



Magasépítési vasbetonszerkezetek

5. előadás

Keretek

Szabó Imre Gábor

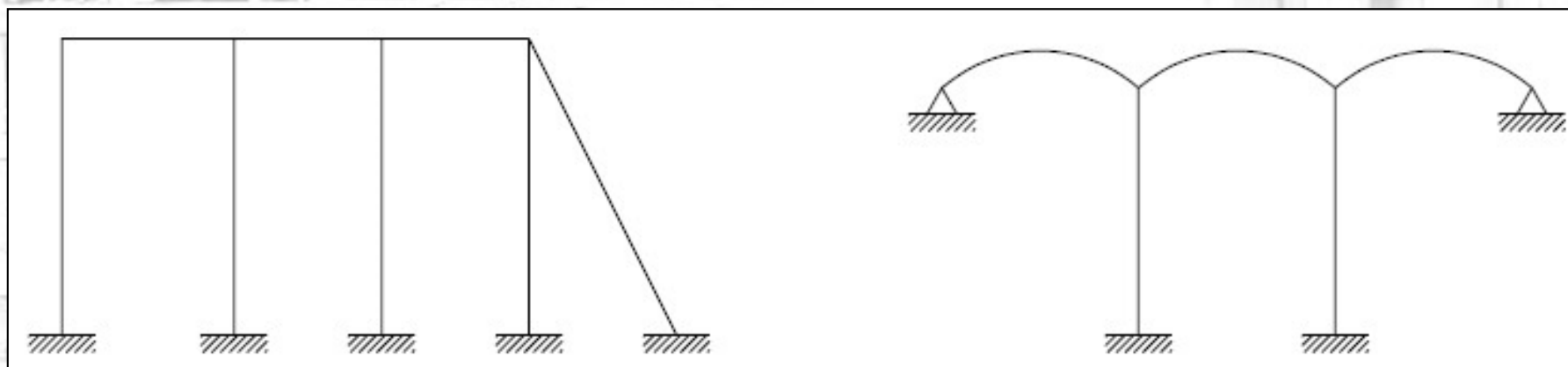
Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék



1. Keret

Definíció: A keret tetszőleges irányú egyenes vagy görbe tengelyű rudakból összekapcsolt szerkezet. Egyenes tengelyű rudakból, azaz függőleges oszlopokból és vízszintes gerendákból összekapcsolt szerkezeteket *kereteknek* nevezzük. A görbetengelyű rudakból álló szerkezetek az *ívtartók*. A gerenda és oszlop csatlakozása sarokmerev, azaz egy csomópontban találkozó rúdvégek valamely külső hatás következtében előálló szögelfordulása és eltolódása azonos.



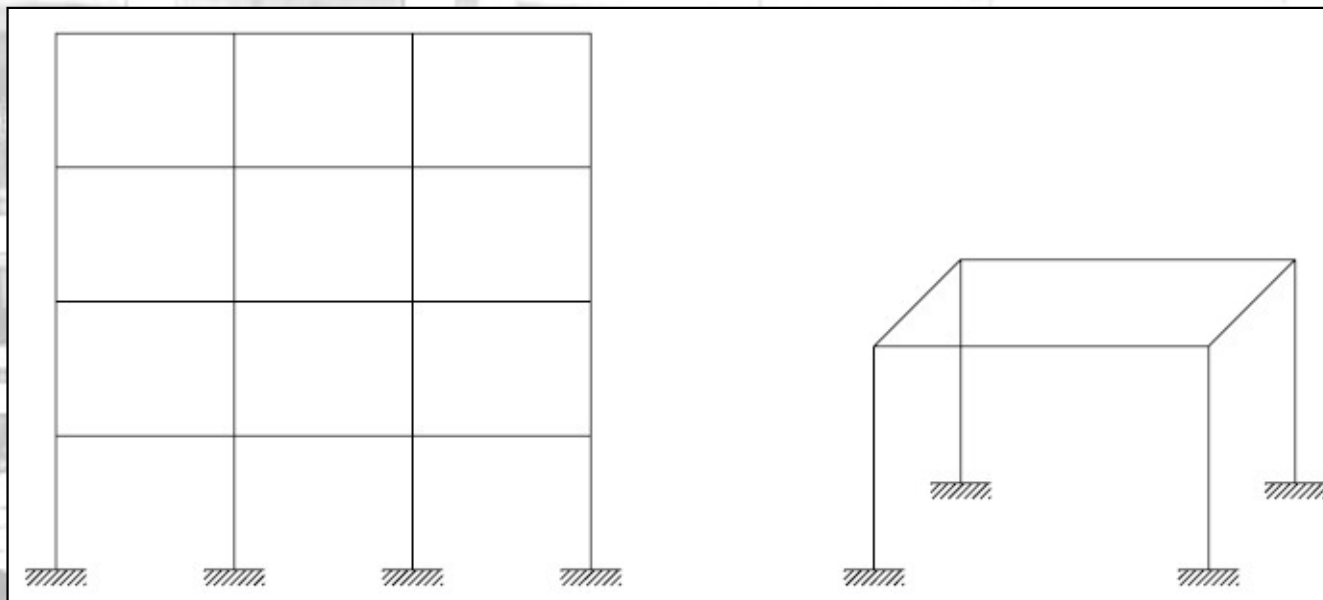
1. ábra. Egyenes rudakból álló keret és ívtartó [Kiss R. 2007]



1.1 Keretek osztályozása

1.1.1 Elrendezés szerint

Síkbeli és térbeli keretek: A térbeli kereteket sok esetben síkbeli keretekkel közelítik, modellezik. Ebben az esetben külön figyelmet kell fordítani a síkbeli keretek közötti teherelosztásra.

