

Vasbetonszerkezetek

11. Témakör A teherbírési és használhatósági határállapotok

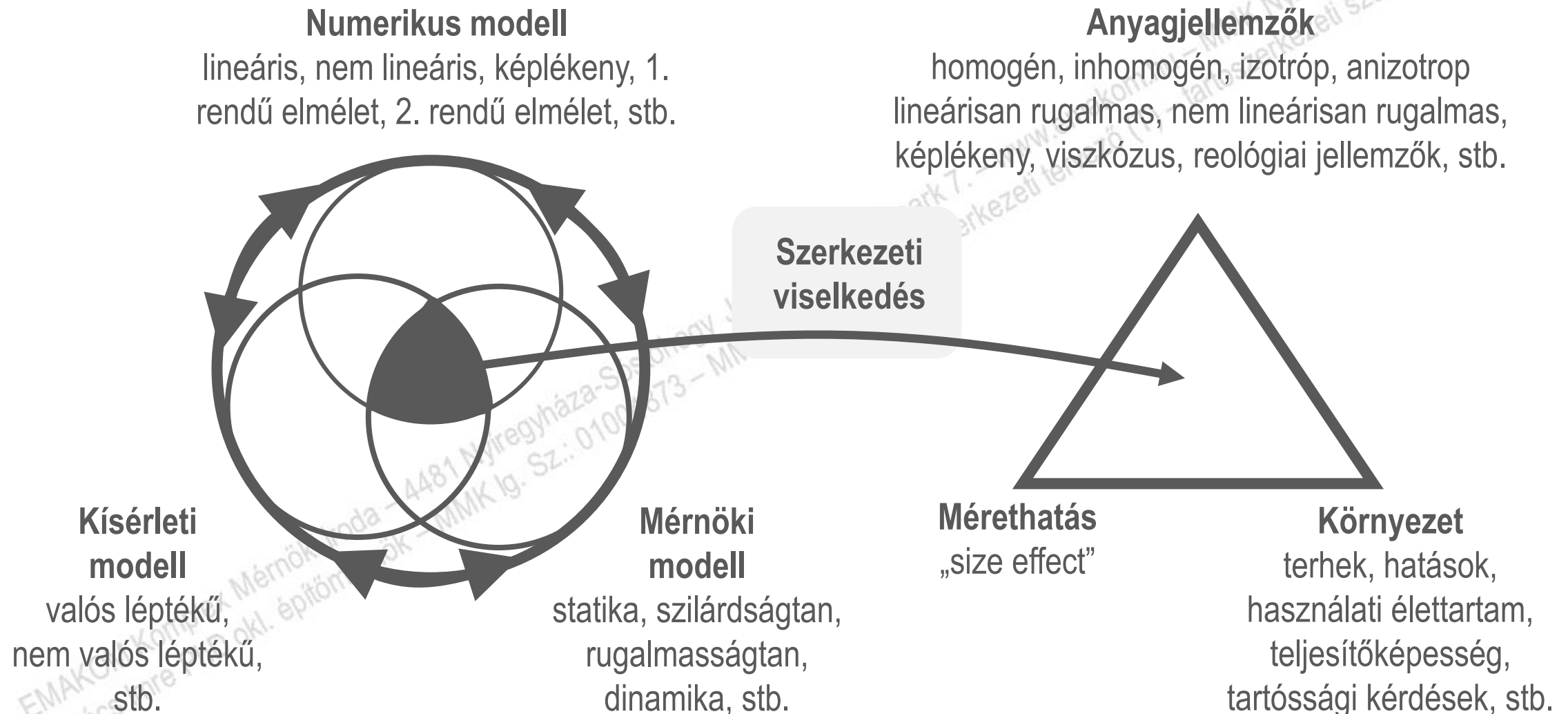
Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető főiskolai tanár
tartószerkezeti tervező
tartószerkezeti szakértő
tárgyelőadó



EMAKOM
KOMPLEX MÉRNÖKI IRODA

info@emakom.hu
+36 30 743 6865
www.emakom.hu

Vasbeton szerkezetek viselkedésének modellezése



Fontos fogalmak

HATÁSOK

„OLDALA”

$$E \leq R \text{ vagy } C$$

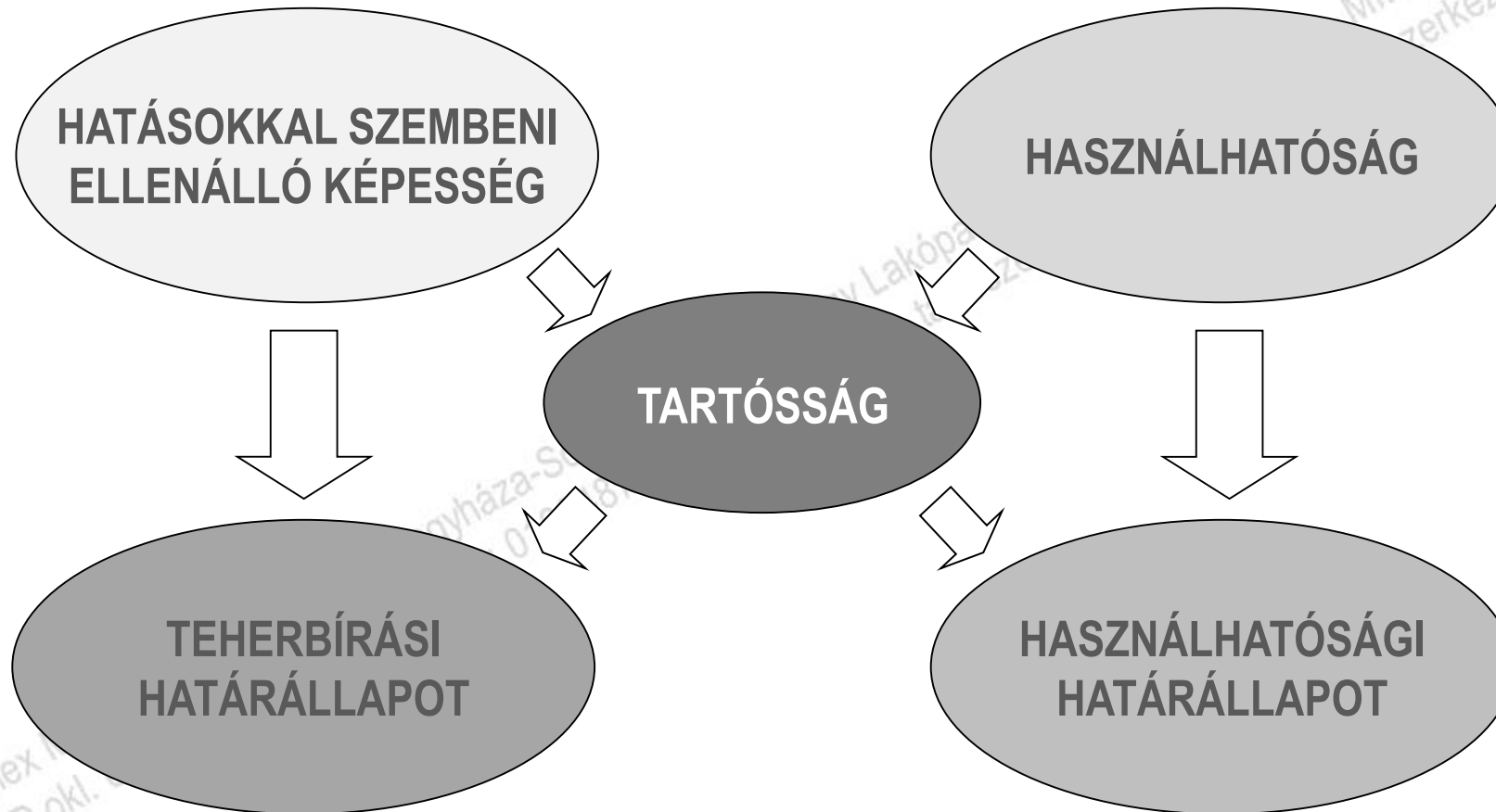
ELLENÁLLÁSOK

„OLDALA”

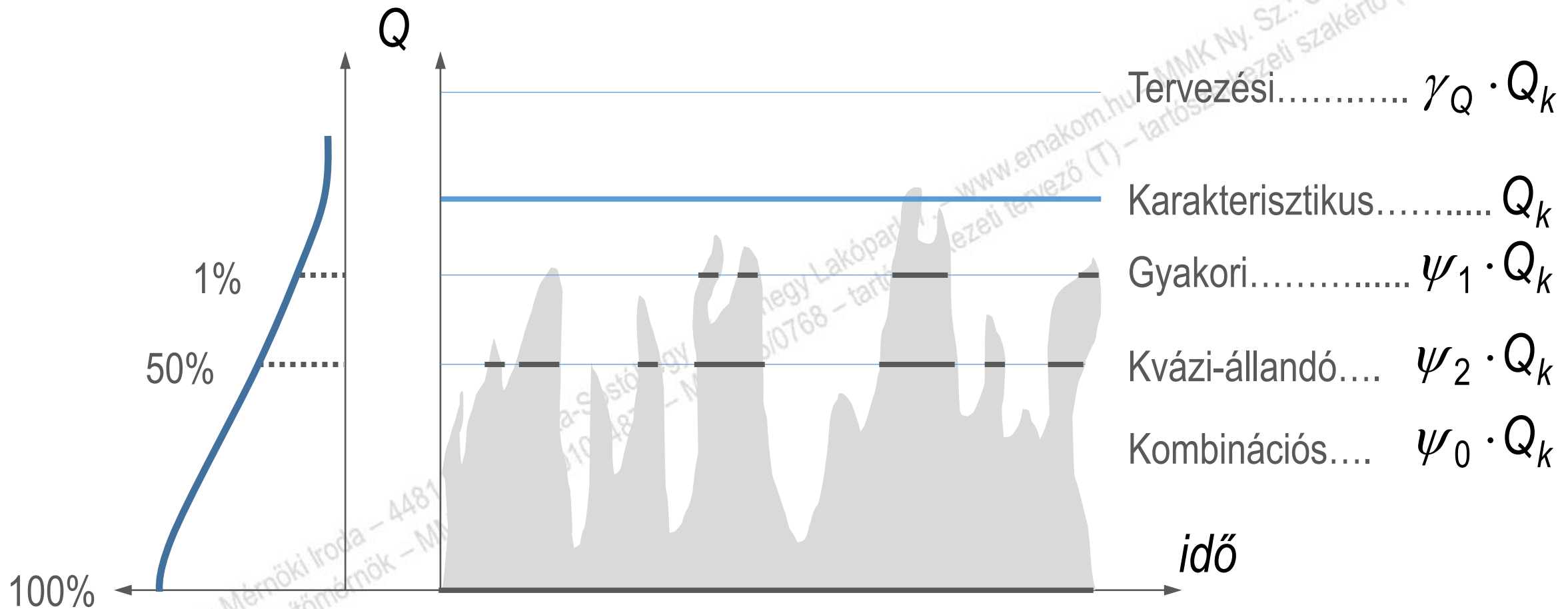
- Hatások karakterisztikus értéke
- Hatások tervezési értéke
- Hatások gyakori értéke
- Hatások kvázi-állandó értéke
- Teherbírési határállapotok
- Tervezési helyzetek teherbírési határállapotban
- Használhatósági határállapotok
- Tervezési helyzetek hatáskombinációkhoz

- Beton tervezési modellje keresztmetszetek méretezéséhez
- Beton nyomószilárdság tervezési értéke
- Beton húzószilárdság tervezési értéke
- Beton többtengelyű feszültségi állapotban
- Anyagok parciális biztonsági tényezője
- Betonacél tervezési modellje keresztmetszetek méretezéséhez
- Feszítőacél tervezési modellje keresztmetszetek méretezéséhez

Határállapotok



Időben változó hatások jellemzői



Túllépési valószínűség:

Előfordulási gyakoriság:

Karakterisztikus teherszint:

Gyakori teherszint:

Kvázi-állandó teherszint:

2% / év (65% / 50 év)

az élettartam 1%-a

az élettartam 50%-a

Teherbírési határállapot / ULS

Teherbírési határállapot

Ultimate Limite State / **ULS**

Fogalma:

Az építmények tartószerkezeteinek ill. szerkezeti elemeinek összeomlással, töréssel, túlzott mértékű alakváltozással vagy más hasonló jellegű szerkezeti tönkremenetellel járó állapota.

Célja:

Az építmény tartószerkezeteinek vagy szerkezeti elemeinek tönkremenetellel szembeni védelme, az emberek biztonságának garantálása.

Élet és vagyonbiztonság!!!

Teherbírési határállapotban vizsgálatot igénylő állapotok

Teherbírési határállapot

Ultimate Limite State / **ULS**

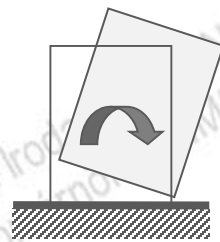
- **Helyzeti állékonyság elvesztése** EQU
- **Felúszás** UPL
- **Szilárdsági és/vagy alaki állékonysági tönkremenetel** STR
- **Fáradás vagy más, időben lejátszódó tönkremenetel** FAT
- **Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása** GEO

ULS / Helyzeti állékonyság / EQU, UPL

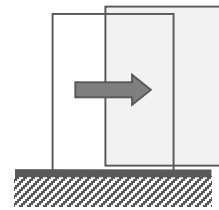
Teherbírási határállapot Helyzeti állékonyság / EQU, UPL

Fogalma:

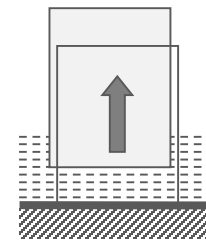
A merev testnek tekintett tartószerkezet vagy szerkezeti elem helyzetének hirtelen, lényeges megváltozása, melynek során a szerkezet és/vagy a hozzá kapcsolódó közeg (pl. talaj) szilárdsági jellemzői nem játszanak jelentős szerepet.



Felborulás



Elcsúszás



Felúszás

Destabilizáló hatások

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$$

Stabilizáló hatások

ULS / Szilárdság és/vagy alaki állékonyság / STR

Teherbírési határállapot

Szilárdság és/vagy alaki állékonyság / STR

Fogalma:

Egy keresztmetszet, egy tartószerkezeti elem, egy kapcsolat töréséhez, ill. túlzott alakváltozásához tartozó állapot.

Az **igénybevétel tervezési értéke**, belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség

$$E_d \leq R_d$$

Az **ellenállás tervezési értéke** az anyagjellemzők (X) és a geometriai méretek (a) tervezési értékeiből meghatározva

ULS / Fáradás vagy más időben lejátszódó tönkremenetel / FAT

Teherbírési határállapot

Fáradás vagy más időben lejátszódó tönkremenetel / FAT

Fogalma:

Egy keresztmetszet, egy tartószerkezeti elem, egy kapcsolat fáradási töréséhez tartozó állapot.

Az igénybevétel tervezési értéke, belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség

$$E_d \leq R_d$$

A fáradási ellenállás tervezési értéke az anyagjellemzők (X) és a geometriai méretek (a) tervezési értékeiből meghatározva

ULS / Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

Teherbírési határállapot

Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

Fogalma:

Az altalaj töréséhez, ill. az altalaj túlzott alakváltozásához tartozó állapot.

Az **igénybevétel tervezési értéke**, belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség

$$E_d \leq R_d$$

Az **ellenállás tervezési értéke** az anyagjellemzők (X) és a geometriai méretek (a) tervezési értékeiből meghatározva

Tervezési helyzetek az MSZ EN1990:2005 alapján

Ideiglenes tervezési helyzet

A tartószerkezet tervezési élettartamánál lényegesen rövidebb időtartamra vonatkozó, nagy valószínűséggel fellépő tervezési állapot. Az ideiglenes tervezési állapot a tartószerkezet, a használat, a környezeti hatások ideiglenes körülményeit írja le, például a kivitelezés vagy a javítás során.

Tartós tervezési helyzet

A tartószerkezet tervezési élettartamával azonos nagyságrendű időtartamra vonatkozó tervezési állapot. Általában a szokásos használat körülményeit írja le.

