

## A.27. A korszerű tervezési eljárások gyakorlati alkalmazása

### A.27.1. Tervezési módszerek és tervezési stratégiák

A tervező által követett tervezési stratégia alapvető fontosságú a tervezési folyamat hatékonysága szempontjából. A jó stratégia általában gazdaságos megoldást eredményez mind a szerkezeti elemekre, mind pedig a kapcsolatokra.

A „Hagyományos és korszerű tervezési eljárások” című fejezetben a tervezési folyamat számos módszerét áttekintettük. A hagyományos tervezési eljárások napjaink tervezési gyakorlatát tükrözik; ezekben a kapcsolatokat vagy csuklósnak, vagy folytonosnak modellezzük, és a kapcsolatok tervezése a szerkezet tervezésétől elkülönítve történik (a szerkezet analízisét és a szerkezeti elemek tervezését követően). A „következetes” tervezési eljárások során a szerkezet analízisében már a kezdetektől fogva alkalmas módon figyelembe vesszük a kapcsolatok viselkedését.

A hagyományos tervezési módszerek akkor is alkalmazhatók, ha a kapcsolatok részlegesen folytatólagosak, de csak iteratív módon, a legvégül elvégzett analízisben végül figyelembe véve a kapcsolatok viselkedését. Ilyenkor nyilván az a legelőnyösebb, ha egyetlen kézben összpontosul a teljes tervezési folyamat. A hagyományos tervezési eljárások során azonban le kell győzni a következő nehézséget. A kapcsolatok tényleges jellemzői függenek a kapcsolatok méretétől és részletkialakításától, ezt azonban általában az acélszerkezet gyártója határozza meg. A szerkezeti analízist és a szerkezeti elemek tervezését végző mérnöknek a végső szerkezeti analízis megkezdése előtt valahogyan meg kell tudnia a kapcsolatok adatait. A hagyományos tervezési eljárások ilyen alkalmazása tehát sem nem elég hatékony, sem pedig nem illeszkedik jól a jelenlegi tervezési gyakorlathoz.

Ennek megfelelően a következőkben olyan stratégiák bemutatása a célunk, amelyek alkalmasak részlegesen folytatólagos kapcsolatokkal kialakított keretek tervezésére, de ugyanakkor könnyedén beilleszthetők a hagyományos tervezési eljárások egy módosított változatába. Három olyan stratégiát vázolunk fel, amely a hagyományos tervezési eljárásokhoz hasonlóan lehetővé teszi a feladatok szétválasztását, vagyis azt, hogy a keret tervezése és a kapcsolatok részletes tervezése szétváljék. Az elsődleges szempont az, hogy az eljárás hatékonyan vegye figyelembe a kapcsolatok részlegesen folytatólagos voltát a szerkezet analízisében.

A következő három stratégiát tekintjük át:

- a kapcsolati merevség *előzetes megbecslését* a rugalmas analízishez;
- a befogási tényező alkalmazását a hagyományos tervezési eljárások keretei között;
- a merevített keretek merev–képlékeny analízis alapján való tervezését.

Az első két tervezési stratégia különösen akkor használható, ha a kereten rugalmas analízist hajtunk végre, bár rugalmas–képlékeny analízis esetén is lehet őket alkalmazni. Elsősorban merevített keretekre vonatkoznak, de merevített keretekre is használhatók.

A harmadik stratégia a keretek képlékeny tervezésének egy módszerére összpontosít, amely csak merevített keretek esetén alkalmazható.

### A.27.2. A kapcsolati merevség előzetes megbecslésén alapuló módszer

Ez a stratégia a hagyományos tervezési eljárásra épül, az eredeti folyamatot azonban a részlegesen folytatólagos kapcsolatok miatt két ponton módosítani kell (A.27.1. ábra).

### A.27.2.1. A kapcsolati merevség figyelembevétele a keret analízisében

A 3. lépésben *előzetesen megbecsüljük* a kapcsolat kezdeti merevségét. A gyakorlatban durva becslésnek számít az a feltételezés, hogy a kapcsolatok merevek; ezért egy táblázatot készítettünk, amelynek alapján jobb becslés adható a kapcsolat tényleges kezdeti merevségére. Ez a becslés az oszlop és a gerenda szelvényének, valamint a kapcsolat típusának ismeretében tehető meg. Az ily módon meghatározott kapcsolati merevség közvetlenül felhasználható a keret analízise során (4. lépés), amennyiben a tervező a kapcsolatok és a szerkezeti elemek ellenőrzését rugalmas alapon végzi. Képlékeny ellenőrzés esetén a merevségi értékeket egy  $\eta$  tényezővel csökkenteni kell (lásd a „Kapcsolatok” című modult).

