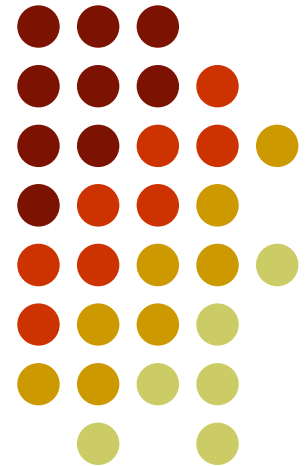


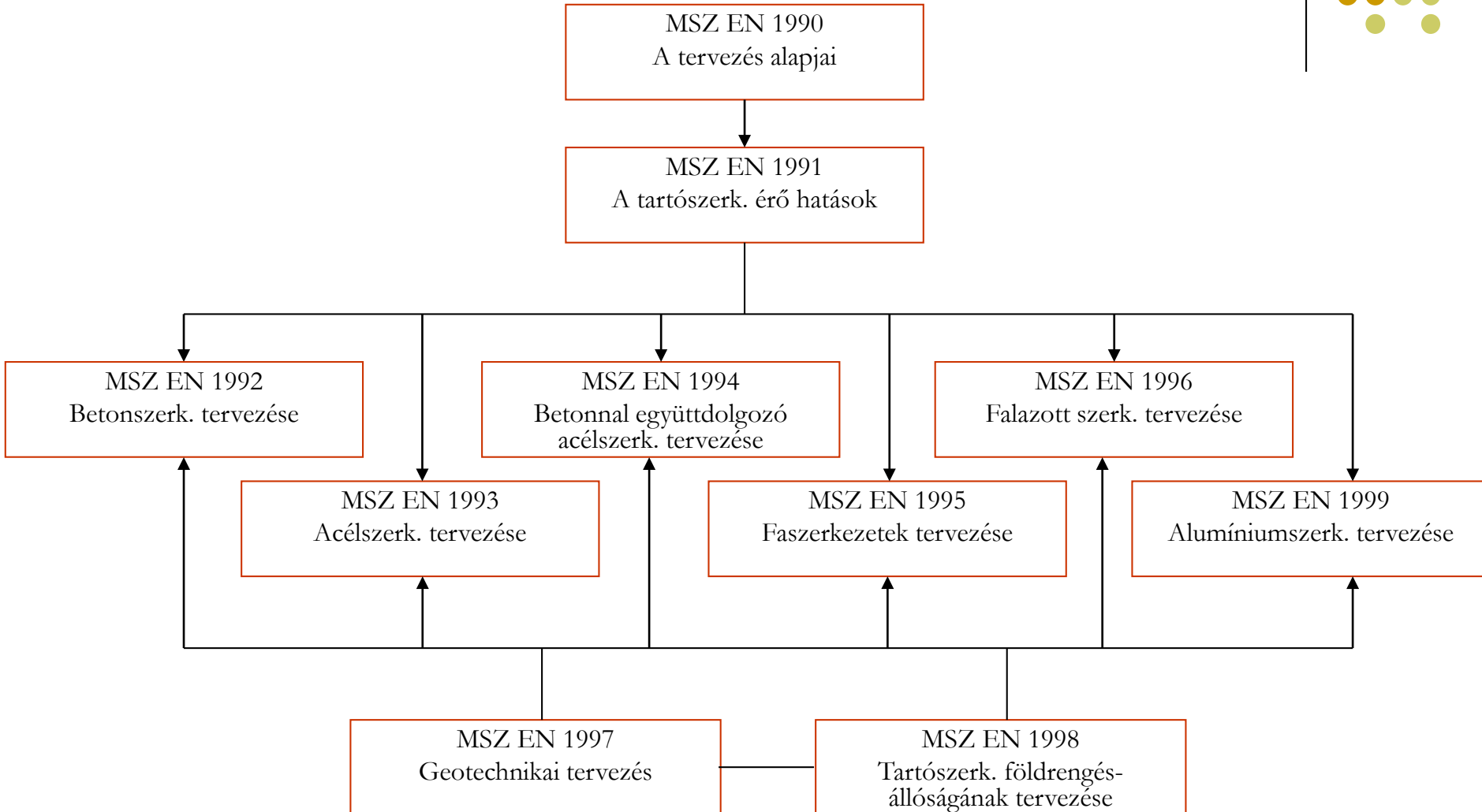
Szerkezetek analízise és méretezése

Eurocode szabványok.
Hatás és ellenhatás fogalma.
Határállapotok.





Az Eurocode-ok rendszere





Tervezési követelmények

- **Étv. 31.§**
- (2) Az építmények és azok részeinek (önálló rendeltetési egység) építése, bővítése, felújítása, átalakítása, helyreállítása, korszerűsítése során érvényre kell juttatni az országos építési szakmai követelményeket, különösen
 - c) **a mechanikai ellenállás és stabilitás,**
 - d) **a tűzbiztonság,**
 - e) a higiénia, egészség- és környezetvédelem,
 - f) **a használati biztonság,**
 - g) **a zaj és rezgés elleni védelem,**
 - h) az energiatakarékosság és hővédelem,
 - i) **az életvédelem és katasztrófavédelem**
- követelményeit.

Étv - az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény





Alapkövetelmények

A tartószerkezetek:

- az előírányzott élettartamuk során kellő megbízhatósággal és gazdaságosan viseljék a megvalósítás és a használat során várhatóan fellépő összes hatást, és legyenek alkalmasak az előírányzott használatra
- teherbírása, használhatósága, és tartóssága megfelelő legyen
- tűzhatás esetén az előírt időtartam alatt kell megfelelő teherbírással rendelkezniük
- robbanás, ütközés, és emberi hibák következtében a kiváltó okhoz képest aránytalan mértékben ne károsodjanak

Az alapkövetelményeket az anyagok alkalmas megválasztásával, megfelelő tervezéssel és szerkesztési szabályok alkalmazásával, a tervezés, a gyártás, a megvalósítás és a használat során az adott építési feladat szempontjainak figyelembevételével előírt ellenőrzési eljárások alkalmazásával kell kielégíteni.





Alapkövetelmények

- A várható károsodás elkerülése vagy korlátozása:
 - a tartószerkezetet érintő kockázati tényezők elkerülésével, kizárásával, vagy korlátozásával;
 - a figyelembe vett kockázati tényezőkre nem érzékeny tartószerkezeti forma alkalmazásával;
 - olyan tartószerkezeti forma és tervezési módszer alkalmazásával, melynek révén a tartószerkezet képes elviselni egy egyedi tartószerkezeti elem, vagy egy meghatározott tartószerkezet-rész teherviselésből való váratlan kiesését, vagy egy elfogadható mértékű helyi károsodás felléptét;
 - olyan tartószerkezetek alkalmazásának kerülésével, melyek tönkremenetele előjel nélkül következik be;
 - a tartószerkezeti elemek összekapcsolásával.



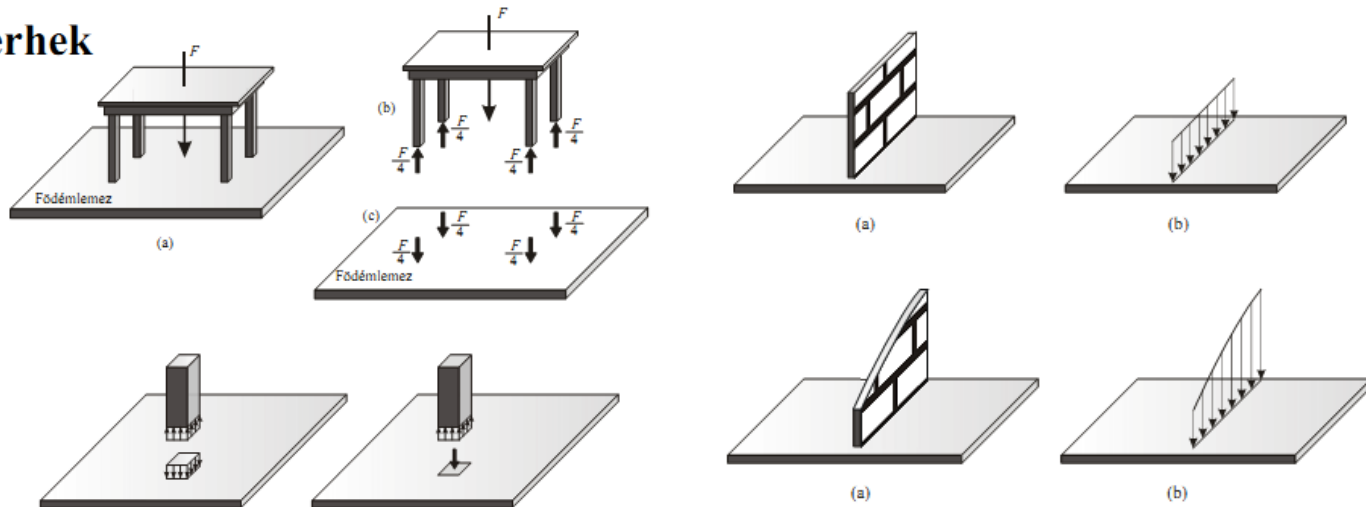


Hatások

Az EUROCODE megfogalmazása szerint a hatás:

- **erő (teher)**, amely a tartószerkezetre hat (közvetlen hatás),
- **kényszer-, vagy gátolt alakváltozás, vagy kényszergyorsulás**, például gátolt hőmérsékletváltozás, egyenlőtlen süllyedés, földrengés (közvetett hatás).