Rendkívüli tervezési helyzet

A szerkezet vagy az azt érő hatások kivételes feltételek közötti működési körülményeit leíró tervezési állapot, beleértve a tűzhatást, a robbanást, az ütközést és a helyi tönkremenetelt is.

Tűzhatásra való tervezés

A tartószerkezet oly módon való tervezése, melynek eredményeképpen az kielégíti a tűzhatás esetén előírt követelményeket.

Szeizmikus tervezési helyzet

A szeizmikus hatás okozta kivételes feltételek közötti működési körülményeket leíró tervezési állapot.

[MSZ EN 1990:2005, 1.5.2 Fejezet, 14. oldal]

Hatások tervezési értékei – EQU / UPL – A sorozat

Helyzeti állékonyság / EQU, UPL

Tartós és ideiglenes tervezési helyzetek MSZ EN 1990:2005	Állandó hatások		Domináns esetleges hatás	Egyidejű. nem domináns hatás	
	Kedvezőtlen	Kedvező		Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
(6.10) összefüggés	$\gamma_{G,j,\text{sup}} \cdot G_{k,j,\text{sup}}$	$\gamma_{G,j,\text{inf}} \cdot G_{k,j,\text{inf}}$	$\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$	-	$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

$$\gamma_{G,j,\text{sup}} = 1,10$$

$$\gamma_{G,j,\text{inf}} = 0,90$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,1} = 0 \text{ ha kedvező}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,i} = 0 \text{ ha kedvező}$$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.2.(A) táblázat, 44. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei – EQU / UPL – A sorozat

Helyzeti állékonyság / EQU, UPL

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j,\text{sup}} = 1,10$ $\gamma_{G,j,\text{inf}} = 0,90$ a j -edik **állandó teher** parciális tényezője

$\gamma_{P,\text{unfav}} = 1,30$ $\gamma_{P,\text{fav}} = 1,00$ a **feszítésből származó hatás** parciális tényezője

$\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,50$ az **esetleges teher** parciális tényezője kedvezőtlen esetben

$\gamma_Q = 0$ az esetleges teher **parciális tényezője** kedvező esetben

$\psi_{0,i}$ az egyes **esetleges teher kombinációs** tényezője

$G_{k,j}$ a j -edik **állandó hatás** karakterisztikus értéke

$Q_{k,1}$ a **domináns esetleges teher** karakterisztikus értéke

$Q_{k,i}$ a **nem domináns (többi) esetleges teher** karakterisztikus értéke

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – B sorozat

Szilárdság és/vagy alaki állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

Tartós és ideiglenes tervezési helyzetek MSZ EN 1990:2005	Állandó hatások		Domináns esetleges hatás	Egyidejű. nem domináns hatás	
	Kedvezőtlen	Kedvező		Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
(6.10) összefüggés	$\gamma_{G,j,\text{sup}} \cdot G_{k,j,\text{sup}}$	$\gamma_{G,j,\text{inf}} \cdot G_{k,j,\text{inf}}$	$\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$	-	$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

$$\gamma_{G,j,\text{sup}} = 1,35$$

$$\gamma_{G,j,\text{inf}} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,1} = 0 \text{ ha kedvező}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,i} = 0 \text{ ha kedvező}$$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.2.(B) táblázat, 45. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – B sorozat

Szilárdság és/vagy alakí állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j,\text{sup}} = 1,35$ $\gamma_{G,j,\text{inf}} = 1,00$ a j -edik **állandó teher** parciális tényezője

$\gamma_{P,\text{unfav}} = 1,30$ $\gamma_{P,\text{fav}} = 1,00$ a **feszítésből származó hatás** parciális tényezője

$\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,50$ az **esetleges teher** parciális tényezője kedvezőtlen esetben

$\gamma_Q = 0$ az esetleges teher **parciális tényezője** kedvező esetben

$\psi_{0,i}$ az egyes **esetleges teher kombinációs** tényezője

$G_{k,j}$ a j -edik **állandó hatás** karakterisztikus értéke

$Q_{k,1}$ a **domináns esetleges teher** karakterisztikus értéke

$Q_{k,i}$ a **nem domináns (többi) esetleges teher** karakterisztikus értéke

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – B sorozat

Szilárdság és/vagy alakí állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

Tartós és ideiglenes tervezési helyzetek MSZ EN 1990:2005	Állandó hatások		Domináns esetleges hatás	Egyidejű. nem domináns hatás	
	Kedvezőtlen	Kedvező		Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
(6.10/a) összefüggés	$\gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1}$	$\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
(6.10/b) összefüggés	$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$	-	$\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35 \quad \gamma_{Gj,inf} = 1,00 \quad \gamma_{Q1} = 1,50 \quad \gamma_{Q1} = 0 \text{ ha kedvező}$$

$$\xi = 0,85 \quad \xi \cdot \gamma_{Gj,sup} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15 \quad \gamma_{Qi} = 1,50 \quad \gamma_{Qi} = 0 \text{ ha kedvező}$$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.2.(B) táblázat, 45. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – B sorozat

Szilárdság és/vagy alakí állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j,\text{sup}} = 1,35$ $\gamma_{G,j,\text{inf}} = 1,00$ a j-edik állandó teher parciális tényezője

$\gamma_{P,\text{unfav}} = 1,30$ $\gamma_{P,\text{fav}} = 1,00$ a feszítésből származó hatás parciális tényezője

$\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,50$ az esetleges teher parciális tényezője kedvezőtlen esetben

$\gamma_Q = 0$ az esetleges teher parciális tényezője kedvező esetben

$\psi_{0,i}$ az egyes esetleges teher kombinációs tényezője

$\xi = 0,85$

$\psi_{0,1}$ a domináns esetleges teher kombinációs tényezője

$\xi \cdot \gamma_{Gj,\text{sup}} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

$G_{k,j}$ a j-edik állandó hatás karakterisztikus értéke

$Q_{k,1}$ a domináns esetleges teher karakterisztikus értéke

$Q_{k,i}$ a nem domináns (többi) esetleges teher karakterisztikus értéke

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – C sorozat

Szilárdság és/vagy alaki állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

Tartós és ideiglenes tervezési helyzetek MSZ EN 1990:2005	Állandó hatások		Domináns esetleges hatás	Egyidejű. nem domináns hatás	
	Kedvezőtlen	Kedvező		Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
(6.10) összefüggés	$\gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} \cdot G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$	-	$\gamma_{Qi} \cdot \psi_{oi} \cdot Q_{ki}$

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,00$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q1} = 1,30$$

$$\gamma_{Q1} = 0 \text{ ha kedvező}$$

$$\gamma_{Qi} = 1,30$$

$$\gamma_{Qi} = 0 \text{ ha kedvező}$$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.2.(C) táblázat, 46. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei – STR / GEO – C sorozat

Szilárdság és/vagy alakí állékonyság / STR és Altalaj törése vagy túlzott mértékű alakváltozása / GEO

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j,\text{sup}} = \gamma_{G,j,\text{inf}} = 1,00$ a j -edik **állandó teher** parciális tényezője

$\gamma_{P,\text{unfav}} = 1,30$ $\gamma_{P,\text{fav}} = 1,00$ a **feszítésből származó hatás** parciális tényezője

$\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,30$ az **esetleges teher** parciális tényezője kedvezőtlen esetben

$\gamma_Q = 0$ az esetleges teher **parciális tényezője** kedvező esetben

$\psi_{0,i}$ az egyes **esetleges teher kombinációs** tényezője

$G_{k,j}$ a j -edik **állandó hatás** karakterisztikus értéke

$Q_{k,1}$ a **domináns esetleges teher** karakterisztikus értéke

$Q_{k,i}$ a **nem domináns (többi) esetleges teher** karakterisztikus értéke

Hatások tervezési értékei rendkívüli és szeizmikus tervezési állapotban

Rendkívüli tervezési helyzet / A – Szeizmikus tervezési helyzet / A_E

Rendkívüli és szeizmikus tervezési helyzetek MSZ EN 1990:2005	Állandó hatások		Domináns esetleges hatás	Egyidejű, nem domináns hatás	
	Kedvezőtlen	Kedvező		Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
Rendkívüli (6.11.a/b) összefüggés	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{11} \cdot Q_{k1}$ vagy $\psi_{21} \cdot Q_{k1}$	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
Szeizmikus (6.12.a/b) összefüggés	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_{Ed}	-	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.3. táblázat, 46. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei rendkívüli és szeizmikus tervezési állapotban

Rendkívüli tervezési helyzet / A

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,i} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ vagy } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

A_d a domináns rendkívüli teher tervezési értéke

$\psi_{1,1}$ a domináns esetleges teher gyakori teherszint tényezője

$\psi_{2,1}$ a domináns esetleges teher kvázi-állandó teherszint tényezője

$\psi_{2,i}$ a nem domináns (többi) esetleges teher kvázi-állandó teherszint tényezője

Szeizmikus tervezési helyzet / A_E

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,i} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

A_{Ed} a domináns szeizmikus teher tervezési értéke

Használhatósági határállapot / SLS

Használhatósági határállapot

Serviceability Limite States / **SLS**

Fogalma:

Az építmények tartószerkezeteinek ill. szerkezeti elemeinek olyan állapotai, melyeken túl a használattal kapcsolatos előírt követelmények (pl. tartósság, lehajlás, repedéstágasság) már nem teljesülnek.

Célja:

Az általános használhatóság, a kedvező megjelenés, a csatlakozó szerkezetek épségének, az ember komfortérzetének, a technológiai használhatóságnak, működőképességnek, a megfelelő tartósságnak a biztosítása.

Kényelem, használhatóság, megbízhatóság!!!

Használhatósági határállapot / SLS

Használhatósági határállapot

Serviceability Limite States / **SLS**

Fogalma:

Az építmények tartószerkezeteinek ill. szerkezeti elemeinek olyan állapotai, melyeken túl a használattal kapcsolatos előírt követelmények (pl. tartósság, lehajlás, repedéstágasság) már nem teljesülnek.

Használhatósági követelményekben előírt és a vonatkozó hatáskombináció alapján meghatározott igénybevételből számított használati jellemző (pl.: alakváltozás, repedéstágasság) tervezési értéke

Az adott használhatósági határállapothoz tartozó használhatósági követelmény tervezési értéke

$$E_d \leq C_d$$

Hatások tervezési értékei hatáskombinációkhoz / SLS

Használhatósági határállapotok / SLS

Hatáskombináció	Állandó hatások		Esetleges hatások	
	Kedvezőtlen	Kedvező	Fő hatás (ha van ilyen)	Többi
Karakterisztikus	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
Gyakori	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
Kvázi-állandó	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

[MSZ EN 1990:2005, A Melléklet, A1.2.(B) táblázat, 45. oldal alapján]

Hatások tervezési értékei hatáskombinációkhoz / SLS

Karakterisztikus / CHAR

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gyakori / FREQ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kvázi-állandó / QUASI

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\psi_{0,i}$ az egyes esetleges teher kombinációs tényezője

$\psi_{1,1}$ a domináns esetleges teher gyakori teherszint tényezője

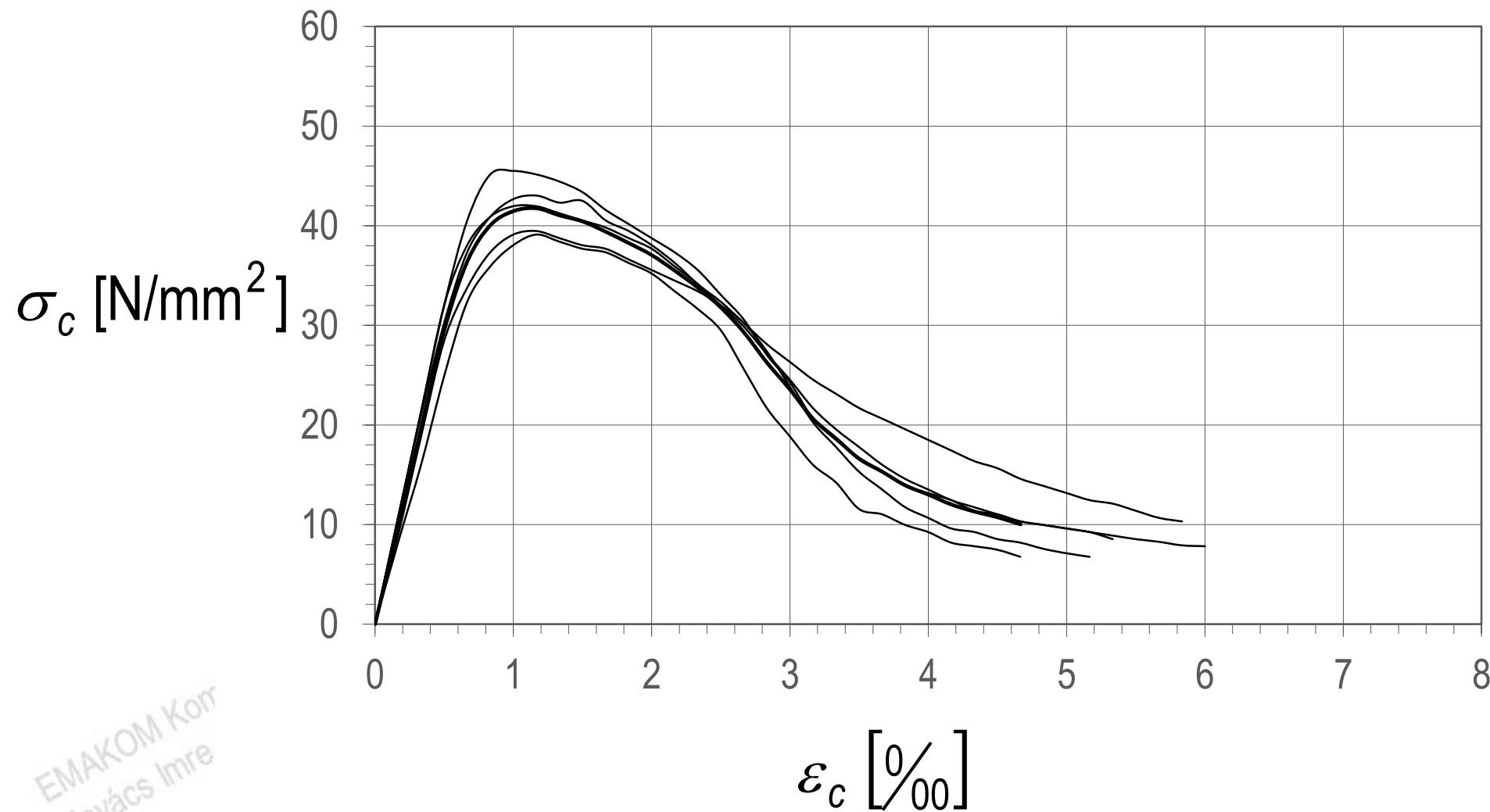
$\psi_{2,i}$ a nem domináns (többi) esetleges teher kvázi-állandó teherszint tényezője