### A.27.2.2. A merevség ellenőrzése a kapcsolatok tervezése során

Az *A.27.1. ábra* 8. lépésében ellenőrizni kell, hogy a kapcsolatok tényleges merevsége kellően közel van-e a szerkezet rugalmas analízise során feltételezett közelítő értékekhez. Ez az ellenőrzés a merev és a csuklós kapcsolatokkal kialakított keretek ellenőrzése során a merev és a csuklós kategóriák osztályozási határainak való megfelelés ellenőrzését helyettesíti. Az ellenőrzés végrehajtásához szükséges szabályokat a következőkben összefoglaljuk – az ezek háttérét adó filozófia hasonlít az Eurocode 3 1.8. része szerinti, a kapcsolatok osztályozására vonatkozó diagramok filozófiájához. Ezek a szabályok egyszerűen alkalmazhatók a szerkezeti analízishez használt szoftverrel.

### A.27.3. A kapcsolatok kezdeti merevségének egyszerű megbecslése

A kapcsolatok előtervezése során előzetesen meg kell becsülni a kapcsolatok merevségét (amelyek kialakítását egyelőre nem ismerjük). E célra ismeretes néhány, az Eurocode 3.1.8. részen alapuló egyszerűsített képlet. E képletek segítségével a tervező csupán a kapcsolat kialakításának ismeretében viszonylag jó becslést képes adni a kapcsolat merevségére.

Ezek a képletek természetesen tartalmazznak néhány tipikus feltételezést a keretekben használt kapcsolatok egyes részletparamétereire. Ezekkel, a lemezek vastagságára, a csavarok átmérőjére, a csavarok elhelyezésére stb. vonatkozó feltételezésekkel e helyütt nem foglalkozunk [1].

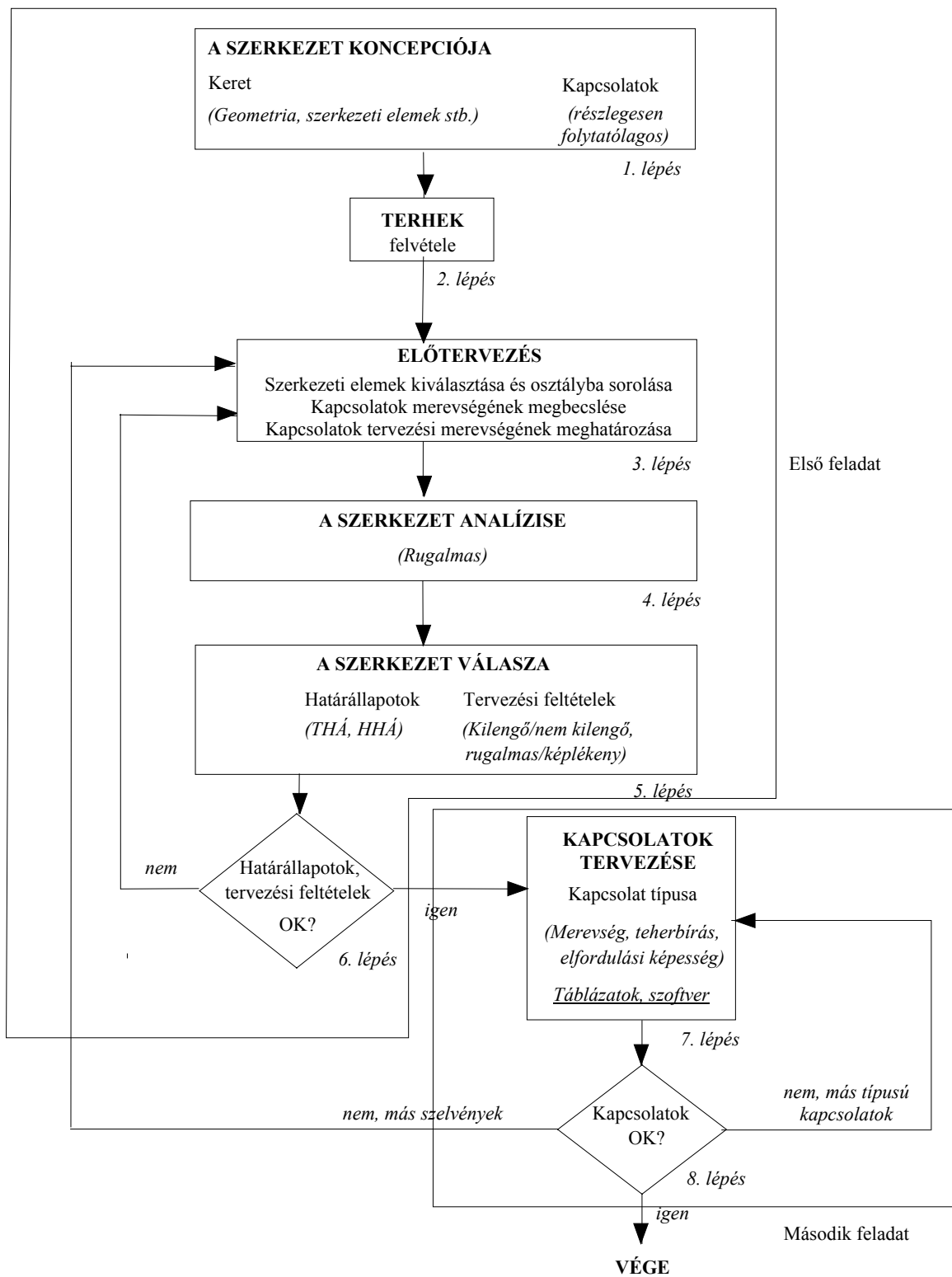
A kapcsolat kezdeti merevségének  $S_{j,app}$  közelítő értékét a következő képletből számítjuk:

