

Tartószerkezetek II.

Vasbeton szerkezetek

Dr. Szép János
Egyetemi docens

Vasbeton épületek merevítése

Az épületeink vízszintes terhekkel szembeni ellenállását merevítéssel biztosítjuk:

- Szélteher
- Földrengésteher

A merevítés lehetséges módjai:

- **Vasbeton oszlop**

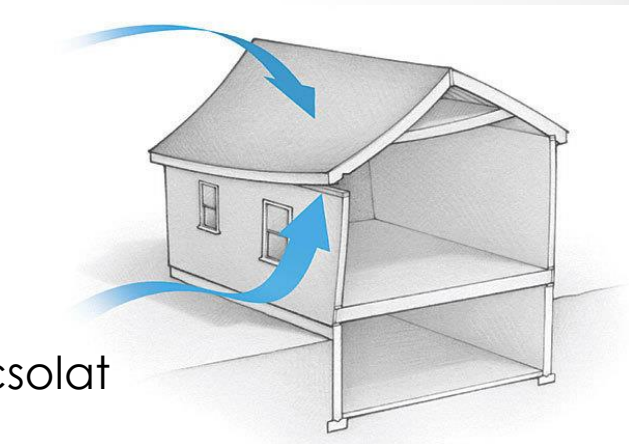
- Előregyártott, egyszintes vb. Csarnokok
- Alul befogott oszlop

- **Vasbeton keretszerkezet**

- Kilendülő keret sarokmerv oszlop-gerenda kapcsolat
- Monolit szerkezetek esetén
- 3-4 szintes épületmagasságig
- Nagy alakváltozás

