

TARTÓSZERKEZETEK II.

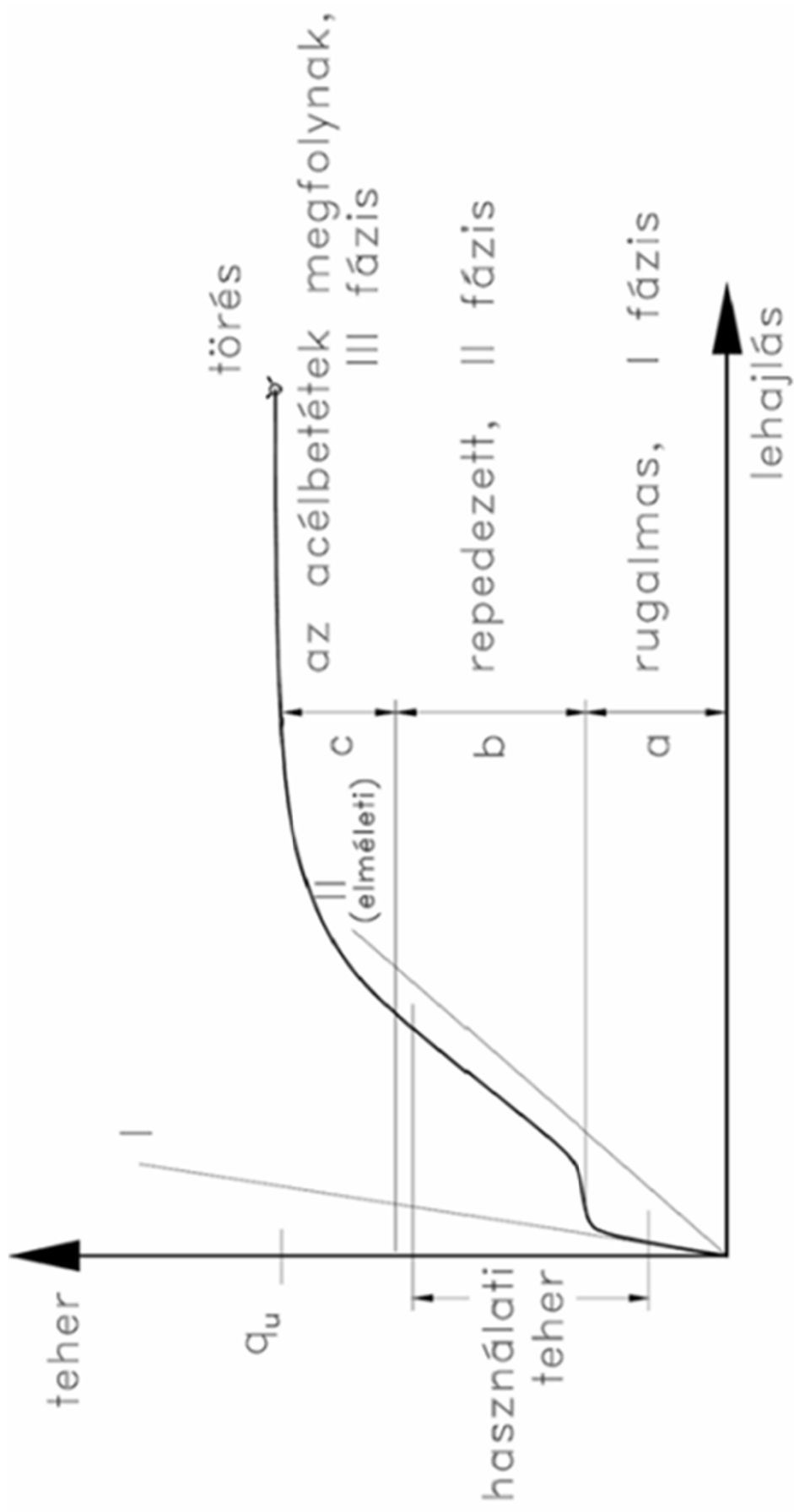
VASBETONSZERKEZETEK II.