$$S_{j,app} = \frac{Ez^2 t_{fc}}{C},$$

ahol a  $C$  tényező értékeit a különböző kialakítású kapcsolatokra és terhelési viszonyokra az *A.27.1. táblázat* szerint kell felvenni. A kapcsolat merevségének meghatározásához tehát csak két paraméter szükséges:  $z$  és  $t_{fc}$ , ahol  $z$  a kapcsolatban kialakuló nyomófeszültségek és húzófeszültségek eredőjének távolsága,  $t_{fc}$  pedig az oszlop övlemezének vastagsága. Két csavarsorral kialakított túlnyúló homloklemez csavarozott kapcsolatok esetén a  $z$  távolság közelítően megegyezik a gerendaszelvény magasságával. Ha ugyanezt a kapcsolatot kiékeléssel készítjük el, akkor  $z$  a gerendaszelvény és a kiékelés magasságának összege.

### A.27.4. A kapcsolat szükséges merevsége

Az Eurocode 3-ban található két diagram, amelyek segítségével a kapcsolatokról eldönthető, hogy merevségük szerint melyik osztályba tartoznak (csuklósak, félmerevek vagy merevek-e). Az egyik diagram merevített, a másik merevítetlen keretekre vonatkozik.



A.27.1. ábra: A részlegesen folytatólagos kapcsolatokat figyelembe vevő tervezési stratégia (rugalmas szerkezeti analízis)

A.27.1. táblázat: Tipikus oszlop–gerenda kapcsolatok kezdeti merevségének előzetes megbecslése

Kapcsolat elrendezése	<i>C</i>
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, merevítetlen ( $\beta = 1$ )	13
Túlnyúló homloklemez, kétoldali, merevítetlen, szimmetrikus ( $\beta = 0$ )	7,5
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, a húzott és a nyomott zónában merevített ( $\beta = 1$ )	8,5
Túlnyúló homloklemez, kétoldali, a húzott és a nyomott zónában merevített, szimmetrikus ( $\beta = 0$ )	3
Túlnyúló homloklemez, egyoldali, <i>Morris</i> -féle merevítővel ( $\beta = 1$ )	3
Nem túlnyúló homloklemez, egyoldali ( $\beta = 1$ )	14
Nem túlnyúló homloklemez, kétoldali, szimmetrikus ( $\beta = 0$ )	9,5
Nem túlnyúló homloklemez, egyoldali, az oszlop felső végén fedőlemez ( $\beta = 1$ )	11,5
Nem túlnyúló homloklemez, kétoldali, az oszlop felső végén fedőlemez, szimmetrikus ( $\beta = 0$ )	6
Hegesztett kapcsolat, egyoldali, merevítetlen ( $\beta = 1$ )	11,5
Hegesztett kapcsolat, kétoldali, merevítetlen, szimmetrikus ( $\beta = 1$ )	6
Övbekötő szögacélos, egyoldali ( $\beta = 1$ )	70
Övbekötő szögacélos, kétoldali, szimmetrikus ( $\beta = 1$ )	65

Megjegyzés: Abban a ritka esetben, ha a kétoldali kapcsolatban  $\beta = 2$  (kiegyenlítetlen nyomatékok esete), a *C* tényezőt úgy kell felvenni, hogy a táblázatban a szimmetrikus esetre (a kiegyenlített nyomatékok esetére) megadott értéket 11-gyel megnöveljük.