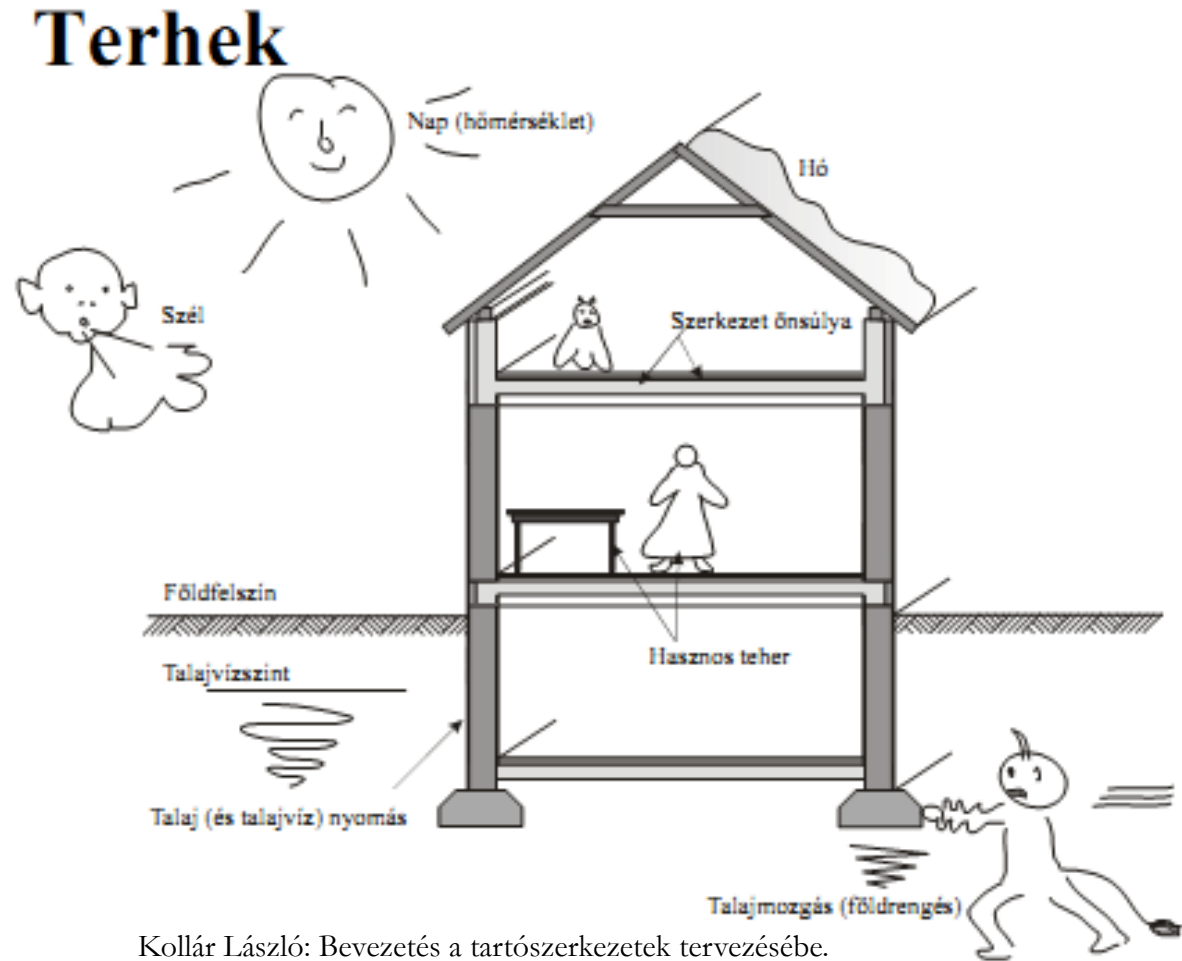
Terhek



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.



Hatások fajtái



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.





A hatások csoportosítása

- **az időbeni változásuk szerint:**
 - **állandó hatások (G)**, olyan hatás, mely egy adott referencia-időszakon belül nagy valószínűséggel mindvégig működik és nagyságának időbeni változása elhanyagolható, vagy ez a változás mindvégig egyirányú (monoton) egészen addig, amíg a hatás el nem ér egy bizonyos határértéket; például a tartószerkezetek, rögzített berendezések és útburkolatok önsúlya, feszítés, valamint zsugorodás és egyenlőtlen támaszmozgás miatti közvetett hatások;
 - **esetleges hatások (Q)**, olyan hatás, mely nagyságának időbeni változása nem hanyagolható el és nem is monoton; például pl. épületek hasznos terhei, szélhatások, hóterhek;
 - **rendkívüli hatások (A)**, rövid ideig működő, de jelentős nagyságú hatás, mely a tervezési élettartam során egy adott tartószerkezeten várhatóan nem lép fel; például robbanás vagy járműütközés;





A hatások csoportosítása

- **származásuk szerint:**
 - **közvetlen hatások:** tartószerkezetre ható erők, terhek;
 - **közvetett hatások:** kényszer-alakváltozások, vagy kényszer-gyorsulások;
- **térbeli változásuk szerint:**
 - **rögzített hatások**, például önsúly;
 - **nem rögzített hatások**, pl. helyzetét változtató hasznos teher, szélteher;
- **Jellegük (lefutásuk), és/vagy a szerkezeti válasz szerint:**
 - **statikus hatások**, amelyek a szerkezetben vagy szerkezeti elemekben nem okoznak jelentős gyorsulásokat;
 - **dinamikus hatások**, amelyek a szerkezetben vagy szerkezeti elemekben jelentős gyorsulásokat okoznak (a hatások dinamikus következményei sok esetben kvázi-statikusan számíthatók).





Statikus hatások

- A statikus hatások modellezésekor a modell egy megfelelően megválasztott erő-alakváltozás összefüggésen, valamint a tartószerkezetek egymás közötti- és a talajjal való kapcsolatainak megfelelő megválasztásán kell, hogy alapuljon.
- A modell peremfeltételeinek tükröznie kell a tartószerkezet valódi kényszereit.
- A teherbírasi határállapotok vizsgálata során az eltolódások és az alakváltozások hatását figyelembe kell venni, ha azok az igénybevételek nagyságát jelentős mértékben növelik.



Dinamikus hatások

- Az igénybevételek meghatározásához használt tartószerkezeti modellt úgy kell felépíteni, hogy az minden tartószerkezeti elemet, azok tömegét, szilárdságát, merevségi és csillapítási jellemzőit, valamint minden, nem tartószerkezeti elemet a nekik megfelelő jellemzőkkel vegyen figyelembe.
- A modell peremfeltételeinek tükröznie kell a tartószerkezet valódi kényszereit.
- Ha a dinamikus hatásokat kvázi-statikusan hatásként lehet kezelni, akkor a dinamikus részt vagy a statikus hatás értékeiben, vagy a statikus hatással együtt alkalmazott egyenértékű dinamikus növelő tényező formájában lehet figyelembe venni. (pl: tömeget ráejtünk egy szerkezetre: $m \times (a+g)$ a szerkezet terhe)
- A talaj-tartószerkezet kölcsönhatás modellezésekor a talaj hatását megfelelő egyenértékű rugókkal és lengéscsillapítókkal lehet modellezni.





A hatások fajtái és besorolásuk

A hatások besorolása				
Hatás fajtája/rövid leírása	Besorolás szempontja			
	időbeli változás	eredet	térbeli változás	jelleg
Önsúly				
általában	állandó	közvetlen	rögzített (túrésen belül) / nem rögzített ⁽¹⁾	statikus / dinamikus ⁽²⁾
áthelyezhető szerkezetek önsúlya (pl. mozgatható, mobil válaszfal)	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus
feltöltések, tetők, teraszok földterhei	állandó	közvetlen	rögzített / nem rögzített ⁽³⁾	statikus
Meteorológiai hatások				
szél	esetleges / rendkívüli	közvetlen	rögzített / nem rögzített	statikus / dinamikus
hó	esetleges / rendkívüli	közvetlen	rögzített / nem rögzített	statikus / dinamikus
léggöri jegesedés	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus
Előfeszítés	állandó / esetleges ⁽⁵⁾	közvetlen	nem rögzített	statikus





A hatások fajtái és besorolásuk

A hatások besorolása				
Hatás fajtája/rövid leírása	Besorolás szempontja			
	időbeli változás	eredet	térbeli változás	jelleg
Rendkívüli hatások	rendkívüli	közvetlen / közvetett	nem rögzített	statikus / dinamikus
Szeizmikus hatások	esetleges ⁽⁹⁾ / rendkívüli	közvetlen	nem rögzített	dinamikus
Építés közbeni terhek				
emberek és kézi eszközök	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus
mozgatható tárgyak	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus ⁽¹⁰⁾
ideiglenes berendezések, daruk, segédszerkezetek	esetleges	közvetlen	rögzített / nem rögzített	statikus / dinamikus
elmozdítható nehéz gépek és berendezések	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus
tárolt hulladékok ⁽¹¹⁾ (pl. építési törmelék)	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus
ideiglenes helyzetű szerkezetrészek	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus





Hatások értékei

A hatások karakterisztikus értékei

- Egy hatás F_k karakterisztikus értéke a hatás fő reprezentatív értéke, melyet várható érték, felső vagy alsó érték, vagy névleges érték formájában kell megadni a tervdokumentációban.

A hatások tervezési értékei

- Az F hatás F_d tervezési értékét a következő általános összefüggéssel lehet meghatározni:

$$F_d = \gamma_f F_{\text{rep}} \quad \text{és} \quad F_{\text{rep}} = \Psi F_k$$

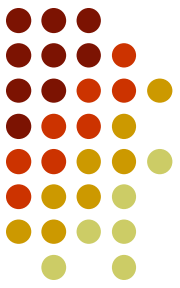
- ahol:
 - F_k a hatás karakterisztikus értéke;
 - F_{rep} a hatás vonatkozó reprezentatív értéke;
 - γ_f a hatás parciális tényezője, mely a hatás reprezentatív értéktől való kedvezőtlen irányú eltérés a lehetőségét veszi figyelembe;
 - Ψ értéke vagy 1,00, vagy Ψ_0 , Ψ_1 , vagy Ψ_2 .





Állandó hatás karakterisztikus értéke

- ha a G változékonysága csekély, akkor egyetlen G_k érték használható;
- ha a G változékonysága nem csekély, akkor két értéket kell alkalmazni: egy $G_{k,sup}$ felső értéket és egy $G_{k,inf}$ alsó értéket.
- A G állandó hatás változékonysága figyelmen kívül hagyható, ha a G a tartószerkezet tervezési élettartama során nem változik meg jelentősen, és a relatív szórása kicsi. Ekkor G_k -t a várható értékkel azonosnak kell tekinteni.
- Ha a tartószerkezet nagyon érzékeny a G változásaira (pl. néhány feszített vasbeton-szerkezet típus), akkor két értéket kell alkalmazni még akkor is, ha a relatív szórás kicsi. Ekkor $G_{k,inf}$ az 5%-os kvantilise és $G_{k,sup}$ a 95%-os kvantilise a G valószínűségi változónak, melyről feltételezhető, hogy normális eloszlást követ.
- A tartószerkezetek önsúlyát egyetlen karakterisztikus értékkel lehet jellemezni, és azt a névleges geometriai méretek és az átlagos térfogatsúlyok alapján lehet meghatározni.