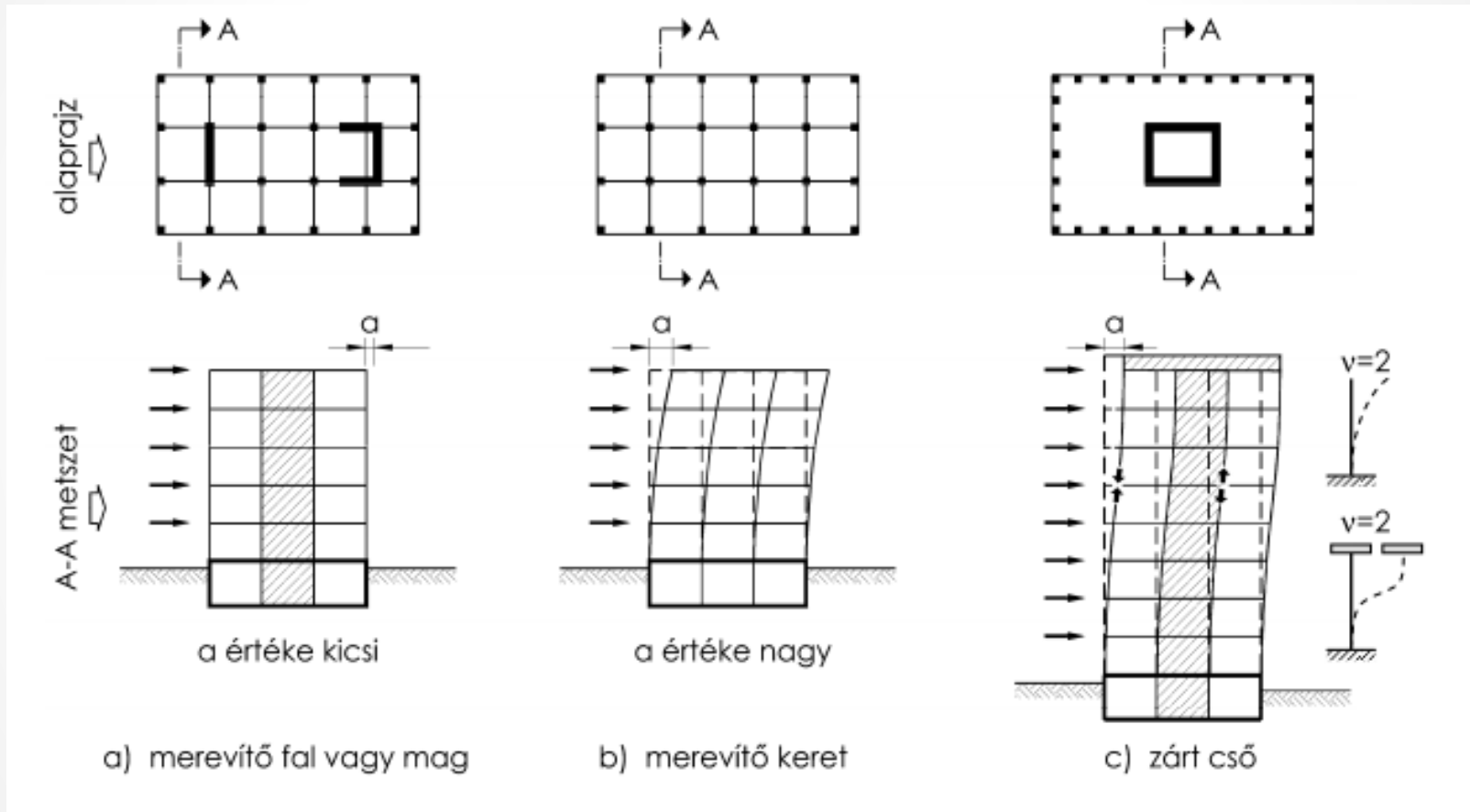
- **Merevítő fal – merevítő mag**

- A falak (vasbeton, téglá) nagy síkbeli merevségük révén alkalmasak a vízszintes erők felvételére (saját síkjukban!)
- Leghatékonyabb

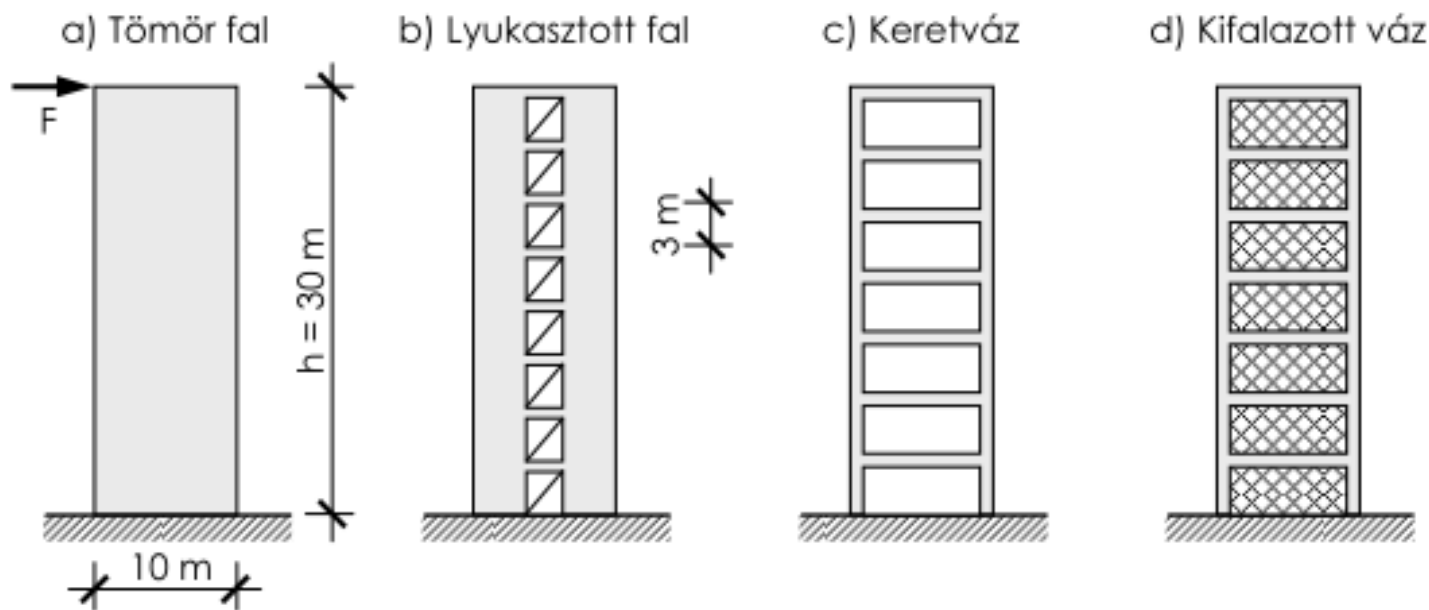




Vasbeton épületek merevítése



Vasbeton épületek merevítése



Relatív K merevség [%]