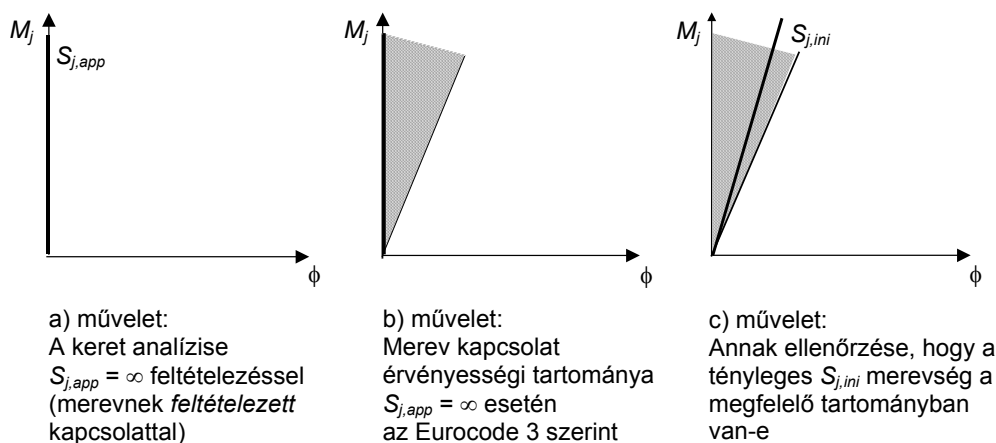
A diagramoknak megfelelően a merevített keretekben lévő kapcsolatok akkor tekinthetők merevnek, ha a kezdeti merevségükre fennáll a következő feltétel:

$$S_{j.ini} \geq \frac{8EI_b}{L_b}$$

Ha ez a feltétel teljesül, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a kapcsolatok rugalmas voltának figyelembevétele nem eredményezi a keret teherbírásának 5%-nál nagyobb csökkenését a merev csomópontú kerethez képest. Az ilyen mértékű csökkenés elfogadása azt jelenti, hogy a keret analízise elvégezhető akár végtelen, akár véges kapcsolati merevséggel. A következőkben *tényleges kezdeti merevség* alatt azt az értéket értjük, amelyet a tervező legjobb tudása alapján meg tud határozni egy adott kapcsolat kezdeti merevségére. Ez a meghatározás történhet például kísérlettel, numerikus szimulációval vagy az Eurocode 3 1.8. rész szerinti számítással.

Ahhoz, hogy egy kapcsolatról eldöntsük, hogy merev-e vagy sem, három műveletet kell elvégezni (A.27.2. ábra):

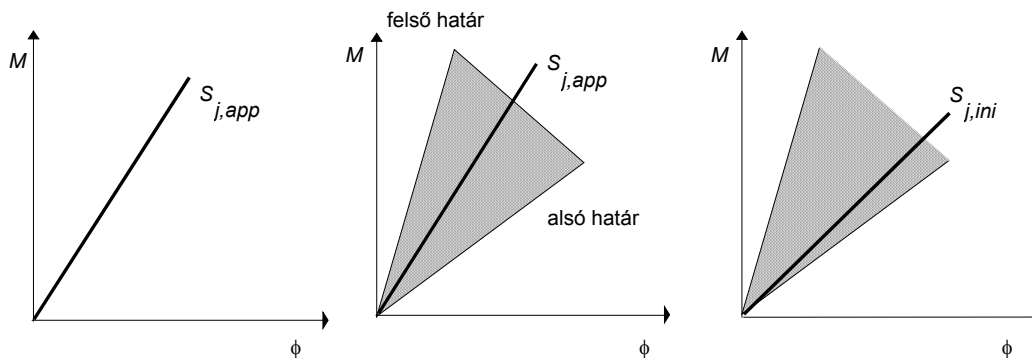
- „a” művelet: elvégezzük a keret analízisét merev kapcsolatok feltételezésével (az A.27.1. ábra 3. lépése);
- „b” művelet: meghatározzuk azt a tartományt, amelybe a tényleges kezdeti merevségnek esnie kell (az A.27.1. ábra 8. lépése);
- „c” művelet: ellenőrizzük, hogy a tényleges kezdeti merevség valóban ebbe a tartományba esik-e (az A.27.1. ábra 8. lépése).



A.27.2. ábra: A merev kapcsolatok merevségére vonatkozó követelmény ellenőrzése

Ez az eljárás általánosítható annak ellenőrzésére, hogy a félmerev kapcsolat közelítő merevsége és tényleges merevsége közötti különbség jelentős hatással van-e a keret viselkedésére (A.27.3. ábra). A kapcsolat közelítő merevsége és tényleges merevsége közötti eltérésre vonatkozó képleteket a A.27.2. táblázat foglalja össze. E kritériumok alapján ellenőrizhető, hogy a két merevségérték közötti különbség valóban 5%-nál kisebb mértékben befolyásolja-e a keret teherbírását.

