



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

# Mechanikai alapismeretek I. (statika)

## 5. előadás

### Háromcsuklós és Gerber-tartók belső erő ábrái

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék

# 1. Összetett tartók

Összetett tartóknak nevezzük azokat a szerkezeteket, amelyek több elemből állnak és az összeillesztésüket a *belső kényszerek* segítségével lehet megoldani.

A valóságban a tartó mérete gyakran meghaladja a gyártástechnológiai vagy szállítási–szerelési korlátokat. Az ilyen szerkezeteket az építési helyszínen szükséges több darabból összeállítani. Az egyes elemekből természetesen nemcsak síkbeli, hanem térbeli tartószerkezet is összeállítható. Ezen összetett szerkezetekben a külső és belső kapcsolatok biztosítják az elemek megfelelő kapcsolatát és a szerkezet egészének nyugalmi állapotát.

Azt, hogy egy kapcsolat merevnek vagy csuklósnak (esetleg félmerevnek) tekinthető, mindig a kapcsolat kialakítása dönti el. A merev kapcsolatok nyomaték bíróak, a csuklós kapcsolatok nem képesek nyomatékot felvenni.

Az oszlopok, gerendák keresztmetszetének vastagságából is lehet következtetni arra, hogy egy tartószerkezet befogott, kétcsuklós, háromcsuklós, stb. kialakítású. Mivel a csuklóban nem lehet nyomaték, ezért ezeken a helyeken csak minimális keresztmetszeti méretre van szükség.

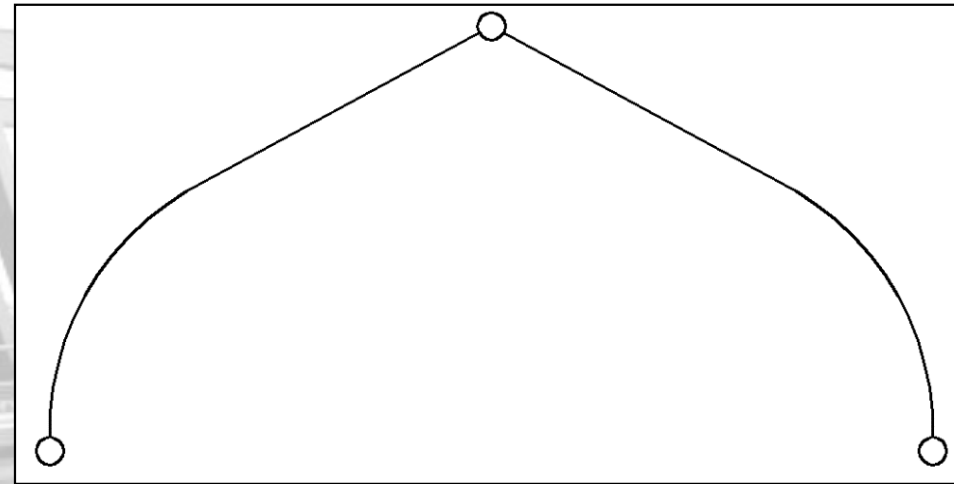
## 2. Belső csuklók

A belső csuklós tartókra jellemző, hogy a külső erőrendszerben lévő ismeretlenek száma meghaladja a rendelkezésre álló egymástól független statikai egyensúlyi egyenletek számát. Azonban, mivel ezekben a beépített belső csuklóknál a nyomaték értéke minden esetben nulla, így minden beépített belső csukló további nyomatéki egyenlet felírását teszi lehetővé, azaz csökkenti a külső erőrendszer ismeretlenjeinek a számát.

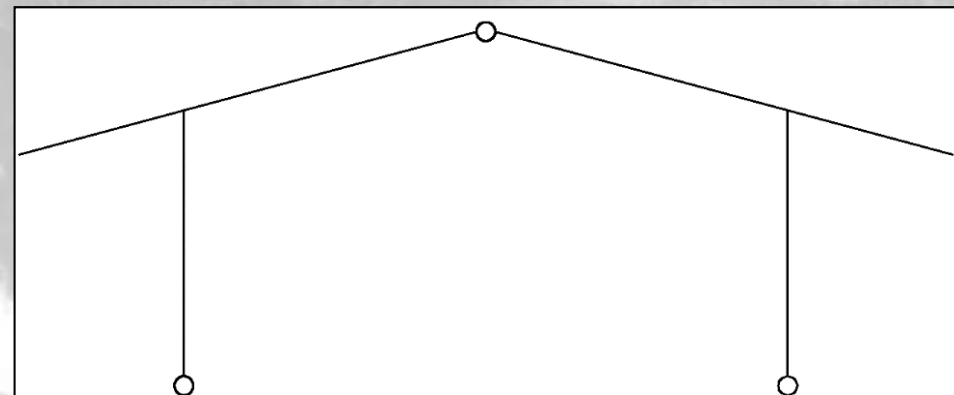
A csuklók mentén külön lehet választani a bonyolultabb szerkezeteket egyszerűbb részekre. A szerkezet csak akkor van egyensúlyban, ha külön minden része is egyensúlyban van. A számítás során a szerkezetet elemeire bontjuk, az így megszüntetett támaszokat és kapcsolatokat az általuk átadott erőkkel helyettesítjük, és minden elemnek vizsgáljuk az egyensúlyi feltételeit.