Alap	Merevítés típusa			
	a)	b)	c)	d)
szikla	100	20	2	20
talaj	17	10	1,8	10

Vasbeton épületek merevítése

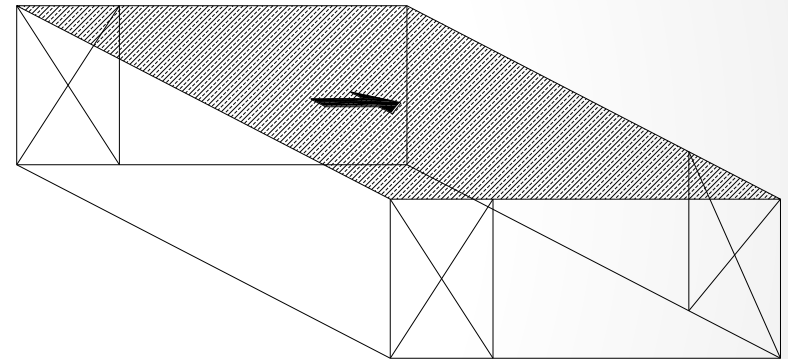
A vízszintes teher a födémet terheli



A födém a függőleges síkú merevítésekre, merevítő falakra adja át a terheket

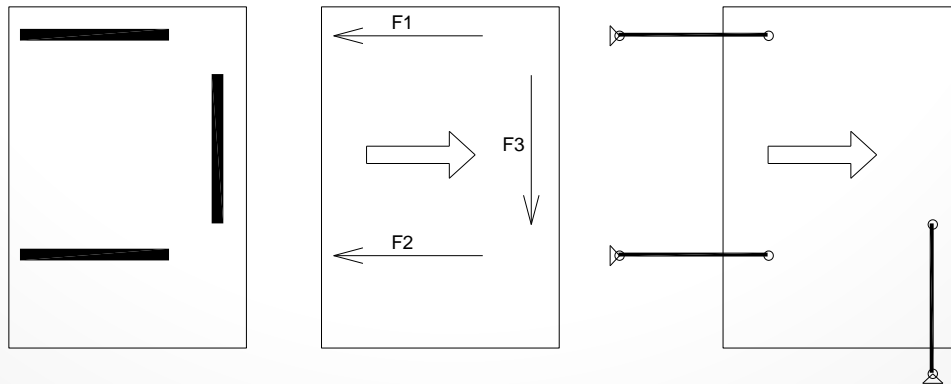


A merevítések az alapozáson keresztül az általajra adják át a terheket



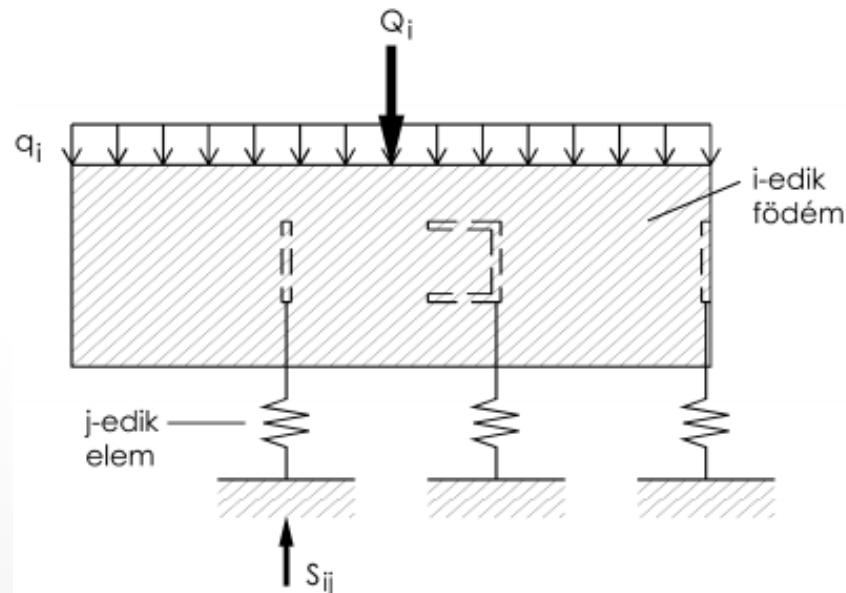
Vasbeton épületek merevítése

- A vasbeton födém saját síkjában a vízszintes terheket továbbítja a függőleges síkú merevítésekre
- A merevítések, mint megtámasztó kényszerek működnek a födém tárcsára, a merevítések csak a síkjukban tudnak erőt felvenni, ezért a födém tárcsa szempontjából, úgy működnek, mint egy merev testet megtámasztó rudak
- Ennek megfelelően, ha egy szerkezetet síkbeli függőleges síkú merevítésekkel merevítünk, akkor:
 - **legalább 3 merevítést** kell alkalmazni **és**
 - a merevítések alaprajzi vetülete **legalább két pontban** kell, hogy **metssze egymást**



Vasbeton épületek merevítése

- A q_i vízszintes terheket a födémek síkjában működő teherrendszerre redukáljuk
- A vízszintes terheket a födém tárcsák osztják szét a merevítő rendszer elemei között úgy, hogy az egyes födémek a merevítő elemek által rugalmasan megtámasztott tárcsaként viselkednek
- A merevítő rendszer elemeire jutó terhek így a rugalmasan megtámasztott födém tárcsák S_{ij} reakciói lesznek