Látható, hogy a merevség értéke a legkisebb és a legnagyobb határérték között elég széles tartományban változhat, ami a félmerev kapcsolatok egyik érdekes jellegzetessége (a merev kapcsolatokhoz képest). Ez a tény viszonylagos szabadságot biztosít az acélszerkezet gyártója számára a saját és a tervező igényeit egyaránt kielégítő kapcsolati megoldás kiválasztásában.



a) művelet – tervező  
A keret analízise az  $S_{j,app}$  alapján felvett kapcsolati merevséggel

b) művelet – gyártó  
Félmerev kapcsolat érvényességi tartomány  $S_{j,app}$  esetén

c) művelet – gyártó  
Annak ellenőrzése, hogy a tényleges  $S_{j,ini}$  a megfelelő tartományban van-e

A.27.3. ábra: A félmerev kapcsolatok merevségére vonatkozó követelmény ellenőrzése

A.27.2. táblázat: A kapcsolat tényleges és közelítő kezdeti merevsége közötti eltérés határai

Keret	Alsó határ	Felső határ
Merevített	$S_{j,ini} \geq \frac{8S_{j,app}EI_b}{10EI_b + S_{j,app}L_b}$	Ha $S_{j,ini} \leq \frac{8EI_b}{L_b}$ : $S_{j,ini} \leq \frac{10S_{j,app}EI_b}{8EI_b - S_{j,app}L_b}$ ; egyébként: $S_{j,ini} \leq \infty$
Merevítetlen	$S_{j,ini} \geq \frac{24S_{j,app}EI_b}{30EI_b + S_{j,app}L_b}$	Ha* $S_{j,ini} \leq \frac{24EI_b}{L_b}$ : $S_{j,ini} \leq \frac{30S_{j,app}EI_b}{24EI_b - S_{j,app}L_b}$ , egyébként: $S_{j,ini} \leq \infty$

ahol:

$S_{j,app}$  a kapcsolat közelítő merevsége (a kezdeti merevség előzetesen becsült értéke);

$S_{j,ini}$  a kapcsolat tényleges kezdeti merevsége

$E$  a rugalmassági modulus

$L_b$  a gerenda hossza

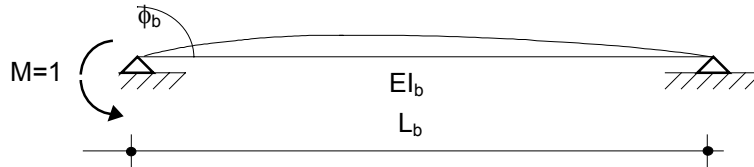
$I_b$  a gerenda keresztmetszetének tehetetlenségi nyomatéka

\*Az egyszerűség kedvéért az Eurocode 3 szerinti, merevítetlen keretekre vonatkozó határt

$$S_j \geq \frac{25EI_b}{L_b} \text{ -ről } S_j \geq \frac{24EI_b}{L_b} \text{ -re csökkentettük.}$$

### A.27.5. A befogási tényező alkalmazása (hagyományos tervezési eljárás)

Az előtervezés során követhető másik stratégia az úgynevezett  $f$  befogási tényező használata. Az  $f$  befogási tényező definíció szerint a gerenda egyik végének az ugyanazon a gerendavégen működő egységnyi hajlítónyomaték hatására bekövetkező  $\varphi_b$  elfordulása osztva a gerendavég és a kapcsolat ugyanezen nyomaték hatására bekövetkező  $\varphi_t$  együttes elfordulásával.



A.27.4. ábra: A gerendavég elfordulása

Egységnyi nyomaték hatására a gerenda végének elfordulása (A.26.4. ábra):

$$\varphi_b = \frac{L_b}{3EI_b}.$$

Ugyanezen nyomaték hatására a gerendavég és a kapcsolat együttes elfordulása:

$$\varphi_t = \frac{L_b}{3EI_b} + \frac{1}{S_j},$$

amelyből a befogási tényező:

$$f = \frac{\varphi_b}{\varphi_t} = \frac{1}{1 + 1,5\alpha},$$

ahol  $E$ ,  $L_b$ ,  $I_b$  és  $S_j$ , a A.27.2. táblázat szerinti értékek, és

$$\alpha = \frac{2EI_b}{L_b S_j}.$$

Ideálisan csuklós kapcsolatokra  $f=0$ , ideálisan befogott kapcsolatokra pedig  $f=1$ .