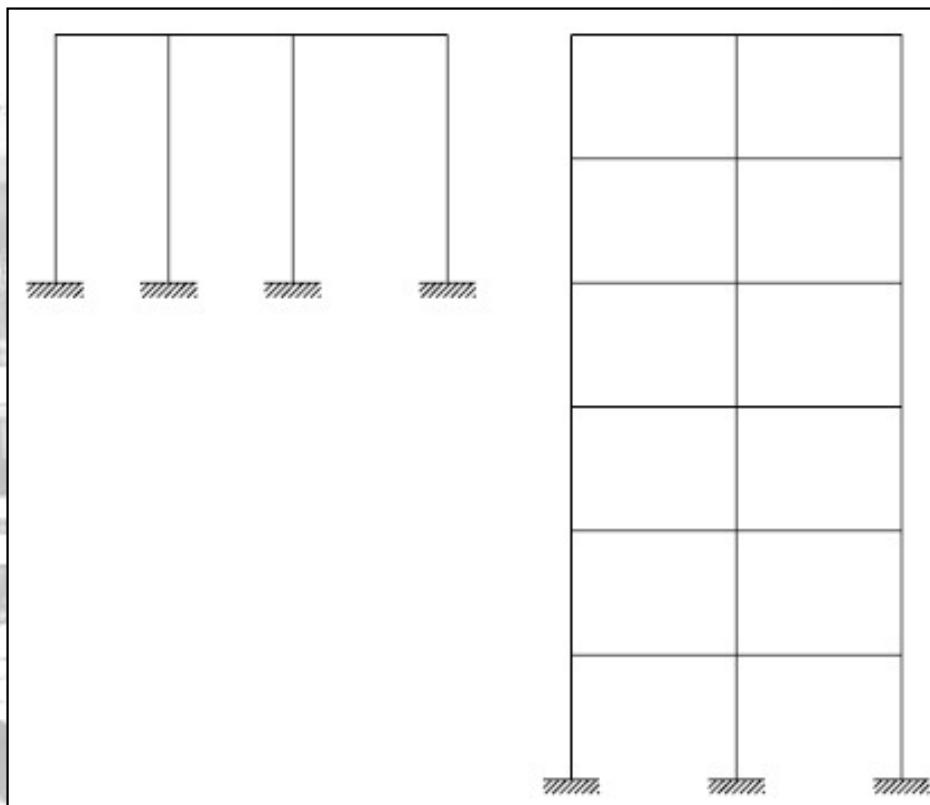


2. ábra. Síkbeli és térbeli keret [Kiss R. 2007]



Egyszintes és többszintes keretek:

A gyakorlatban a többszintes keretek az elterjedtek. Az ipari csarnokok általában egyszintes keretek.

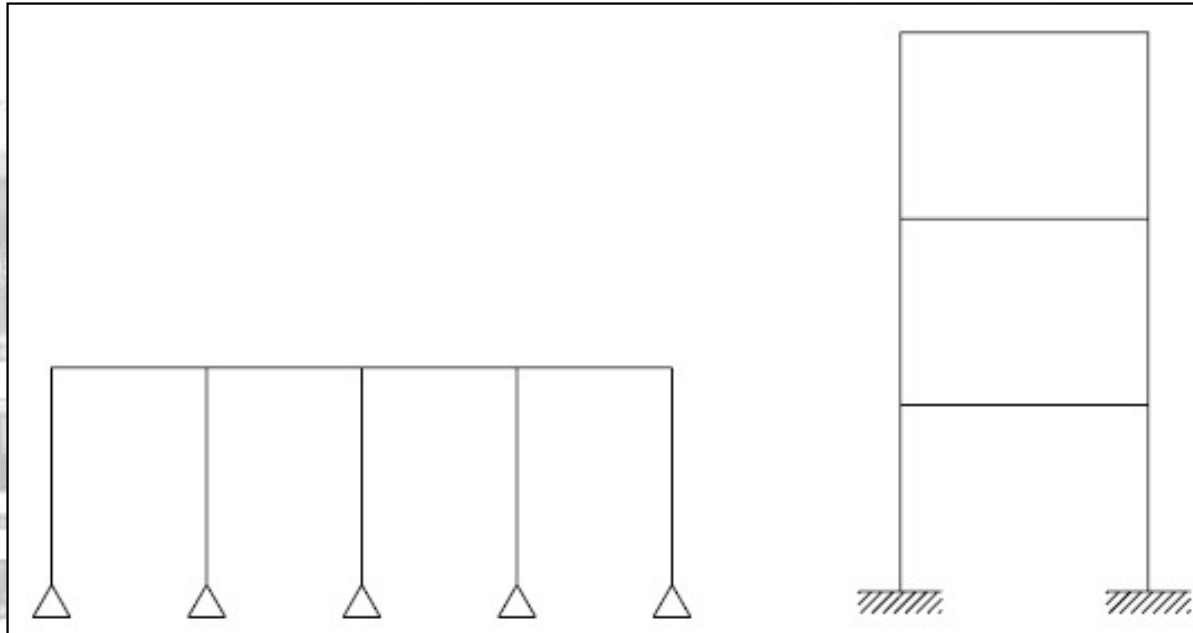


3. ábra. Egyszintes (többhajós) és többszintes (többhajós) keret [Kiss R. 2007]



Egyhajós és többhajós keretek (egy- és többnyílású keretek):

A gyakorlatban legtöbbször többhajós keretekkel találkozunk, de többszintes keretek esetén az egyhajós szerkezetek is elterjedtek.

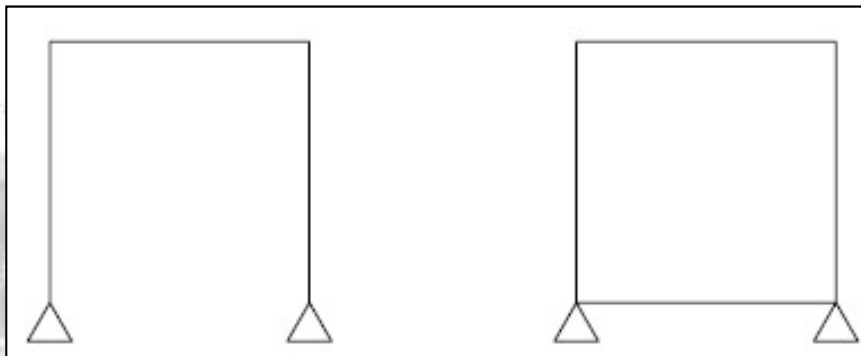


4. ábra. Többhajós (egyszintes) és egyhajós (többszintes) keret [Kiss R. 2007]