### 3. Háromcsuklós tartók igénybevételi ábrái

A háromcsuklós tartó két törtvonalú vagy íves merev testből és három csuklóból álló összetett tartószerkezet. Egy *csukló* a két merev testet kapcsolja össze, a másik kettő pedig a talajhoz rögzíti a szerkezetet.



1. kép, 1. ábra. Háromcsuklós tartó I. és statikai váza [Szabó I. G. 2012]



2. kép, 2. ábra. Háromcsuklós tartó II. és statikai váza [Szabó I. G. 2012]



3. kép. Háromcsuklós tartó III.



4. kép. Háromcsuklós tartó IV.



# A háromcsuklós tartó csuklóinak kialakítása:



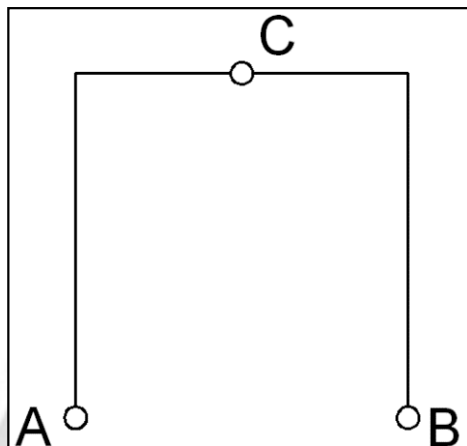
5-6-7. kép. Háromcsuklós tartó csuklóinak kialakítása



8-9. kép. Háromcsuklós tartó csuklóinak kialakítása

## A háromcsuklós tartók kialakítására két lehetőség van:

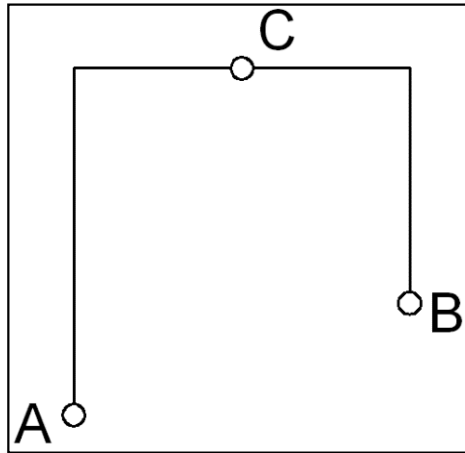
1. A két alsó támaszcsukló vízszintesen egy vonalban helyezkedik el



3. ábra. Háromcsuklós tartó, ha a támaszok vízszintesen egy vonalban helyezkednek el [Szabó I. G. 2012]

A számítás során első lépésben felírjuk a nyomatéki egyenletet az egyik, pl. az „A” támaszra, ekkor az egyenlet egyetlen ismeretlent fog tartalmazni, a „ $B_y$ ”-t. A nyomatéki egyenletből meghatározzuk ezt a függőleges reakcióerőt, ezután a függőleges vetületi egyenlet segítségével kiszámítjuk az „A” támaszban lévő másik függőleges reakcióerőt is („ $A_y$ ”). Ezt követően a belső csuklónál két részre bontjuk a szerkezetet, és csupán az egyik részt vizsgálva újabb nyomatéki egyenletet írunk fel, ezúttal a belső csuklóra („C”), s ebből kifejezzük a másik főirányhoz tartozó reakcióerőt pl. „ $A_x$ ”-et. Következő lépésben alkalmazzuk a másik vetületi egyenletet, és kiszámítjuk a még ismeretlen „ $B_x$ ” támaszerőt is.