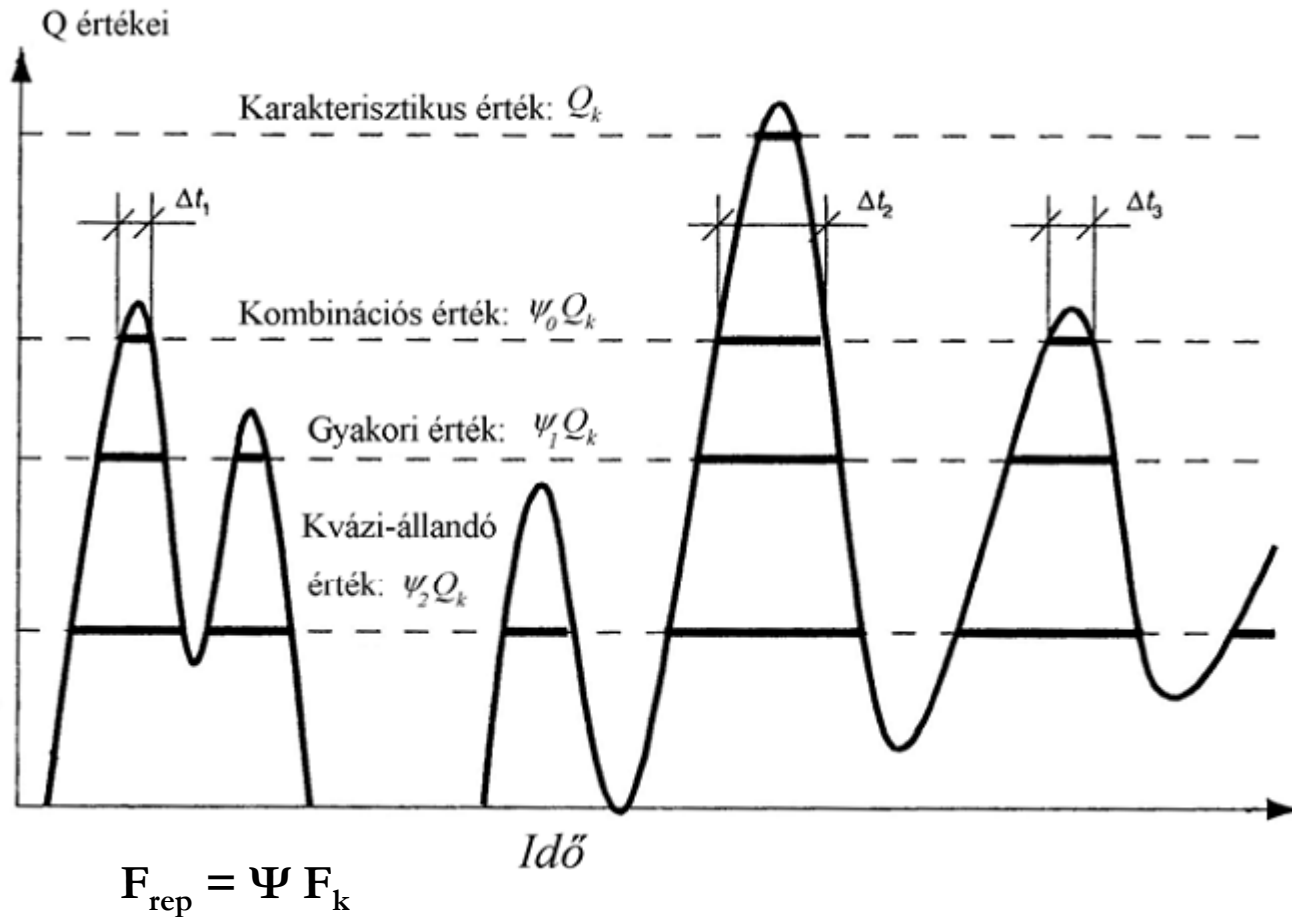


Esetleges hatások karakterisztikus értéke

- egy felső érték, melyet a hatás egy előírt referencia-időszak alatt adott valószínűséggel nem halad meg, vagy egy alsó érték, melynél a hatás egy előírt referencia-időszak alatt adott valószínűséggel nem kisebb;
- vagy egy névleges érték, mely abban az esetben írható elő, ha a statisztikai eloszlásfüggvény nem ismert.
- A meteorológiai hatások karakterisztikus értéke az egy éves referencia-időszak alapulvételével, az időben változó részre megadott 0,02 meghaladási valószínűségű érték.
- Ez az időben változó részre vonatkozó, átlagosan 50 éves visszatérési időnek felel meg.



Esetleges hatások reprezentatív értéke





Esetleges hatások reprezentatív értéke

Az esetleges hatások leggyakoribb reprezentatív értékei a Ψ_i ($\Psi_0 > \Psi_1 > \Psi_2$) kombinációs tényezők felhasználásával határozhatók meg.

- **kombinációs érték**, ($\Psi_0 Q_k$), amelyet a teherbírési határállapotok, és az irreverzibilis használhatósági határállapotok igazolásához kell alkalmazni;
- **gyakori érték**, ($\Psi_1 Q_k$), amelyet a (rendkívüli hatásokat is magában foglaló) teherbírési határállapotok, és a reverzibilis használhatósági határállapotok igazolásához kell alkalmazni;
- **kvázi-állandó érték**, ($\Psi_2 Q_k$), amelyet a (rendkívüli hatásokat is magában foglaló) teherbírési határállapotok, és a reverzibilis használhatósági határállapotok igazolásához kell alkalmazni. Az időtől függő hatások számításakor szintén a kvázi-állandó értékeket kell használni.

$$F_{\text{rep}} = \Psi F_k$$

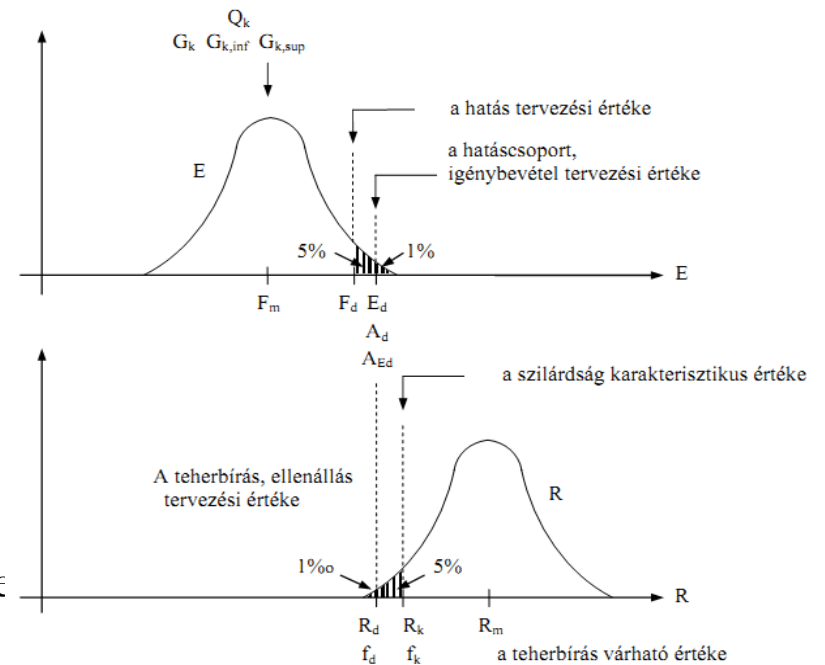


Teherbírási há. – tervezési értékek

- **állandó és esetleges hatásoknál** a G_k , illetve $G_{k,inf}$, $G_{k,sup}$, továbbá Q_k karakterisztikus érték és a vonatkozó γ_G , illetve $\gamma_{G,inf}$, $\gamma_{G,sup}$, γ_Q parciális (biztonsági) tényező szorzata, mint egy adott (általában: 95 %-os) küszöbérték,
- a komoly következményekkel járó „A” rendkívüli hatás (például: földrengés, vagy meteorológiai hatás rendkívüli értéke) esetén az előírt A_d , vagy A_{Ed} érték, vagy rendelkezésre álló adatbázis esetén az (általában: 99 %-os) küszöbérték,

Az **ellenállási paramétereknél** (például: beton, betonacél szilárdság, vagy pl. a helyzeti állékonyságnál a támfal tömege) a karakterisztikus értéknek egy $\gamma_R(\gamma_c, \gamma_s)$ parciális (biztonsági) tényezővel osztott értéke (általában: 1,0 %-os) küszöbérték.

$$F_d = \gamma_f F_k$$





Használhatósági há. – tervezési értékek

- **hatás oldalon** az állandó hatások és az esetleges hatások közül a domináns hatás karakterisztikus értéke, a nem domináns esetleges hatások esetében a vizsgált állapot szempontjából mérvadó küszöbértéket eredményező Ψ_i ($\Psi_0 > \Psi_1 > \Psi_2$) $\leq 1,0$ kombinációs tényezőkkal képzett $\Psi_i \cdot Q_{ki}$ reprezentatív érték,

$$F_d = \gamma_f F_{rep} \text{ és } F_{rep} = \Psi F_k$$

Az **ellenállás oldalán** a paraméterek karakterisztikus értéke.



Kombinációs tényezők

Ψ tényezők a reprezentatív értékek meghatározásához				
Hatás (teher) jellege		Egyidejűségi (kombinációs) tényező*	Gyakori teherszint tényezője	Kvázi-állandó teherszint tényezője
		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Hasznos terhek	Lakóépületek, irodák	0,7	0,5	0,3
	Gyülekezésre szolgáló helyiségek, üzletek	0,7	0,7	0,6
	Raktárak	1,0	0,9	0,8
	Nem járható tetők	0,0	0,0	0,0
	Nehéz járművel nem járható födémek	0,7	0,7	0,6
	Nehéz járművel járható födémek	0,7	0,5	0,3
Meteorológiai terhek	Szélteher	0,6	0,5	0,0
	Hóteher	0,5	0,2	0,0
Hőmérsékletkülönbség hatása		0,6	0,5	0,0
Gépi berendezések		1,0	0,9	- ⁽¹⁾
Járműteher		1,0	0,9	0,0
Daruteher		1,0	0,9	- ⁽¹⁾

⁽¹⁾ az állandó teher és a hasznos terhelést is tartalmazó teljes működési teher aránya