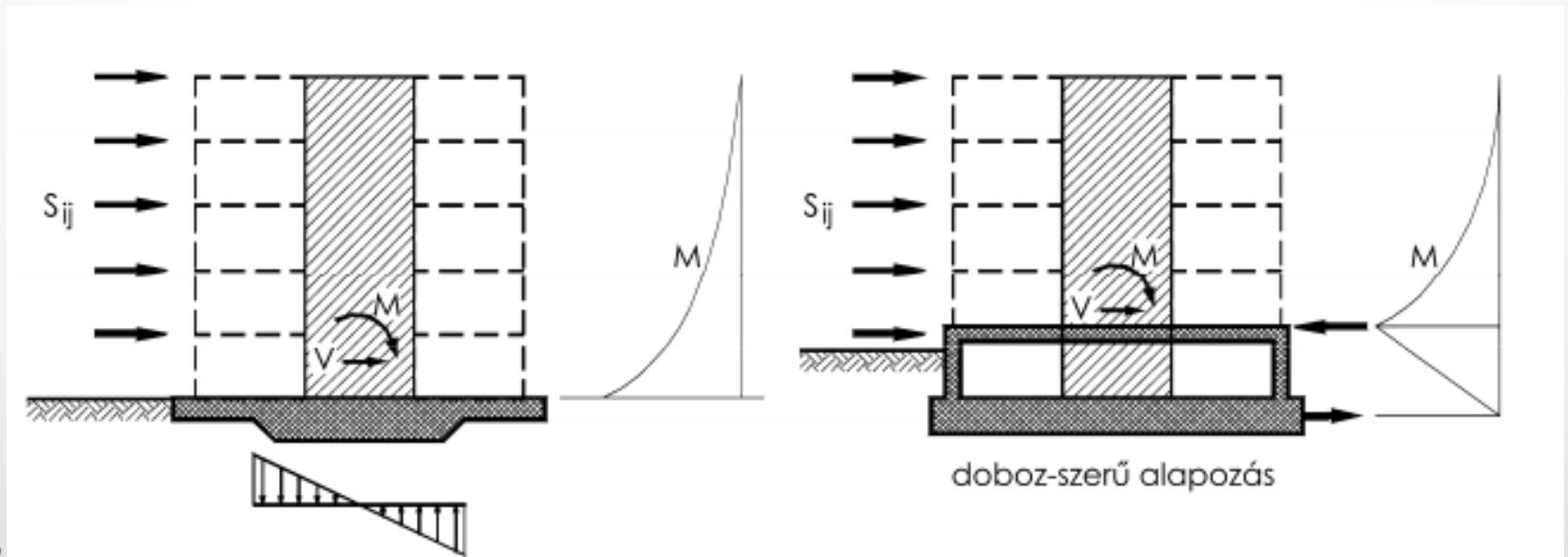
Vasbeton épületek merevítése

A befogási keresztmetszet helye az épület alapozásának szerkezeti kialakításától is függ

A vízszintes terhekből származó igénybevételeken kívül a merevítő falakban nyomóerő is keletkezik (önsúly + földmterhek)



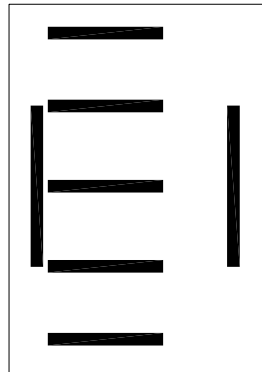
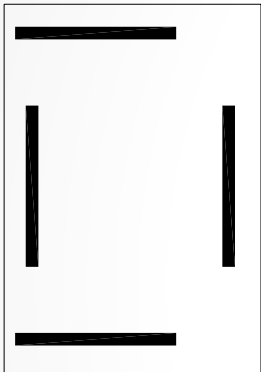
Kedvezően befolyásolja a falak nyírási és hajlítási teherbírását!



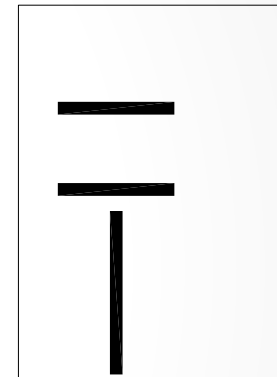
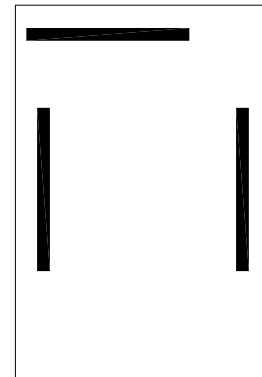
Merevítő falak kialakítása



