

Tartószerkezetek modellezése

19. előadás

Tartalom

- Bevezetés
- A földrengés és a hatása az épületekre
- Épületek koncepcionális tervezése földrengésre
- Födémek méretezése
 - a méretezés elve
 - méretezés a függőleges tömegerőkre
 - méretezés a vízszintes tömegerőkre
- Összefoglalás

Bevezetés 1.

„A földrengések nem ölnek meg embereket, az összeomló épületek azonban igen.”

Charles Richter

„A földrengés nem olvas szabványt.”

Paulay Tamás

3

Bevezetés 2.

Méretezés földrengésre:

Az OTÉK előírja

Zaj- és rezgésvédelem

55. § (1) Az építményt és részeit, szerkezeteit úgy kell méretezni és megvalósítani, hogy a környezetéből ható zaj- és rezgéshatásoknak (pl. **szeizmikus** és forgalmi **rezgéshatásoknak**) az előírt mértékben ellenálljon, illetőleg azt meghatározott mértékig csillapítsa.

4

Bevezetés 3.

Földrengés van hazánkban is !!!!!

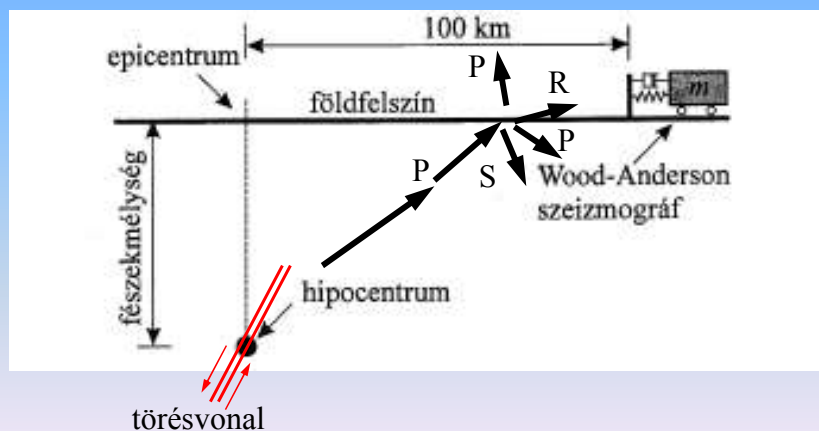
Dátum	Hely	Magnitúdó, M	EMS intenzitás	Kár mértéke
2006 11. 23.	Beregsurány	4,5	VI.	kisebb épületkárok
2006 12. 31.	Gyömrő	4,1	V. – VI.	10 M Ft épületkár
2007 03. 03.	Répcelak	2,9		nincs kár
2008 11.13	Murony	3,5	IV.	nincs kár

Változott a hazánkban várható földrengések geofizikai megítélése.

5

A földrengés 1.

A földrengés keletkezése:



6

A földrengés 2.

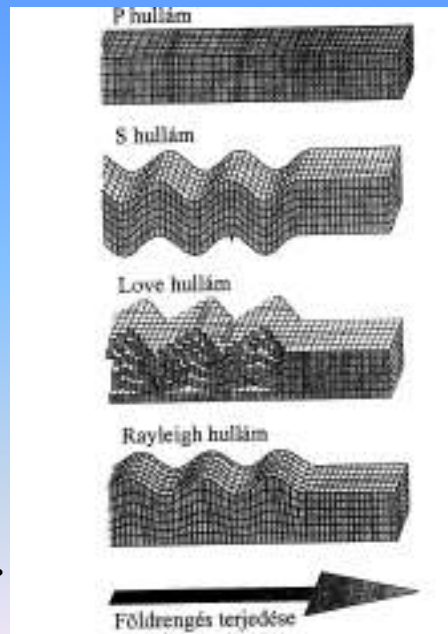
Rengéshullámok:

Jellemzésük:

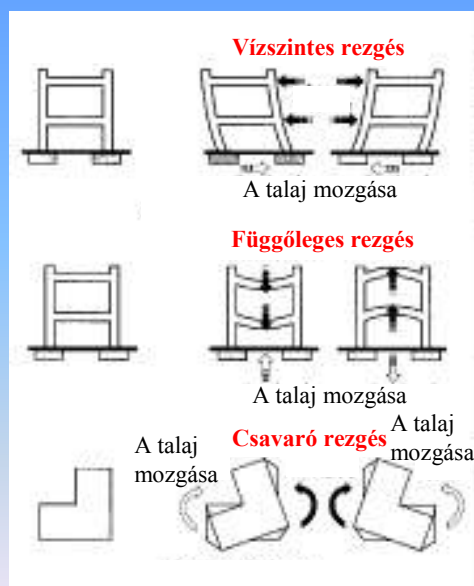
- gyorsulás
- sebesség
- amplitúdó

A talajfelszín

vízszintesen és
függőlegesen is mozog.



7



A talajmozgás hatása az épületre:

Rezgés →

Tömegelőrk, Mozgások,
Igénybevételek,
Károsodás, tönkremenetel
lehetősége.

A földémek szerepe:

Vízszintes és csavaró
rezgés: a tömegelőrk
szétoosztása a merevítő elemek
között.

Függőleges rezgés: a
tömegelőrk felvétele és
továbbítása a függőleges
tartószerkezetekre.

8

A földrengés 3.

A földrengés hatásának mértéke, erőssége:

Magnitúdó:

pl.: Richter-féle magnitúdó:

- $M = \log A$; (A a mért amplitúdó μm -ben);
- maximális értéke: $M = 9$.

Intenzitás skála:

pl.: MCS-1917; MSK-1964, 1976, 1978;

újabban **EMS**-1992, 1998

- 12 fokozatúak; figyelembe veszik a földrengés emberre, tárgyakra természetire gyakorolt hatását és az épületekben okozott kár mértékét.

Talajgyorsulás:

- A méretezés alapadata; függ az iránytól és a talajtól.

9

A földrengés 4. Hazánk zónatérképe:



EC8-NA

A vízszintes maximális talajgyorsulás, a_{gR} , sziklán.

10

A földrengés 5.

A szeizmicitás mértéke:

Zóna	Szeizmicitás	Méretezés
1. zóna	alacsony	egyszerűsített módszer az EN 1998 szerint
2-3. zóna	mérsékelt	tervezés az EN 1998 szerint
4-5. zóna		

Ausztráliában hasonló a helyzet, de az 1989-es Newcastle-i földrengés óta része a tervezésnek a földrengésre való méretezés.

11

A földrengés 6.

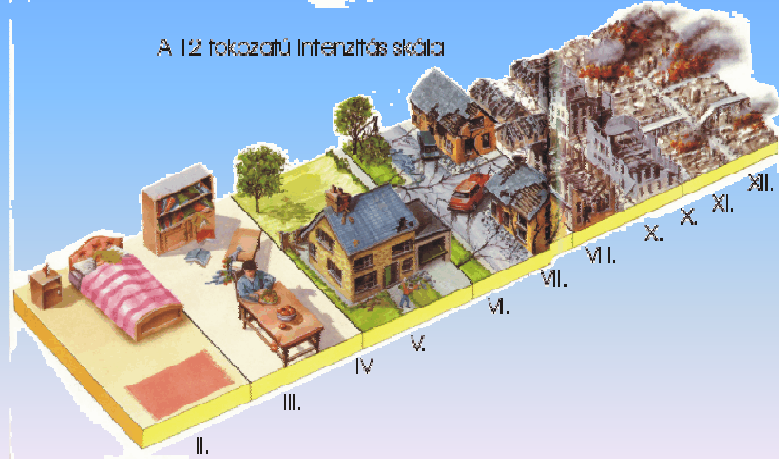
A földrengés hatásának mértéke, erőssége:

EMS	M	a_g/g	2.zóna	3.zóna	4-5.zóna
I.	0,4				
II.	1,5	< 0,001			
III.	2,5	0,001 – 0,007			
IV.	3,5	0,006 – 0,03			
V.	4,4	0,015 – 0,06			
VI.	5,2	0,03 – 0,15			
VII.	6,0	0,07 – 0,36			
VIII.	6,7	0,15 – 0,71			
IX.	7,4	0,30 – 1,53			
X.	8,0	0,51 – 3,06			
XI.	8,5	1,53 – 3,56			
XII.	8,9	> 2,04			

12

A földrengés 7.