Határállapot vizsgálata

$$E_d$$

$$R_d$$

$$E_d = \gamma_F \cdot E_k$$

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

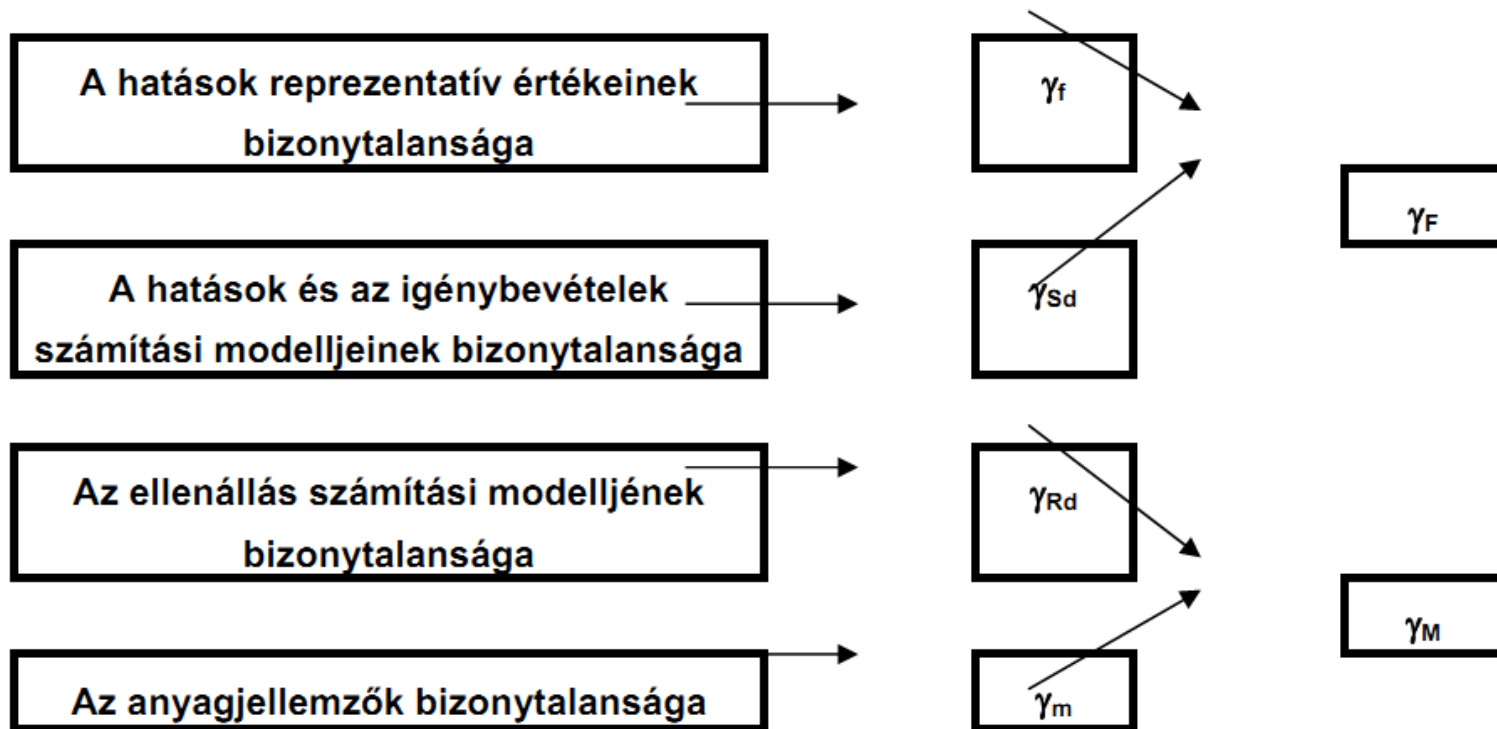
- A hatásokból számított állapotjellemző (pl. igénybevétel, feszültség) tervezési értéke (design value of Effect of action) action)
- Ugyanazon állapotjellemző (pl. igénybevétel, feszültség) teherbírásra jellemző tervezési értéke (design Resistance)

$$E_d \leq R_d$$



Parciális tényezők

- Eurocode-okban szereplő egyes parciális tényezők közötti kapcsolat



Parciális tényezők



A hatások parciális (biztonsági) tényezői (γ_F)						
Teherbírési határállapot						
Hatás (teher) jellege	Jel	Tartós vagy ideiglenes tervezési helyzet		Rendkívüli / szeizmikus tervezési helyzet	Használhatósági határállapot	
		Szilárdsági/ alaki stabilitási vizsgálat	Helyzeti állékonysági vizsgálat			
Állandó	kedvezőtlen	γ_{Gsup}	1,35	1,10	1,0	1,0
	kedvező	γ_{Ginf}	1,00	0,90		
Esetleges		γ_Q	1,50			
Rendkívüli		γ_A	-	-		
Feszítőerő	kedvezőtlen	$\gamma_{P,unfav}$	1,3	-		
	kedvező	$\gamma_{P,fav}$	1,0	-		
Zsugorodás		γ_{sh}	1,0			

Csak geotechnikai hatások esetén – ezzel a magasépítési tervező ritkán találkozik – $\gamma_{Gj,sup} = \gamma_{Gj,inf} = 1,0$ és $\gamma_Q = 1,30$.



A számítási modell felvétele

Valamennyi érdemi befolyást gyakorló változót figyelembe vevő modell, ami

- alkalmas a szerkezeti viselkedés és a vizsgált határállapotok előrejelzésére
- elfogadott elméleti és gyakorlati ismeretekre támaszkodik, melyet, ha szükséges, kísérleti úton ellenőrizni kell
- **statikus hatások** esetén az elemek és kapcsolataik erő-alakváltozás összefüggését vizsgálja (rugalmas-képlékeny)
 - teherbírási határállapot - elmozdulások és alakváltozások következményei, ha a hatáskövetkezményeknek legalább 10%-os növekedését eredményezik
 - használhatósági határállapot - lineáris (rugalmasak)
- **a dinamikus hatásokat** kvázistatikus hatásként veszi figyelembe, egyenértékű dinamikus növelő tényezők alkalmazásával, kivéve abban az esetben, ha a dinamikus hatások a tartószerkezetben jelentős gyorsulásokat idéznek elő > a rendszer teljes dinamikus vizsgálatát kell elvégezni
- **tűzhatás** esetén leírja a tűz hő- és mechanikai hatásait és tartalmazza a magas hőmérsékletekhez tartozó szerkezeti viselkedést



Tervezés a határállapot-koncepció alapján

- az adott határállapotnak megfelelő tartószerkezeti és tehermodellek alapján
- igazolni, hogy a határállapot túllépése nem következik be, figyelembe véve a modellben a tervezési értékeit
 - a hatásoknak
 - az anyagjellemzőknek
 - a termékjellemzőknek
 - a geometriai méreteknak.
- minden lehetséges tervezési állapotban és minden terhelési esetre el kell végezni
- meg kell határozni az egyidejű teherelrendezéseket, és az egyidejűleg figyelembe veendő alakváltozások és imperfekciók kombinációját.





Teherbírás és használhatóság

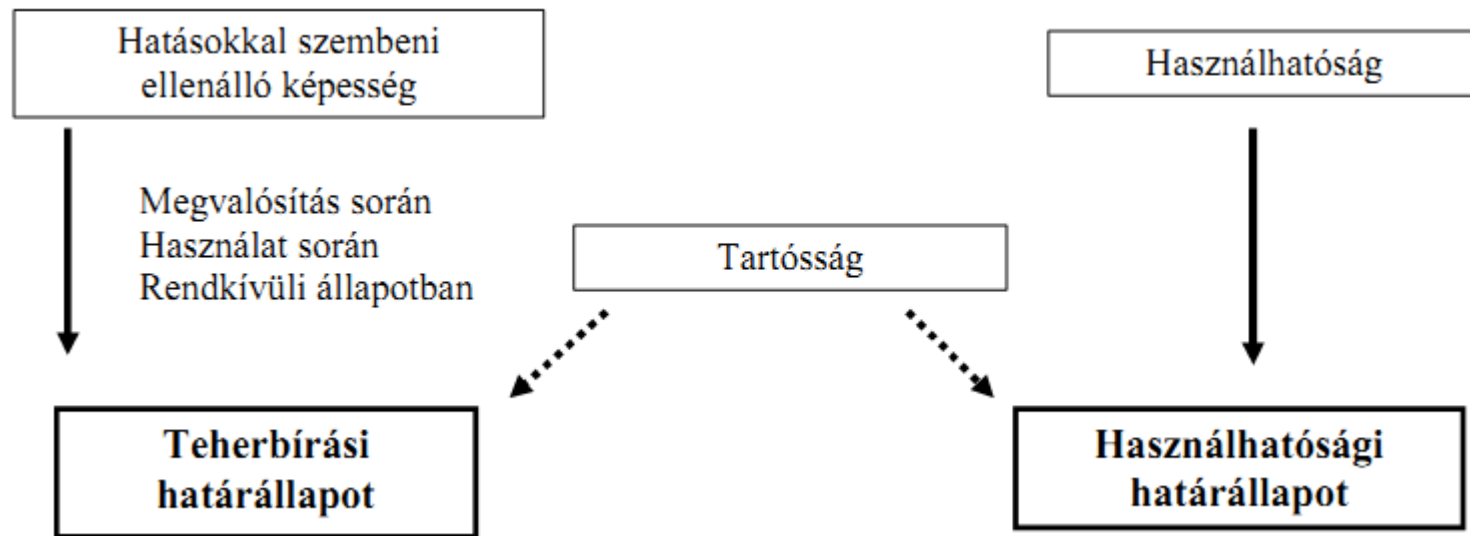
- Egy szerkezet eleget tesz a teherbírasi követelményeknek, ha „kicsi” annak a valószínűsége, hogy a szerkezet a tervezett élettartama során összedől, vagy súlyosan károsodik..
- „Abszolút biztonság” nem létezik: biztonságának ára van. A tartószerkezet biztonságának egy határon túli fokozása felesleges.
- Annak valószínűsége, hogy az épület élettartama alatt súlyosan károsodik 10^{-4} - 10^{-5} , azaz minden 10000-100000. épület esetén fordulhat elő súlyos károsodás.
- Egy szerkezet eleget tesz a használhatósági követelményeknek, ha „kicsi” annak a valószínűsége, hogy a szerkezet használhatósága az élettartama során jelentősen korlátozódik.
- Biztosítani kell a rendeltetésszerű, a külső megjelenést és komfortérzetet, és a csatlakozó szerkezetek épségét.
- Annak valószínűsége, hogy az épület használhatósága az élettartama alatt korlátozódik 10^{-2} - 10^{-3} , azaz minden 100-1000. épület esetén korlátozódhat az épület használhatósága.





Határállapot koncepció

- Határállapoton a tartószerkezetnek azt az állapotát értjük, amikor az még éppen megfelel a tervezési követelménynek.





Határállapot koncepció

- A határállapotok szerinti vizsgálatok fő célkitűzései:

Teherbírási határállapot:

- Az építmény tartószerkezeteinek vagy szerkezeti elemeinek tönkremenetele elleni védelem
- Az emberek biztonsága

Használhatósági határállapot:

- Csatlakozó szerkezetek épségének biztosítása
- Az emberi komfortérzet biztosítása
- Technológiai használhatóság, működőképesség
- A külső megjelenés

- Vizsgálatot igénylő legfontosabb állapotok a két határállapoton belül:

Teherbírási határállapot:

- **Helyzeti állékonyság** elvesztése (EQU)
- **Szilárdsági és/vagy alaki stabilitási** tönkremenetel (STR)

Használhatósági határállapot:

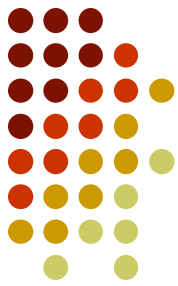
- **Alakváltozások**, elmozdulások
- **Rezgések**, lengések
- **Repedések**