## 2. A két alsó támaszcukló vízszintesen nincs egy vonalban



4. ábra. Háromcsuklós tartó, ha a támaszok vízszintesen nem egy vonalban helyezkednek el [Szabó I. G. 2012]

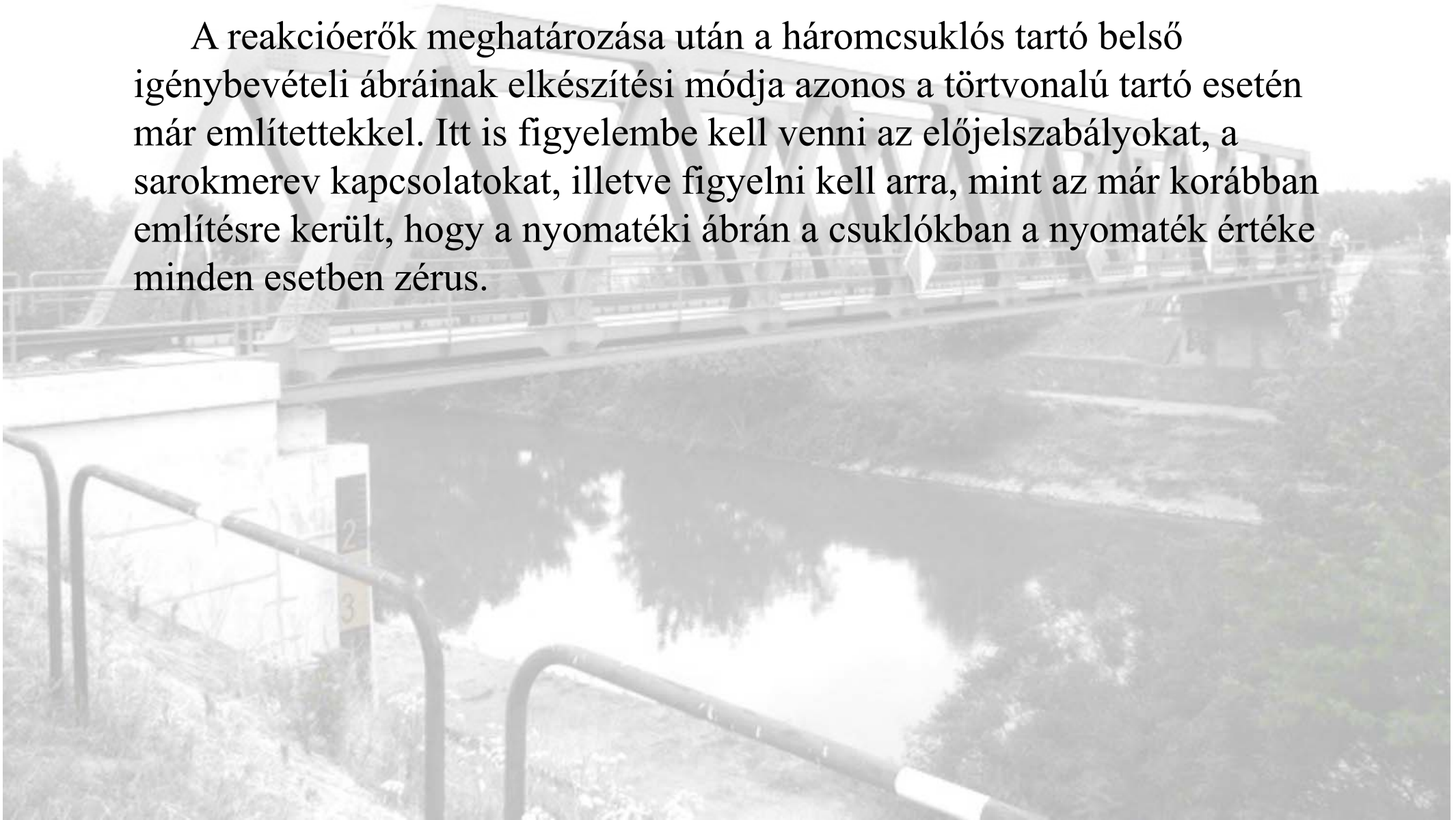
A számítás során első lépésben felírjuk a nyomatéki egyenletet az egyik, pl. az „A” támaszra, ekkor az egyenlet két ismeretlent fog tartalmazni, a „ $B_x$ ”-et és „ $B_y$ ”-t. Ezt követően a belső csuklónál két részre bontjuk a szerkezetet, és csupán az egyik részt vizsgálva újabb nyomatéki egyenletet írunk fel a belső csuklóra („C”), de úgy, hogy ebben a második nyomatéki egyenletben a már korábban használt két ismeretlen szerepeljen, tehát „ $B_x$ ” és „ $B_y$ ”. Fontos továbbá, hogy a feltételezett irányuk is azonos legyen az első nyomatéki egyenletben feltételezett irányukkal. Az így kapott két ismeretlenes egyenletrendszer megoldása után már ismertek lesznek a „ $B_x$ ” és „ $B_y$ ” reakcióerők.