VASBETONSZERKEZETEK TÖRÉSELMÉLETE

Készült a BME Építőmérnöki Kar
Hidak és Szerkezetek Tanszék
VASBETON LEMEZEK KÉPLÉKENY TEHERBÍRÁSA
Oktatási segédlet segédletének felhasználásával
Szerzők: Dr. Bódi István - Dr. Farkas György – Rózsás Árpád

Vasbeton lemezek képlékeny teherbírása

- Rugalmas lemezelmélet
 - Használati határállapot
- Növekvő teher hatására
 - A szerkezet teherbírása egyre inkább kimerül
 - A leginkább igénybevett keresztmetszetekben az igénybevétel eléri a teherbírást - törőigénybevételt
- Ezen keresztmetszetek
 - Többlet teher felvételére nem alkalmasak
 - Képlékeny csuklók alakulnak ki
 - A szerkezet statikai határozottságától függően addig alakulhatnak ki képlékeny csuklók míg a rendszer labilissá nem válik



1. ábra: Vasbeton lemez teher – lehajlás diagramja.

A vasbeton lemez viselkedésének fázisai

- Rugalmas viselkedés:
 - Ebben a fázisban a lemez úgy viselkedik, mint egy homogén, izotróp, rugalmas anyagú szerkezet, repedések nem alakulnak ki, I. feszültségi állapotban van minden keresztmetszete.

A vasbeton lemez viselkedésének fázisai

- Bepedtet állapot :
 - A terhek növekedése következtében a húzott zónákban repedések alakulnak ki, a bepedit keresztmetszetek merevsége jelentősen csökken. A hajlítónyomatékok emiatt átrendeződnek, a terhek további növeléséből származó nyomatékok tovább nőnek a még be nem repedit zónákban. A húzott acélbetétek még rugalmas állapotban vannak, ezért a repedések megnyílása korlátozott. A lemez II. feszültségi állapotban van.

A vasbeton lemez viselkedésének fázisai

- Képlékeny állapot kialakulása :
- A leginkább igénybevett keresztmetszetekben a húzott acélbetétekben keletkező feszültség egyre több helyen éri el a folyási határfeszültséget. Ezek a keresztmetszetek ettől kezdve többlet-nyomatékot már nem képesek felvenni, de tovább alakváltoznak, ezért a nyomatékok átrendeződése a teher növelése esetén még nagyobb mértékű lesz, mint az előző fázisban volt. A szerkezet megváltozott statikai vázon viseli terheit.