Nyitott vagy zárt keretek:

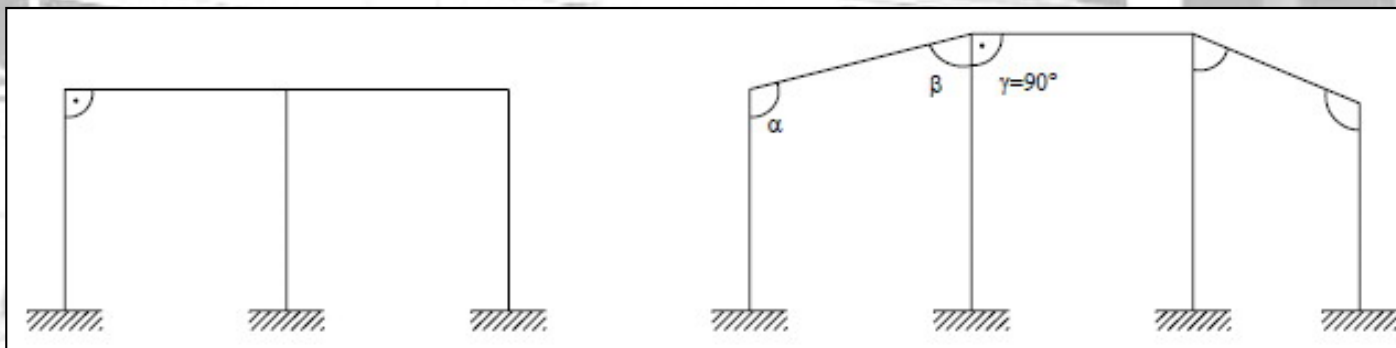
A vasbetonból készült keretek általában nyitott keretek, zárt keretekkel ritkán találkozunk.



5. ábra. Nyitott keret és zárt keret [Kiss R. 2007]

Derékszögű és ferdeszögű keretek:

Kapcsolódó rúdelemek egymással bezárt szöge derékszög vagy attól eltérő.



6. ábra. Derékszögű és ferdeszögű keret [Kiss R. 2007]

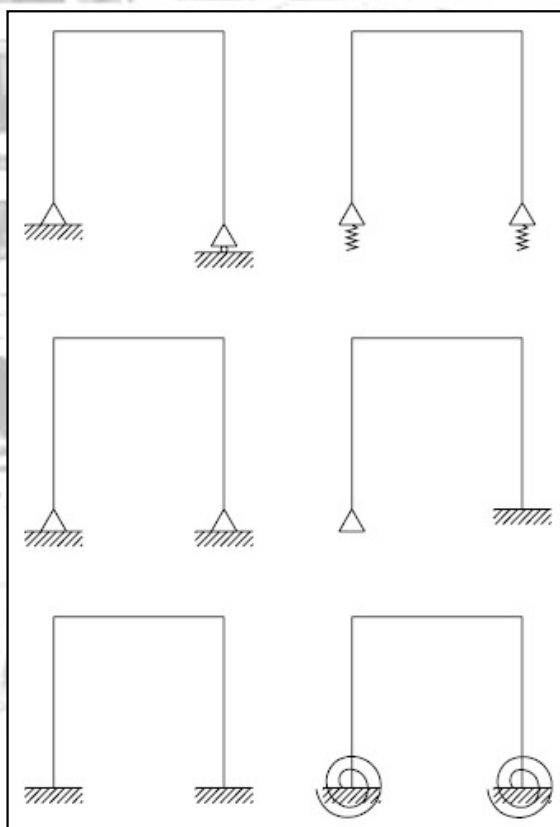


1.1.2 Statikai szempontból

Statikailag határozott és statikailag határozatlan keretek:

Egyszintes, egyhajós csuklós-görgős megtámasztású szerkezeteket kivéve a keretszerkezetek statikailag többszörösen határozatlan szerkezetek.

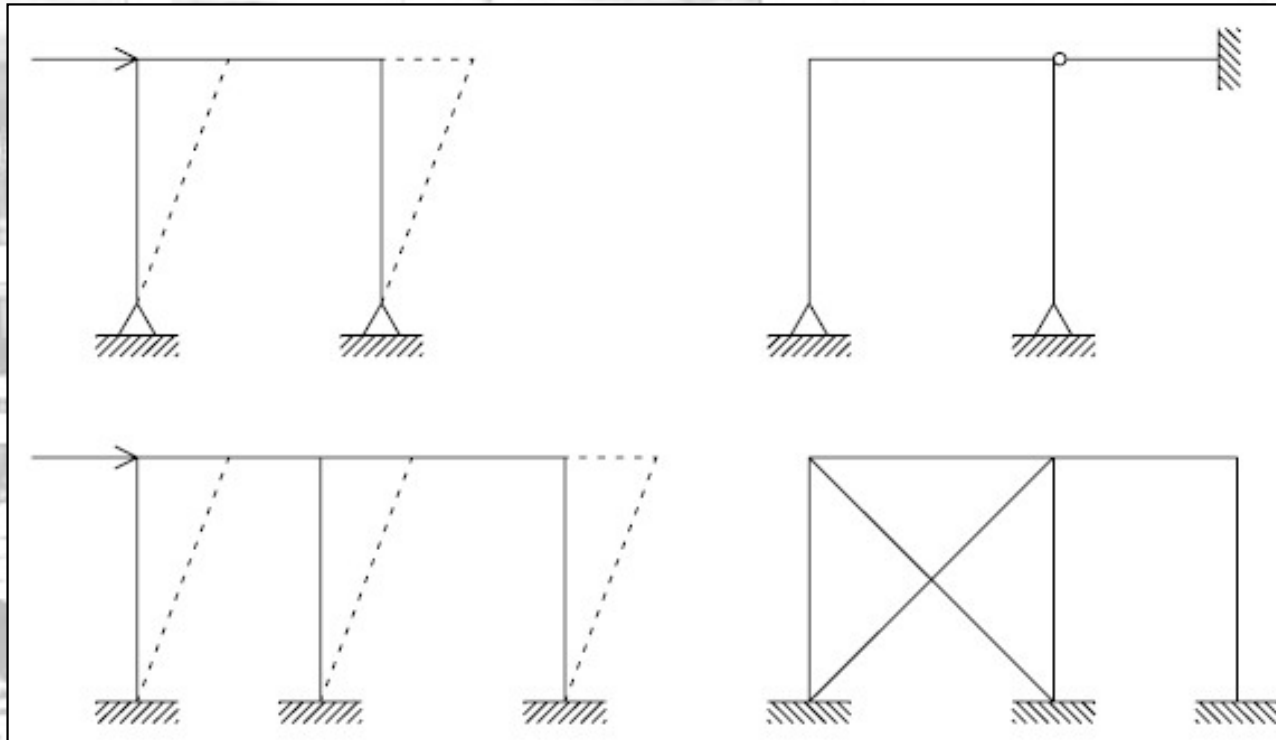
Megtámasztás szerint: A keretek megtámasztása lehet csuklós-görgős, kétcsuklós szerkezet, befogott, rugalmas, vegyes megtámasztás.