Teherbírási határállapot

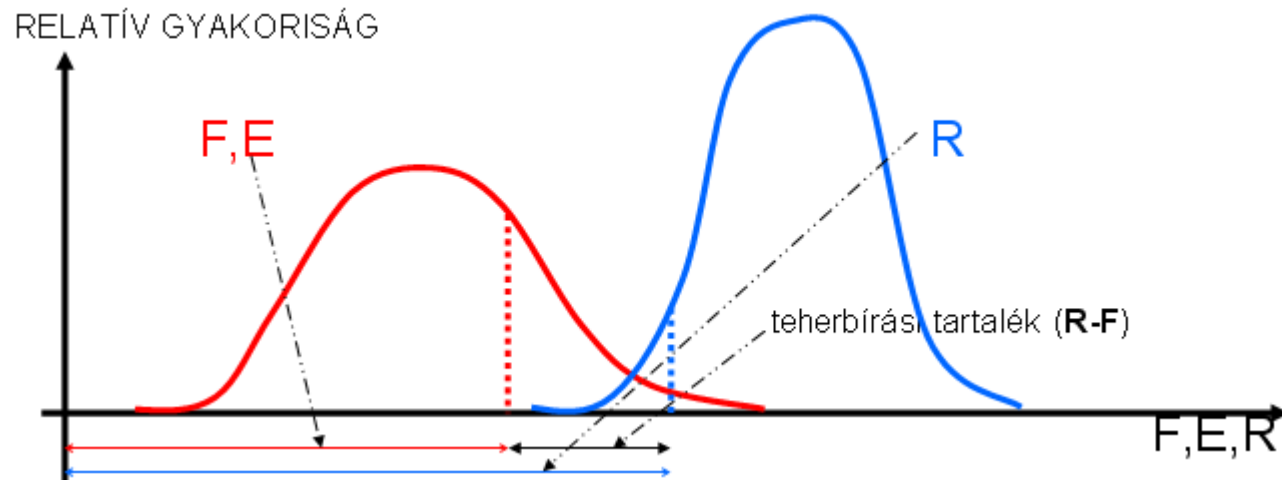
- **Az emberek biztonságával, és/vagy a tartószerkezet biztonságával kapcsolatos határállapotokat teherbírási határállapotoknak kell tekinteni.**
- **A tartószerkezet összeomlását megelőző állapotokat**, melyeket az egyszerűsítés érdekében az összeomlás helyett vesznek figyelembe, ugyancsak teherbírási határállapotként lehet kezelni.
 - a merev testnek tekintett tartószerkezet, vagy egy tartószerkezeti rész egyensúlyának elvesztése.
 - a túlzott mértékű alakváltozás, a tartószerkezet, vagy egy tartószerkezeti rész mechanizmussá való átalakulása, a törés, a tartószerkezet, vagy egy tartószerkezeti rész stabilitásának elvesztése miatti tönkremenetel;
 - a fáradás, vagy más időtől függő hatások miatti tönkremenetel.





Szilárdsági vizsgálat – teherbírési határáll.

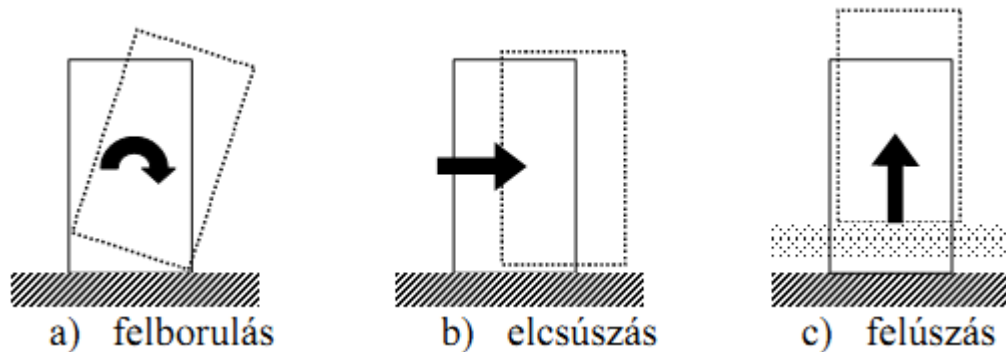
- szilárdsági tönkremenetelt törés, illetve túlzott alakváltozások fellépése jelenti
- igazolni kell, hogy: $E_d \leq R_d$





Stabilitás vizsgálat – teherbírési határáll.

- A helyzeti állékonyság elvesztése a merev testnek tekintett tartószerkezet vagy szerkezeti rész helyzetének olyan hirtelenszerű, lényeges megváltozása, amelyben az építőanyagok és/vagy a talaj szilárdsága általában nem játszik lényeges szerepet, és ezért elhanyagolható. Fajtái:



Deák György et al: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján

- igazolni kell, hogy:

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



A használhatósági határállapotok vizsgálata

A szokásos használati körülmények közötti működésével, az emberek komfortérzetével, és az építmény külső megjelenésével kapcsolatos határállapotok – használhatósági határállapotok:

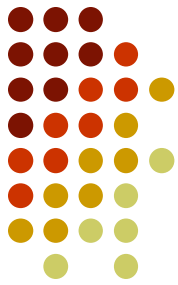
reverzibilis - irreverzibilis

$$E_d \leq C_d$$

Következő szempontokkal kapcsolatos követelmények alapján vizsgálni:

- alakváltozások, melyek befolyásolják a külső megjelenést, a felhasználók komfortérzetét, vagy a tartószerkezet működését (beleértve a gépek és az épületgépészeti eszközök működőképességét is),
- vagy károsodást okoznak a burkolatokban és a nem tartószerkezeti elemekben;
- rezgések, melyek az emberek számára kellemetlenek, korlátozzák a tartószerkezet működőképességét;
- károsodások, melyek várhatóan hátrányosan befolyásolják a külső megjelenést, a tartósságot, vagy a tartószerkezet működését.





Biztonság

- Építőipari szabványok határozzák meg, hogy egy építmény létrehozásakor mekkora kockázatot szabad vállalni.

- A biztonsági tényező:

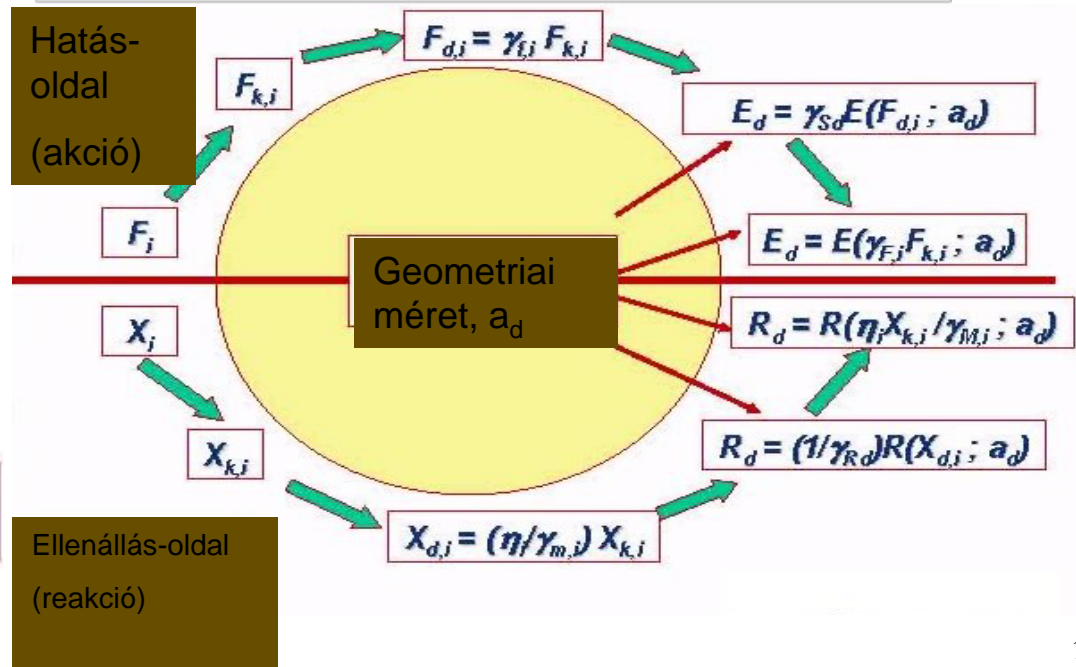
$$\gamma = \frac{\text{a szerkezet tönkremenetelét okozó teher}}{\text{a szerkezet várható terhe}}$$

- Hatás oldal:

$$E_d = E(\gamma_{F,j} F_{k,j}; a_d)$$

- Ellenállás oldal:

$$R_d = R(\eta X_{k,j} / \gamma_{M,j}; a_d)$$





Karakterisztikus érték

A valószínűségi változó egy adott kvantiliséhez tartozó értéke:

- A valószínűségi változó p valószínűségű alsó kvantilise valószínűségi változó azon értéke, amelynél kisebb érték előfordulásának valószínűsége éppen p .
- A valószínűségi változó p valószínűségű felső kvantilise valószínűségi változó azon értéke, amelynél nagyobb érték előfordulásának valószínűsége éppen p .

A hatás karakterisztikus értéke (F_k)

(characteristic value of an action):
olyan érték, mely a tervezési élettartam és a tervezési állapot időtartamának figyelembevételével meghatározott „referencia-időszak” alatt, a kedvezőtlen oldalon figyelembe véve, a hatás ezt az értéket egy előírt valószínűséggel nem haladja meg.

Anyag karakterisztikus értéke (X_k vagy R_k)

(characteristic value): olyan érték, melyet az anyag- vagy termékjellemző értéke egy elképzelt, végtelen elemszámú kísérletsorozat során adott valószínűséggel nem ér el.





Tervezési érték

A hatás reprezentatív értéke (F_{rep})
(representative value of an action):
a hatásnak a határállapotok igazolásakor alkalmazott értéke. A reprezentatív érték lehet a karakterisztikus érték (F_k) vagy egy nem domináns hatás értéke (ΨF_k).

A hatás tervezési értéke (F_d)
(design value of an action):
a hatás reprezentatív értékének és egy 1-nél nagyobb γ_f parciális tényezőnek a szorzatából előálló érték.

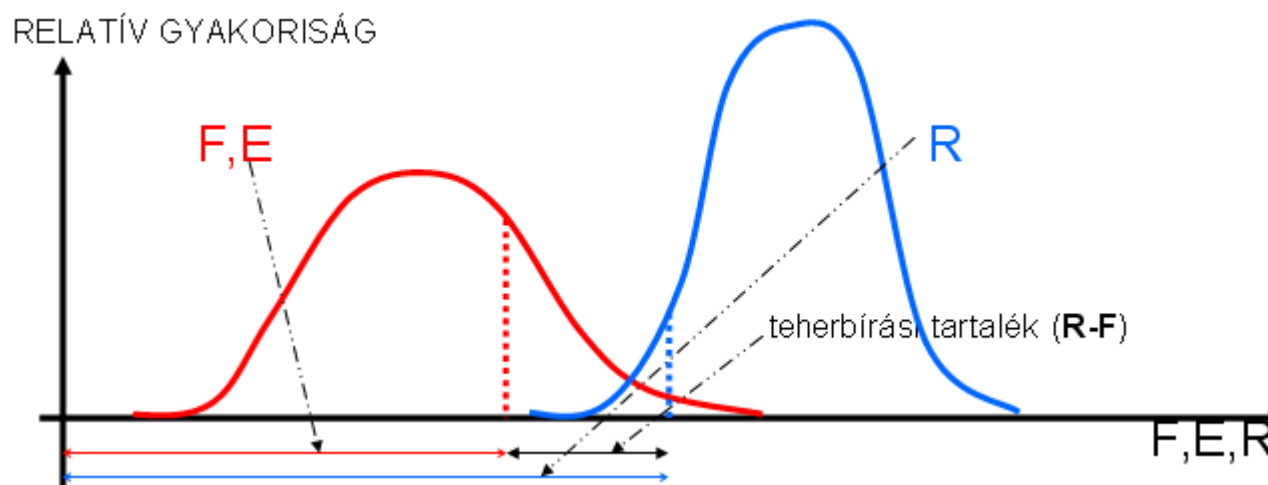
Az anyag- és termékjellemző tervezési értéke (X_d vagy R_d)
(design value of a material or product property):
a karakterisztikus értéknek egy 1-nél nagyobb γ_m vagy γ_M parciális tényezővel osztott értéke, vagy különleges esetekben közvetlen meghatározott érték.