Európai Makroszeizmikus Skála (EMS):



13

A földrengés 8.

Európai Makroszeizmikus Skála (EMS):

VII. fokozat: Károkat okoz

- A legtöbb ember megrémül, és a szabadba menekül.
- Bútorok elmozdulnak, a polcokról sok tárgy leesik.
- **Tégla épületek:** nagy, hosszú repedés a legtöbb falon; válaszfalak, végfalak, kémények ledőlnek.
- **Vasbeton épületek:** repedések oszlopokon, gerendákon, falakon; repedések válaszfalakon, kitöltő falakon; burkolat és vakolat hullás.

14

Koncepcionális tervezés 1.

Az épület **szeizmikus viselkedését**, a várható károk jellegét, mértékét jelentősen befolyásolja az **építészeti kialakítás**, az *anyagok* és a *kivitelezés minősége* mellett.


Alapelvek:

- egyszerűség, szimmetria és szabályosság alaprajzban;
- szabályosság a magasság mentén;
- folytonosság a teherbírásban, merevségben;
- redundancia és robosztus viselkedés;
- merev födémek;
- megfelelő alapozás.

15

Koncepcionális tervezés 2.

Még a legtudományosabb számítások és igen részletes statikai tervezés sem tudja ellensúlyozni a tartószerkezet szeizmikus koncepcionális tervezésének hibáit ill. hiányosságait!

 Szoros együttműködés szükséges az építész és a statikus között a tervezés kezdeti fázisától kezdve!

16

Koncepcionális tervezés 3.

A földrengésre méretezett szerkezetek költsége függ:

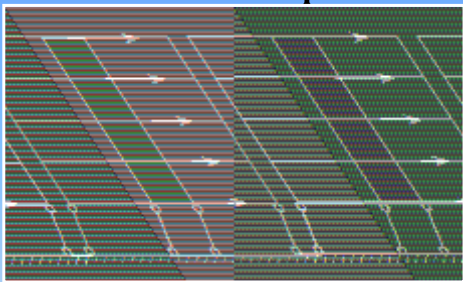
- a tervezési szemlélettől,
- az alkalmazott módszerektől.

**Nincs jelentős többletköltség
az új módszereknek köszönhetően!**

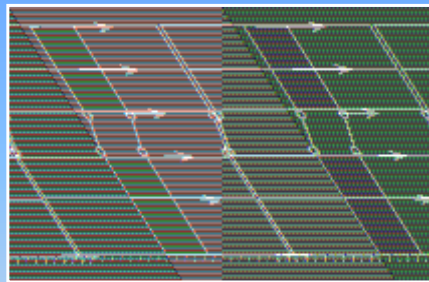
EN 1998

17

Koncepcionális tervezés 4.



**Kerüljük a földszinten
„puha” szerkezeteket!**



**Kerüljük a felső
szinteken
is a „puha”
szerkezeteket!**

18

Koncepcionális tervezés 5.



19

Koncepcionális tervezés 6.

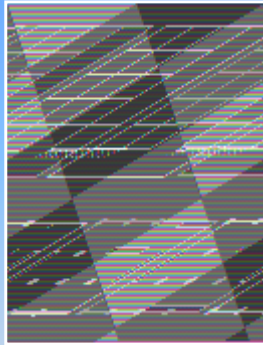


**Kerüljük az aszimmetrikus
épületmerezvítéseket!**

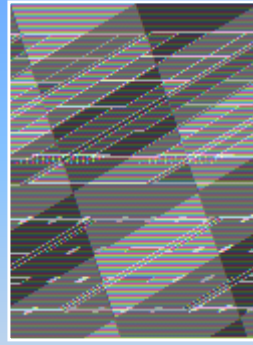


20

Koncepcionális tervezés 7.