A vasbeton lemez viselkedésének fázisai

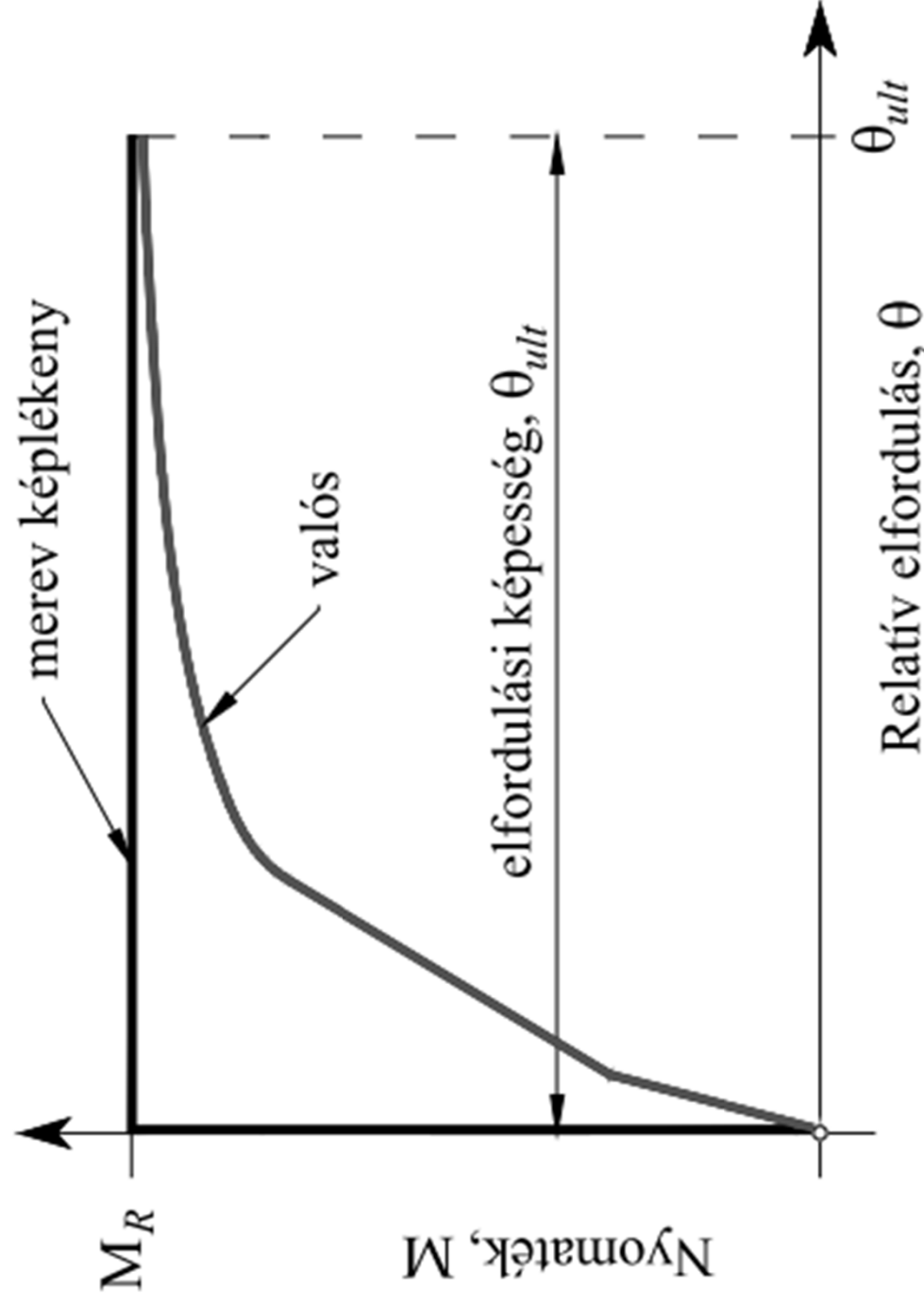
- A nagyobb merevségű részek több igénybevételt „vonzanak” magukhoz, tehát az ebből a jelenségből ered, a számításainkban alkalmazott „igénybevétel-átrendezés” számítási absztrakció. A képlékeny állapot fokozatosan terjed tovább azokban a sávokban, ahol a repedések tágassága a legnagyobb. Az ilyen sávokat a jelenség modellezésének leegyszerűsítése érdekében csuklósoroknak tekinthetjük. Ezek a csuklósorok a lemez alakjától, megtámasztási viszonyaitól és terhelésétől függően alakulnak ki, a többé-kevésbé egyenesnek tekinthető „törésvonalak” mentén).

A vasbeton lemez viselkedésének fázisai

- Törési állapot
- Ha a kialakuló képlékeny csuklósorok, vagy törésvonalak hálózata következtében a szerkezet labilissá válik, akkor a lemez alakváltozásai további tehernövekedés nélkül is növekszik egészen addig, míg a képlékeny zónákban a nyomott oldalon a beton összemorzsolódik és a szerkezet teherbírása ezzel kimerül. Az ezen állapotot előidéző terhet nevezzük a lemez képlékeny teherbírásának, a lemez törőterhének.

Fontosabb fogalmak:

- A képlékeny csukló
- Ha egy keresztmetszetben fellépő hajlítónyomaték eléri az M_{Rd} képlékeny törőnyomatékokat, akkor ott, azon a helyen a görbület a végtelenhez tart.
- Ez a km. gyakorlatilag “csuklóként” működik, mivel a metszethez csatlakozó két rúdszakasz között relatív elfordulás jön létre.
- Mivel ez az elfordulás csak a képlékeny nyomatéki teherbírásnak megfelelő irányú és nagyságú nyomaték hatására jöhet létre, ezért ezeket - a hagyományos csuklóktól való megkülönböztetés érdekében - képlékeny csuklóknak nevezzük.
- A képlékenyedő, berepedt szakasz kiterjedéssel bír, közelítésként a képlékeny csuklót, egy pontba koncentráljuk
- A törőnyomaték elérésekor „tökéletes csukló” alakul ki a szerkezetben, mely nem képes további erőket – pontosabban, hajlítónyomatékokat- felvenni.