7. ábra. Megtámasztási módok [Kiss R. 2007]



Kilendülő és nem kilendülő keretek: Vízszintes teher hatására elmozduló kereteket *kilendülő* kereteknek nevezzük. A kilendülő kereteket vízszintes irányban nem támasztja meg szerkezet. A nem-elmozduló keretek, amelyeket vízszintes irányban merevítő szerkezet támaszt meg, a *nem kilendülő* keretek.



8. ábra. Kilendülő és nem kilendülő keret [Kiss R. 2007]


1.2 Keretek igénybevételeinek számítása

A keretekre függőleges (önsúly, hasznos, hó stb.), vízszintes (szél, földrengés) és kinematikai teher (hőmérsékletváltozás, méretpontatlanság, stb.) hat.

1.2.1 Keretek pontos számítása

A statikailag többszörösen határozatlan tartók megoldásánál is feltételezzük a következőket:

- a keret anyaga homogén, izotróp, lineárisan rugalmas, azaz követi a Hooke-törvényt,
- a terheletlen állapotban a keret feszültségmentes,
- a keretet rudak alkotják, amelyeknek két keresztmetszeti mérete (b és h) a harmadik mérethez (rúd hossza l) képest elhanyagolható,
- érvényes a Bernoulli-Navier hipotézis, azaz a középsík valamely pontjának normálisán lévő pontja alakváltozás után is ugyanazon a normálison marad,
- a két rúd csatlakozása tökéletesen sarokmerev, nyomatékbíró.



A statikailag többszörösen határozatlan szerkezetek számítása történhet erőmódszerrel és elmozdulás-módszerrel.

A statikailag sokszorosán határozatlan keretek kézi számítása nehézkes, időigényes. A számításoknál az egyszerűség kedvéért feltételeztük, hogy a keretek síkbeliek és rudak nyújthatatlanok. A kereskedelmi forgalomban kapható keretszámító programok és végeelem programok segítségével a síkbeli és a térbeli keretek igénybevételei rövid előkészítés után gyorsan megkaphatók. A gépi számításnál nem kell feltételezni, hogy a rudak nyújthatatlanok.

A keretek méreteinek felvételéhez, a statikai váz kialakításához a gépi számítás előkészítéséhez és ellenőrzéséhez közelítő számítások szükségesek. A közelítő számításoknak gyorsnak és megfelelően pontosnak kell lenniük. A közelítő számításokat minden esetben síkbeli kereteken célszerű végezni.

Keretek méretezése:

A keretek függőleges és vízszintes teherből származó igénybevételeinek ismeretében a számítások következő lépése, a keretet alkotó gerendák, oszlopok, keretsarkok méretezése.