Igénybevétel és ellenállás

- A HATÁSOK KÖVETKEZMÉNYÉNEK TERVEZÉSI ÉRTÉKE \leq
A SZERKEZET ELLENÁLLÁSÁNAK TERVEZÉSI ÉRTÉKE

$$0 \leq R - F$$

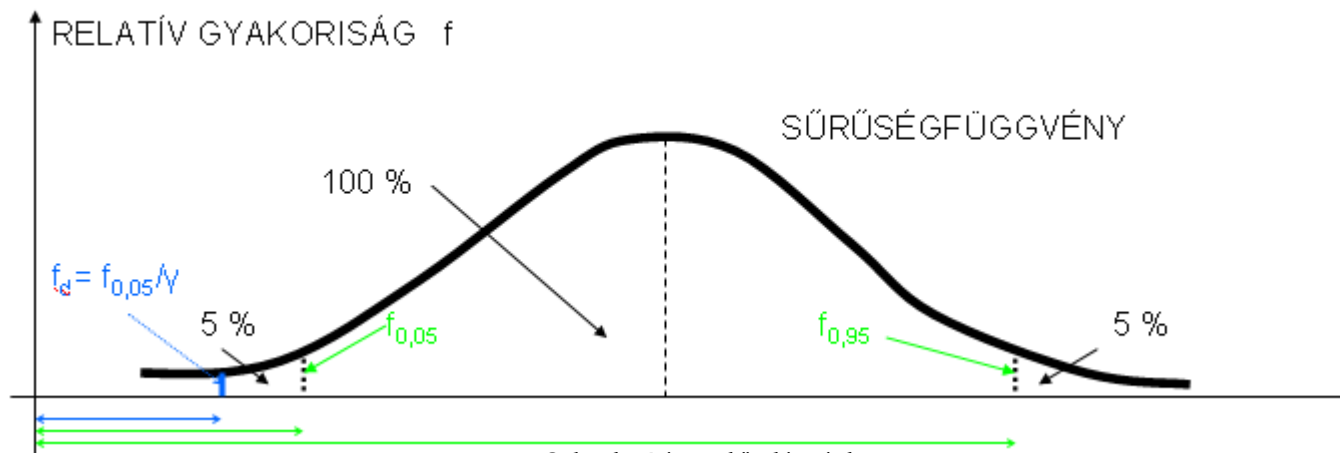


Dr. Scharle Péter előadásvázlat



Anyagjellemzők értékei

- **karakterisztikus érték** az előfordulásra jellemző gyakorisági adatok és megbízhatósági megfontolások alapján felvett kiinduló érték
- **reprezentatív érték** a szóba jöhető karakterisztikus értékek közül kiválasztott, előírt vagy megbízhatósági megfontolásokat tükröző tényezőkkel szorzott érték
- **tervezési érték** a karakterisztikus értékből közvetlenül, vagy a reprezentatív értékből a parciális biztonsági tényező alkalmazásával megkapható érték



Dr. Scharle Péter előadásvázlat





Anyagjellemzők parciális tényezői

Szerkezeti anyagok parciális (biztonsági) tényezői (partial factors, γ_M)					
EC	Szerkezeti anyag	Jel	Teherbírasi határállapot		Használhatósági határállapot
			Tartós/ideiglenes tervezési helyzet	Rendkívüli / szeizmikus tervezési helyzet	
EN 1992	beton	γ_c	1,50	1,20	1,00
	betonacél	γ_s	1,15	1,00	
	feszítőelem	γ_p	1,15		
EN 1993	acél	$\gamma_{M0}, \gamma_{M1}^{(1)}$	1,0	1,00	
		$\gamma_{M2}^{(2)}$	1,25		
EN 1995	faanyag	γ_M	1,30	1,00	
	kapcsolóelem	γ_M	1,10		
EN 1996	falazat	γ	2,0 – 3,5	1,00	

⁽¹⁾ f_{yd} folyási határhoz, tartószerkezeten ⁽²⁾ f_{ud} szakítószilárdsághoz, kapcsolatban

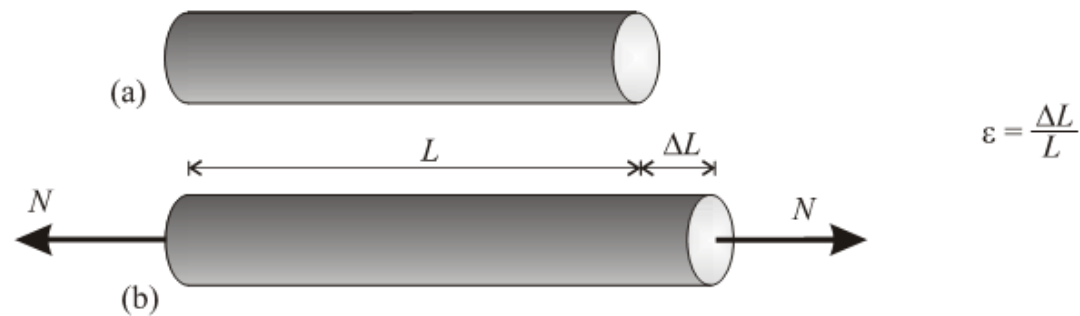
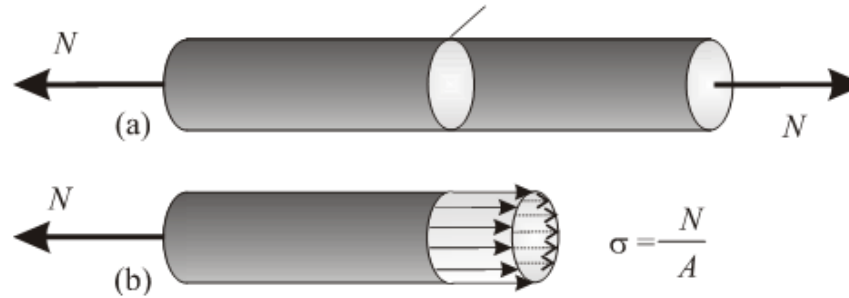
Deák György et al: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján



Feszültségek

Feszültség és nyúlás

keresztmetszet (A területtel)

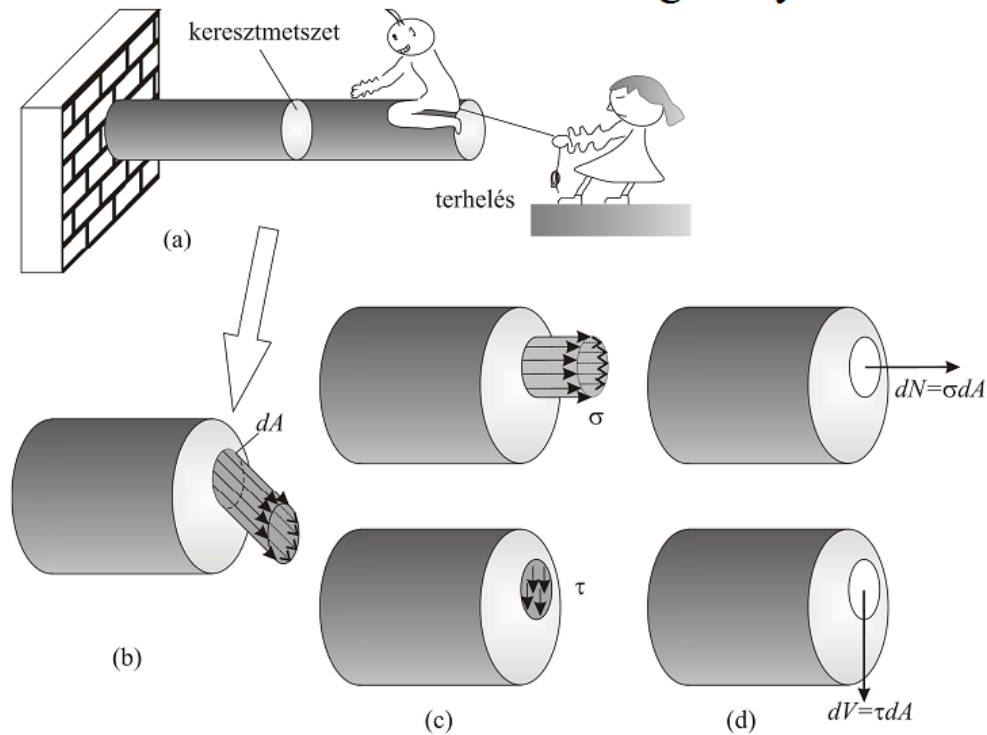


Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.

Feszültségek



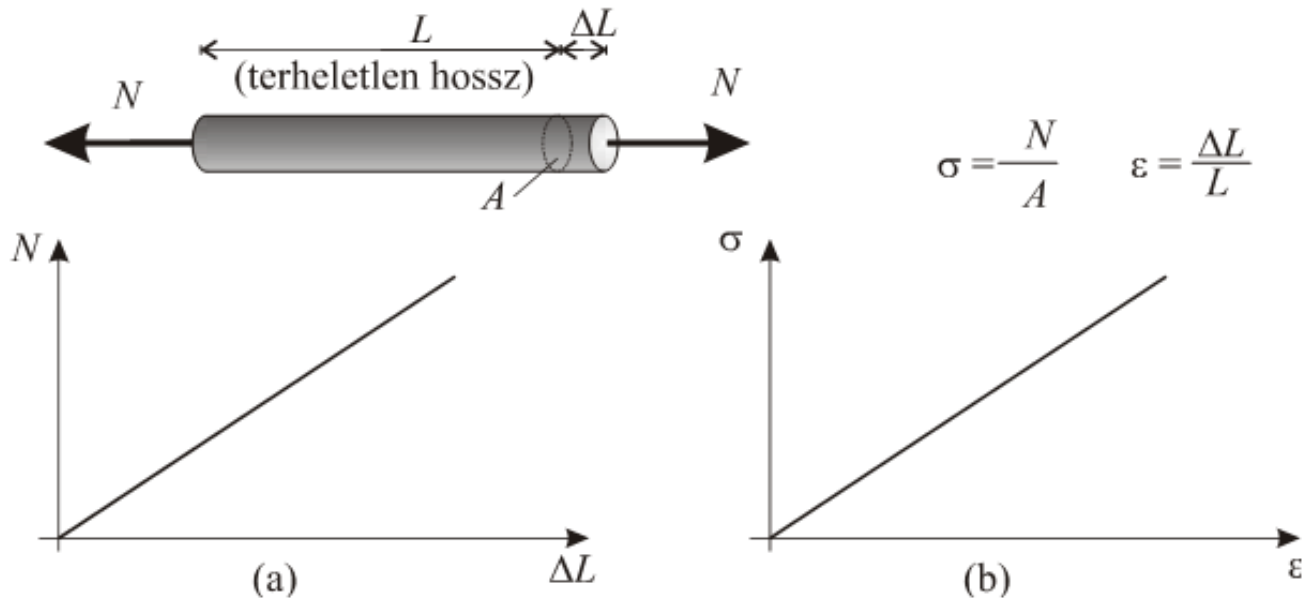
Normálfeszültség és nyírófeszültség



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.