A megoldás keresésének iterációs folyamata felgyorsítható, ha a tervező felvesz egy 0 és 1 közötti befogási tényezőt, és azzal kezdi az analízist.

Kiindulási értéként merevített keretekre  $0,1 \leq f \leq 0,6$ , merevítetlen keretekre pedig  $0,7 \leq f \leq 0,9$  befogási tényező felvétele javasolt.

Ha merevített keret esetén  $f=0,5$  értékből indulunk ki, akkor a keret analízise során  $3EI_b / L_b$  kapcsolati merevséget kell feltételezni. Megjegyezzük, hogy

$$S_j = \frac{3EI_b}{L_b} \cdot \frac{f}{1-f}.$$

Ha merevítetlen keret esetén  $f=0,8$  értékből indulunk ki, akkor a megfelelő kapcsolati merevség  $12EI_b / L_b$ .

Ezek az értékek felfoghatók úgy, mint előzetes becslések az 1. ábra szerinti tervezési folyamatban. Utólag tehát ellenőrizni kell, hogy az előzetesen becsült értékek megfelelően közel vannak-e a kapcsolatok tényleges kezdeti merevségéhez. Ez az ellenőrzés a A.27.2. táblázat alapján hajtható végre.

A 3. táblázat konkrét értékei az  $f=0,5$  (merevített keretekre), illetve  $f=0,8$  (merevítetlen keretekre) becsült értékek esetén használhatók.

A.27.3. táblázat: A tényleges kezdeti merevség korlátai (adott befogási tényezők esetére)

Keret	Alsó határ	Felső határ
Merevített ( $f=0,5$ ) $S_{j,app} = \frac{3EI_b}{L_b}$	$S_{j,ini} \geq \frac{24EI_b}{13L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{6EI_b}{L_b}$
Merevítetlen ( $f=0,8$ ) $S_{j,app} = \frac{12EI_b}{L_b}$	$S_{j,ini} \geq \frac{48EI_b}{7L_b}$	$S_{j,ini} \leq \frac{30EI_b}{L_b}$

ahol:

$S_{j,app}$  a kapcsolat közelítő merevsége (a kezdeti merevség előzetesen becsült értéke);

$S_{j,ini}$  a kapcsolat tényleges kezdeti merevsége

$E$  a rugalmassági modulus

$L_b$  a gerenda hossza

$I_b$  a gerenda keresztmetszetének tehetetlenségi nyomatéka

### A.27.6. Nem kilengő keretek tervezése merev–képlékeny keretanalízis alapján

Az előzőekben felvázolt eljárás csak a kapcsolatok elfordulási merevségére összpontosít, és ezért elsősorban a rugalmas szerkezeti analízis gondolkodásvilágába illeszthető. Képlékeny tervezés esetén, amely különösen merevített nem kilengő keretekre alkalmas, a keret analízise szempontjából a kapcsolatok ellenállása is fontos tényező.

Ezért másféle stratégiát kell követni (A.27.5. ábra). Első lépésben elvégezzük a keret tervezését csuklós kapcsolatok feltételezésével. A második lépésben a gerendaszelvény méretét eggyel kisebbre vesszük, aminek az lesz a következménye, hogy a gerendák kapcsolatainak nyomatékot is át kell adniuk. Ha ez a nyomaték kicsi, akkor elegendő egyszerű részleges szilárdságú kapcsolatokat alkalmazni. Ez a stratégia elsősorban a keret gazdaságosságára összpontosít: magában foglalja azt a feltételezést, hogy az anyagköltségek csökkenése legalábbis kompenzálja a részleges szilárdságú kapcsolatok kialakításának többletköltségét. Ha azonban ezeket a részleges szilárdságú kapcsolatokat erősíteni vagy merevíteni kell, akkor a legjobb megoldást gyakran a nagyobb gerendaszelvény jelenti.

A tervezést a következő lépésekben hajtjuk végre:

- 1–2. lépés: hasonló az 1. ábrán vázolt folyamat első két lépéséhez.
- 3. lépés: Először megtervezzük a gerendákat csuklós kapcsolatok feltételezésével (kéttámaszú tartókként). A gerendák szelvényét ezután eggyel kisebbre vesszük, mint ami a kéttámaszú tartó maximális nyomatékának felvételéhez szükséges lenne. Ennek következtében a kapcsolatoknak nyomatékot is át kell adniuk.
- 4. lépés: Megtervezzük az oszlopokat azzal a feltételezéssel, hogy a gerendák csuklósan kapcsolódnak.
- 5. lépés: Meghatározzuk a kapcsolatok által átadandó hajlító nyomatékokat.
- 6. lépés: Ellenőrizzük az oszlopot a normálerő és a hajlító nyomaték együttesére.