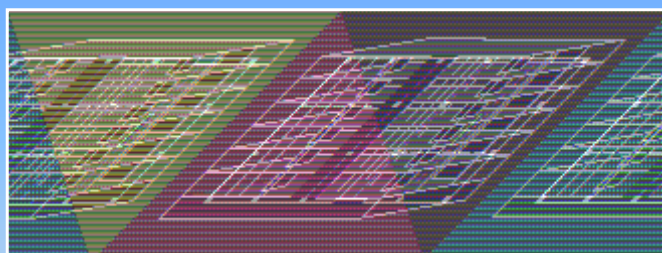
Kerüljük a merevítés egymás feletti eltolását!



A merevség és teherbírás folytonosságának hiánya problémákat okoz.

21

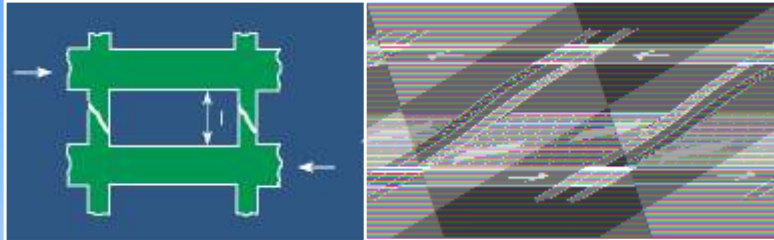
Koncepcionális tervezés 8.



Alkalmazzunk két karcsú vasbeton merevítő falat mindkét fő irányban!

22

Koncepcionális tervezés 9.



Kerüljük a rövid pilléreket!

Vázás szerkezetnél kerüljük a csak részben kitöltött mezőket!

23

Koncepcionális tervezés 10.

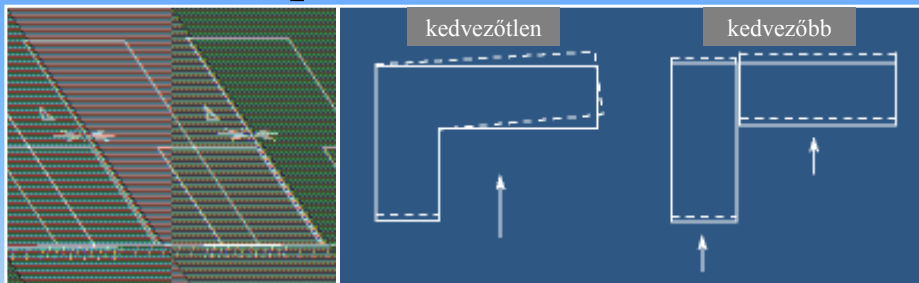


Hézag kell!



24

Koncepcionális tervezés 11.



Dilatáljuk az egymáshoz csatlakozó épületrészeket!

Zárt alaprajzi elrendezést részesítsük előnybe!

25

Koncepcionális tervezés 11.a)

Épületek közötti szeizmikus hézag:

Meg kell előzni az épületek közötti kalapácshatást.

Teljesíthető, ha a telekhatártól való távolság:

Legyen az épület tetőponti elmozdulása: $d_e = H/1000$

Ha $H=35\text{m}$ (10 emelet), akkor a hézag: 50 - 100 mm.

Ha $H=10\text{m}$ (3 emelet), akkor a hézag: 15 - 30 mm.

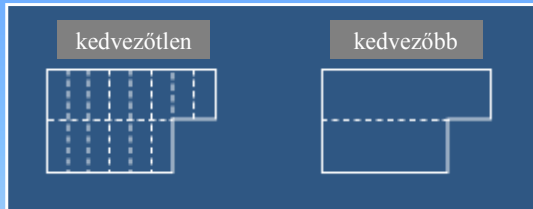
Egy telken levő épületek között:

Ha $H=35\text{m}$ (10 emelet), akkor a hézag: 70 - 150 mm.

Ha $H=10\text{m}$ (3 emelet), akkor a hézag: 20 - 50 mm.

26

Koncepcionális tervezés 12.



**Monolit vasbeton
födémeket alkalmazzunk
a szeizmikus terhek
szétoztására!**



Merev födém.