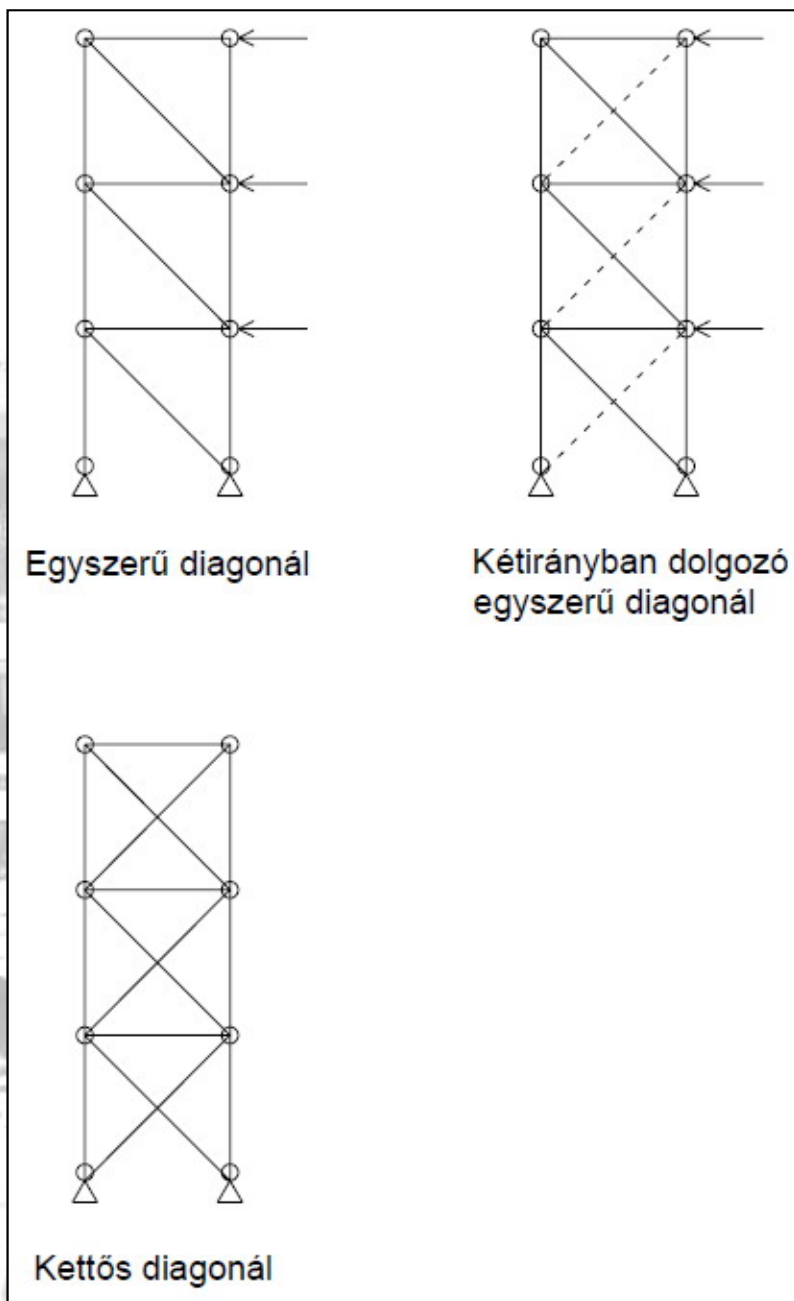


1.2.2 Csuklós keretek rácsrúddal merevítve

A csuklós keret nem képes a vízszintes teher felvételére, külön merevítést kell alkalmazni. Ez lehet egyirányban dolgozó rácsozat (egyszerű diagonál). Ekkor kétirányú szélteher esetén egyszer a diagonál húzott, másik irányú szélteher esetén nyomott, amelynek kihajlását ellenőrizni kell.

A módosított egyszerű diagonálnál a nyomásra könnyen kihajló kötél szerkezetet alkalmaznak, amely a húzóerőt képes felvenni, a nyomóerőt nem.

A másik megoldás a kétirányú rácsozat (kettős diagonál), ahol a nyomott és a húzott rácsrúd egyaránt dolgozik. Ebben az esetben a nyomott rácsrúdat kihajlásra ellenőrizni kell. A kihajlás elkerülésére középen csomólemezt iktatnak be. A keretszerkezet lehet előregyártott vasbetonszerkezet, vagy csavaros kapcsolatú acélszerkezet. A rácsozat minden esetben acélszerkezet. A tervezésnél külön gondot kell fordítani a vasbetonszerkezet és a hozzá kapcsolódó acélszerkezet kapcsolatának kialakítására (kihúzóadás vizsgálat).



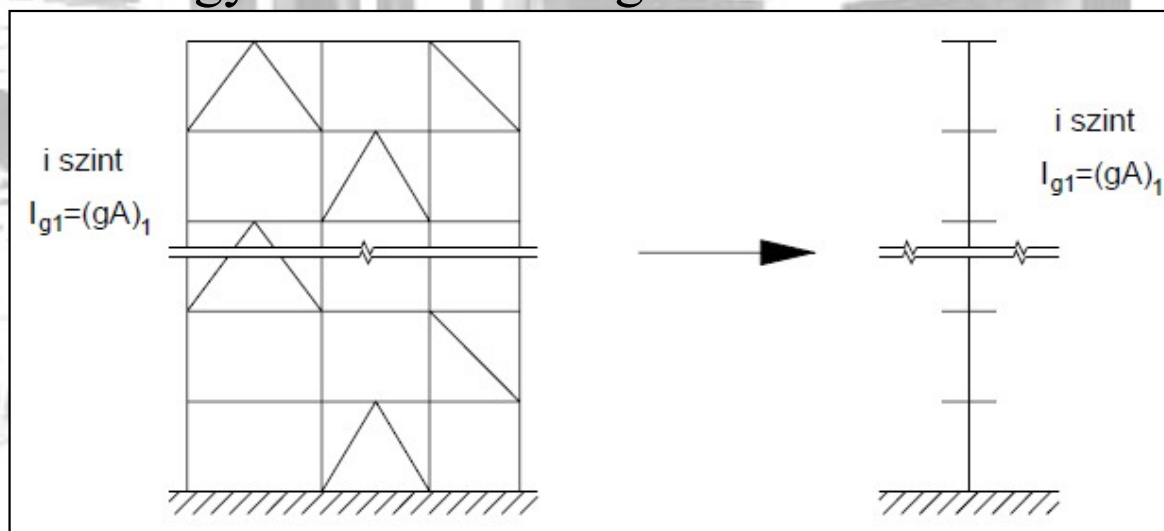
9. ábra. Csuklós keretek osztályozása [Kiss R. 2007]



Igénybevételek meghatározása:

A diagonállal merevített keretszerkezetek igénybevételeinek számításánál a függőleges és vízszintes terheket egyaránt figyelembe kell venni.

Átlós rudakkal merevített keretek igénybevételeinek erősen közelítő becslésére egyszerű oszlop modell is alkalmazható. Az oszlop nyírási merevségének ekkor a keret általános (GA) nyírási merevségével, hajlítási inerciájának pedig az eredeti keret oszlopkeresztmetszetei alapján számítható globális inerciájával kell megegyezni. Ennél a modellenél a többnyílású keret egyes oszlopainak saját hajlítási alakváltozásait elhanyagolják. Ennek hatása egyébként a valóságban kicsi.



10. ábra. Közelítő számítás modellje [Kiss R. 2007]

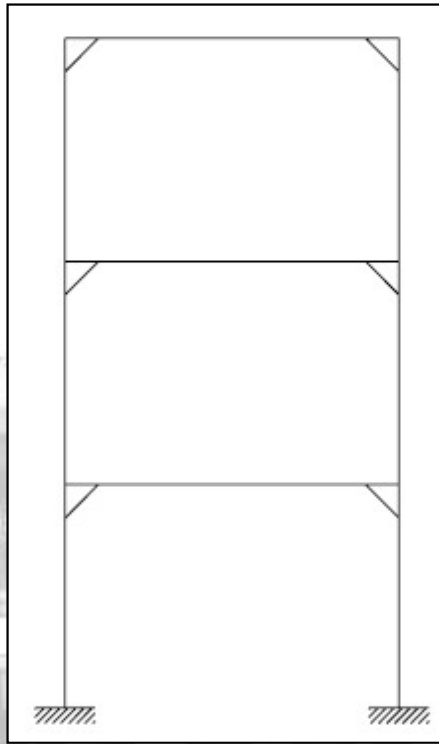


Az egyszerű diagonállal vagy a módosított egyszerű diagonállal merevített keretek igénybevételeinek számítására a rácsostartóknál tanult hármas átmetszéssel célszerű meghatározni az igénybevételeket.