Használhatósági határállapotban (SLS) vizsgálatot igénylő állapotok

Használhatósági határállapot

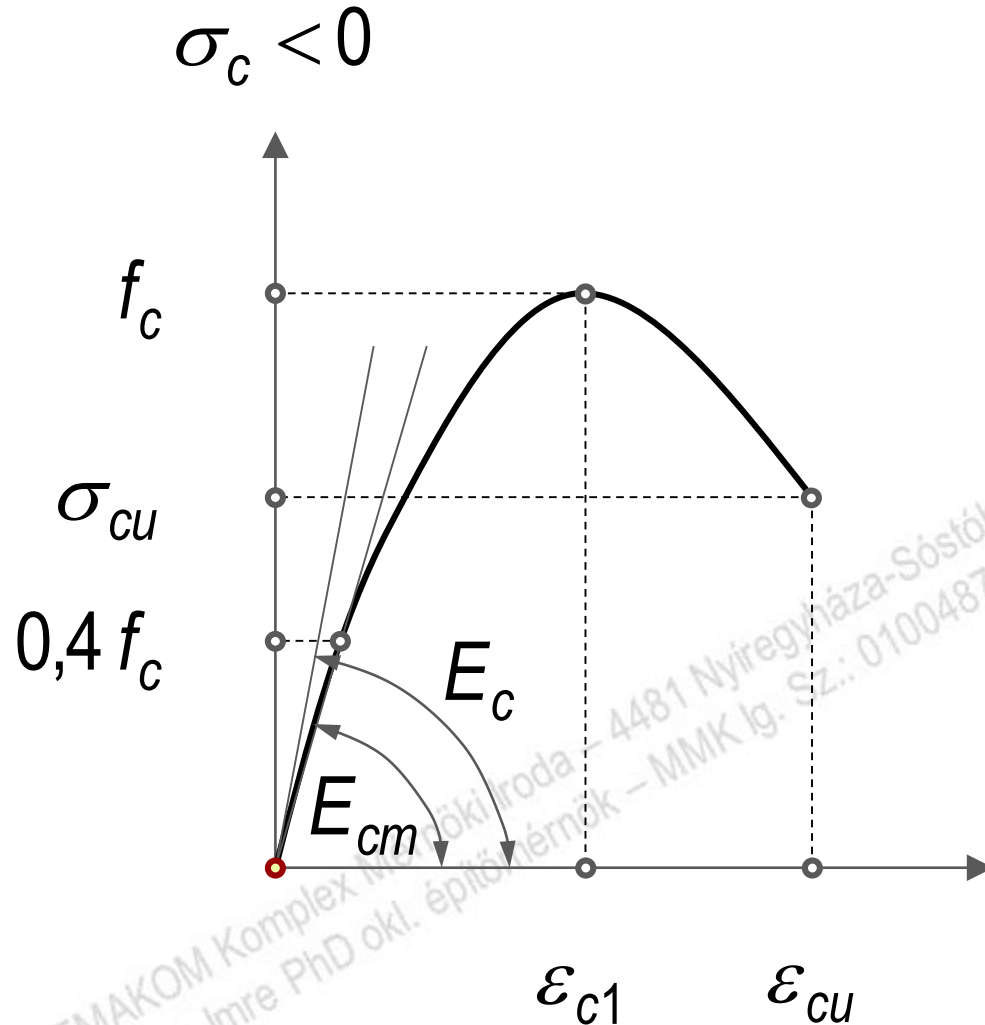
Serviceability Limite States / **SLS**

- **Alakváltozások, elmozdulások** **QUASI**
- **Rezgések, lengések** **FREQ / QUASI**
- **Repedések** **QUASI / FREQ**
- **A külső megjelenést befolyásoló egyéb károsodások**
- **Feszültségek** **CHAR**

A beton reális $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagrammja

EMAKOM Korr
Dr. Kovács Imre

$\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm nemlineáris vizsgálathoz



A beton nyomófeszültsége σ_c és fajlagos összenyomódása ε_c közötti összefüggés rövid idejű egy tengelyű feszültségállapot esetén az alábbi formában adható meg:

$$\sigma_c = f_{cm} \cdot \frac{k \cdot \eta - \eta^2}{1 + (k - 2) \cdot \eta}$$

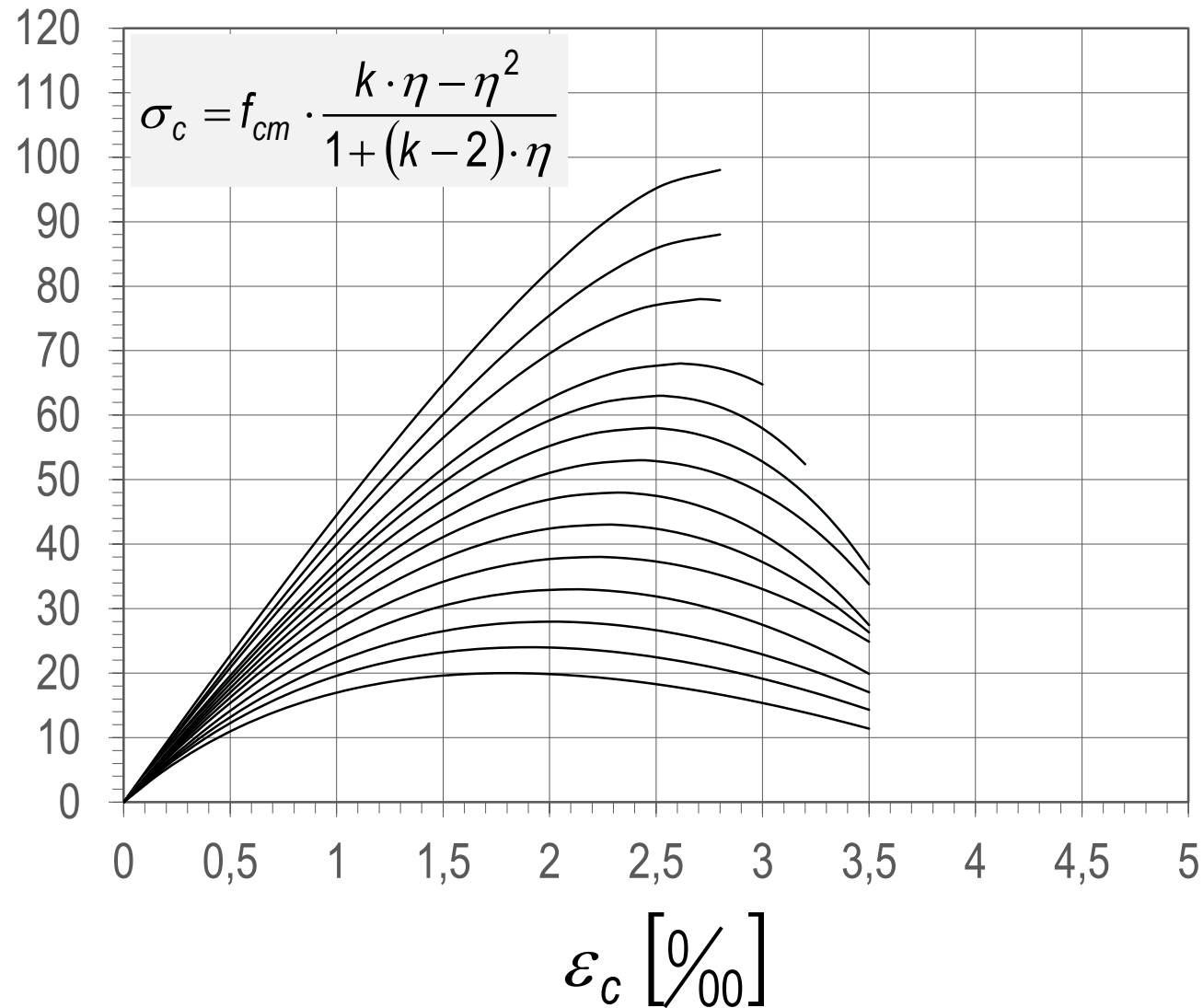
$$k = 1,05 \cdot E_{cm} \cdot \frac{|\varepsilon_{c1}|}{f_{cm}}$$

$$\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}}$$

$$0 < |\varepsilon_{c1}| < |\varepsilon_{cu1}|$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.5 Fejezet, 3.2 Ábra, 34. oldal]

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.5 Fejezet, (1) Bekezdés, 33. oldal]

$\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm nemlineáris vizsgálathoz σ_c [N/mm²]

C90/105

C80/95

C70/85

C60/75

C55/67

... C50/60

C12/15 ...

A beton nyomószilárdságának tervezési értéke – f_{cd}

(1)P A nyomószilárdság tervezési értékét a következő összefüggés adja meg:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

ahol:

γ_c → a beton parciális biztonsági tényezője

α_{cc} → a tartós terhelés nyomószilárdságra gyakorolt hatását és a terhelés módjából származó kedvezőtlen hatásokat figyelembe vevő tényező

MEGJEGYZÉS: Az α_{cc} adott tagországokban alkalmazandó értéke **0,80 és 1,00 között legyen**, mely az ország nemzeti mellékletében található meg. Az ajánlott érték **1,00**.

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.6 Fejezet, (1)P Bekezdés, 34. oldal]

A beton húzószilárdságának tervezési értéke – f_{ctd}

(2)P Az f_{ctd} **húzószilárdság** értékét a következő összefüggés adja meg:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c}$$

ahol:

γ_c → a beton parciális biztonsági tényezője

α_{ct} → a tartós terhelés húzószilárdságra gyakorolt hatását és a terhelés módjából származó kedvezőtlen hatásokat figyelembe vevő tényező

MEGJEGYZÉS: Az α_{ct} adott tagországokban alkalmazandó értéke az ország nemzeti mellékletében található meg. Az ajánlott érték **1,00**.

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.6 Fejezet, (2)P Bekezdés, 34. oldal]

Az anyagok parciális biztonsági tényezői – γ_c és γ_s – teherbírési határállapotban

- (1) Az anyagokra vonatkozó γ_c és γ_s parciális tényezőt teherbírési határállapotokban alkalmazni kell.

MEGJEGYZÉS: A γ_c és γ_s adott tagországban alkalmazandó értékei az ország nemzeti mellékletében található meg.

A **tartós és ideiglenes, valamint a rendkívüli tervezési állapotokra** vonatkozó ajánlott értékeket az **MSZ EN 1992-1-1:2010 2.1.N táblázat** tartalmazza.

$$\gamma_c = 1,50 \qquad \gamma_s = 1,15$$

Ezek nem érvényesek **tűzhatásra** való tervezéskor, amikor általában az **EN 1992-1-2**-re kell hivatkozni.

Fáradási vizsgálatok esetén a $\gamma_{c,fat}$ és a $\gamma_{s,fat}$ ajánlott értékei azonosak az **MSZ EN 1992-1-1:2010 2.1.N táblázatban** tartós tervezési állapotra megadott parciális tényezőkkel.

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 2.4.2.4 Fejezet, (1) Bekezdés, 25. oldal]

Az anyagok parciális biztonsági tényezői – γ_c és γ_s – használhatósági határállapotban

- (2) Az anyagok használhatósági határállapotok igazolása során alkalmazott parciális tényezőinek értékeit ezen Eurocode erre vonatkozó bekezdései szerint kell felvenni.

MEGJEGYZÉS: Használhatósági határállapotban a γ_c és γ_s adott tagországban alkalmazandó értékei az ország nemzeti mellékletében található meg. Az ezen Eurocode erre vonatkozó bekezdései által nem tárgyalt esetekben az ajánlott érték **1,0**.

$$\gamma_c = 1,00 \quad \gamma_s = 1,00$$

- (3) Ha a számított ellenállásban szereplő bizonytalanság mértékét erre vonatkozó intézkedésekkel csökkentik, akkor a γ_c és γ_s kisebb értékei alkalmazhatók.

MEGJEGYZÉS: Ezzel kapcsolatos útmutatást az **MSZ EN 1992-1-1:2010 A tájékoztató melléklet** tartalmaz.

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 2.4.2.4 Fejezet, (2) Bekezdés, 25. oldal]

Az anyagok parciális biztonsági tényezői – γ_C és γ_S – monolit szerkezetek esetén

Minőség-ellenőrzésen és csökkentett tűréseken alapuló csökkentés

(1) Ha a megvalósítás során olyan minőség-ellenőrzési rendszert működtetnek, mely biztosítja, hogy a keresztmetszeti méretek kedvezőtlen irányú eltérései az **MSZ EN 1992-1-1:2010 A1. táblázatban** megadott csökkentett tűréseken belül maradnak, akkor a **vasalásra vonatkozó parciális biztonsági tényező $\gamma_{S,red1}$** értékre csökkenthető.

$$\gamma_{S,red1} = 1,10$$

(2) Ha az **MSZ 1992-1-1:2010 A2.1. szakasz (1) bekezdése szerinti feltételeken túl a betonszilárdság relatív szórása nyilvánvalóan nem haladja meg a 10%-ot**, akkor a **betonra vonatkozó parciális biztonsági tényező $\gamma_{C,red1}$** értékre csökkenthető.

$$\gamma_{C,red1} = 1,40$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010, A Melléklet (tájékoztatás), A2.1 Fejezet, (1)(2) Bekezdés, 185. oldal]

Az anyagok parciális biztonsági tényezői – γ_C és γ_S – monolit szerkezetek esetén

Csökkentett vagy a megvalósult szerkezeten mért geometriai jellemzőkkel való tervezésen alapuló csökkentés

(1) Ha az ellenállás tervezési értékének számítása olyan fontos geometriai jellemzőkön alapul, mint pl. a hasznos magasság, melyek vagy tűrésekkel csökkentett értékek, vagy a megvalósult szerkezet méretein alapulnak, akkor a parciális biztonsági tényezők $\gamma_{S,red2}$ és $\gamma_{C,red2}$ értékre csökkenthetők.

$$\gamma_{S,red2} = 1,05 \quad \gamma_{C,red2} = 1,45$$

(2) Ha az **MSZ 1992-1-1:2010 A2.2. szakasz (1) bekezdése szerinti feltételeken túl a betonszilárdság relatív szórása nyilvánvalóan nem haladja meg a 10%-ot**, akkor a betonra vonatkozó parciális biztonsági tényező $\gamma_{C,red3}$ értékre csökkenthető.

$$\gamma_{C,red3} = 1,35$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010, A Melléklet (tájékoztatás), A2.2 Fejezet, (1)(2) Bekezdés, 185. 186. oldal]

Az anyagok parciális biztonsági tényezői – γ_C és γ_S – monolit szerkezetek esetén

A megvalósult szerkezeten vizsgált betonszilárdságon alapuló csökkentés

(1) Ha a betonszilárdsági értékeket a **megvalósult szerkezeten vagy szerkezeti elemen kísérlettel határozzák meg**, lásd az **EN 13791**-et, az **EN 206-1**-et és a vonatkozó termékszabványokat, akkor a γ_C értéke az $\eta = 0,85$ átszámítási tényezővel csökkenthető.

(2) Az a γ_C érték, melyre e csökkentést alkalmazzák, már önmaga is az **MSZ EN 1992-1-1:2010 A2.1.** ($\gamma_{C,red1} = 1,40$) vagy az **A2.2.** ($\gamma_{C,red2} = 1,45$, $\gamma_{C,red3} = 1,35$) szakasz szerinti csökkentett érték lehet. Azonban a parciális tényező értékét az összes csökkentést követően **sem szabad kisebbre felvenni, mint $\gamma_{C,red4}$.**

$$\gamma_{C,red4} = 1,30$$

$$\eta \cdot \gamma_{C,red1} = 0,85 \cdot 1,40 = 1,19 \Rightarrow 1,30$$

$$\eta \cdot \gamma_{C,red2} = 0,85 \cdot 1,45 = 1,23 \Rightarrow 1,30$$

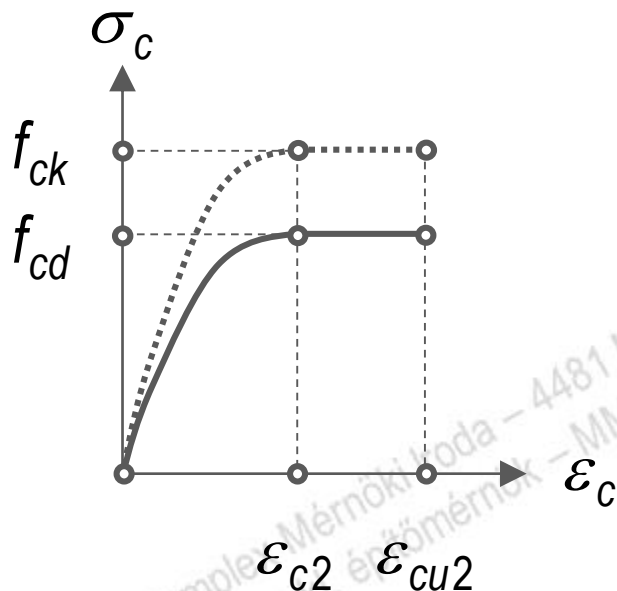
$$\eta \cdot \gamma_{C,red3} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15 \Rightarrow 1,30$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010, A Melléklet (tájékoztatás), A2.3 Fejezet, (1) Bekezdés, 186. oldal]