27

Födémek 1.

Teherviselés:

- **Lemezként:** - gravitációs terhek;
↓ - tömegelők függőleges rezgés miatt;
megtámasztás: függőleges tartószerkezeti elemek

- **Tárcsaként:** - szélteher;
↓ - tömegelők vízszintes rezgés miatt;
- tömegelők csavaró rezgés miatt;
megtámasztás: függőleges, merevítő elemek

28

Födémek 2.

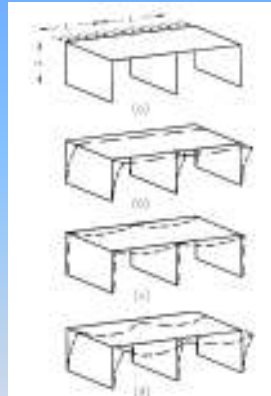
A födém, mint tárcsa osztályozása:

MEREV FÖDÉM:

Relatív fogalom: a födém és a merevítő elemek merevségének (mozgásának) arányától függ.

Mozgása: merevtestszerű eltolódás, elfordulás.

↓
Egyszerű épületszámítási modell.



HAJLÉKONY FÖDÉM

FÉLMEREV FÖDÉM

↓
3D épületszámítási modell.

29

Födémek 3.

A merev födém kialakítása:

Építőanyag, építési mód:

Merev födémek:

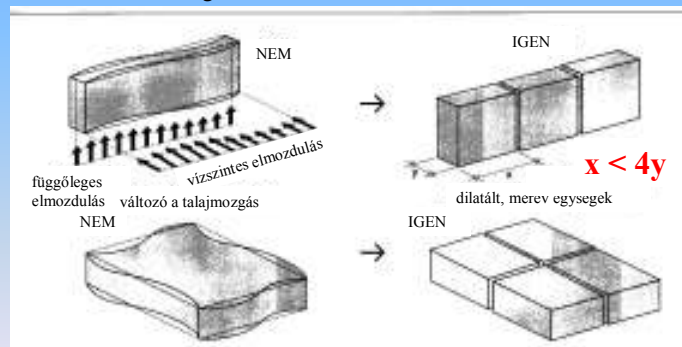
- monolit vasbeton;
- előregyártott vasbeton monolit vasbeton együttdolgozó réteggel;
- acél trapézlemez monolit vasbeton réteggel.

30

Födémek 4.

A merev födém kialakítása:

Épület dilatációjával:

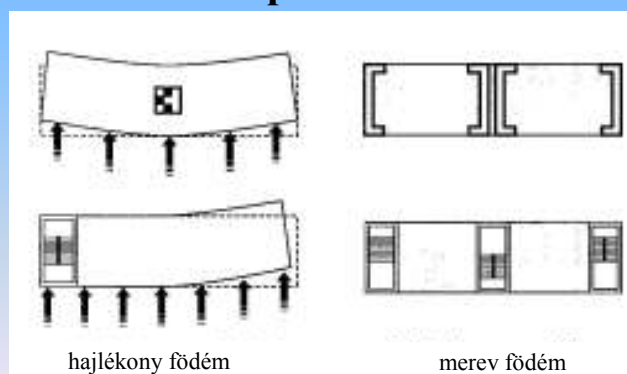


31

Födémek 5.

A merev födém kialakítása:

Merevítő elemek beépítésével:

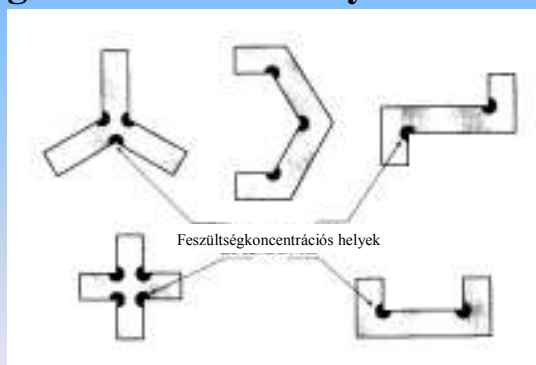


32

Födémek 6.

