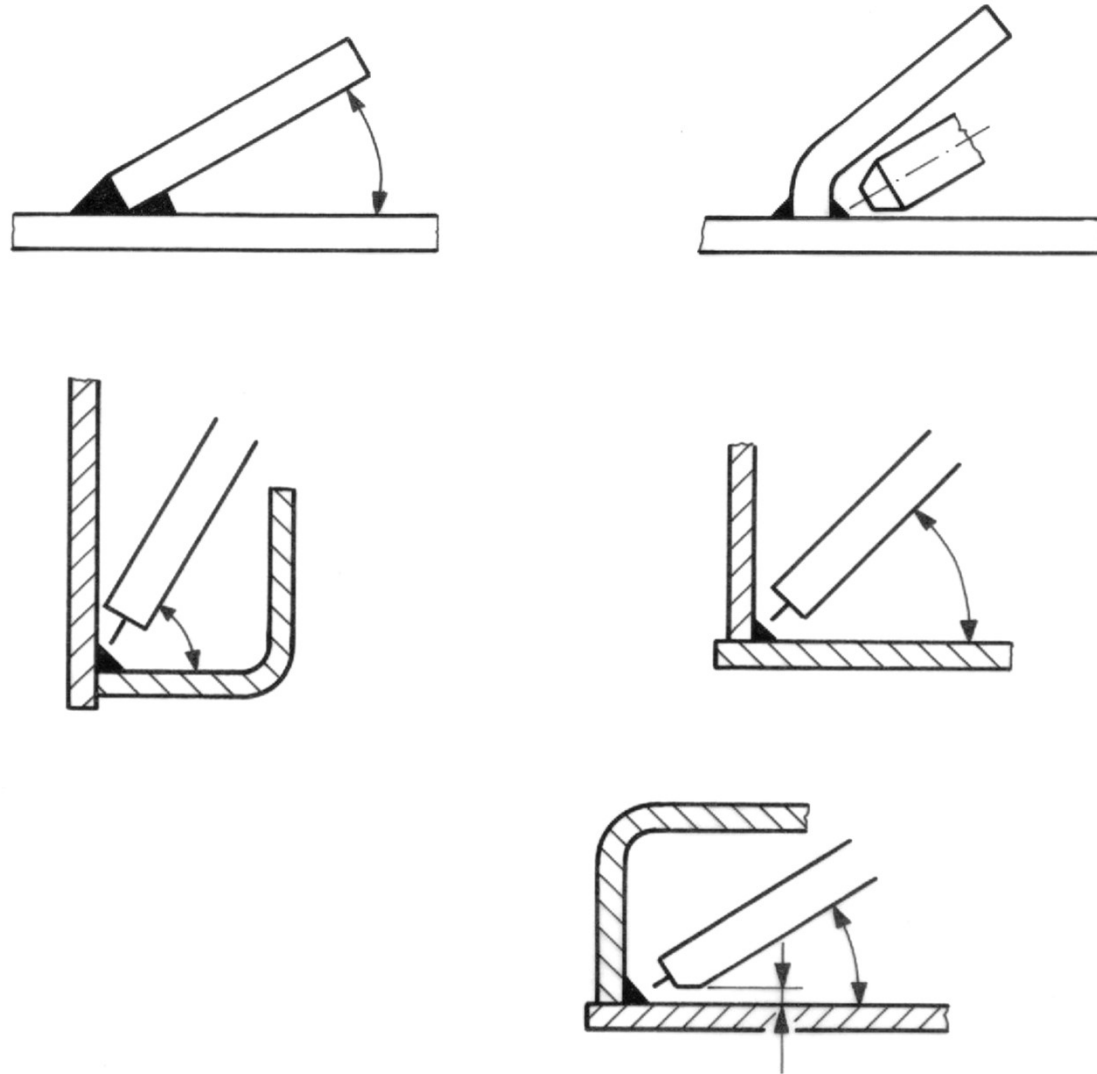


helytelen



helyes

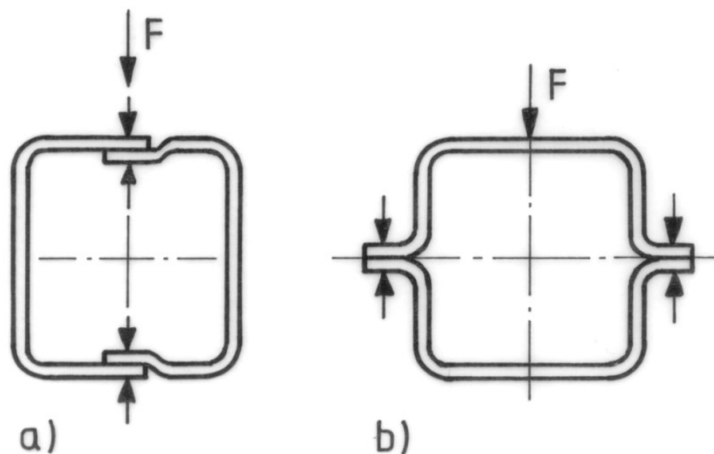
A hegesztett kötések tervezésénél a fentieken kívül figyelemmel kell lennünk az elektródával való hozzáférésre, azaz a kivitelezhetőségre, csakúgy, mint az elkészült varratok ellenőrizhetőségére is:



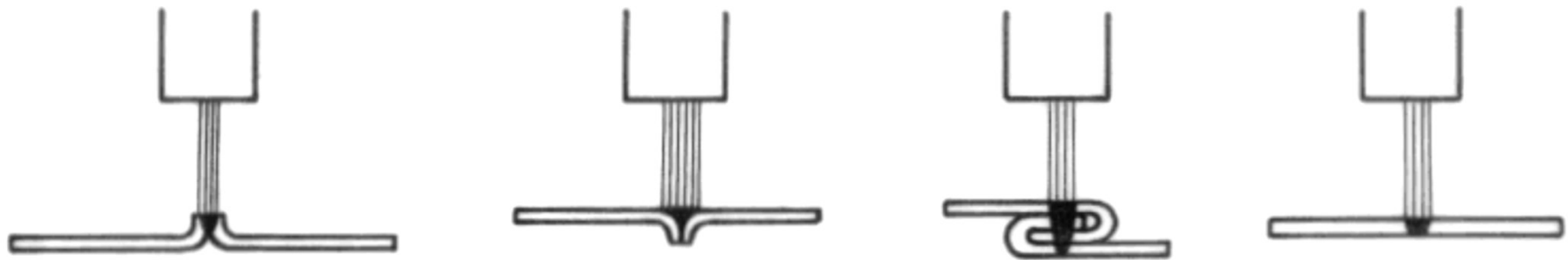
Lemezszerű alkatrészek esetén az olvasztó hegesztési eljárás helyett ***ellenálláshegesztést***, azaz pont-, vonal- és dudorhegesztési technológiákat célszerű alkalmazni.

Előnyök: - a koncentrált hőbevitel miatt az alkatrész vetemedése elhanyagolható,
- a hegesztendő felületek megolvadása miatt nincs szükség hozaganyagra,
- nincs látható ívképződés a hegesztés során.

Hátrányok: - a varrat kialakításához szükséges elektródanyomás miatt a felületen benyomódások maradnak vissza,