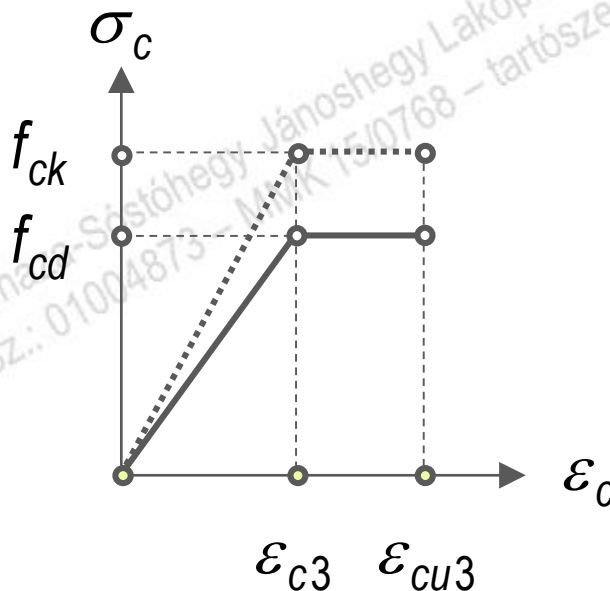
A beton $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagrammjai keresztmetszetek méretezéséhez

Keresztmetszetek méretezésére a beton nyomófeszültség (σ_c) és fajlagos összenyomódás (ε_c) közötti összefüggése az alábbi három formában használható, a reális viselkedés modelljeként:

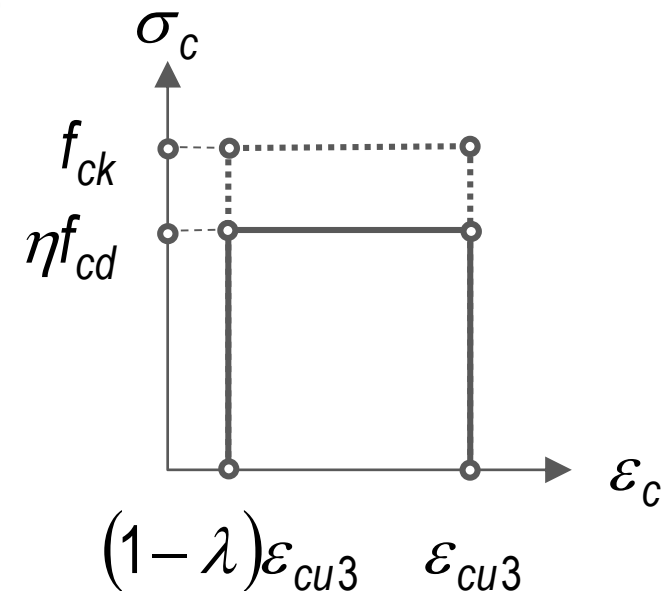
Parabola-négyszög



Bilineáris



Négyszög

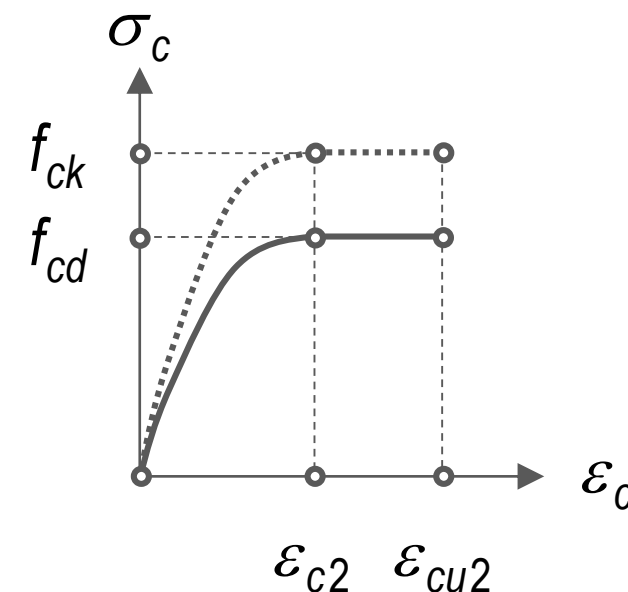


[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.7 Fejezet, (1) (2) (3) Bekezdés, 35.-36. oldal]

Parabola-téglalap alakú $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez

	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{cd} (\gamma_C=1,50)$	8,00	10,66	13,33	16,66	20,00	23,33	26,66	30,00	33,33
ε_{c2}	2,00								
ε_{cu2}	3,50								
n	2,0								

	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
$f_{cd} (\gamma_C=1,50)$	36,66	40,00	46,66	53,33	60,00
ε_{c2}	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
ε_{cu2}	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
n	1,75	1,6	1,45	1,4	1,4

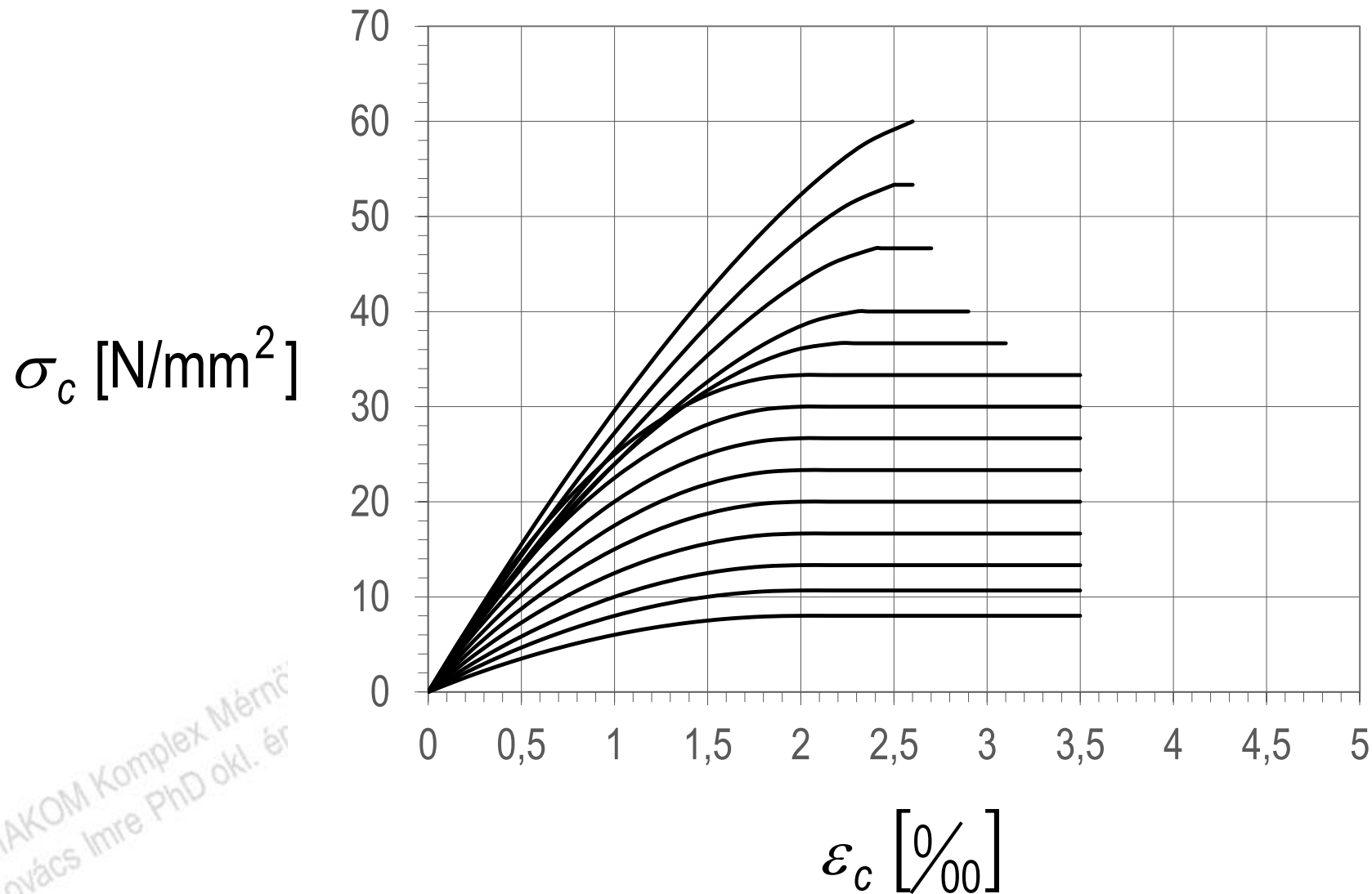


$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c2}} \right)^n \right]$$

$$0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

$$\varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

Parabola-téglalap alakú $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez



AK Ny. Sz.: C-1
szerkezeti szakértő (S)

C90/105

C80/95

C70/85

C60/75

C55/67

... C50/60

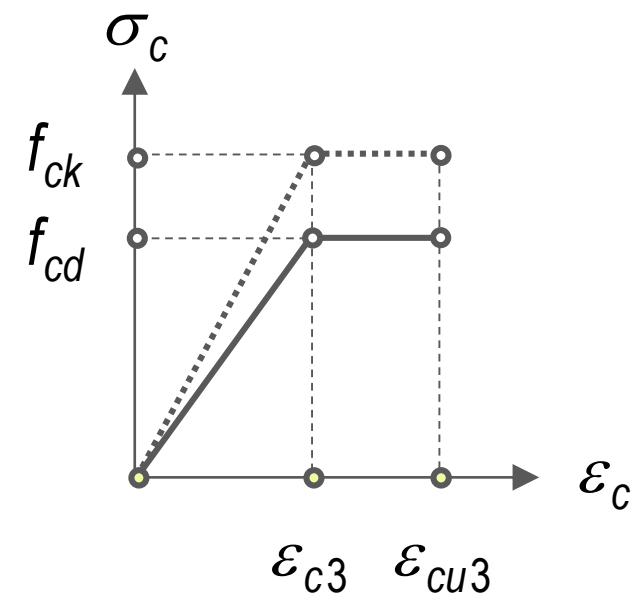
C12/15 ...

EMAKOM Komplex Mérnök
Dr. Kovács Imre PhD okl. ér

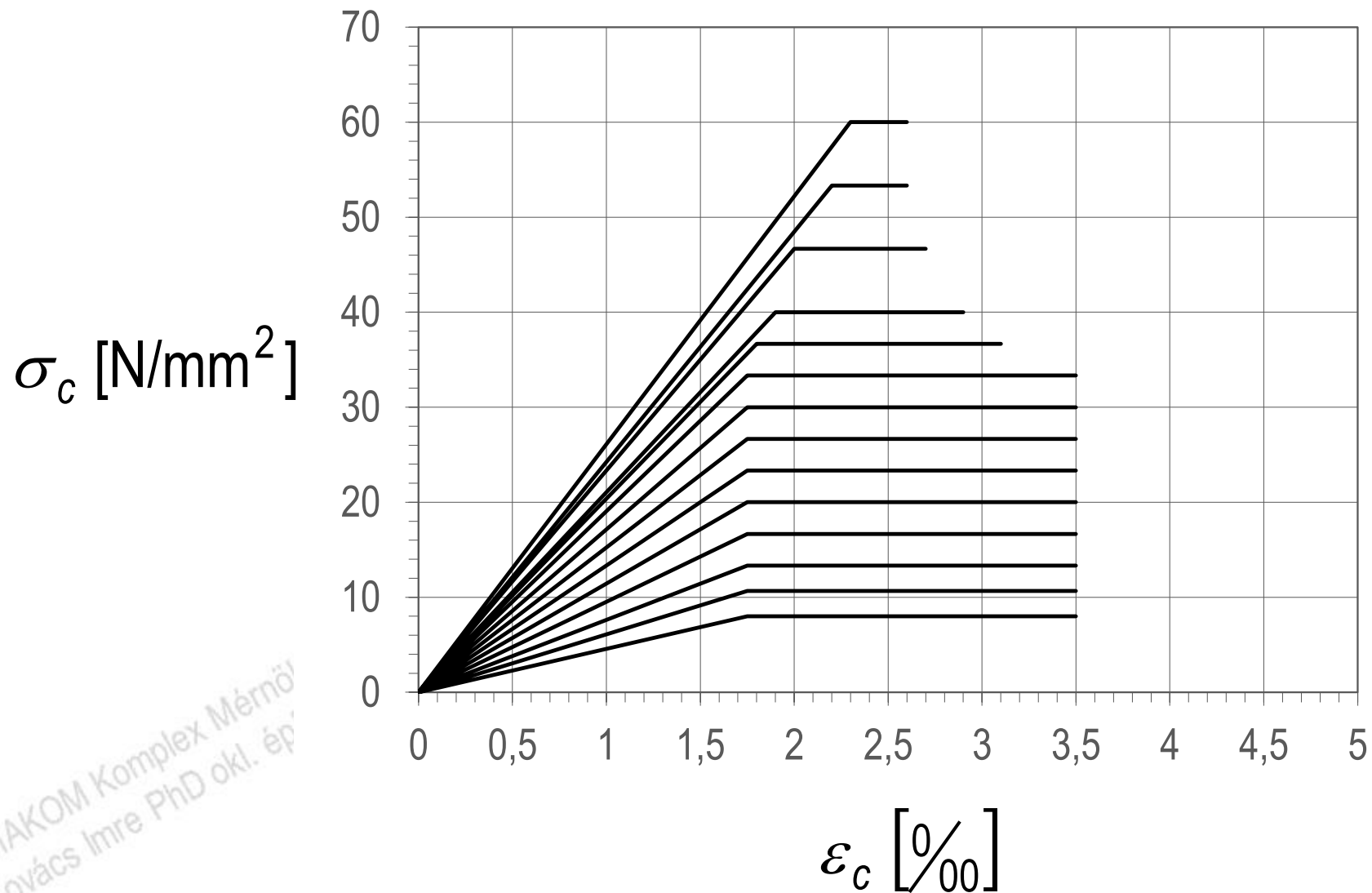
Bilineáris $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez

	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{cd} (\gamma_C=1,50)$	8,00	10,66	13,33	16,66	20,00	23,33	26,66	30,00	33,33
ε_{c3}	1,75								
ε_{cu3}	3,50								

	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
$f_{cd} (\gamma_C=1,50)$	36,66	40,00	46,66	53,33	60,00
ε_{c3}	1,80	1,90	2,00	2,20	2,30
ε_{cu3}	3,10	2,90	2,70	2,60	2,60



Bilineáris $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez

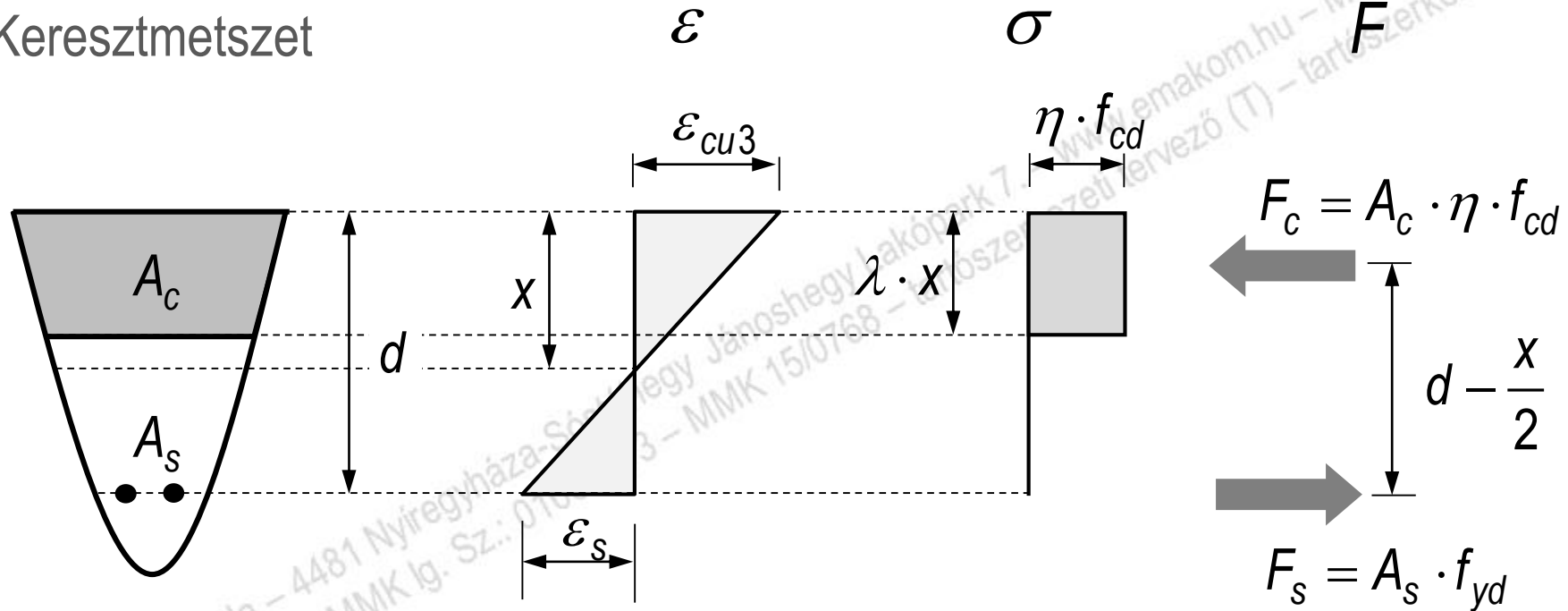


TK Ny. Sz.: C-1
szerkezeti szakértő (S)