Vasbeton keresztmetszet valós (kék) és kézi számításban (fekete) használt M- θ karakterisztikája.

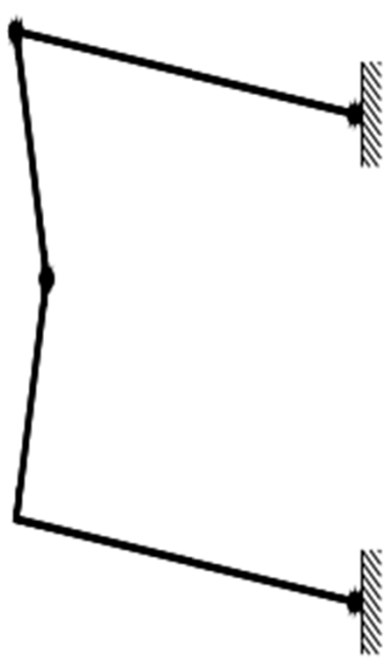
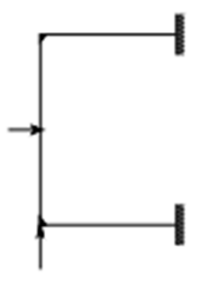
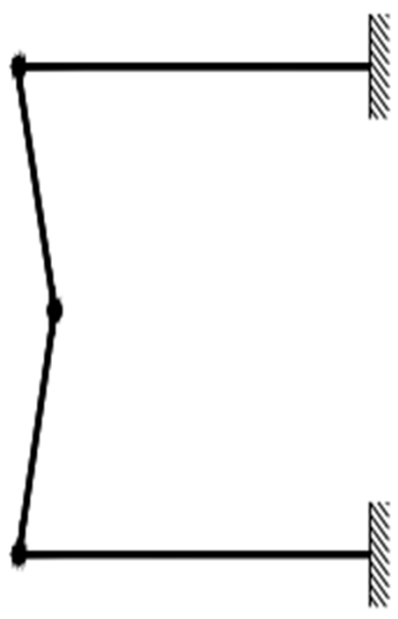
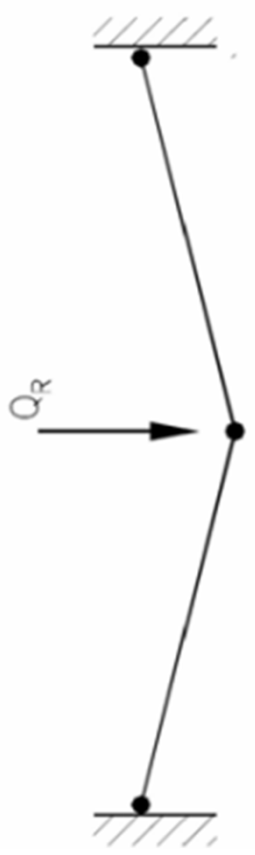
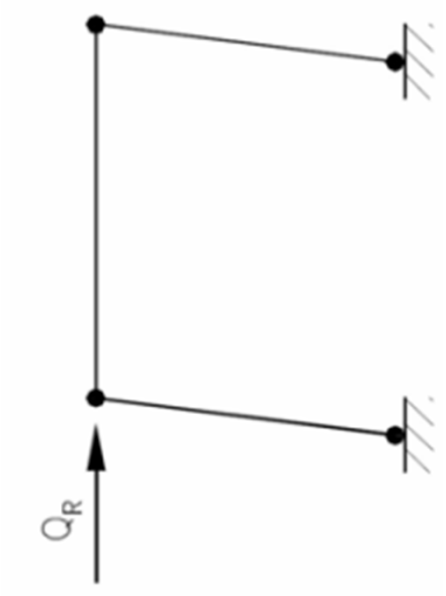
- Vasbeton keresztmetszetek esetében, a képlékeny csukló kialakulásához szükséges
 - egyrészt, hogy a keresztmetszet vasalásának mennyisége elegendően nagy legyen a repedések kialakulásának pillanatában bekövetkező betonacél szakadás elkerülésére,
 - másrészt a keresztmetszet vasalásának mennyisége ne legyen túlzottan nagy, hogy biztosítva legyen a képlékeny elfordulási képesség és a keresztmetszet ne a nyomott betonöv összemorzsolódása következtében menjen tönkre a húzott acélok megfolyása előtt.
 - Derékszögű négyszög alakú keresztmetszetek esetén ez a feltétel általában teljesül ha a húzott vasalás fajlagos keresztmetszeti területe a betonkeresztmetszet $0,15 - 1,5 \%$ - a között van.
 - A vasbeton lemezek is jelentős képlékeny tartalékokkal bírnak, amennyiben néhány egyszerű szabályt betartunk.