Anyagtörvény



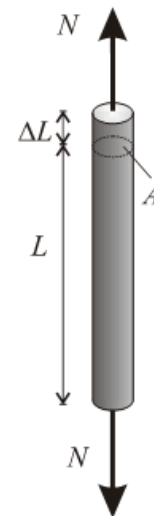
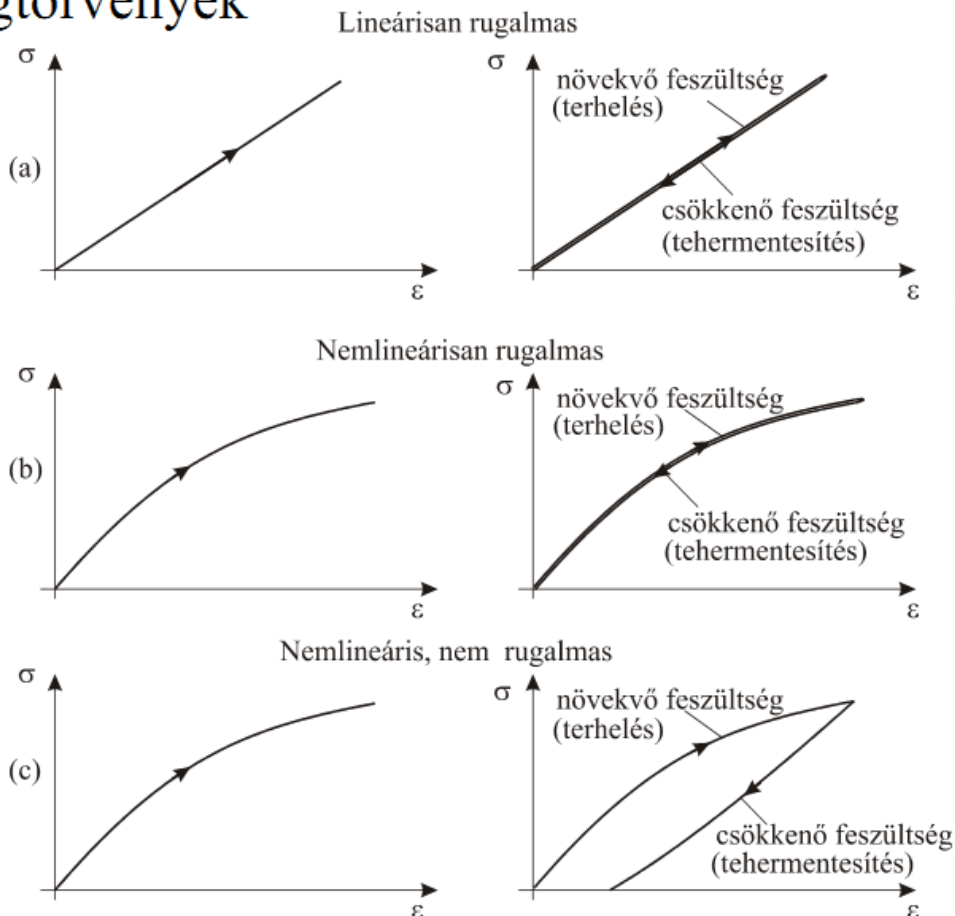
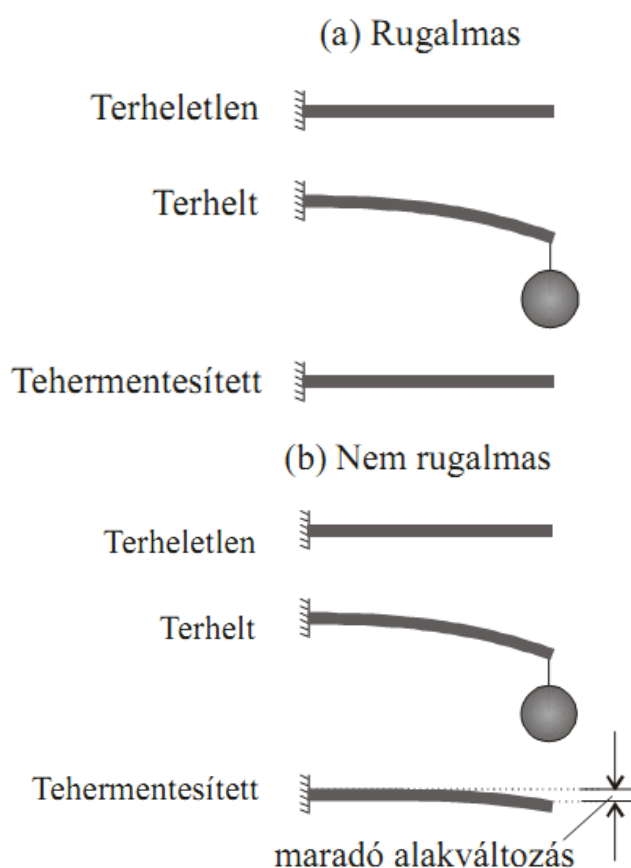
Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.

Rugalmasság

Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.



Anyagtörvények

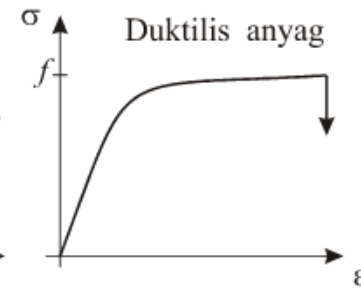
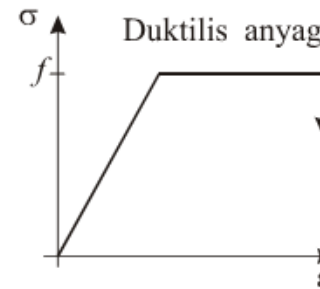
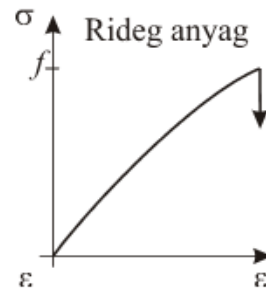
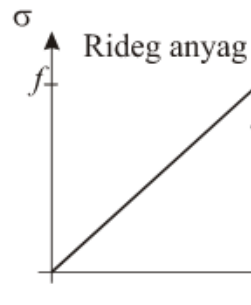
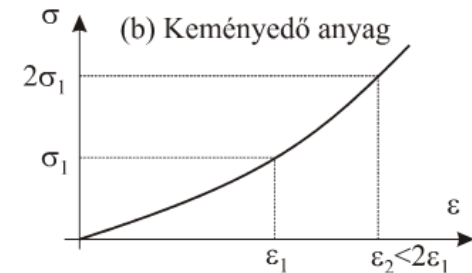
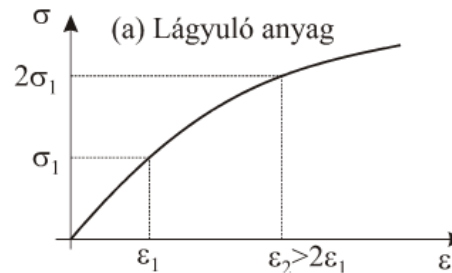
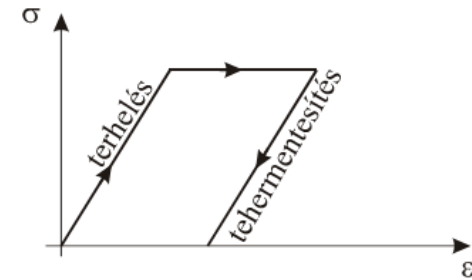
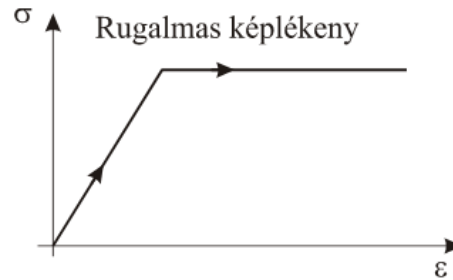


$$\sigma = \frac{N}{A}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

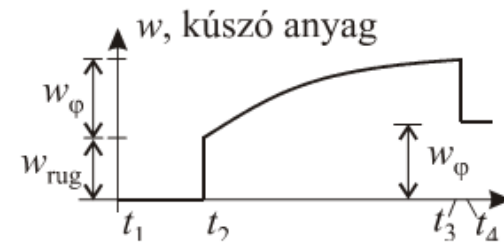
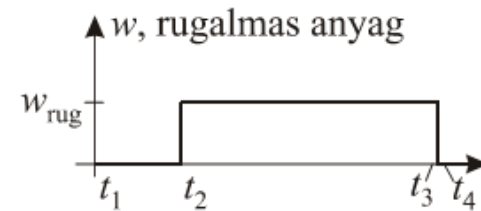
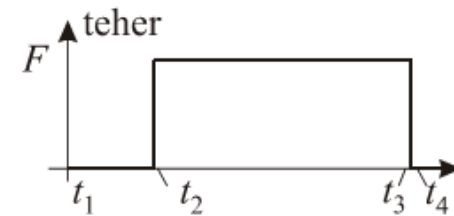
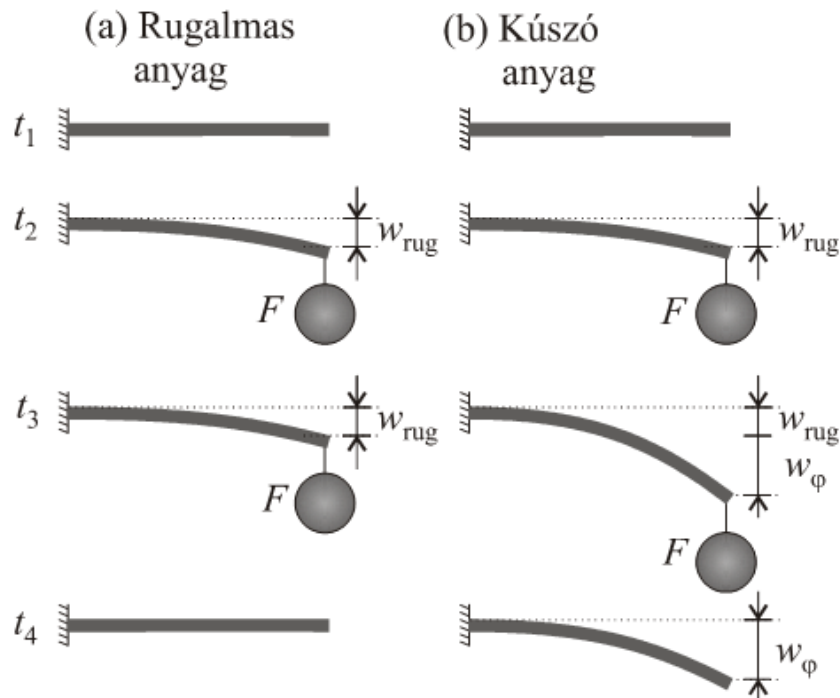


Duktilitás



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.