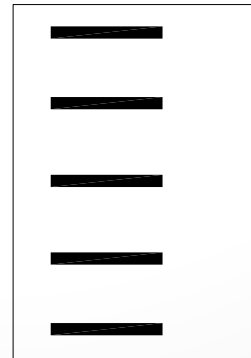
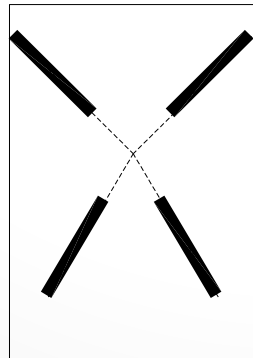
Helyes elrendezés



Nem szerencsés elrendezés

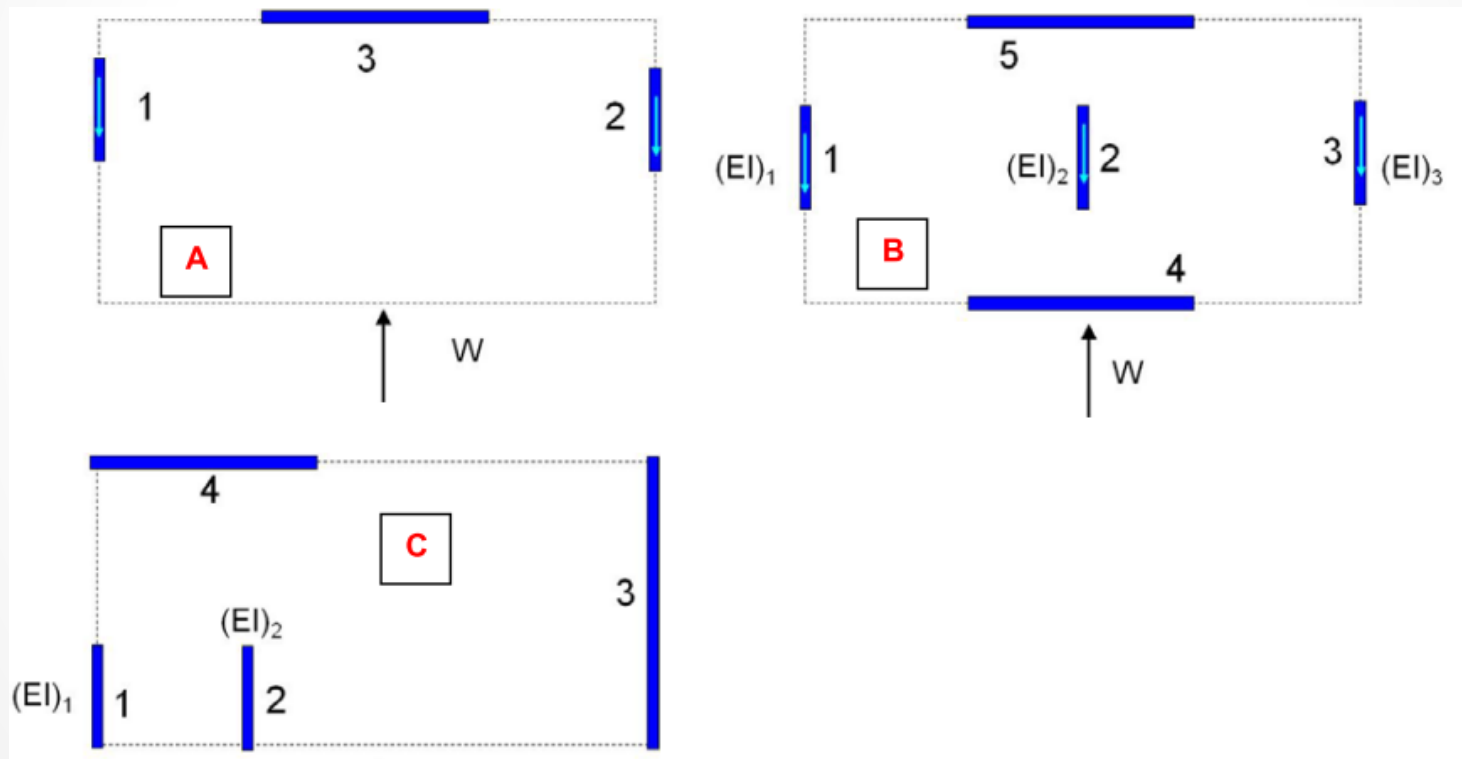


Hibás elrendezés



Merevítő falak kialakítása

Lehetséges megoldások:



A merevítő falakra a teherbírásuk függvényében eltérő igénybevétel jut!

MEREVÍTŐRENDSZER SZÁMÍTÁSA

Igénybevételek:

Vízszintes teher:

hajlítás nyíróerő

Függőleges teher (önsúly + földémtéher):

nyomóerő

A nyomóerő kedvezően befolyásolja a falak nyírási és hajlítási teherbírását.