A merev födém kialakítása:

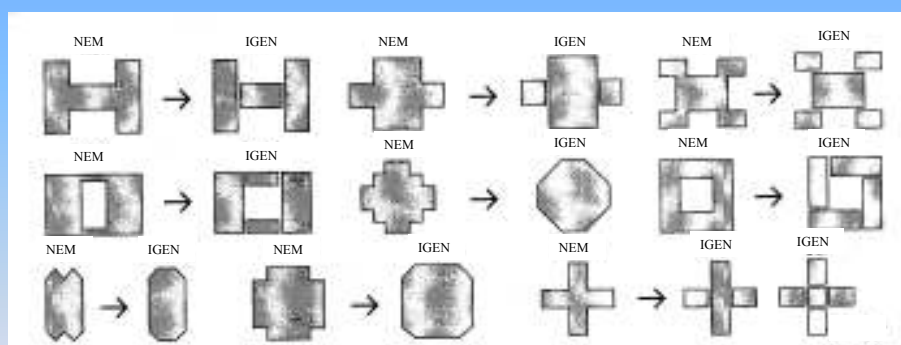
Feszültségkoncentrációs helyek kiküszöbölésével:



33

Födémek 7.

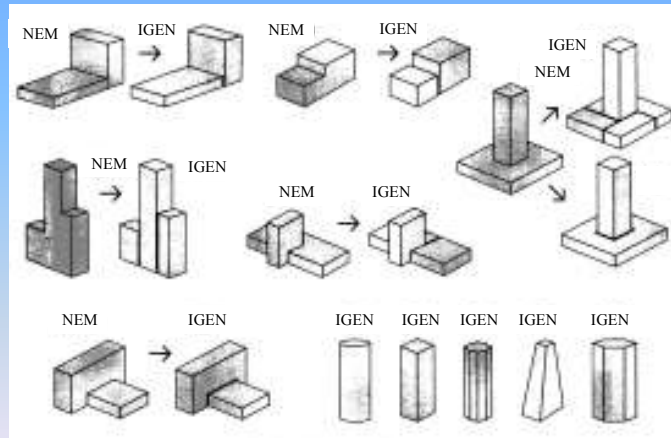
A merev födém kialakítása:



34

Födémek 8.

A merev födém kialakítása:



35

Méretezés 1.

Födémek ellenőrzése földrengésre Eurocode 8 szerint

EN 1998 Tervezés földrengési hatásokra:
kiegészítés a többi méretezési szabványhoz,
azokkal együtt használandó.

36

Méretezés 2.

Teherbírási határállapot: Ellenállás követelménye

$$E_d \leq R_d$$

E_d – a hatás következmény tervezési értéke szeizmikus hatásra,

Kombináció: EN 1990: 6.4.3.4 szerint

$$E_d = E \{ G_{k,j}; P; A_{ed}; \psi_{2,i} Q_{k,i} \}, \quad \Sigma G_{k,j} + A_{ed} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

A szeizmikus hatás tervezési értéke: $A_{ed} = \gamma_I \cdot A_{ek}$,
 γ_I – fontossági tényező

R_d – az ellenállás tervezési értéke a szerkezeti elemekhez, az igénybevételnek megfelelő modellel.

37

Méretezés 3.

Tájékoztató:

A dinamikai vizsgálathoz az épület tömege:

$$\Sigma G_{k,j} + \Sigma \psi_{E,i} Q_{k,i}, \quad \psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$$

Lakóépület (A):

$\psi_E = 0,15$; $\psi_2 = 0,3$; $\varphi = 0,5$ (függetlenül terhelt szintek esetén)

38

Méretezés 4.