Diagonállal merevített szerkezetek pontos számítására a mátrix-alapú elmozdulásmódszere, vagy végeelem módszer használata a legcélszerűbb. A méretezés esetén külön figyelmet kell fordítani a vasbeton keret és az acélszerkezetű diagonál kialakítására. Minden esetben méretezéssel kell bizonyítani, hogy a kapcsolathoz használt elemek kiszakadása nem következik be.

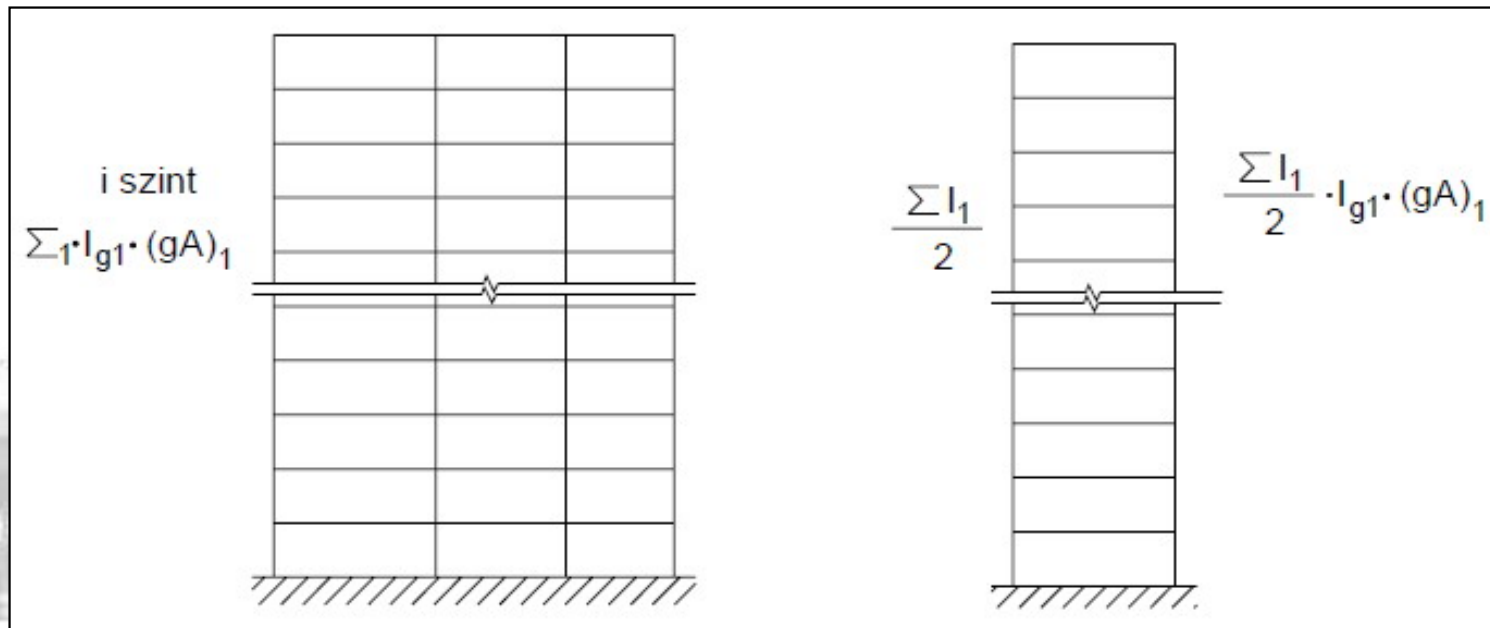
1.2.3 Sarokmerev keretek méretezése

A sarokmerev keret nyomatékbiró kapcsolatai révén képes a vízszintes teher felvételére. Nagy terhek esetén a tetőponti elmozdulás igen nagy. A keret anyaga szerint lehet monolit vasbetonszerkezet, nyomatékbiró kapcsolattal kialakított előregyártott vasbetonszerkezet, hegesztett acélszerkezet, nyomatékbiró kapcsolattal kialakított acélszerkezet.



11. ábra. Sarokmerev keret [Kiss R. 2007]

Többnyílású sarokmerev keret viselkedése a vízszintes terhelések hatására megfelelő pontossággal becsülhető egy megfelelő merevségű, egynyílású kerettel való helyettesítéssel. Feltétel, hogy a két szerkezet (GA) nyírési merevsége, az oszlopok inerciájának összege ($\sum I_j$) és az oszlopok keresztmetszeti területei alapján meghatározható I_g általános hajlítási merevség az eredeti és a helyettesítő váznál szintenként azonos legyen.