- csak átlapolt kötések lehetnek, ill. gyakorlatilag csak azonos vastagságú lemezanyagok esetében alkalmazhatók,
- az átlapolt kötés jellegéből adódóan a pont- és vonalhegesztett kötések korrózióra fokozottan érzékenyek.



Lemezanyagok *olvasztó tompa- és él-hegesztése* lézeres hegesztési technológiával:

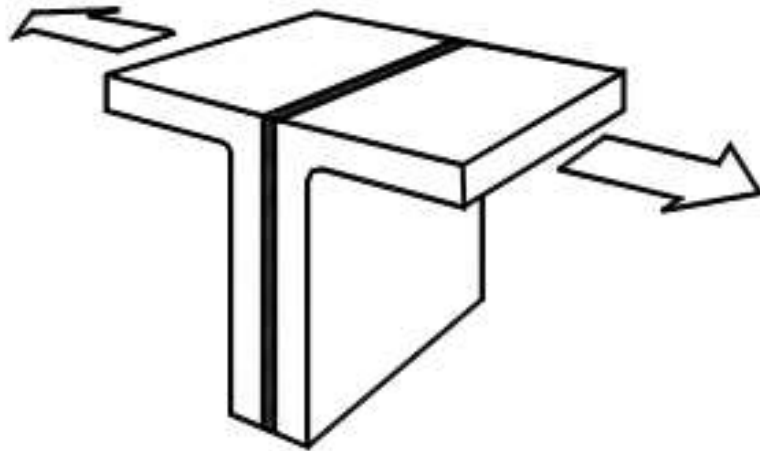


A hegesztett alkatrészben a lehűlés után **maradó-feszültségek** keletkeznek, amelyek általában az **alkatrész vetemedését** okozva épülnek le. A **maradó-feszültségek** üzem közben **vektoriálisan hozzáadódnak a mechanikai igénybevétel okozta feszültségkomponensekhez és az alkatrész törését okozhatják**. Amennyiben a hegesztett alkatrész várható igénybevétele időben változó, ill. nem kellőképpen ismert, célszerű az alkatrészt a hegesztés után **hőkezeléssel feszültség-mentesíteni**.