EMAKOM Komplex Mérnök
Dr. Kovács Imre PhD okl. építész

Téglalap alakú $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez

Keresztmetszet



$$\lambda = 0,8$$

$$\text{ha } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0$$

$$\text{ha } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 0,8 - \frac{f_{ck} - 50}{400}$$

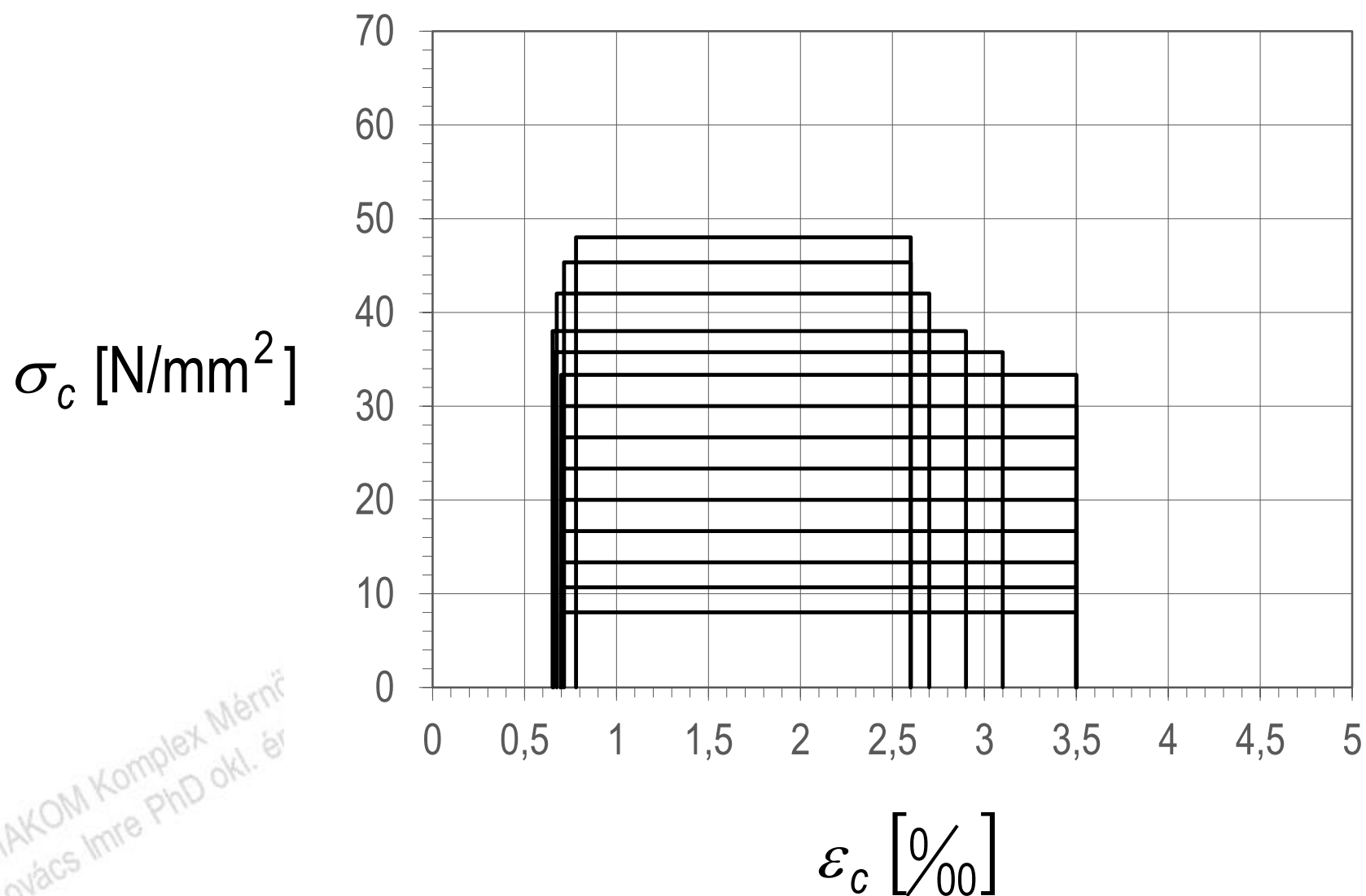
$$\text{ha } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0 - \frac{f_{ck} - 50}{200}$$

$$\text{ha } 50 < f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.7 Fejezet, 3.5 ábra, (3) Bekezdés, 36. oldal alapján]

Téglalap alakú $\sigma_c - \varepsilon_c$ diagramm keresztmetszetek méretezéséhez



AK Ny. Sz.: C-1
szerkezeti szakértő (S)

C90/105

C80/95

C70/85

C60/75

C55/67

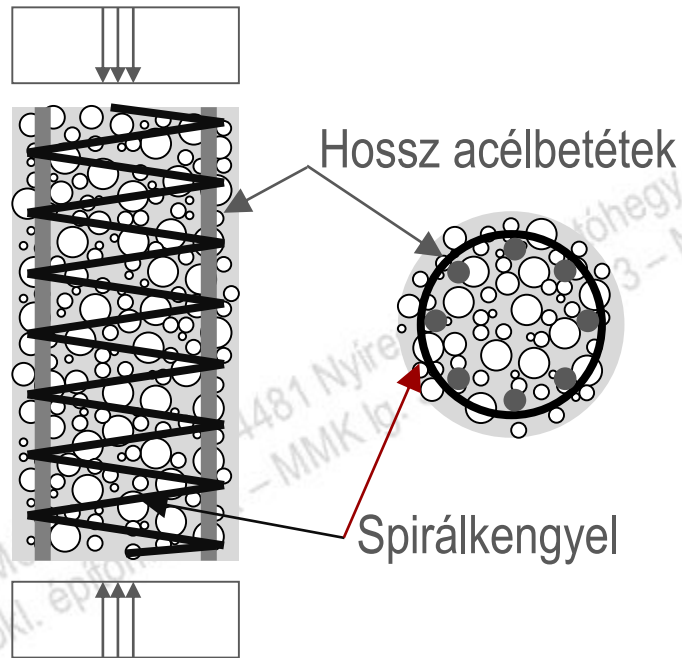
... C50/60

C12/15 ...

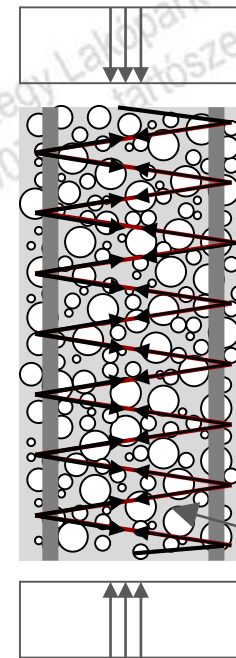
EMAKOM Komplex Mérnöki Iroda
Dr. Kovács Imre PhD okl. építész

Többtengelyű feszültségállapotban lévő beton – Spirálkengyeles oszlop

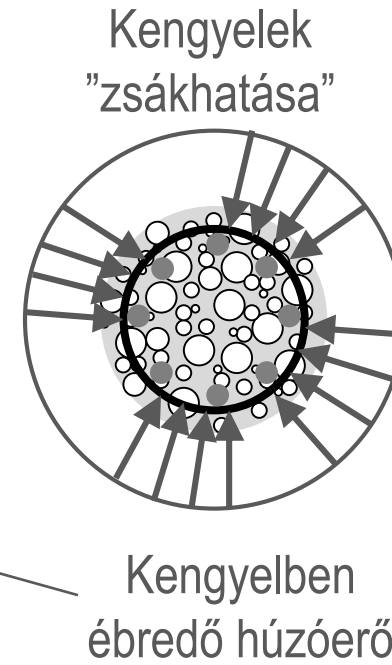
Spirálkengyeles vasbeton oszlop szerkezeti kialakítása



Spirálkengyel hatása

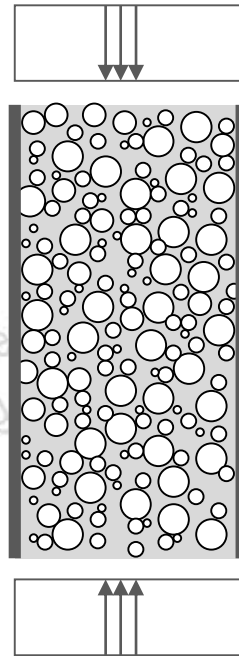


Erőjáték

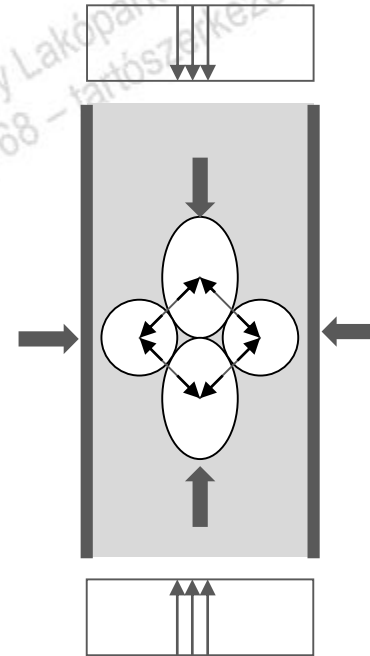


Többtengelyű feszültségállapotban lévő beton – Kibetonozott acélcső

Kibetonozott
acélcső

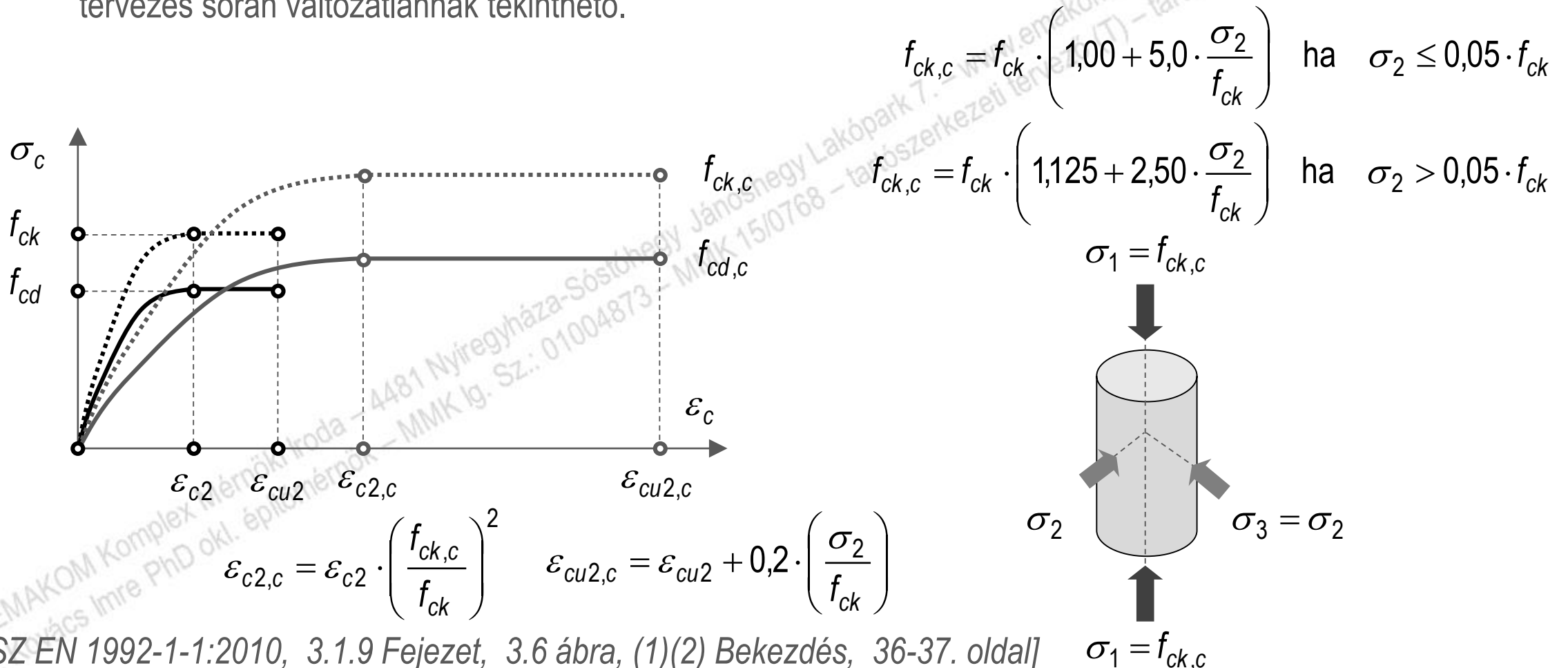


Törési modell
Belső erők



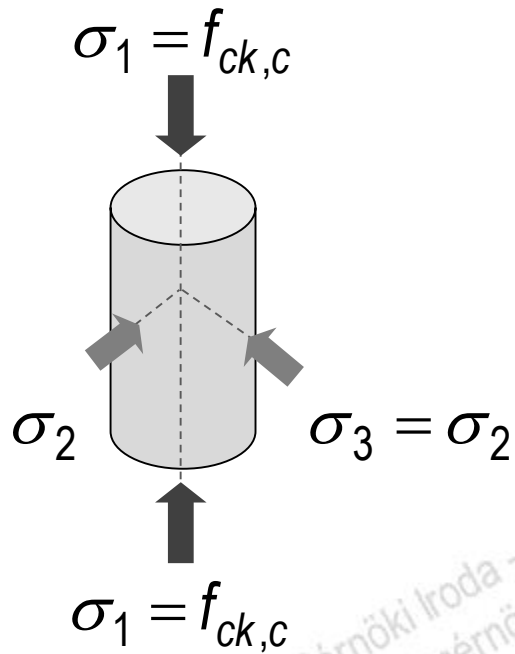
Többtengelyű feszültségállapotban lévő beton – MSZ EN 1992-1-1:2010

- (1) A beton **többirányú vasalása** a hatékony **feszültség-alakváltozás összefüggés módosulását eredményezi: nagyobb szilárdság és nagyobb alakváltozások** adódnak. A többi alapvető anyagjellemző a tervezés során változatlanoknak tekinthető.