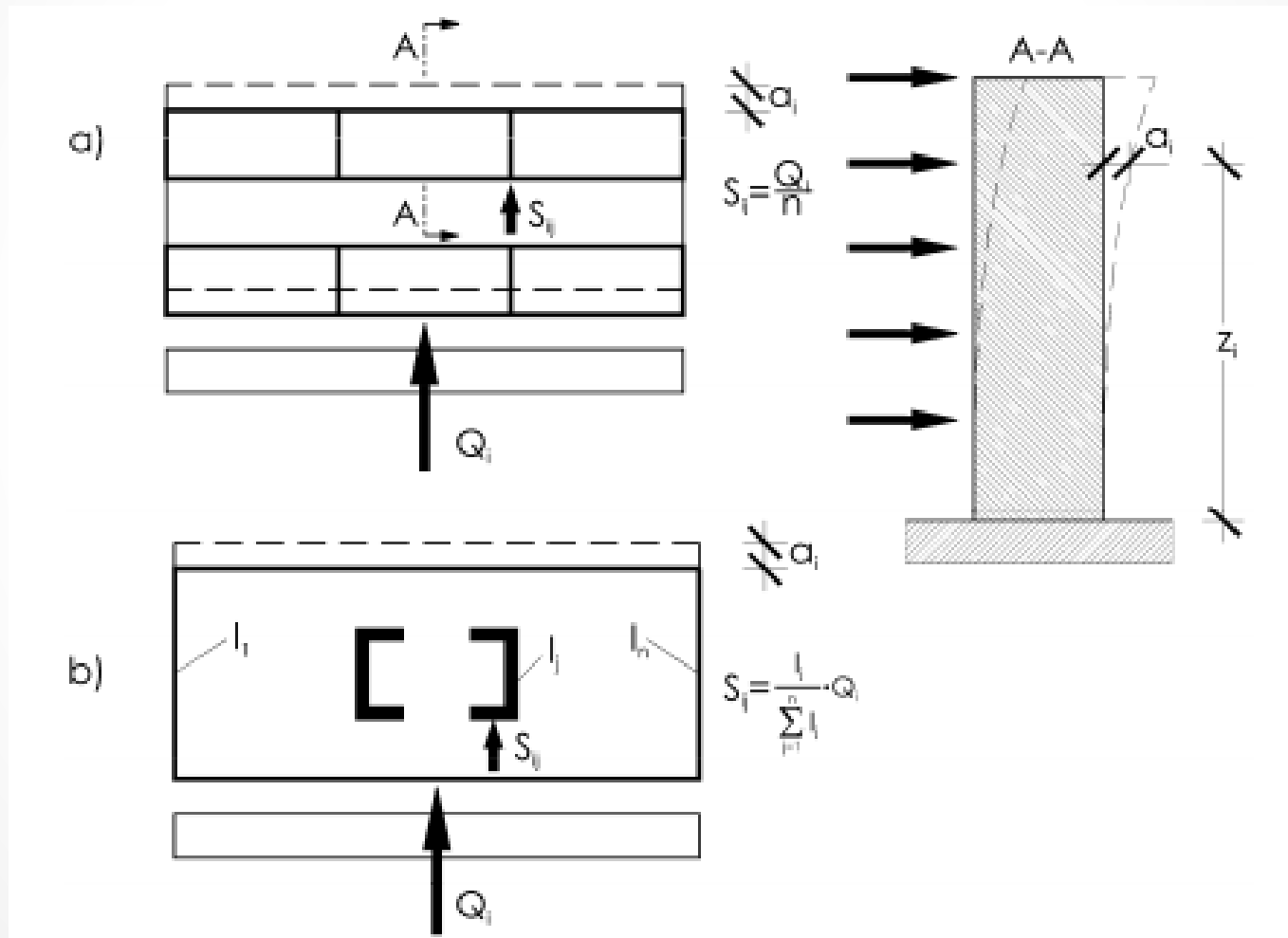
MEREVÍTŐRENDSZER KÖZELÍTŐ SZÁMÍTÁSA

- ALAPVETŐ SZÁMÍTÁSI FELTEVÉSEK:
 - a szerkezet lineárisan rugalmasan viselkedik,
 - a válaszfalak és nem teherviselő elemek merevsége elhanyagolható,
 - a födém-tárcsák síkjukban végtelen merevek,
 - a falak és lemezek síkjukra merőleges merevsége elhanyagolható,
 - a karcsú lemezek ($l/h > 3$) nyírési alakváltozása és csavarási merevsége jelentéktelen,

MEREVÍTŐRENDSZER SZÁMÍTÁSA

- a keresztmetszet inerciája és területe a betonméretekből számítható,
- az elemek közti kapcsolat merevnek tekinthető,
- a függőleges elemek tengelyirányú alakváltozása elhanyagolható,
- a másodrendű hatásokat nem vesszük figyelembe.