- 7–8. lépés: Ha valamelyik oszlop nem felel meg, akkor valószínűleg jobban járunk, ha csuklós kapcsolatokat alkalmazunk, mint ha megnövelnénk az oszlop méretét, és részleges szilárdságú kapcsolatokat alkalmaznánk.
- 9–10. lépés: Ellenőrizzük az egyes határállapotokat. Ha a gerendák nem felelnek meg a használhatósági követelménynek, akkor túl kell őket emelni. Ezen ellenőrzés során figyelembe vehető a kapcsolatok merevsége is, például az 1. táblázat szerinti becslült értékekkel. A túlemelés helyett megnövelhető a gerenda szelvénye, attól függően, hogy az adott körülmények között melyik megoldás látszik gazdaságosabbnak.
- 11. lépés: Ha a teherbírási határállapotok ellenőrzése során sikerül kimutatni, hogy a szerkezet megfelelő, akkor a kapcsolatokat megtervezzük a kiszámított hajlító nyomatékok felvételére. Ha a használhatósági határállapotokat közelítő kapcsolati merevség alapján vizsgáltuk, akkor most ellenőrizni kell, hogy a tényleges kapcsolati merevség hogyan viszonyul a közelítő értékhez (lásd még a kapcsolatok szükséges merevségéről szóló részt).

Az A.27.5. ábra szerinti tervezési folyamatban a szerkezet koncepciójának megválasztásakor hasznos, ha a tervező viszonylag gyorsan fel tudja mérni, milyen típusú kapcsolatra lesz szüksége az utolsó, 11. lépésben. Fontos, hogy ez az információ minél korábban rendelkezésére álljon, lehetőleg még a gerendák és az oszlopok ellenőrzése előtt. Ha úgy látszik, hogy a kapcsolatot majd merevíteni kell, akkor általában gazdaságosabb, ha csuklós kapcsolatokat és nagyobb gerendaméretet alkalmazunk.

A szükséges kapcsolattípus viszonylag gyorsan kiválasztható a A.27.4. táblázat segítségével.

A.27.4. táblázat: Ajánlások kapcsolatok ellenállására az előtervezéshez

Kapcsolat kialakítása	Egyoldali kapcsolat ellenállása ( $M_{j,Rd}$ )	Kétoldali kapcsolat ellenállása ( $M_{j,Rd}$ )
Egyszerű	0	0
Közepesen bonyolult	$\leq 5 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_{M0}$	$\leq 7 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_{M0}$
Bonyolult	$> 5 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_{M0}$	$> 7 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_{M0}$

Jelölések:

$z$  a nyomófeszültségek és a húzófeszültségek eredőjének távolsága

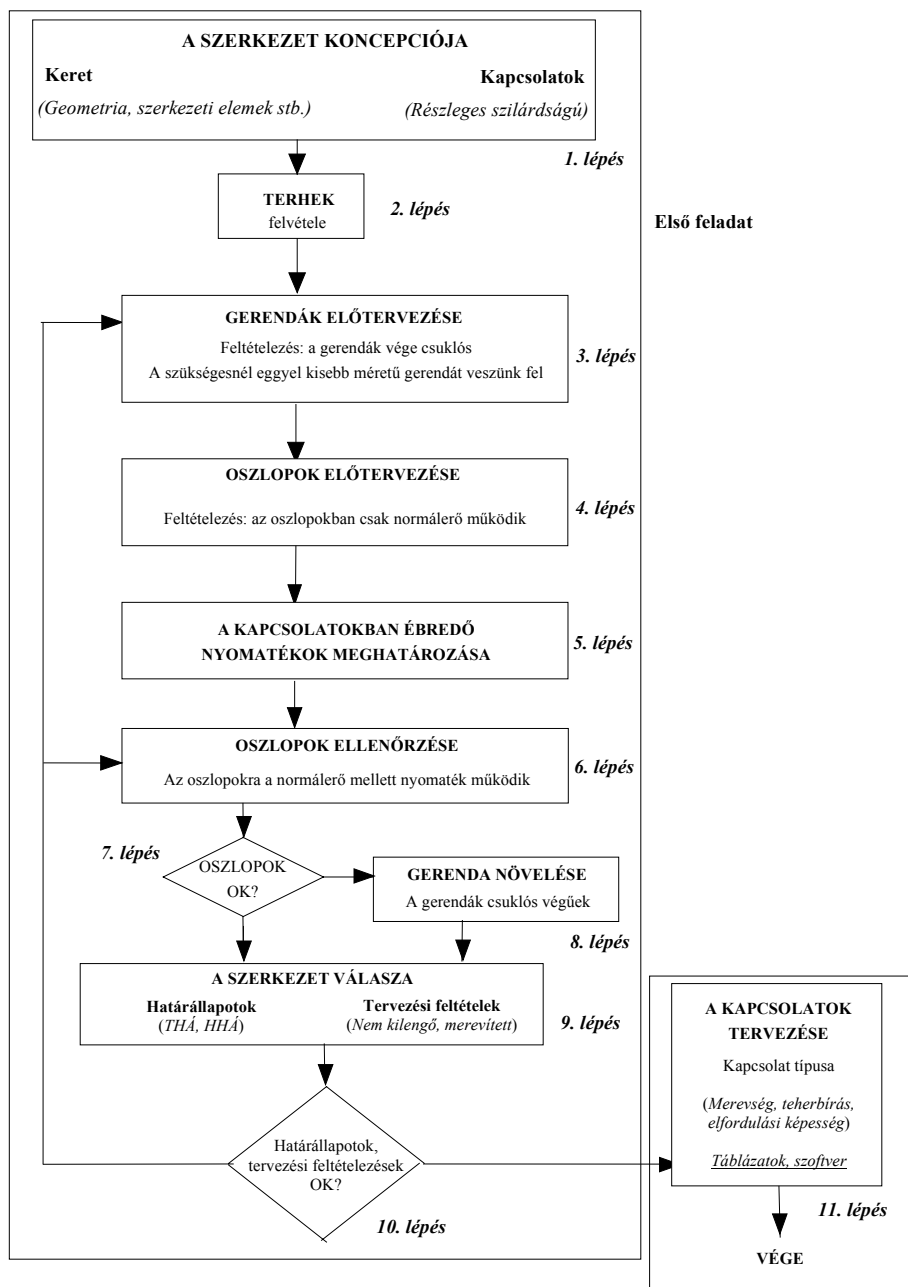
$f_y$  az oszlop övlemezének folyáshatára

$t_{fc}$  az oszlop övlemezének vastagsága

$\gamma_{M0}$  a szerkezeti elemek ellenállásához tartozó biztonsági tényező

Az egyszerű kialakítású kapcsolatok azok a kapcsolatok, amelyeket hagyományosan névlegesen csuklósnak tekintünk. A „bonyolult” kialakítású kapcsolatok képesek nyomaték átadására, de merevítő bordákat tartalmaznak. „Közepesen bonyolult” kialakítású, a két szélső eset közötti kapcsolatoknak azokat a kapcsolatokat tekintjük, amelyek képesek nyomaték átadására, és ugyanakkor nem tartalmaznak merevítő bordákat. A merevítés kialakítása általában munkaerő-igényes, ezért a „bonyolult” kialakítású kapcsolatok alkalmazása többnyire nem gazdaságos. A részleges szilárdságú kapcsolatok általában a „közepesen bonyolult” vagy a „bonyolult” kategóriába tartoznak.

A A.27.4. táblázat segítségével a tervező ellenőrizni tudja, hogy az A.27.5. ábra szerinti tervezési folyamat végén „közepesen bonyolult” kialakítású kapcsolatot kap-e. Ez az ellenőrzés már az 5. lépés után elvégezhető, hiszen ebben a lépésben határoztuk meg azt az  $M_{Sd}$  nyomatékot, amelyet a kapcsolatnak a gerendáról az oszlopra át kell adnia. A kapcsolat  $M_{Rd}$  nyomatéki ellenállásának legalább akkorának kell lennie, mint ez az  $M_{Sd}$  érték. Magyarán, ha például egy egyoldali kapcsolat esetén az  $M_{Sd}$  értékre fennáll az  $M_{Sd} \leq 5 f_y z t_{fc}^2 / \gamma_{M0}$  feltétel, akkor várható, hogy a végső megoldás merevítő bordák nélküli kapcsolat lesz; ellenkező esetben viszont arra kell számítani, hogy merevítő bordákat kell majd beépíteni, ezért általában gazdaságosabb megoldáshoz jutunk, ha megnöveljük a gerendaszelvény méretét, és csuklós kapcsolatokat alkalmazunk.



A.27.5. ábra: Tervezési stratégia nem kilengő keretekben alkalmazott részleges szilárdságú kapcsolatok esetére

A A.27.4. táblázat különösen hasznos nem kilengő keretek merev-képlékeny analízissel való vizsgálata esetén, azonban jó szolgálatot tehet merevített és merevítetlen kilengő keretek rugalmas vagy képlékeny analízise esetén is.