[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.1.9 Fejezet, 3.6 ábra, (1)(2) Bekezdés, 36-37. oldal]

Példa a beton modellgörbéjére többtengelyű feszültségállapotban

Beton: **C30/37**

$$\sigma_2 = 0,02 \cdot f_{ck} = 0,6 \text{ N/mm}^2 < 0,05 \cdot f_{ck} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

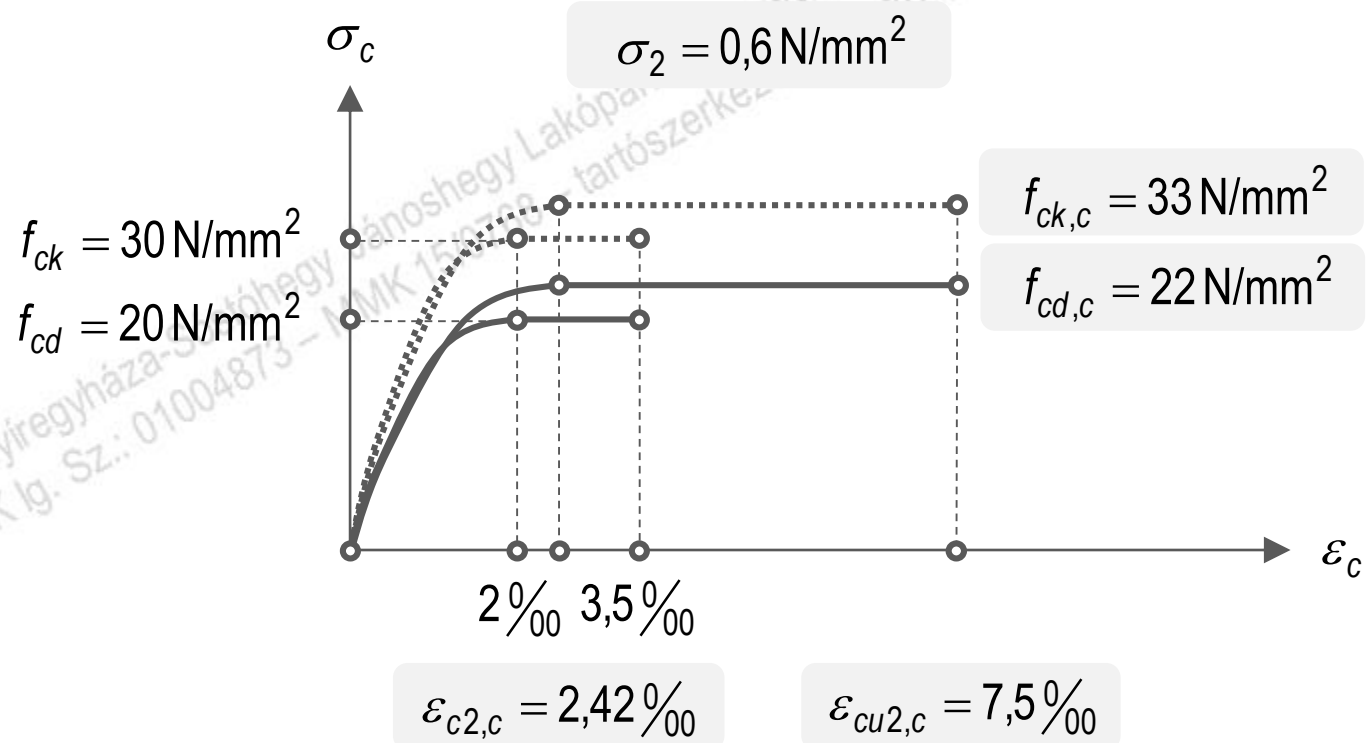
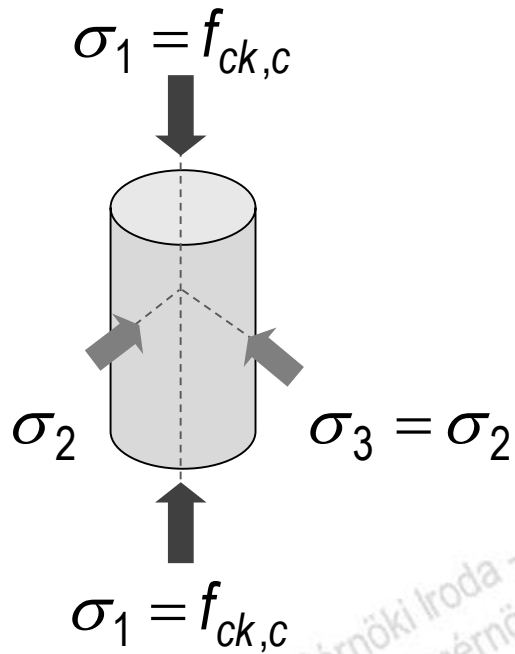
$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1,00 + 5,0 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 30 \cdot \left(1,00 + 5,0 \cdot \frac{0,6}{30} \right) = 33 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \cdot \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\% \cdot \left(\frac{33}{30} \right)^2 = 2,42\%$$

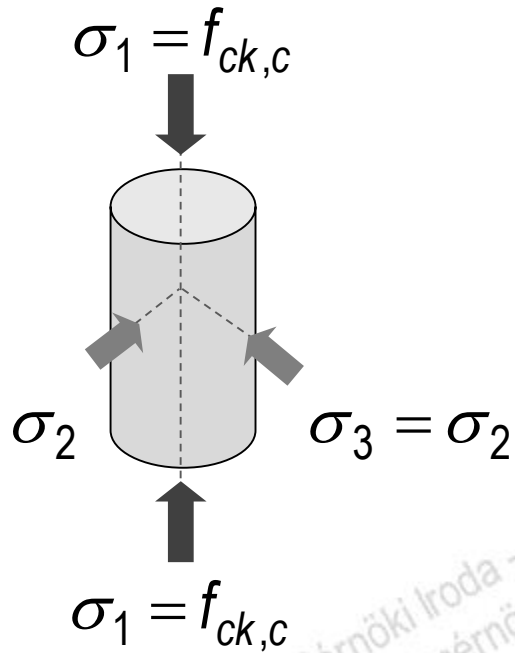
$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \cdot \left(\frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 3,5\% + 0,2 \cdot \left(\frac{0,6}{30} \right) = 7,5\%$$

Példa a beton modellgörbéjére többtengelyű feszültségállapotban

Beton: **C30/37**



Példa a beton modellgörbéjére többtengelyű feszültségállapotban

Beton: **C30/37**

$$\sigma_2 = 0,10 \cdot f_{ck} = 3,00 \text{ N/mm}^2 > 0,05 \cdot f_{ck} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

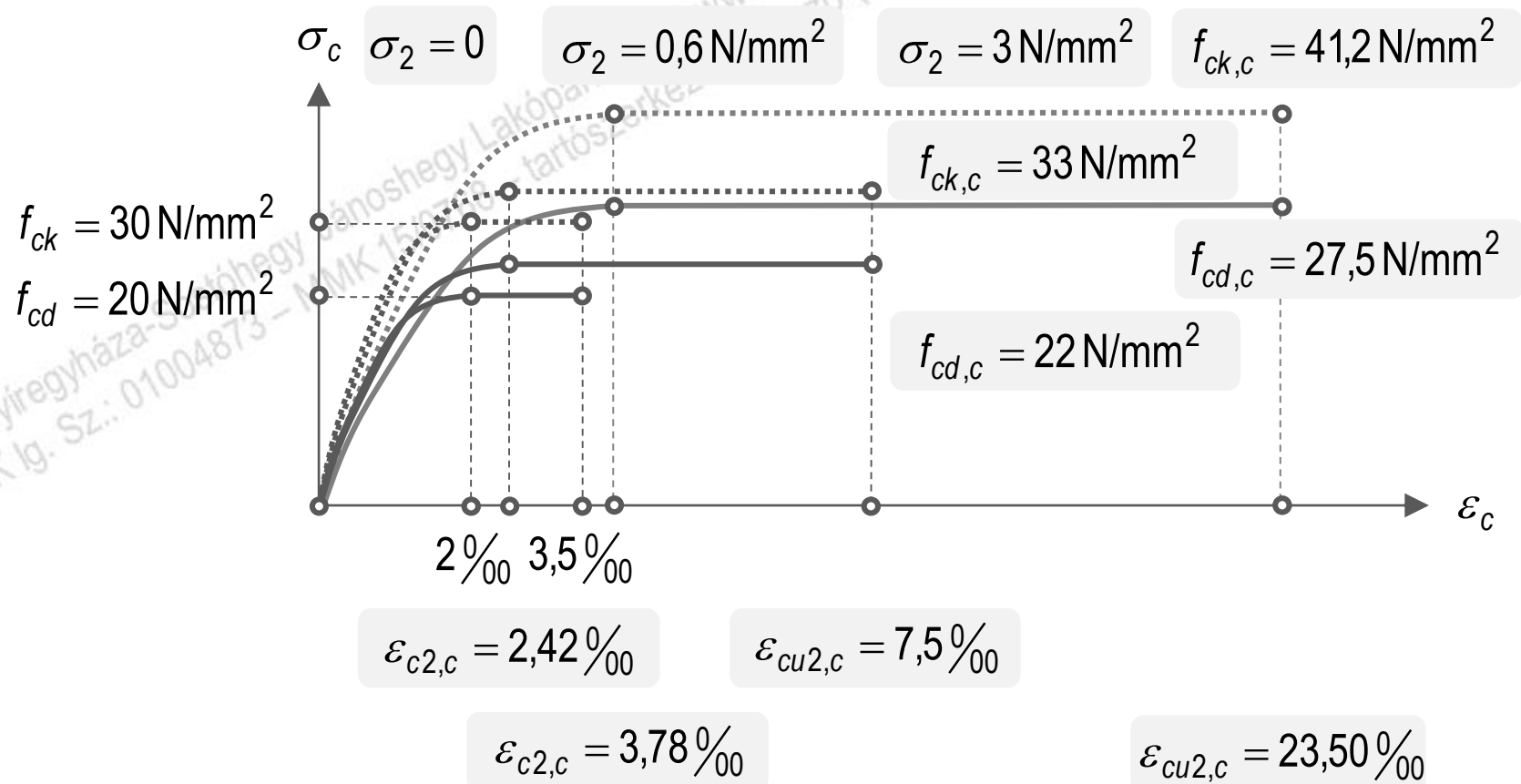
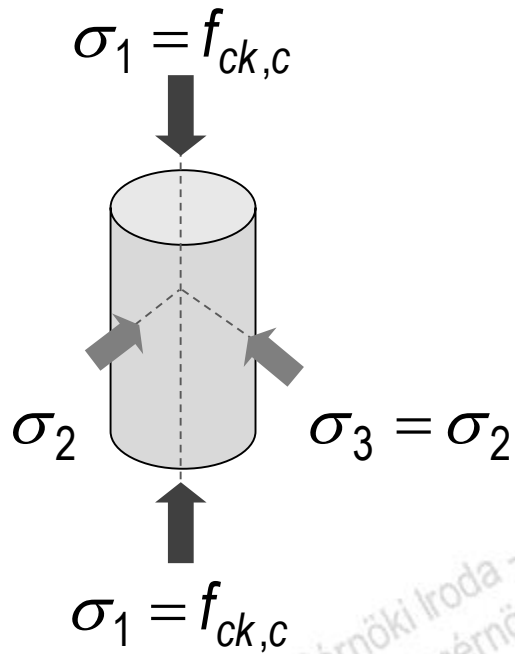
$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1,125 + 2,50 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 30 \cdot \left(1,125 + 2,50 \cdot \frac{3}{30} \right) = 41,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \cdot \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\text{‰} \cdot \left(\frac{41,25}{30} \right)^2 = 3,78\text{‰}$$

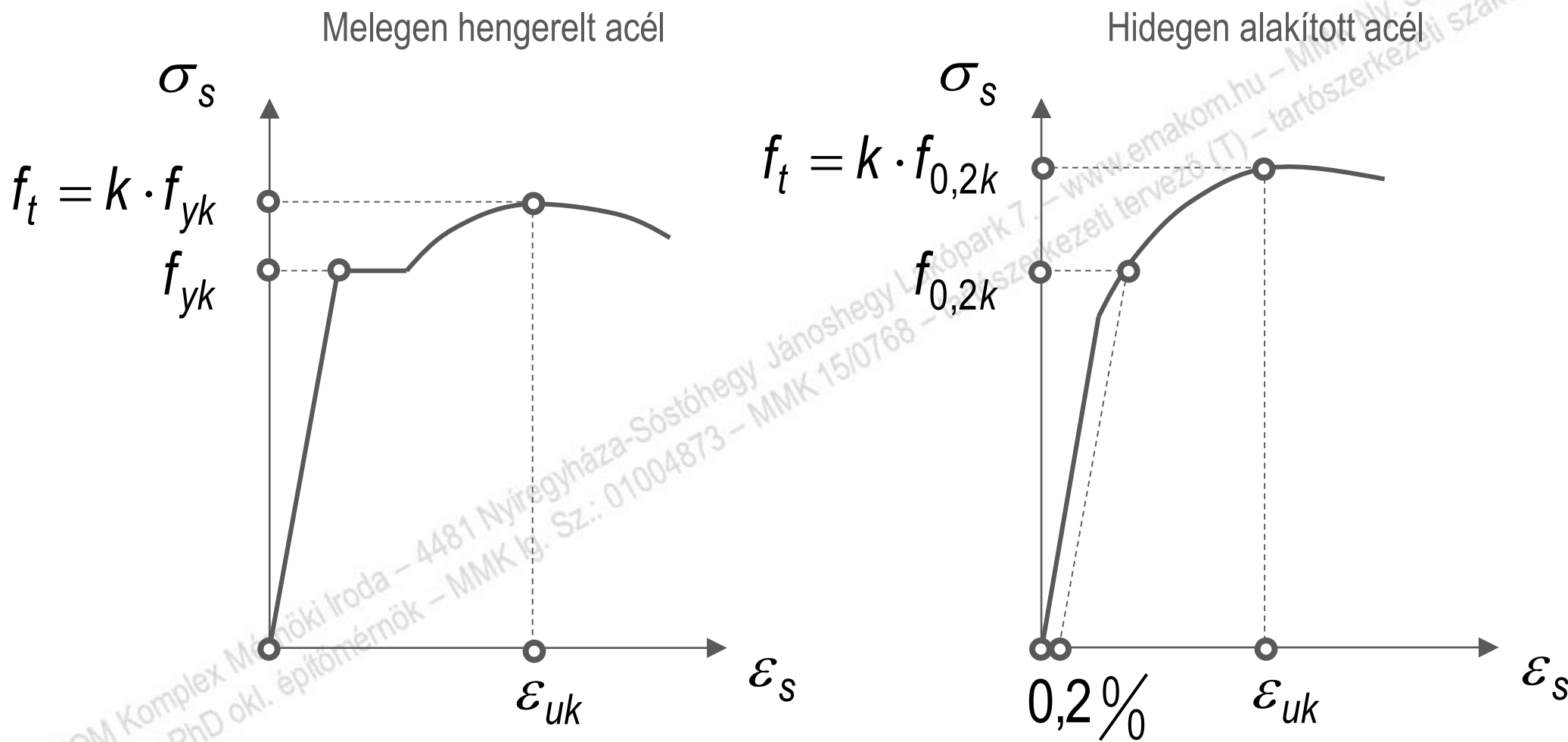
$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \cdot \left(\frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 3,5\text{‰} + 0,2 \cdot \left(\frac{3}{30} \right) = 23,5\text{‰}$$

Példa a beton modellgörbéjére többtengelyű feszültségállapotban

Beton: **C30/37**



Betonacélok jellemző $\sigma_s - \varepsilon_s$ diagrammjai – MSZ EN 1992-1-1:2010



[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.2.4 Fejezet, 3.7 ábra, (2)Bekezdés, 38. oldal]