Ezután a függőleges vetületi egyenlet segítségével már kiszámítjuk az „A” támaszban lévő függőleges reakcióerőt („ $A_y$ ”-t), illetve a vízszintes vetületi egyenlet segítségével az „ $A_x$ ” reakcióerőt.

A reakcióerők meghatározása után a háromcsuklós tartó belső igénybevételi ábráinak elkészítési módja azonos a törtvonalú tartó esetén már említettekkel. Itt is figyelembe kell venni az előjelszabályokat, a sarokmerek kapcsolatokat, illetve figyelni kell arra, mint az már korábban említésre került, hogy a nyomatéki ábrán a csuklóokban a nyomaték értéke minden esetben zérus.



## 4. Gerber-tartók igénybevételi ábrái

A csuklós többtámaszú gerendatartó (Gerber–tartó) gyakran alkalmazott összetett tartószerkezet. A háromcsuklós tartóhoz hasonlóan itt is a beiktatott *belső csuklók* miatt kisebb a szerkezeti elemek hossza, amely így megkönnyíti azok gyártását, szállítását, szerelését. A 10. és 11. képen a budapesti Szabadság híd nézete és szerelése látható.



10. kép. A Szabadság híd nézete [Szabó I. G. 2012]



11. kép. A Szabadság híd szerelés közben  
[Szabó I. G. 2012]



A Gerber–tartó csuklókkal összekapcsolt konzolos és kéttámaszú tartókból áll. A tartót a környezethez a már korábban megismert fix–, illetve görgős támaszok, esetleg konzolos befogás kapcsolják. A támaszokban ébredő erőket külső reakcióknak, a belső csuklóokban ébredő erőket belső reakcióknak nevezzük.

Korábban említésre került, hogy a belső csuklókra jellemző, hogy bennük a nyomaték értéke minden esetben zérus, tehát a belső csuklóknak nyomatékcsökkentő hatása van, így mivel kisebb keresztmetszeti méretek elegendőek, a szerkezet gazdaságosabbá tehető.

### **A belső csuklók elhelyezésének szabályai:**

1. Az elhelyezendő csuklók száma a külső ismeretlen erők számának és a rendelkezésre álló egymástól független egyensúlyi egyenletek számának a különbsége. Azaz ahányszorosan statikailag határozatlan lenne a tartószerkezet, annyi belső csukló beiktatásával tehető statikailag határozottá.
2. Egymást követő támaszokban lehetőleg ne legyenek csuklók elhelyezve.