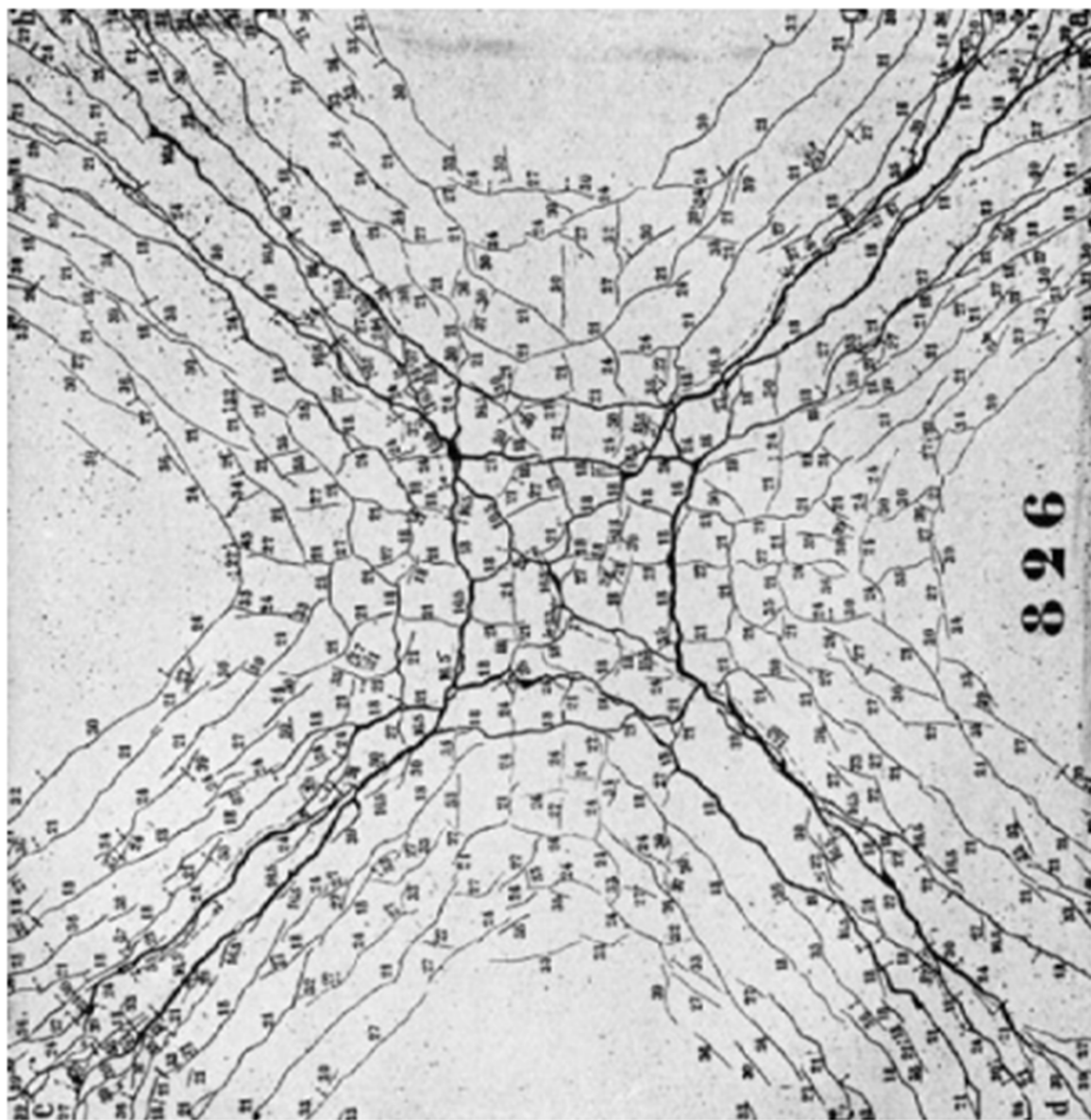
- A képlékenyedés következtében nyomatékátrendezés alkalmazható vasbeton lemezek esetén amennyiben:
 - az átrendezett nyomatékeloszlás egyensúlyban van az alkalmazott terhekkel (egyensúlyi egyenletek kielégülnek);
 - két szomszédos lemezmező nyílásainak hányadosa 0,5 és 2 közé esik;
 - $\delta \geq 0,44 + 1,25x/d$, ha a beton szilárdsági osztálya nem magasabb, mint C35/40;
 - $\delta \geq 0,7$ nagy duktilitású betonacél esetén $\epsilon_{ult} > 5,0 \%$ (ϵ_{ult} - szakadó nyúlás);
 - $\delta \geq 0,85$ normál duktilitású betonacél esetén $\epsilon_{ult} > 2,5 \%$.
- ahol:
 - δ - az átrendezést követő és eredeti nyomatékok hányadosa;
 - x - semleges tengely helyzete teherbírési határállapotban nyomaték átrendezés után;
 - d - hatékony magasság.