A hegesztéssel együtt járó vetemedések a tervezőt arra kötelezik, hogy a hegesztett alkatrész működő méreteit a hegesztés utáni forgácsolás előírásával biztosítsa. Hasonlóképpen hegesztés utáni forgácsolást kell előírni abban az esetben is, amikor a varrat szilárdságának növelése érdekében a varratot le kell munkálni.

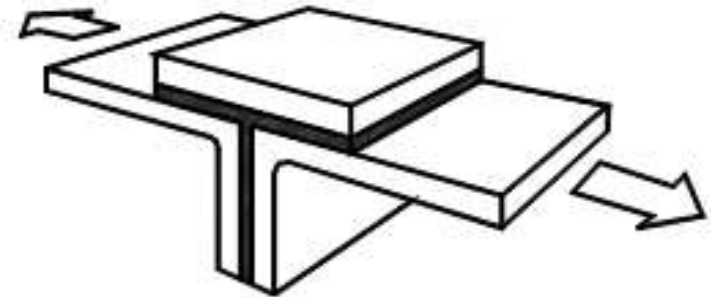
Ragasztott kötések kialakításai

Helytelen megoldás



Helytelen megoldás

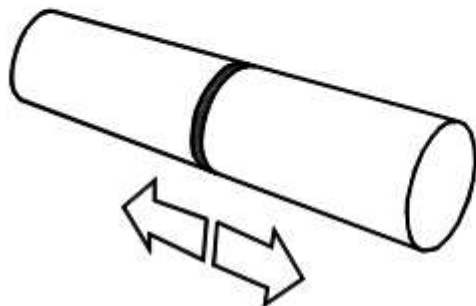
Megfelelő megoldás



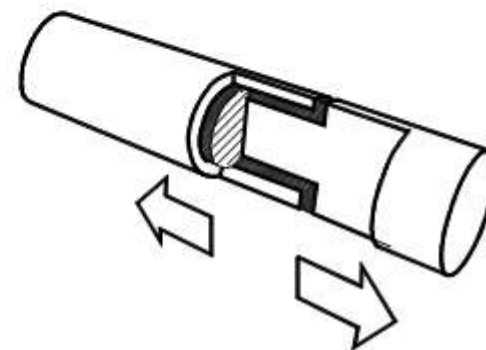
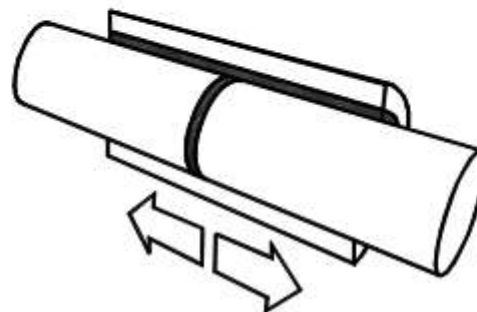
Megfelelő megoldás