A merevítő rendszer vizsgálata:

statikus számítás: *helyettesítő terhek módszere*

dinamikus számítás: *modális válaszspektrum
analízis*

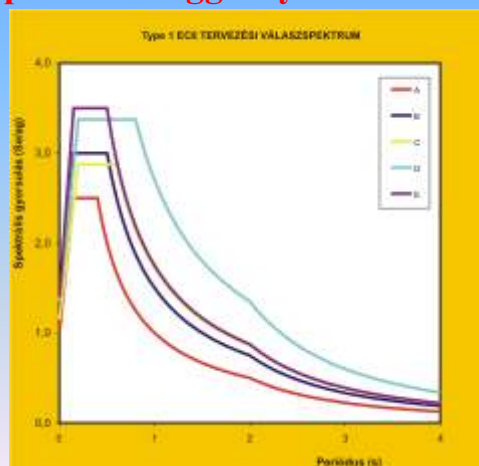
Mindkettő használja a válaszspektrum függvényt, ami figyelembe

- veszi:
- a talaj hatását: *talajosztály*
 - épület jellegét: *fontossági osztály*
 - a merevítő rendszer viselkedését: *viselkedési tényező*

39

Méretezés 5.

A válaszspektrum függvény:



40

Méretezés 6.

A födém méretezése a függőleges tömegezőkre:

- A függőleges tömegezőket a függőleges gyorsulás, a_{vg} , válaszspektrum függvény szabja meg.
- a_{vg} a vízszintes gyorsulásnak legfeljebb 45 –90 %-a lehet.
- $a_{vg, \max} = 0,15g \times 0,9 = 0,13g$, ami a tömeg 13%-nak megfelelő tömegezőt ad.
- **Nem szükséges figyelembe venni.**

41

Méretezés 7.

A födém méretezése a vízszintes tömegezőkre:

- A merevítő elemek vizsgálatának eredménye a merevítő elemekre jutó erők.
1. Ebből meg kell határozni a födémre jutó tömegező eloszlást. A födém síkjában számítjuk a nyomatékokat nyíróerőket. (Tárcsa, faltartó modell, „strut and tie” modell.)
 2. A **födém nyírási teherbírásának** vizsgálata, annak síkjában.
 3. A merevítő elemek és a födém közötti **kapcsolat** vizsgálata.
 4. A **peremvasalás, koszorú vasalás** meghatározása.
 5. A födém elmozdulásának számítása, annak síkjában. Merev-e a födém?

42

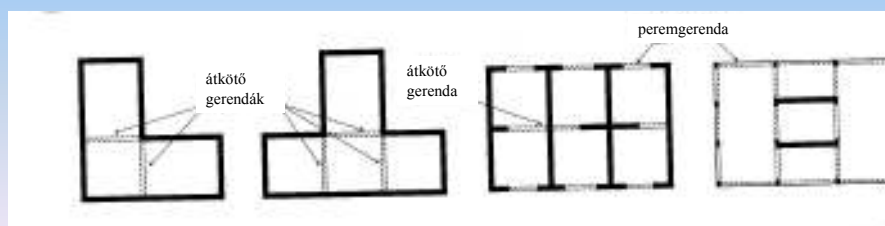
Méretezés 8.

A födém méretezése a vízszintes tömegegerőkre:

Peremvasalás, koszorúk kialakítása:

A koszorú vasak toldása a szokásos módon.

Perem és átkötő gerendákat használunk.



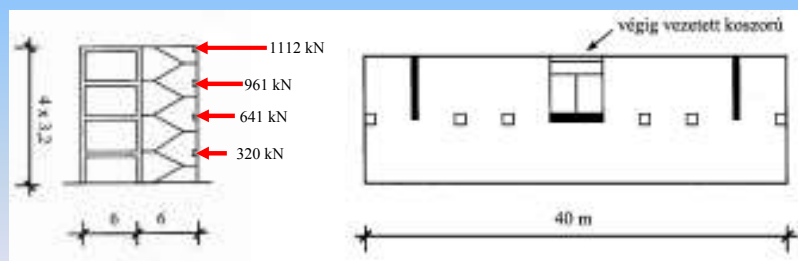
43

Méretezés 9.