SZIMMETRIKUS MEREVÍTŐRENDSZER



NEM SZIMMETRIKUS MEREVÍTŐRENDSZER

- A legtöbb gyakorlati esetben a merevítőrendszer elemei nem egyformák és alaprajzi elrendezésük sem szimmetrikus.
- Vízszintes terhek hatására ekkor a síkjukban merevnek tekintett födémek nem csak eltolódnak, hanem el is fordulnak.
- Ekkor általában térbeli modellel írható le a szerkezet viselkedése, figyelembe véve a merevítő elemek hajlítását, csavarását, sőt esetenként torzulását is.
- A gyakorlati esetek zömében azonban - amikor a merevítő elemek csavarási ellenállása jelentéktelen - az igénybevételek meghatározása közelítő eljárással is elegendő pontossággal meghatározható.

STATIKAILAG HATÁROZOTT MEREVÍTŐ RENDSZER

- Ha a merevítő falak száma három,
- Ha a falak nem esnek azonos síkba,
- Ha az alaprajzi elrendezésük olyan, hogy a három fal középsíkja nem működik egyazon függőlegesben,
- akkor a merevítő rendszer statikailag határozott
- az egyes falakra működő igénybevételek egyszerű egyensúlyi feltételekből meghatározhatók.

STATIKAILAG HATÁROZOTT MEREVÍTŐ RENDSZER

A merevítő rendszerre az alábbi
egyensúlyi egyenletek írhatók fel:

a Q_y vízszintes terhelésből:

$$S_1 = Q_y \times e_2 / (e_1 + e_2)$$

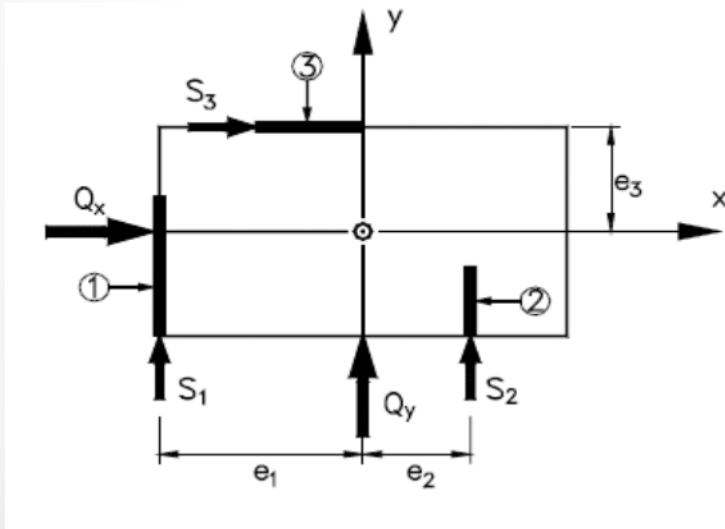
$$S_2 = Q_y \times e_1 / (e_1 + e_2)$$

$$S_3 = 0$$

a Q_x vízszintes terhelésből:

$$S_3 = Q_x$$

$$S_2 = -S_1 = Q_x \times e_3 / (e_1 + e_2)$$



STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER

Ha a merevítő falak száma háromnál több,
Akkor a falakra jutó igénybevételek meghatározásánál az,
egyensúlyi feltételek mellett,
az alakváltozások kompatibilitását is figyelembe kell venni.

Csavarási középpont módszere

ALKALMAZÁSI FELTÉTELEK:

- a szerkezet elemeinek csavarási merevsége
- és centrifugális inercianyomatéka elhanyagolható

Csavarási középpont módszere

- Egy merevítő falrendszer **csavarási középpontját** a következő sajátosságok jellemzik:
- A csavarási középpontban működő erő hatására a szerkezet elemei szintenként azonos mértékű eltolódást szenvednek
- A csavarási középpontra működő nyomaték hatására a merevítő rendszer elemei azonos mértékben fordulnak el.