A ragasztási felületet a lehető legnagyobbra kell növelni

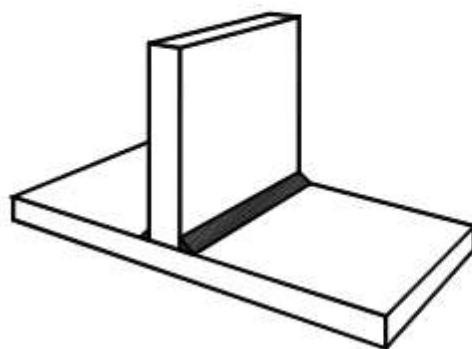
Rossz



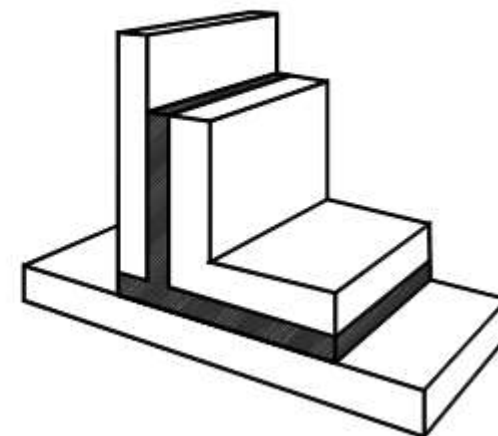
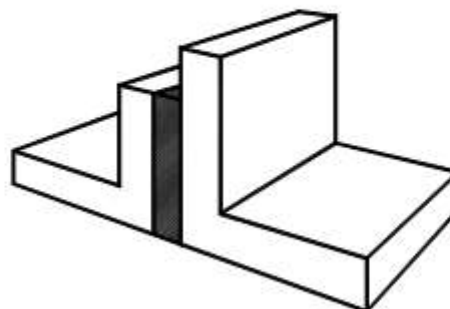
Lehetséges szerkezeti megoldások



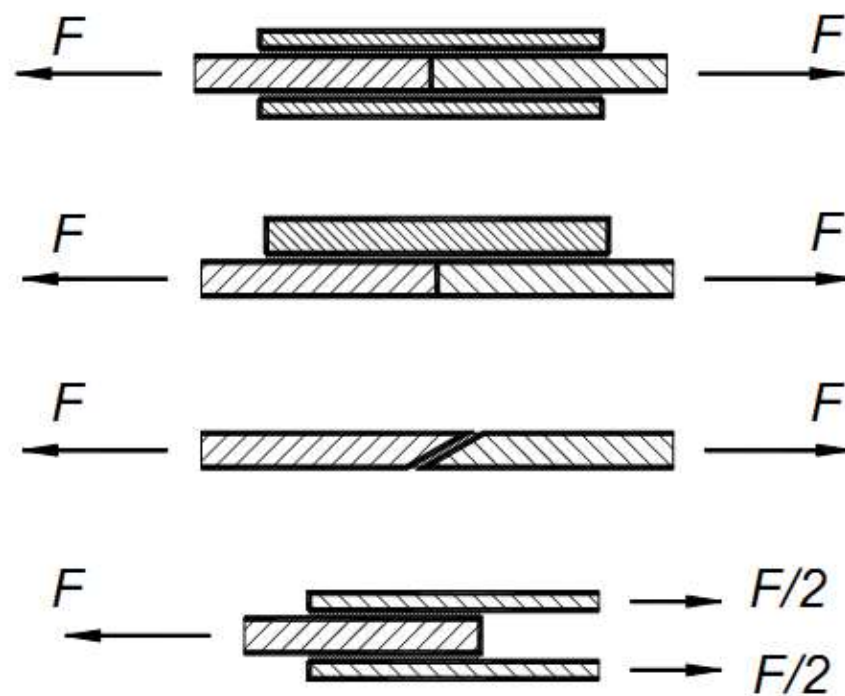
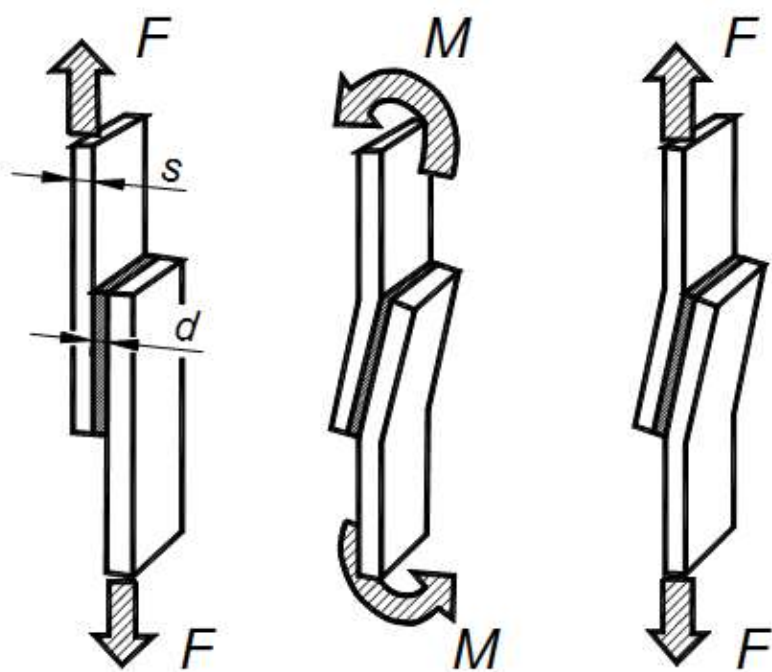
Rossz



Lehetséges szerkezeti megoldások



A járulékos igénybevételeket meg kell szüntetni.



A feszültségeloszlást lehetőleg egyenletesre kell beállítani.