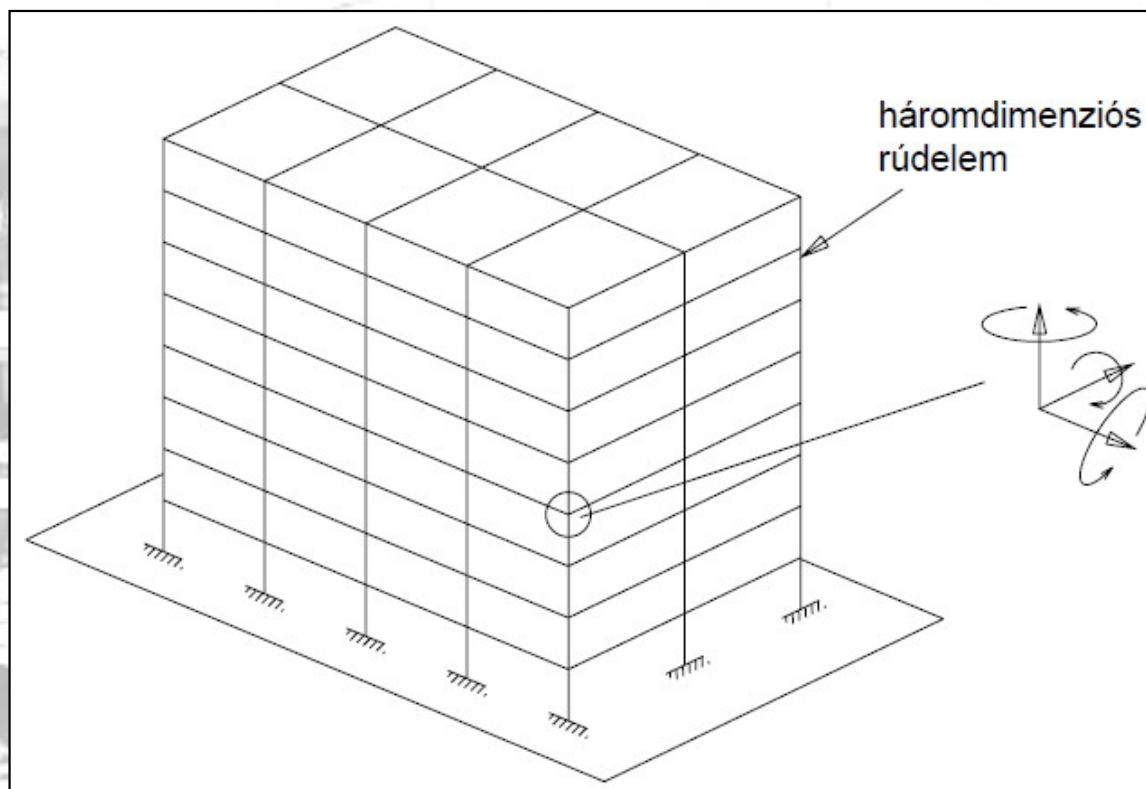


12. ábra. Többnyílású sarokmerv keret egyszerűsítése közelítő számításhoz [Kiss R. 2007]

A végleges számítás esetén a keretszerkezeteknél tárgyalt mátrix-elmozdulás módszer vagy mozaik módszeren alapuló végelem módszerrel célszerű számolni. A sarokmerv síkbeli keretek, melynek gerendái és oszlopai is rúdelemekkel helyettesíthetők. A rudak nyírési alakváltozásai általában elhanyagolhatók, ha az elem hossza nagyobb a keresztmetszet magasságának ötszörösénél. A végelem analízis alapján a csomópontok eltolódásai és elfordulása, valamint a rúdelemek igénybevételei (normálerő, nyomaték, nyíróerő) határozható meg.



A térbeli sarokmerev keretszerkezet háromdimenziós rúdelemekkel modellezhető. Ezek az elemek kétirányú nyírásra és hajlításra, csavarásra és tengelyirányú igénybevételekre is alakváltoznak.



13. ábra. Térbeli keret [Kiss R. 2007]

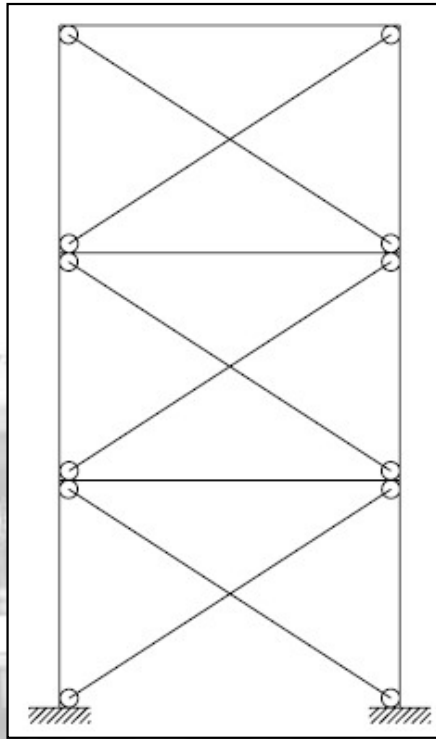
Általában keresztmetszeti területükkel, kétirányú nyírási keresztmetszetükkel valamint inerciájukkal és csavarási inerciájukkal definiálhatók.



Az oszlopok és gerendák nyírési, valamint a gerendák tengelyirányú alakváltozásai legtöbb esetben elhanyagolhatók. Ez a nyírési terület figyelmen kívül hagyásával és nagy fiktív keresztmetszeti terület megadásával érhető el. A gerendák és oszlopok csavarási merevségei is gyakran elhanyagolhatók. Ekkor nem kell megadni a csavarási állandót sem. A számítás eredményei a csomópontok eltolódási és elfordulásai az oszlopok normálereje, hajlítónyomatékai és nyíróerői, valamint a gerendák nyíróerői és hajlítónyomatékai.

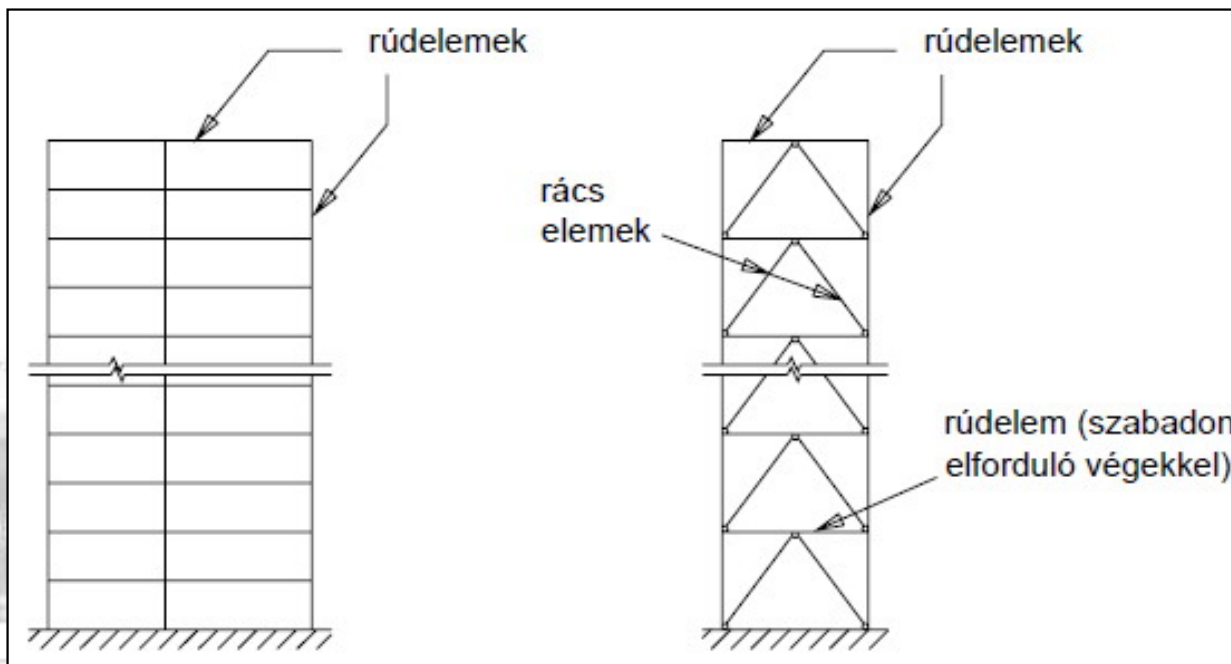
1.2.4 Intramerevítés – sarokmerev keret átlós rudakkal merevítve