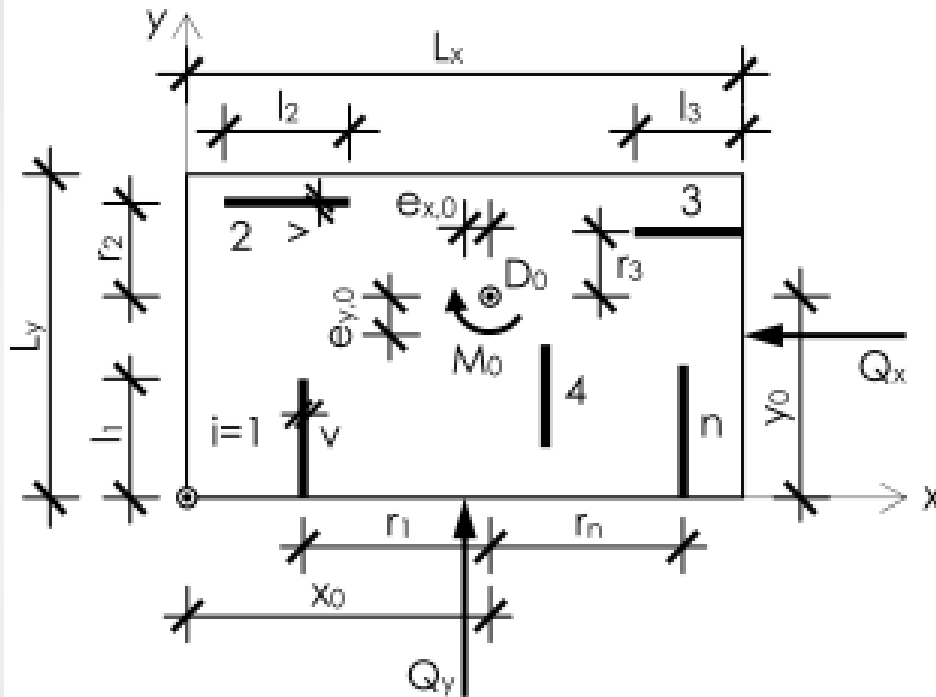
STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER

A csavarási középpont általában a merevítő rendszer inerciáinak súlypontjával azonos, ha a derékszögű négyszög keresztmetszetű merevítő falak vastagsága kicsi.

Abban a gyakran előforduló esetben, mikor a vízszintes terhek Q eredője nem a csavarási középpontban működik, a vízszintes terhek hatása felbontható:

- egy a D_0 csavarási középpontban működő, és a merevítő falakban S' igénybevételt előidéző erőre,
- és egy $M_0 = Q \times e_0$ nyomatékra, melynek hatására a falakban S'' igénybevétel keletkezik, és ahol e_0 a Q erő hatásvonalának távolsága a D_0 csavarási középponttól

STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER



Az ábra jelöléseivel:

$$M_0 = Q_y \cdot e_{x,0} + Q_x \cdot e_{y,0}$$

ahol a vízszintes terhek:

$$Q_x = Q_{x,v} + Q_f$$

$$Q_y = Q_{y,v} + Q_f$$

A fenti összefüggésekben:

$Q_{x,v}$ – a szélteherből ($Q_{x,szél}$) vagy földrengésből ($Q_{szeizmikus}$) származó x irányú vízszintes erő,

$Q_{y,v}$ – a szélteherből ($Q_{y,szél}$) vagy földrengésből ($Q_{szeizmikus}$) származó y irányú vízszintes erő,

Q_f – az építési hibából adódó vízszintes többleterő szintenként.

STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER

A D_0 csavarási középpont koordinátái az ábrán megadott x, y koordinátarendszerben:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n I_{y,i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n I_{y,i}}$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n I_{x,i} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n I_{x,i}}$$

STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER

Az egyes merevítő falakban ébredő erők számítása az M10. ábrán látható jelölések felhasználásával:

Az egyes merevítő falakban az **eltolódásból** származó S_1 erők az egyes (x, illetve y irányú) merevítő falakban:

A falrendszer torzi

$$S_{x,i,1} = Q_x \cdot \frac{I_{x,i}}{\sum I_{x,i}} \quad \text{illetve} \quad S_{y,i,1} = Q_y \cdot \frac{I_{y,i}}{\sum I_{y,i}}$$

Az építési hibából adódó vízszintes többleterő szintenként:

$$Q_f = \frac{Q_{szint}}{\sqrt{m}} \cdot 0,01$$

ahol m az oszlopok és merevítő falak darabszáma, Q_{szint} pedig az épület egy szintjének teljes függőleges terhe.

STATIKAILAG HATÁROZATLAN MEREVÍTŐ RENDSZER

Az **eltolódásból** származó S_1 erők az egyes (x , illetve y irányú) merevítő falakban:

$$S_{x,i,1} = Q_x \cdot \frac{I_{x,i}}{\sum I_{x,i}} \quad \text{illetve} \quad S_{y,i,1} = Q_y \cdot \frac{I_{y,i}}{\sum I_{y,j}}$$

Az **elcsavarodásból** származó S_2 erők az egyes merevítő falakban:

$$S_{i,2} = M_0 \cdot \frac{I_i \cdot r_i}{I_\omega}$$

A fentiek alapján az épület Q_x és Q_y vízszintes terheléséből az i -edik merevítő falra jutó vízszintes erő:

$$\sum_i S_{x,i} = S_{x,i,1} + S_{i,2} \quad \text{illetve} \quad \sum_i S_{y,i} = S_{y,i,1} + S_{i,2}$$

Köszönöm a figyelmet!

...