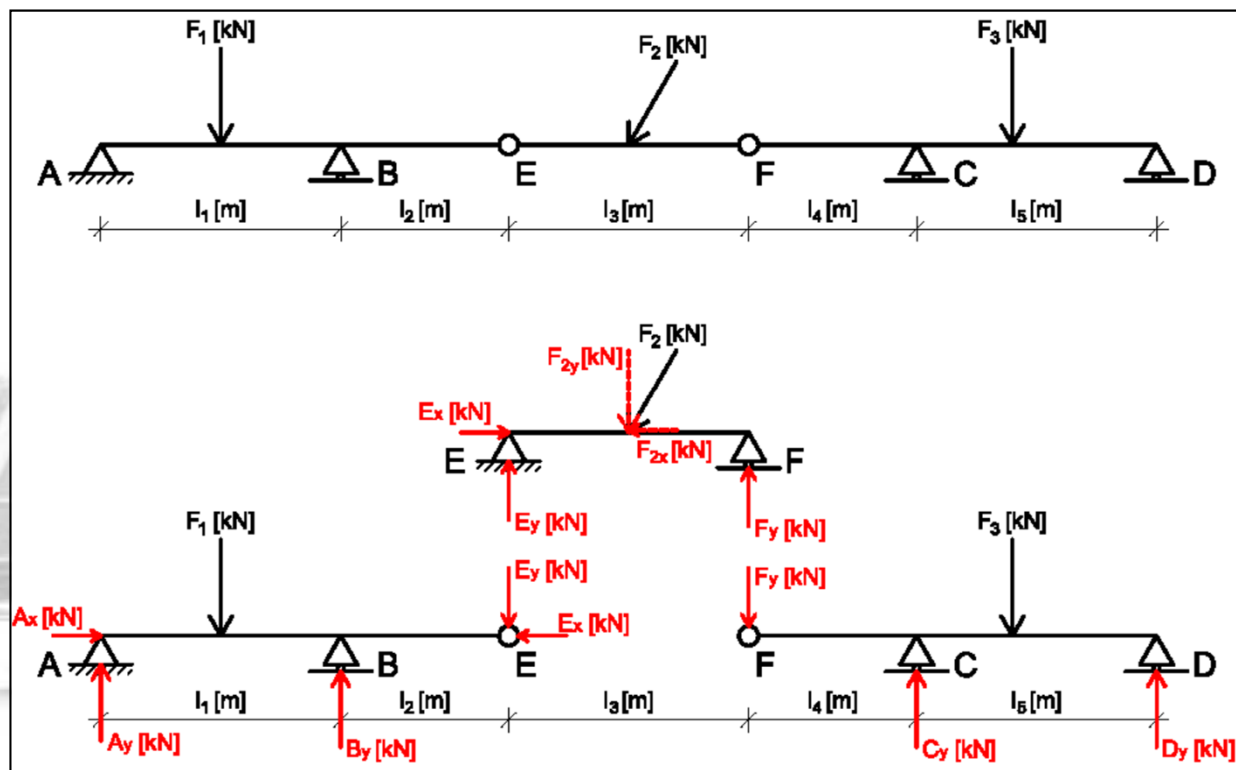
3. Fix-, illetve görgős csuklókkal megtámasztott szélső szakaszon belül csak egy csukló lehet.
4. Egy támaszközben legfeljebb 2 darab csuklót lehet elhelyezni.

### **Gerber–tartó kiegyensúlyozása**

A tartószerkezet reakcióerőinek kiszámításához a tartót szét kell bontani a belső csuklóknál. Az így kapott tartórészek különbözőek, azokat a részeket, amelyek önmagukban nem képesek megállni befüggesztett (beakasztott) tartóknak nevezzük. Azokat a tartóelemeket, amelyek önmagukban is képesek megállni megtámasztó tartóknak nevezzük. A befüggesztett tartók a rájuk ható külső erőket a belső csuklókon keresztül a megtámasztó tartóknak adják át.

A tartószerkezet megépítésénél értelemszerűen első lépésben az önmagában is megállni képes *megtámasztó* tartót kell elkészíteni, majd csak utána következhet a befüggesztett tartórész beemelése. Ezt szemléletli a 5. *ábra* is. A számítási sorrend az építési sorrend fordítottja. Először mindig a *befüggesztett* tartórészt szükséges kiegyensúlyozni, majd az itt kapott reakcióerők ellentettjét kell működtetni a *megtámasztó* tartórészre.

A befüggesztett tartórész egyensúlyozásakor a belső csukló(k) helyettesíthető(k) fix-, illetve görgős csuklókkal. Ezután már következhet a megtámasztó tartó(k) kiegyensúlyozása.



5. ábra. Gerber-tartó szétbontása és egyensúlyozása [Szabó I. G. 2012]



A belső igénybevételi ábrák megrajzolhatók a szétbontott tartórészekre külön–külön, majd ezután felfűzhetők az eredeti tartótengelyre. A normál–és nyíróerő ábrákban a belső csuklóknál nincs semmiféle ugrás, hiszen balra–jobbra, illetve felfelé–lefelé ugyanakkora erők működnek, tehát ezek kioltják egymást. Egyetlen kivétel, ha a belső csukló külső erővel is terhelt, ebben az esetben a megtámasztó tartó egyensúlyozásánál kell figyelembe venni ezt az erőt, aminek természetesen az igénybevételi ábrán is meg fog jelenni a hatása.



# Felhasznált irodalom

**HAJÓSNÉ TEMESI ESZTER:** *Mechanika I. Statika.* Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszék, 2007.

**SIPTÁR TIBOR, MARSAY ISTVÁN:** *Mechanika módszertani útmutató és példatár.* Pollack Mihály Műszaki Főiskola Építőipari Kar, Pécs, 1978.

**SZABÓ IMRE GÁBOR:** *Mechanika I. (statika). Példatár és módszertani útmutató.* Pécs, 2012.