A födém méretezése a vízszintes tömegegerőkre:

Példa: négyszintes, vasbeton fallal merevített épület, (Dulácska-Kollár)

1. zóna: $a_g = 0,08g$

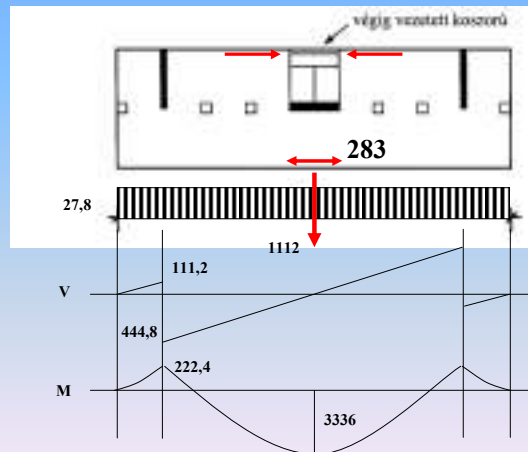


44

Méretezés 10.

Példa: négyszintes, vasbeton fallal merevített épület, (Dulácska-Kollár)

Tetőfödém:

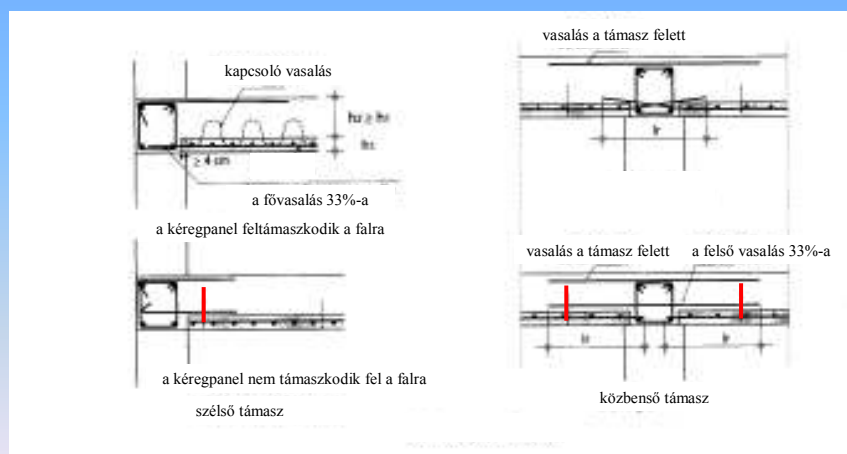


Nyomott oszlop

4 ϕ 16

45

Előregyártott födémek monolit réteggel 1.



46

Előregyártott födémek monolit réteggel 2.

Kapcsolat a kéregpanel és a monolit réteg között:

Mechanikus kapcsolat szükséges a dinamikus hatás miatt.
A súrlódás leépül, a lemezrészecskék horpadhatnak.

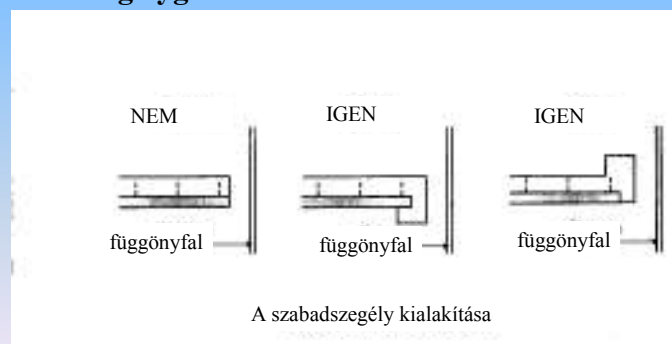


47

Előregyártott födémek monolit réteggel 3.

Szabadszegély kialakítása:

Célszerű szegélygerendát készíteni.



48

Összefoglalás

- ✓ Áttekintettük a földrengésre történő méretezés elvi hátterét.
- ✓ Megállapítottuk, hogy:
 - a földemek függőleges tömegekre való méretezése nem szüksége hazai viszonyok között;
 - a földemek vízszintes tömegekre való méretezése szükséges és kívánatos hazai viszonyok között is (széltehernél nagyobb);

Irodalom:

Dulácska E. – Joó A. – Kollár L.P.:
Tartószerkezetek tervezése földrengési hatásokra. Dinamikai alapismeretek.
Akadémiai Kiadó, 2008.