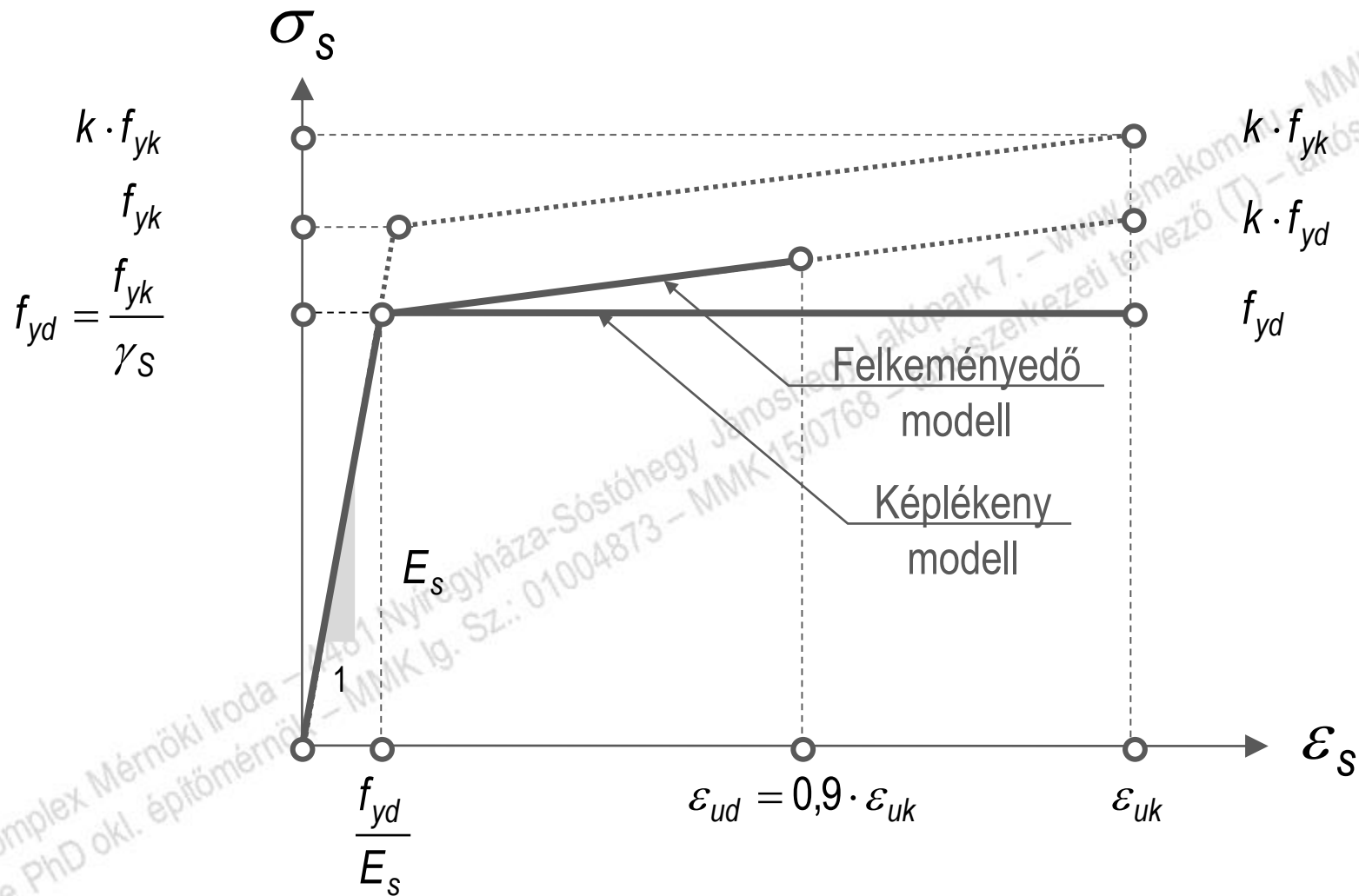
A betonacél alkalmazásának tervezési feltételezései

- (1) A tervezést általában a **vasalás névleges keresztmetszeti területe** és a **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.2.2. szakaszban szereplő karakterisztikus értékekből meghatározott tervezési értékek** figyelembevételével kell végezni.
- (2) Szokásos tervezés esetén a következő feltételezések bármelyike alkalmazható (lásd az **MSZ 1992-1-1:2010 3.8. ábrát**):
- **ferde felső szakasz** ε_{ud} fajlagos alakváltozási korláttal és az ε_{uk} -hoz tartozó $k \times f_{yk} / \gamma_s$ legnagyobb feszültséggel, ahol $k = (f_t / f_y)_k$
 - **vízszintes felső szakasz** a fajlagos alakváltozási korlát kötelező ellenőrzése **nélkül**.

MEGJEGYZÉS: Az ε_{ud} adott tagországban alkalmazandó értéke az ország nemzeti mellékletében található meg. Az ajánlott érték $0,9 \times \varepsilon_{uk}$. Az $(f_t / f_y)_k$ értékét az **MSZ EN-1992-1-1:2010 C melléklet** tartalmazza.

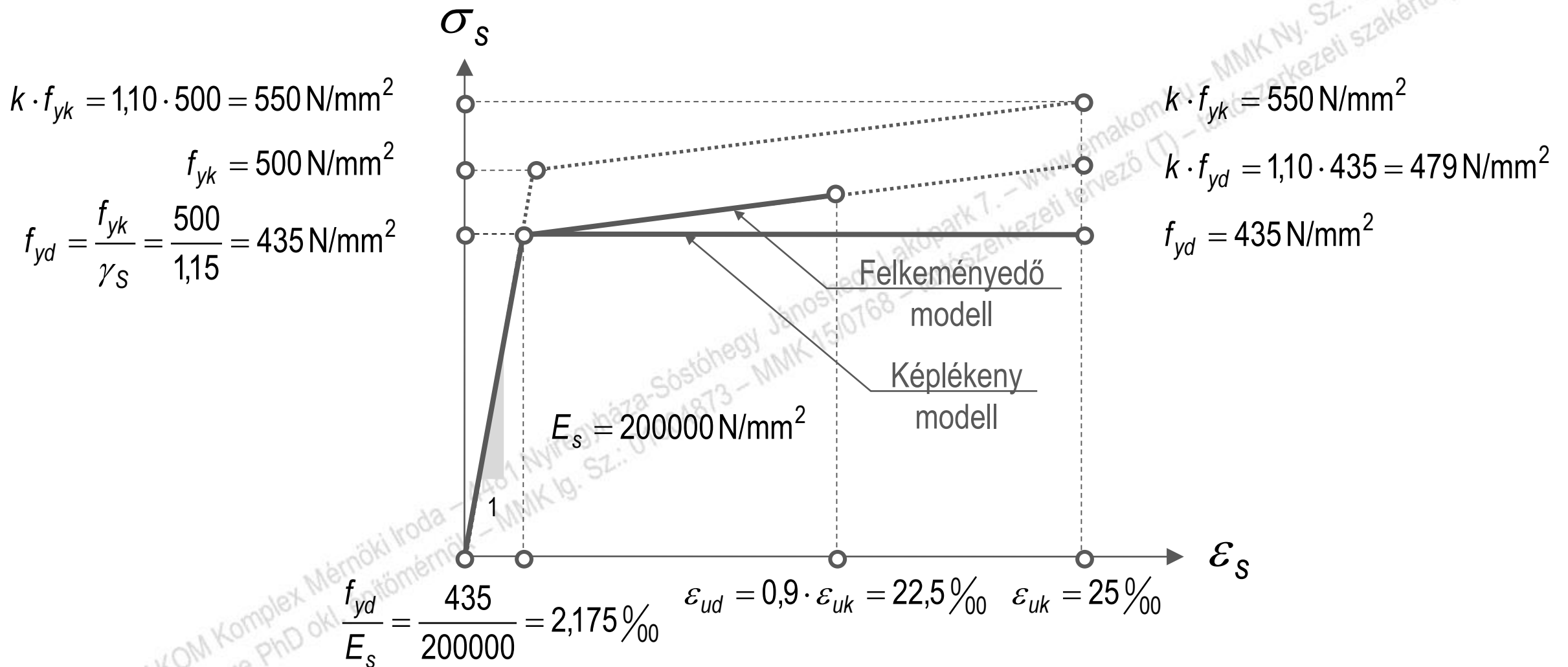
[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.2.7 Fejezet, (1)(2)Bekezdés, 3.8 ábra, 38. 39. oldal]

A betonacél $\sigma_s - \varepsilon_s$ diagrammja keresztmetszetek méretezéséhez

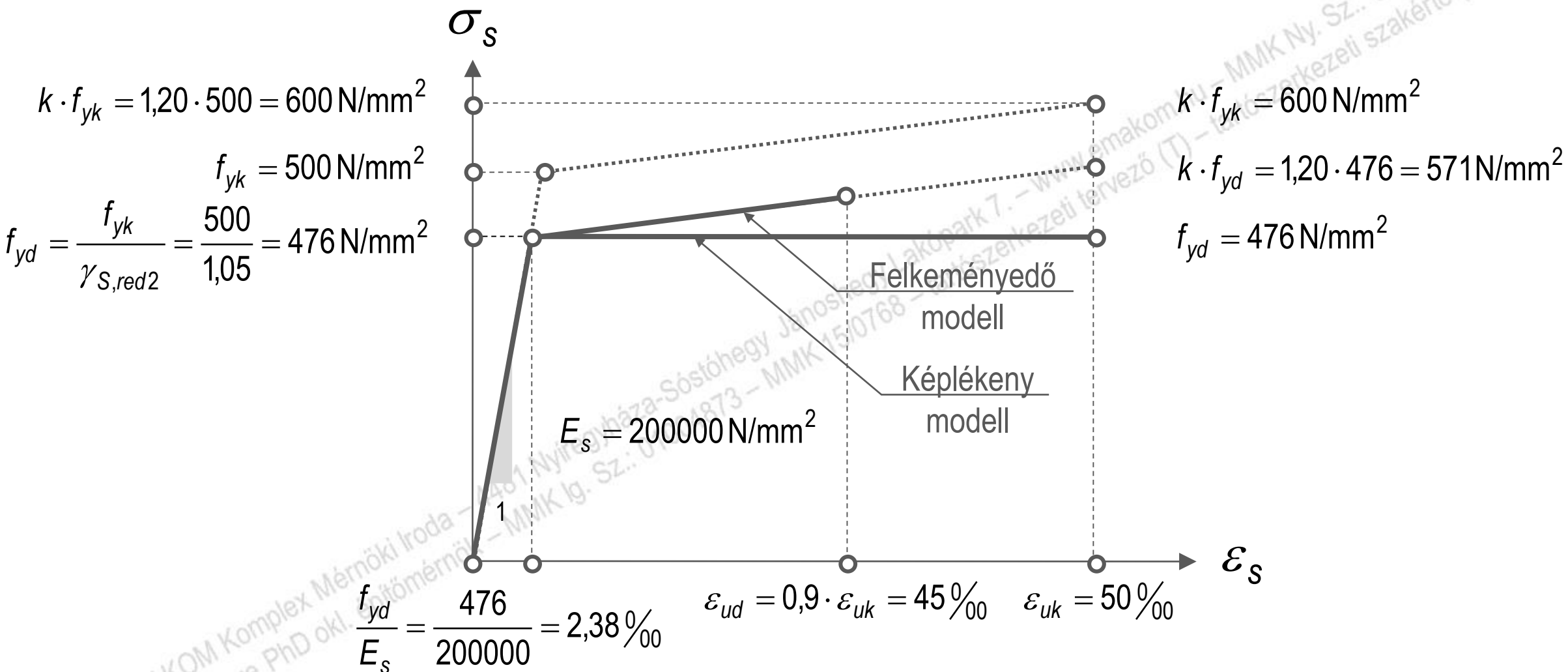


[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.2.7 Fejezet, (2)Bekezdés, 3.8 ábra, 40. oldal]

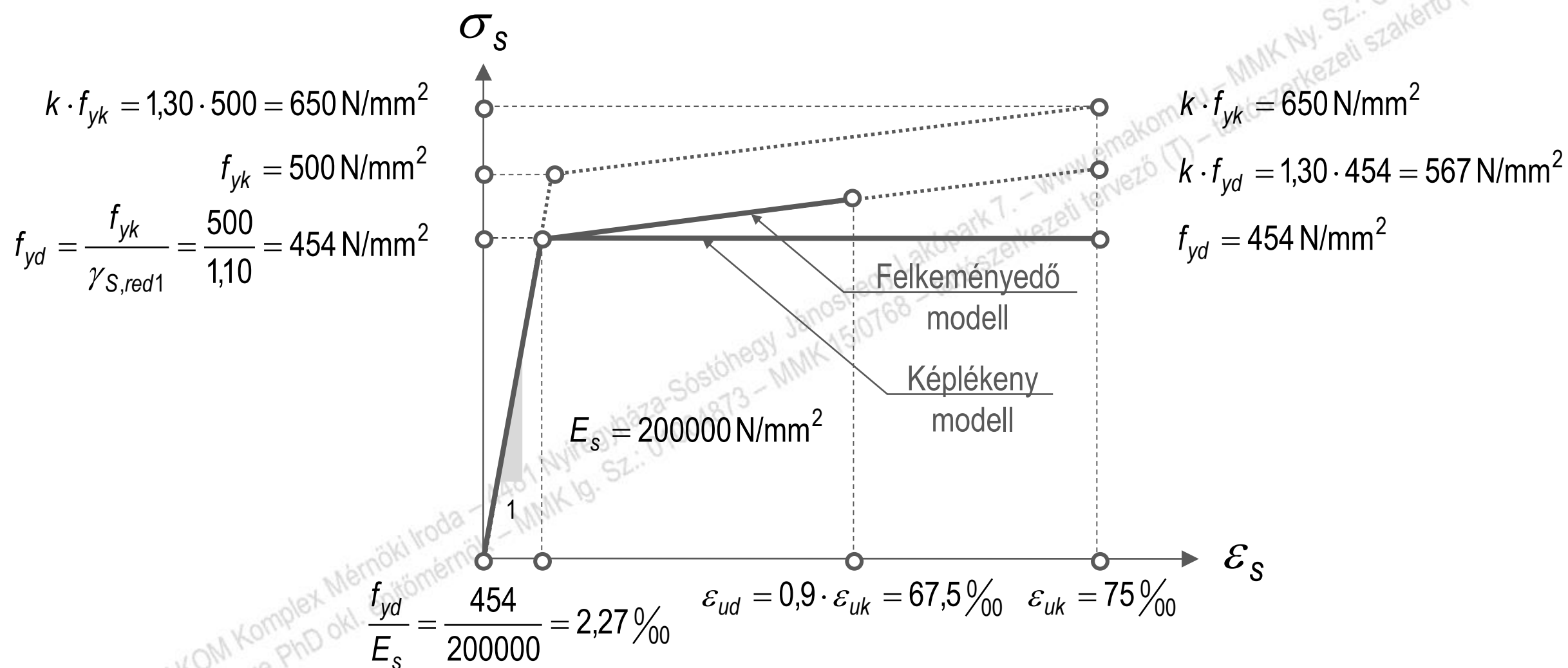
Példa betonacél méretezési diagrammja: B500A, $k = 1,10$, $\gamma_S = 1,15$

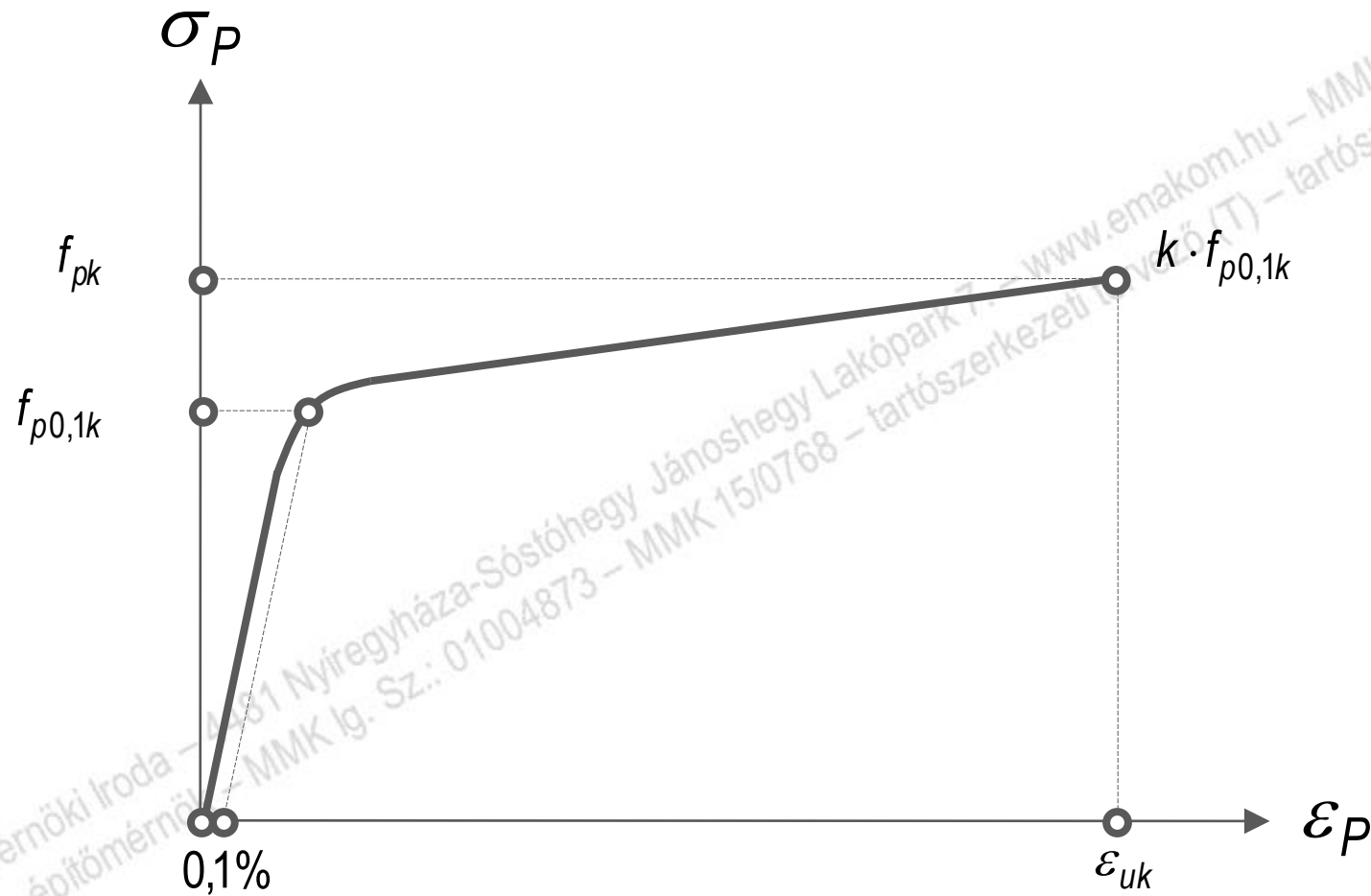


Példa betonacél méretezési diagrammja: B500B, $k = 1,20$, $\gamma_S = \gamma_{S,red2} = 1,05$