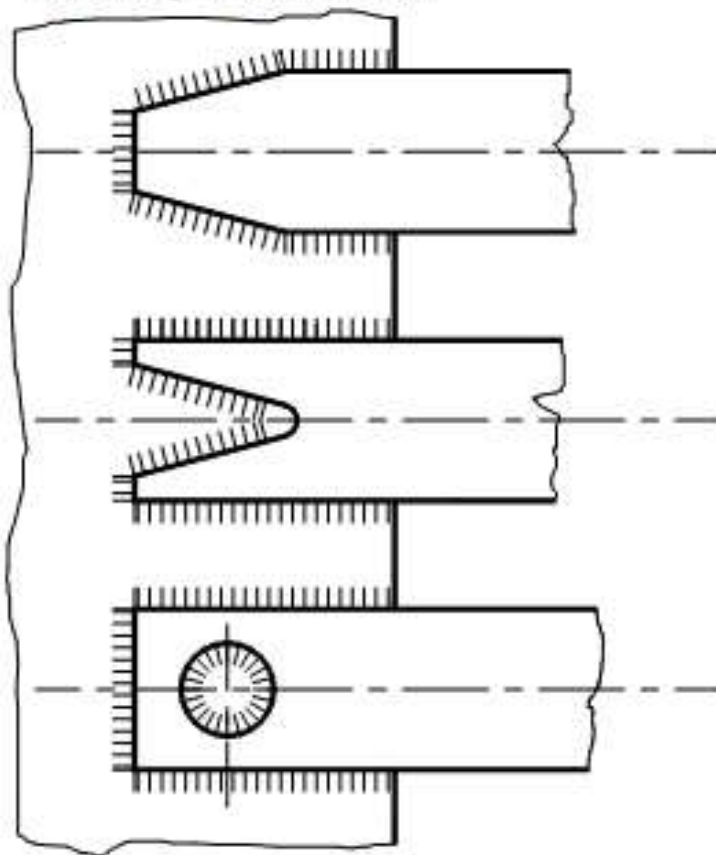
Szíjvégek összeragasztása



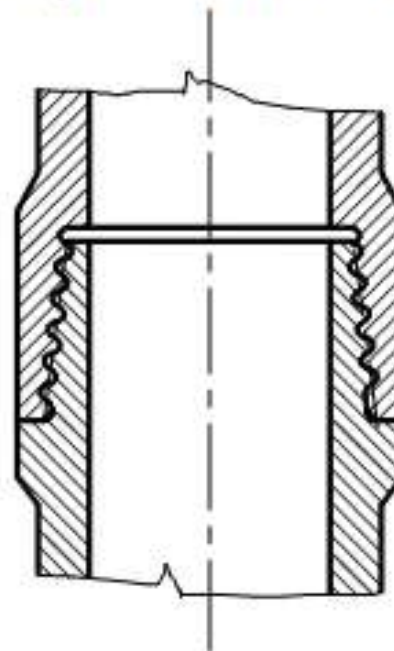
Javítás folt felragasztásával



Rúdvégek bekötése

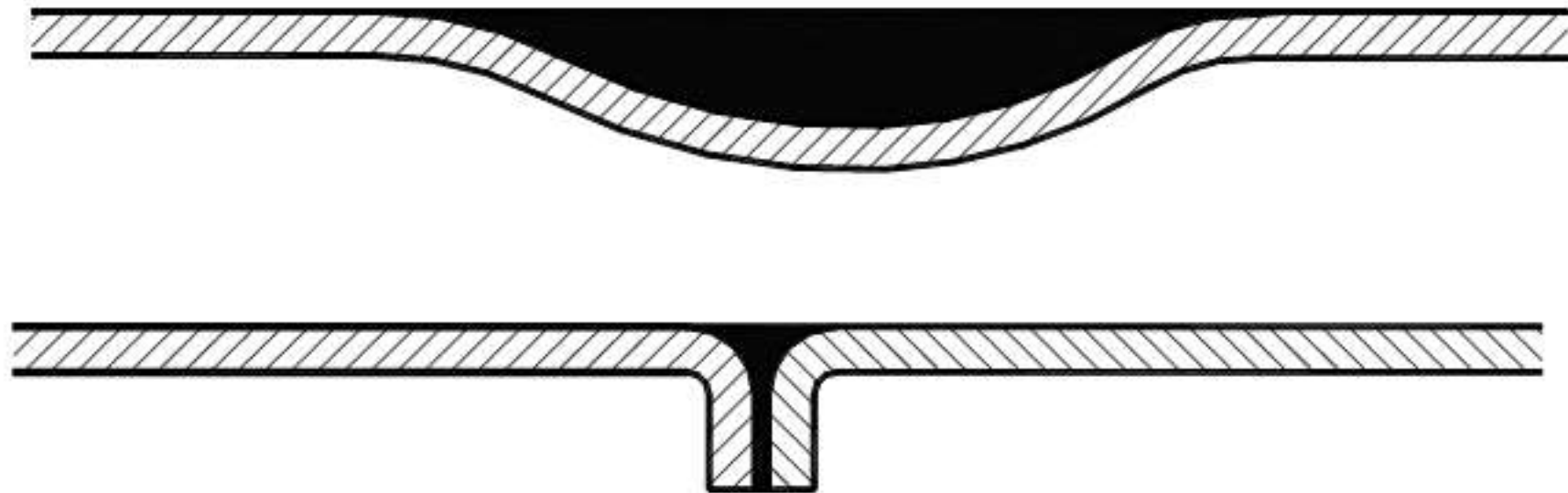