- Képlékeny igénybevételátrendezés a következő esetekben nem alkalmazható:
 - statikailag határozott szerkezetek esetén (már egyetlen csukló kialakulásával láncolattá válnak);
 - dinamikusan terhelt vb. szerkezetek esetén (a halmozódó maradó alakváltozások, a csukló keresztmetszetében, a korlátolatlan folyás jelenségéhez vezethetnek)
 - hegesztett hálós vasalással készült vb. szerkezetek esetén, (mert a hegesztések ridegek, így azok környezetében képlékeny alakváltozás nem jöhet létre)
 - hidegen alakított acélprofilok (pl.: szelemenként alkalmazott, vékonyfalú C, Z szelvények esetén, mivel azok tartalékait már a szelvények kialakítása -az un. „hidegalakítás”- során kihasználtuk).

Törési mechanizmus

- Statikailag határozatlan (rúd)szerkezetek esetén egy képlékeny csukló kialakulásakor a szerkezet statikai határozatlanságának foka eggyel csökken. Egy kezdetben statikailag határozott szerkezet, ezért egyetlen képlékeny csukló kialakulásakor statikailag instabillá (statikailag túlhatározottá) válik. Ezt az instabil szerkezetet törési mechanizmusnak nevezzük.
- Egy ilyen mechanizmus képlékeny csuklókkal egymáshoz kapcsolódó rúdelemekből, vagy lemez esetén képlékeny csuklósorokkal kapcsolódó lemeztáblákból áll. Azt a terhet, amelynek hatására a törési mechanizmus létrejön a szerkezet törőterhének nevezzük.





Lemezek képlékeny teherbírásának számítása

- Alapfeltételek:
- 1. Egyensúlyi feltétel:
 - a szerkezetre működő összes erőnek egyensúlyban kell lennie
- 2. Kompatibilitási feltétel:
 - a törési mechanizmushoz elegendő képlékeny csuklónak (vagy törésvonalnak) kell létrejönni.
- 3. Teherbírási feltétel:
 - a szerkezet összes keresztmetszetében a külső terhekből keletkező igénybevételek nem haladhatják meg az adott keresztmetszet teherbírását

Lemezek képlékeny teherbírásának számítása

- Számítási módszerek:
- Statikai tétel:
 - a törőteher intenzitása a statikailag lehetséges feszültségeloszlások szilárdságilag elérhető teherintenzitásainak felső korlátja
- Kinematikai tétel:
 - a törőteher intenzitása a kinematikailag elégséges teherintenzitások alsó korlátja