Példa betonacél méretezési diagramjára: B500C, $k = 1,30$, $\gamma_S = \gamma_{S,red1} = 1,10$



Feszítőacél jellemző $\sigma_p - \varepsilon_p$ diagrammja – MSZ EN 1992-1-1:2010

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.3.3 Fejezet, (1)P Bekezdés, 3.9 ábra, 42. oldal]

A feszítőacél alkalmazásának tervezési feltételezései

- (1)P Az erőtani vizsgálatot a feszítőacél névleges keresztmetszeti területe és az $f_{p0,1k}$, f_{pk} és ϵ_{uk} karakterisztikus értékek alapján kell elkészíteni.
- (2) A rugalmassági modulus E_p tervezési értéke feszítőhuzalok és feszítőrudak esetén **205 GPa**-ra feltételezhető. A **tényleges érték 195 és 210 GPa közötti** tartományban lehet a gyártási eljárástól függően. A szállítmányhoz csatolt műbizonylatnak tartalmaznia kell a megfelelő értéket.
- (3) A rugalmassági modulus E_p tervezési értéke feszítőpázmák esetén **195 GPa**-ra feltételezhető. A **tényleges érték 185 és 205 GPa közötti** tartományban lehet a gyártási eljárástól függően. A szállítmányhoz csatolt műbizonylatnak tartalmaznia kell a megfelelő értéket.
- (4) A tervezés során a feszítőbetétek sűrűségének várható értékét szokásos esetekben **7850 kg/m³**-re lehet felvenni.
- (5) Az előzőekben megadott értékek a megépült szerkezetbe beépített feszítőacél esetén **-40 °C és +100 °C** közötti hőmérsékleti tartományban érvényesek.

[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.3.6 Fejezet, (1)P...(5) Bekezdés, 43. oldal]

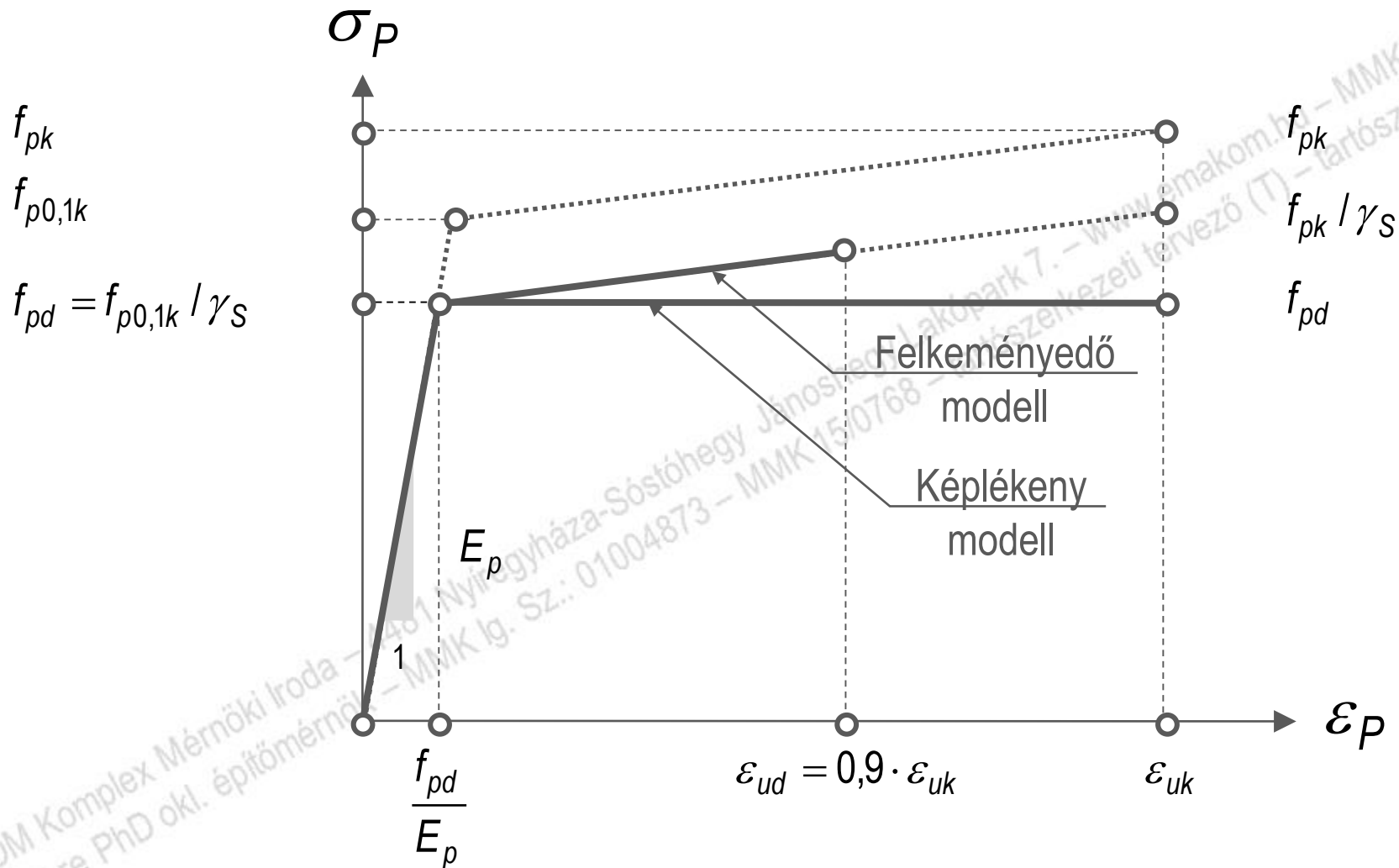
A feszítőacél alkalmazásának tervezési feltételezései

- (6) A húzószilárdság f_{pd} tervezési értékét a $f_{p0,1} \times k / \gamma_s$ hányados adja (lásd a **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.10. ábrát**).
- (7) A keresztmetszetek tervezésekor a következő feltételezések bármelyike alkalmazható (lásd a **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.10. ábrát**):
- **ferde felső szakasz ε_{ud} alakváltozási korláttal.** Ha ismert, akkor a tényleges feszültség-alakváltozás összefüggés alapján is lehet tervezni, ahol az előző alakváltozási korlátnál kisebb nyúlásokhoz tartozó feszültségeket a **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.10. ábra** alapján értelemszerűen csökkentik, vagy
 - **vízszintes felső szakasz alakváltozási korlát nélkül.**

MEGJEGYZÉS: Az ε_{ud} adott tagországban alkalmazandó értéke az ország nemzeti mellékletében található meg. Az ajánlott érték $0,9 \times \varepsilon_{uk}$. Pontosabb adatok hiányában az ajánlott értékek a következők: $\varepsilon_{ud} = 0,02$ és $f_{p0,1k} / f_{pk} = 0,9$.

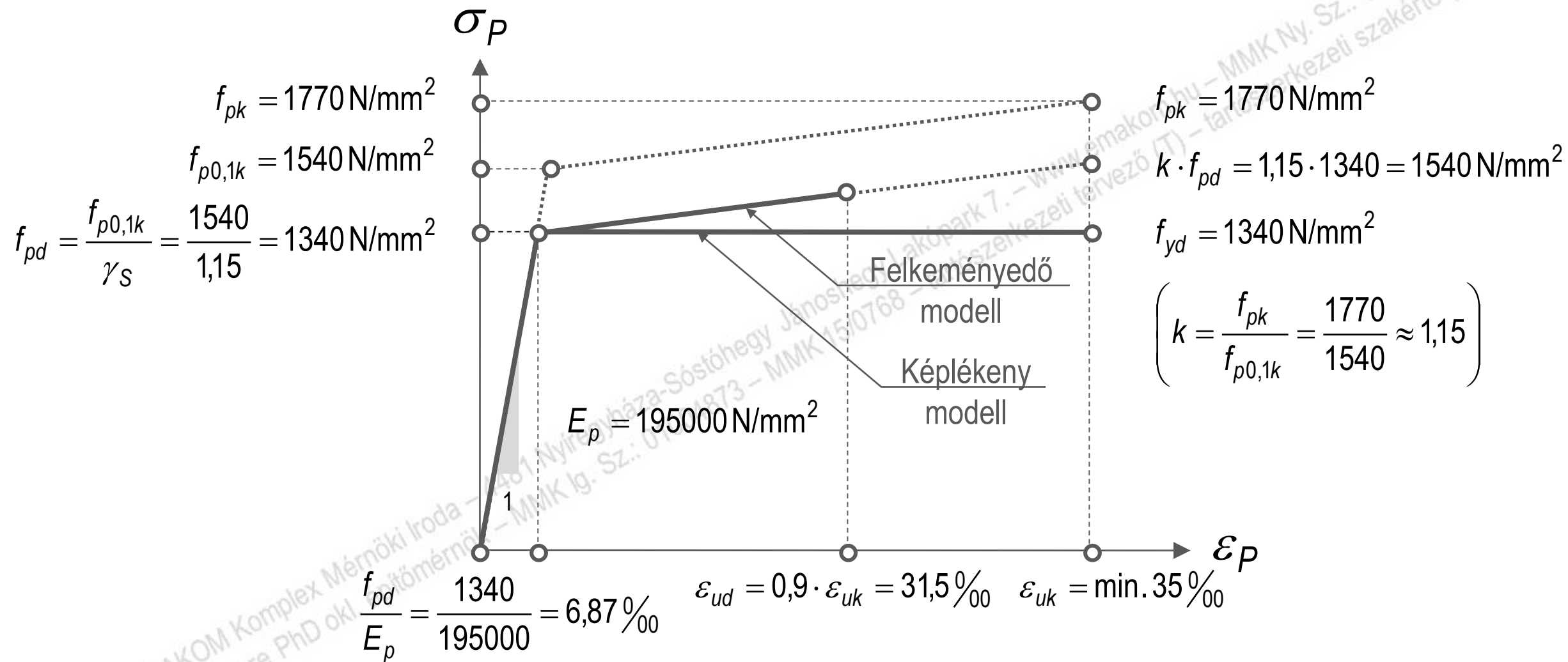
[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.3.6 Fejezet, (6)...(7) Bekezdés, 43. oldal]

A feszítőacél $\sigma_p - \varepsilon_p$ diagrammja keresztmetszetek méretezéséhez

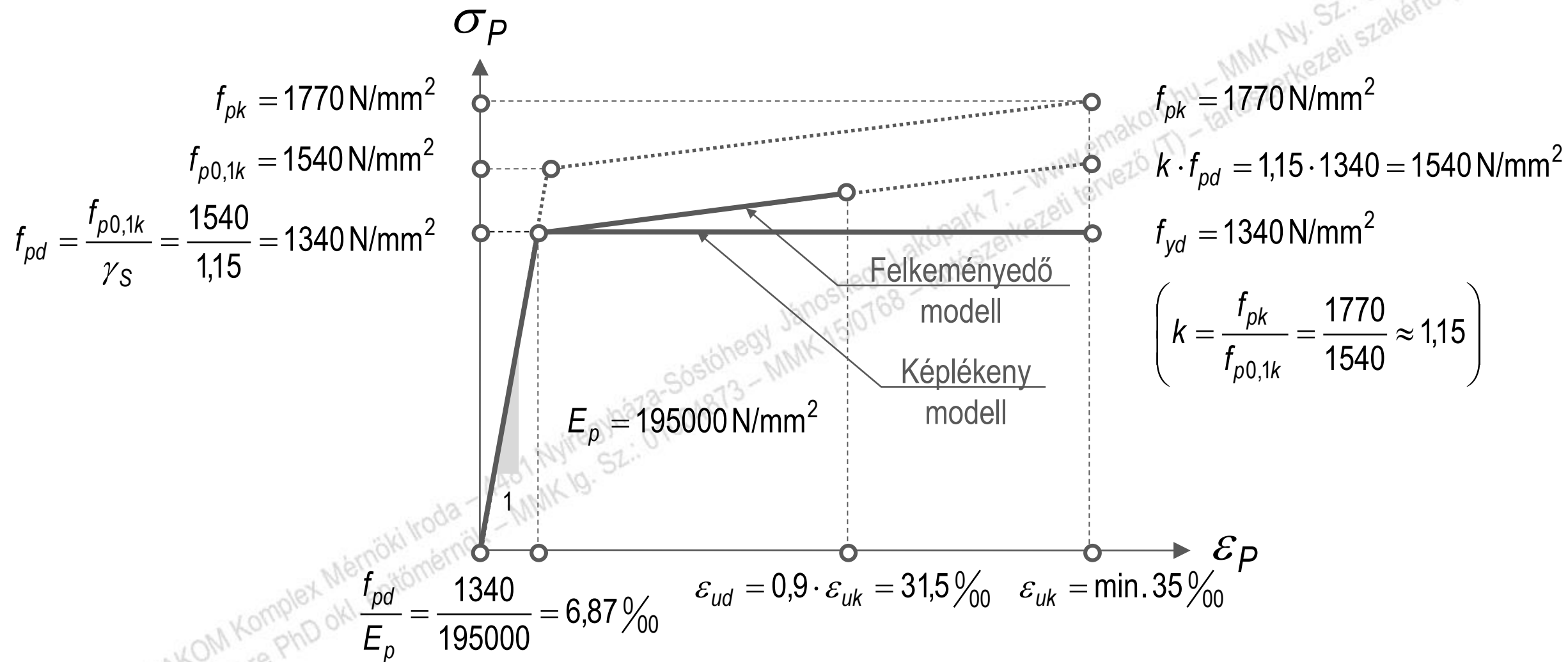


[MSZ EN 1992-1-1:2010, 3.3.6 Fejezet, (2) Bekezdés, 3.10 ábra, 44. oldal]

Példa feszítőpászma méretezési diagrammja: Fp-100 1770/1540, $k = 1,15$, $\gamma_S = 1,15$



Példa feszítőpászma méretezési diagrammja: Fp-100 1770/1540, $k = 1,15$, $\gamma_S = 1,15$



Vasbetonszerkezetek

11. Témakör A teherbírési és használhatósági határállapotok

Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető főiskolai tanár
tartószerkezeti tervező
tartószerkezeti szakértő
tárgyelőadó



EMAKOM
KOMPLEX MÉRNÖKI IRODA

info@emakom.hu
+36 30 743 6865
www.emakom.hu

Köszönöm a figyelmet!