Mélyfúró cső kúpos menete

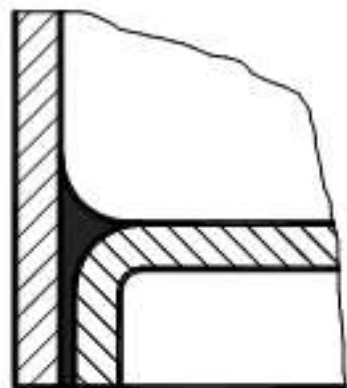


Néhány szempont a forrasztott kötés kialakításokhoz

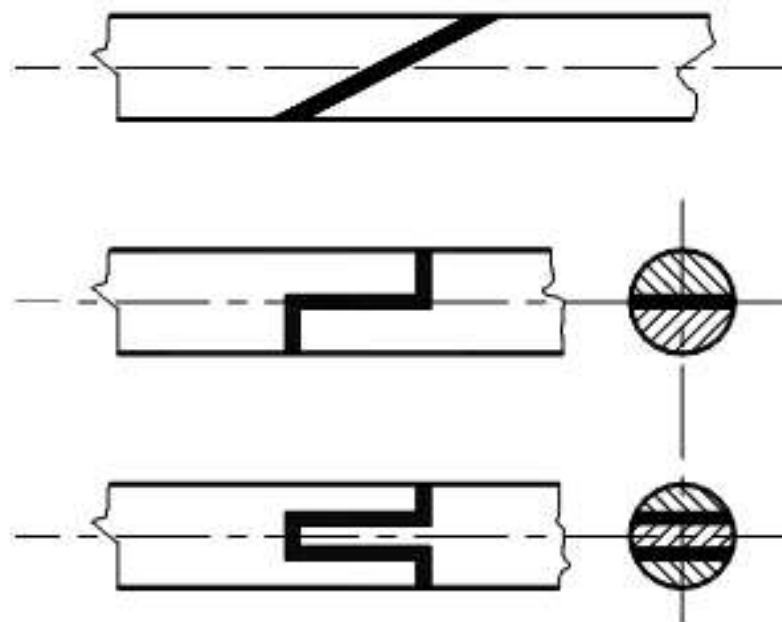
Töltővarratok pl. gépkocsi karosszériák, általános lemezmunkák.