A keretek csoportján belül találkozunk sarokmerev keretek rácsozással történő merevítésével, melyet *intramerevítésnek* neveznek. A rácsozás következtében a szerkezet tetőponti elmozdulásai, alakváltozásai lényegesen csökkennek, a kialakuló erőjáték kedvezőbb. Alkalmazásának a hátránya a bonyolult számítás, valamint a acél rácsozat és vasbetonszerkezet kapcsolat kialakítás bonyolultsága.

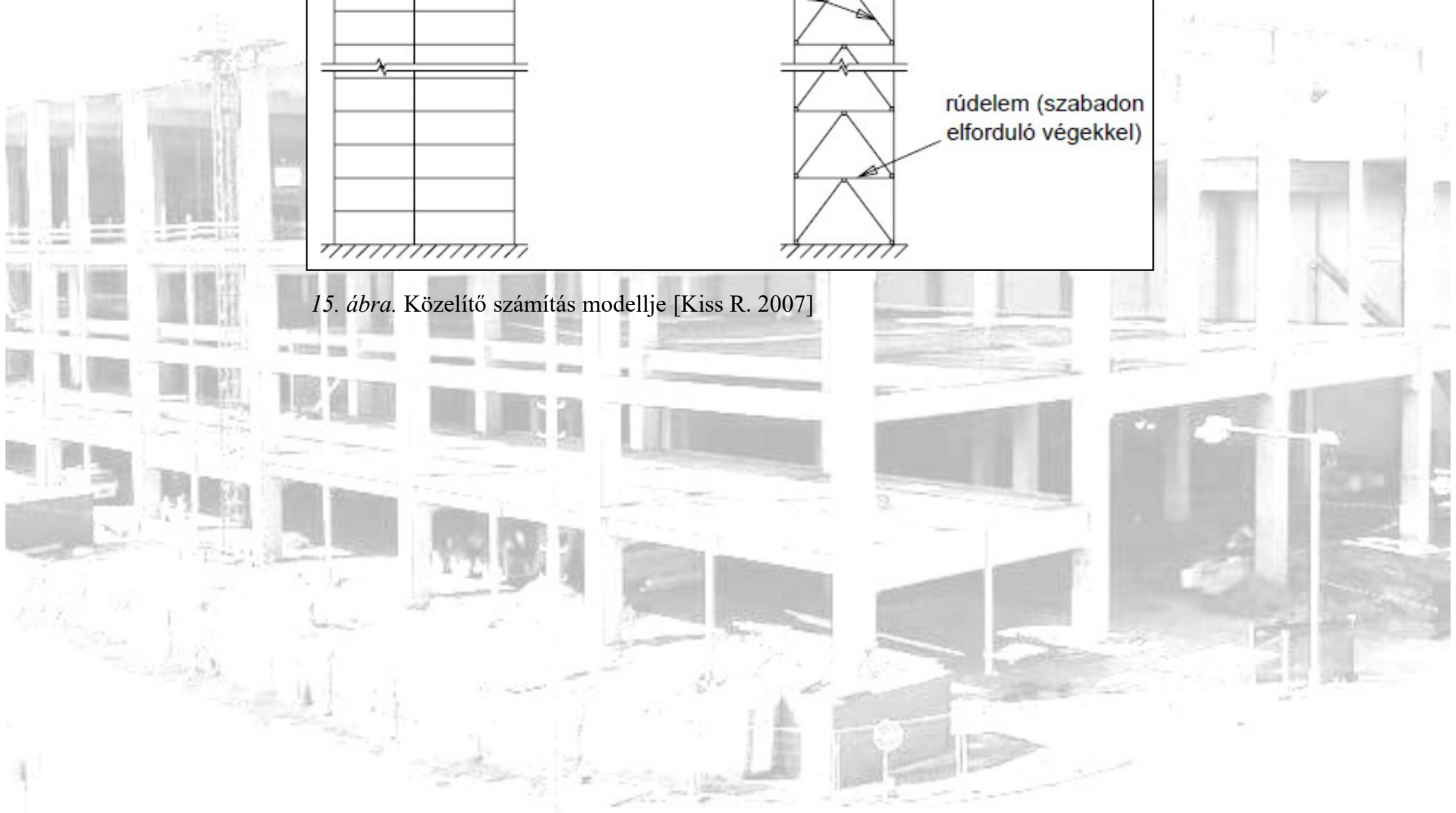


14. ábra. Sarkomerev keret diagonállal merevítve [Kiss R. 2007]

Rudakkal merevített sarokmerev keret igénybevéteinek számítása kereskedelmi forgalomba kapható programokkal célszerű végezni, amelyek matrix-elmozdulás vagy végeselemes módszeren alapulnak. A rácsrúd rácselemmel, azaz kis inerciájú rúdelemmel, az oszlopok és gerendák pedig rúdelemekkel modellezhetők. A számítás a rácsrudakban keletkező normálerőket is megadja.



15. ábra. Közelítő számítás modellje [Kiss R. 2007]





Felhasznált irodalom

DR. KISS RITA M.: *Magasépítési vasbetonszerkezetek.* Elektronikus jegyzet, Pécs, 2007