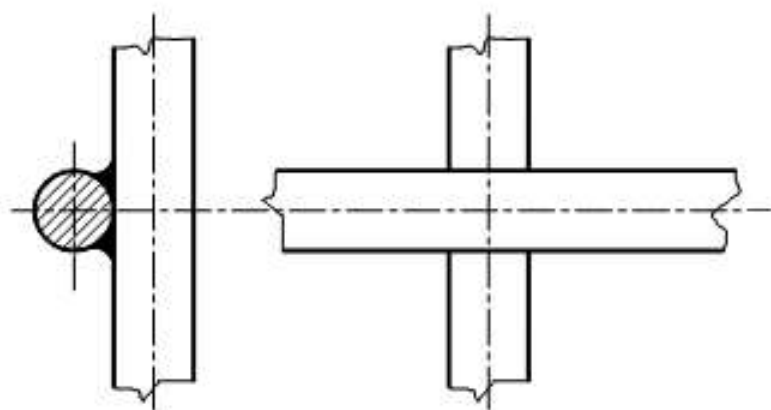
Edényfenék



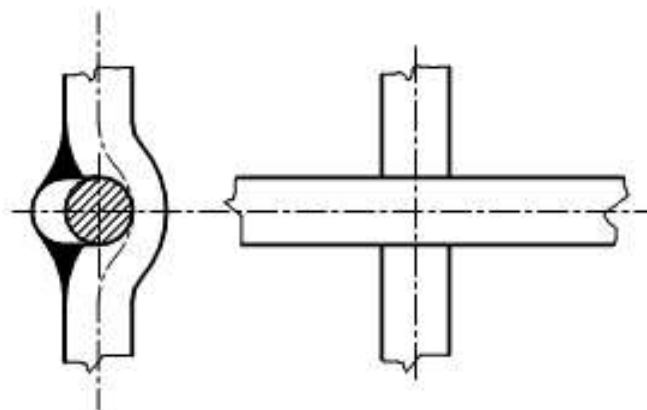
Tengelyek kötése



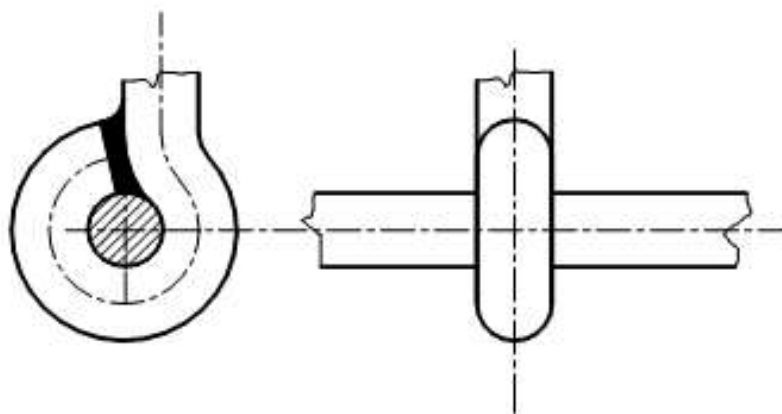
Rúd a rúdhoz.



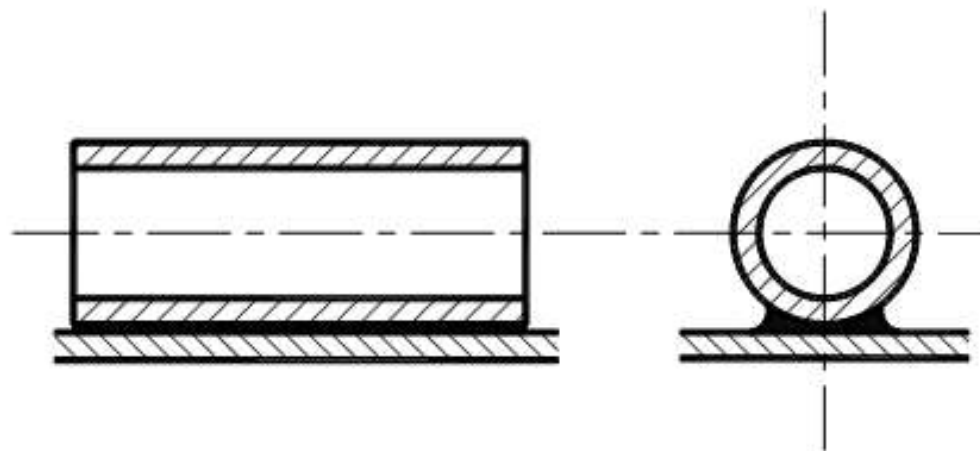
Erősebb csomópont a hajlított alak miatt.



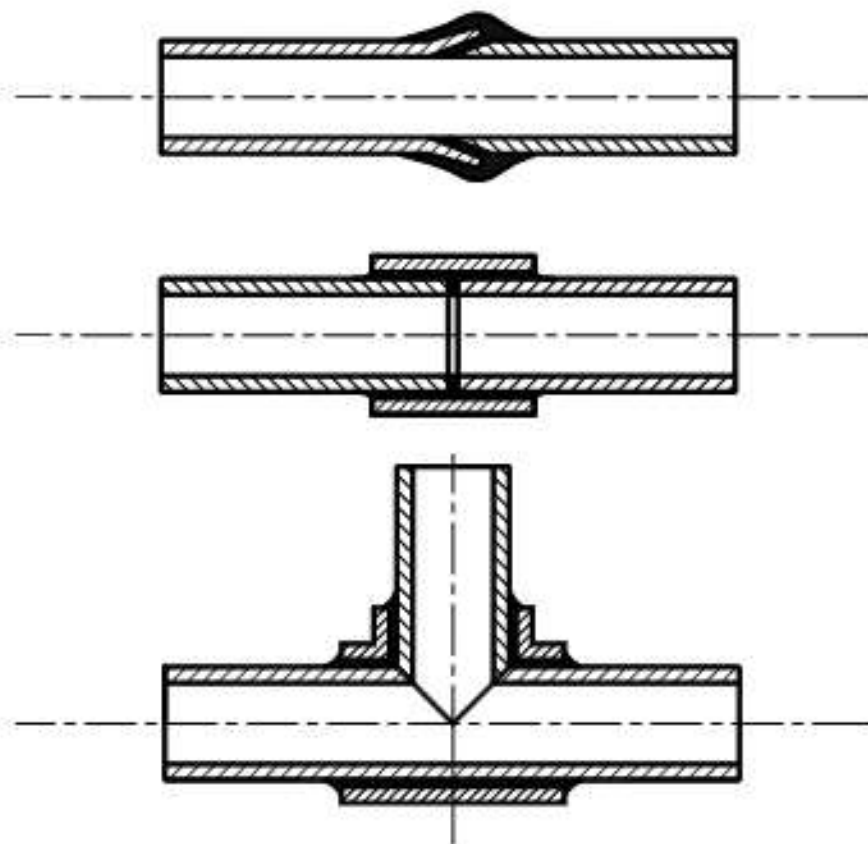
Forrasztott szem



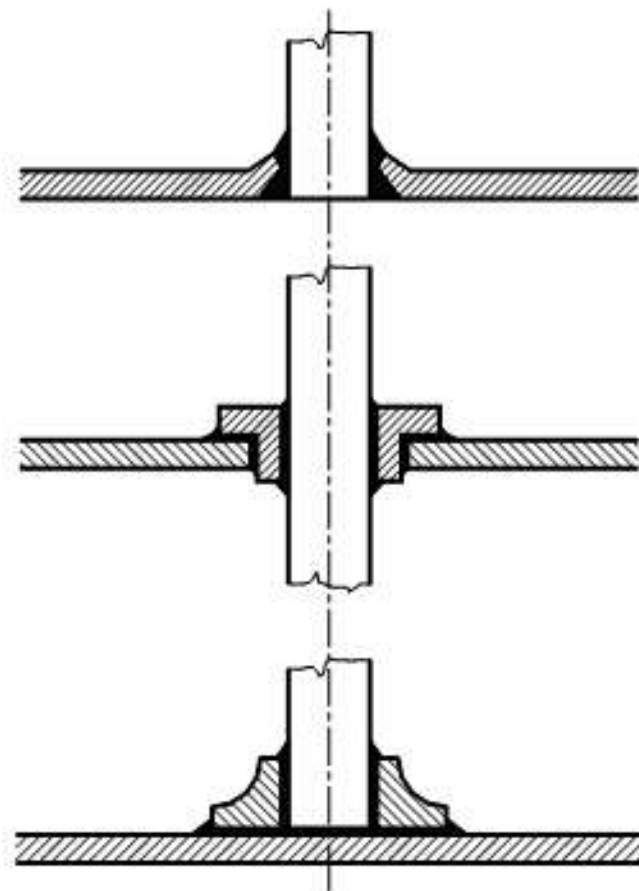
Cső kötése lemezhez



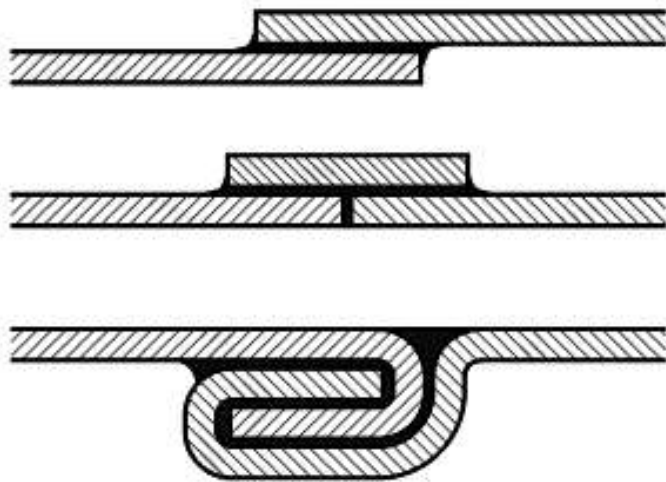
Csőkötés forrasztással



Rúd kötése lemezhez



Lemez kötése lemezhez



Merőleges lemezkötés