Kúszás



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.



Anyagválasztás

A szerkelettervezés a szerkezet anyagának megválasztásával kezdődik.

A döntés során egymásnak ellentmondó szempontokat kell mérlegelni:

- szilárdság,
 - abszolút érték
 - fajlagos érték: az anyag egységnyi súlya által felvehető erő : F/λ is jellemező
- Egyszilárdságú anyagok:
 - Csak nyomóerő felvételére alkalmas anyagok:
 - téglá és a kő, vagy a vasalatlan beton
 - Csak húzóerő felvételére alkalmas anyagok:
 - kötélponyva



Anyagválasztás



- ár, az anyag előállításához és az üzemeltetéséhez
- szükséges energia költségét is,
- esztétikai igények, anyag textúrája,
- szállítás,
- a kivitelező vállalat felkészültsége,
- gépparkkal és a személyi képzettség szintjével,
- tűzállóság – tűzvédelem, - az épület funkciója,
- karbantartás – üzemeltetés
- átalakíthatóság lehetősége



Fa – előnyös tulajdonságok

- a faanyag az önsúlyához képest magas rostirányú húzó- és nyomószilárdsággal rendelkezik
- (nagy fesztávolságú, kis alapozási igényű szerkezetek építhetők gazdaságosan, és előnyösen alkalmazható ráépítéseknel is),
- egyszerűen kivitelezhető (könnyen megmunkálható, kis emelési súlyok, száraz, szerelő jellegű technológia),
- flexibilis (átalakítható, ismételten felhasználható),
- jó korrózióállóságú (fafajonként változó módon a lúgok gyenge vizes oldatának, a savaknak és a neutrális sóknak ellenáll),
- fa tartószerkezetű épületbe általában nem kell dilatáció,
- jó akusztikai és hőtechnikai tulajdonságú,
- rétegelt-ragasztott fából nagy keresztmetszetű, hosszú, változatos alakú tartók készíthetőek,
- földrengésveszélyes területeken előnyösen alkalmazható,
- esztétikus.





Fa – hátrányos tulajdonságok

- a természetes anyag nagy változékonyságú, a szilárdsági jellemzők szórása nagy,
- a fa eredeti alkati hibái csökkentik a feldolgozhatóságot (sudarasság, csavarodottság) és a szilárdságot (göcsök, repedések),
- nyírószilárdsága és rostokra merőleges irányú húzó- és nyomószilárdsága alacsony, ezért a kapcsolatok megfelelő teherbírásának biztosítása korlátokba ütközik,
- öregszik (a faanyag szilárdsága az idővel csökken),
- viszkózus anyag (alakváltozásai az idővel növekszenek),
- a károsítók, szerzett betegségek (rovarok, gombák, baktériumok, vírusok) jelentős szilárdságcsökkenést okozhatnak,
- a fűrészelt faelemek keresztmetszeti- és hosszmérete korlátozott, egyenes tengelyű tartó készíthető, a rétegelt-ragasztott tartók keresztmetszeti szélessége maximált (ma Magyarországon: 22 cm), rétegelt-ragasztott tartók kifordulásra érzékenyek,
- anizotróp anyag (szilárdsági tulajdonságai az iránytól függően változnak),
- a faanyag érzékeny a nedvességtartalom változására (duzzad–zsugorodik, a nedvességtartalom növekedésével csökken szilárdsága, növekszenek alakváltozásai),
- a kapcsolatok rugalmasak (félmerevek), az összekapcsolt elemek között relatív elmozdulások jönnek létre,
- a éghető anyag; a kis keresztmetszetű, gyalulatlan, védőkezelés nélküli elemek tűzállósága rossz.





Tégla

Előnyök:

- Nagy nyomószilárdság – épületfizika
- Alacsony ár kis energiafelhasználással hagyományos technológiával készül
- Esztétikailag kedvező a megjelenése
- Rugalmasan alkalmazható egyenes íves falak, boltívek , boltozatok

Hátrányok:

- Nagy fesztávok terhek, porózus anyagok gyakran nem elegendő teherbírás
- Húzóerő felvételének hiánya csomóponti problémák
- Súly : nehéz
- Porózus : külső felületvédelem
- Falazat – nem homogén anyag
 - Tégla – nagyobb szilárdság
 - Habarcs – kisebb szilárdság
- Húzószilárdsága gyakorlatilag nincs





Vasbeton – előnyös tulajdonságok

- öntéssel való előállítására lehetővé teszi a különböző okokból igényelt akár extrém formák vagy statikailag optimális változó alakok és méretek megvalósítását.
- a kétszilárdságú és az előzőek szerint célszerűen kialakítható vasbeton a tartószerkezetek erőjátéka szempontjából kedvező: egy vagy többirányú többtámaszú és többemeletes szerkezetek, bonyolult egyszer vagy kétszer görbült felületek gazdaságos építését teszi lehetővé.
- a rendeltetési, esztétikai igényeknek megfelelően, szabadon formálható, a kellő cementtartalmú, jól elkészített beton megvédi az acélbetéteket a korróziótól,
- a tűzzel szembeni ellenállása igen jelentős,
- a nagy képlékeny alakváltozásra képes acél beépítése folytán a vasbeton szerkezet még a beton megrepedése, nagy deformációk után is teherbíró, ezért váratlan tönkremenetelének veszélye kicsi,
- a tömegének túlnyomó részét kitevő adalékanyag szinte mindenütt megtalálható, olcsó, helyi anyag, acélszükséglete csekély, fenntartási költsége minimális, a többi szerkezeti anyaghoz viszonyítva gyakorlatilag zérus.





Vasbeton – hátrányos tulajdonságok

- jelentős a zsaluzási és állványozási költség,
- csak fagymentes időben készíthető,
- a viszonylag hosszú szilárdulási idő az építés folyamatát lassítja.
- a kész szerkezet vasalása nehezen ellenőrizhető,
- megerősítése, átalakítása körülményes,
- viszonylag rossz hő- és hangtechnikai tulajdonságokkal
- rendelkezik,
- repedések keletkezhetnek rajta, melyek azonban csak meghatározott értéken felül károsak és feszítés alkalmazásával megelőzhetőek,
- viszonylag nagy az önsúlya.



Acél

Előnyök:

- erős (magas a szilárdsága),
- szívós (nagy szakadó nyúlás),
- alakíthatós (meleg alakítás)
- nagy fesztávolságú áthidalások (a fesztáv nagyobb mint 24 méter),
 - magas épületek (a szintszám nagyobb, mint 12 emelet),
 - nehezen megközelíthető, a szállítási útvonalaktól távolfekvő épületek,
 - ismételten áttelepítendő épületek.
- az építés megvalósítása ezzel az anyaggal jelentősen meggyorsítható.
- gyakori az acél alkalmazása átalakításoknál,
- nyílások kibontása esetén kiváltások, pótlólagos alátámasztások készítésénél.
- nagy szilárdság -kis keresztmetszet

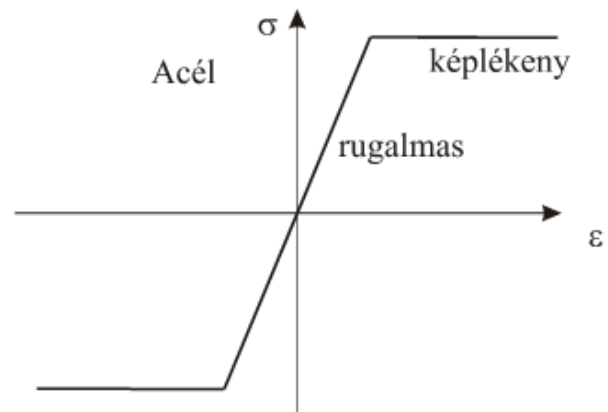
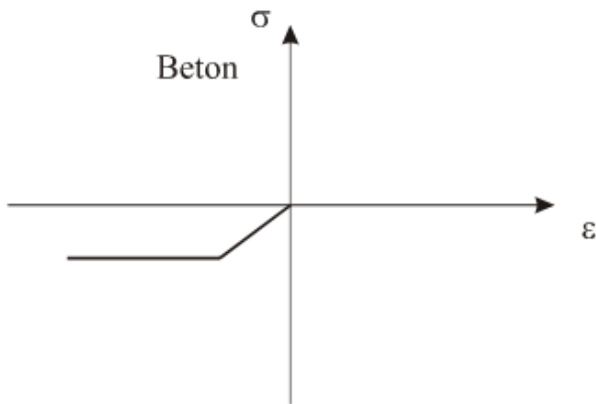
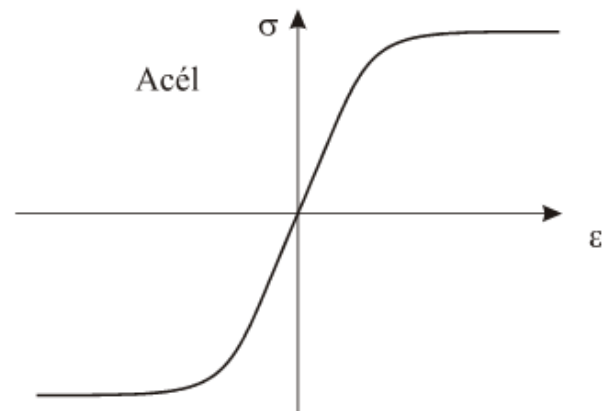
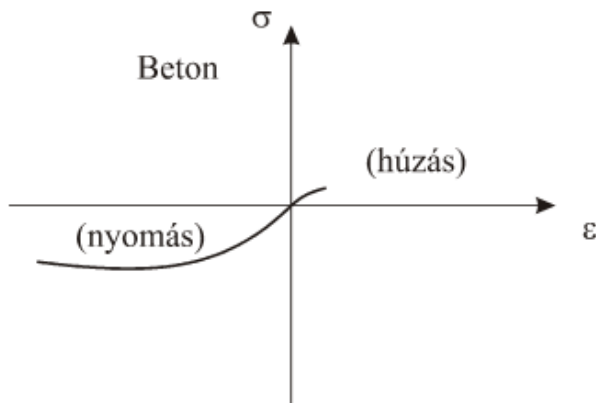
Hátrányok

- Az acél anyag – a többi építőanyaghoz képest – nem olcsó.
- Hőhatásra tönkremenetelhez vezető nagy alakváltozások, védőkezelés nélküli elemek tűzállósága rossz.





Szerkezeti anyagok viselkedése

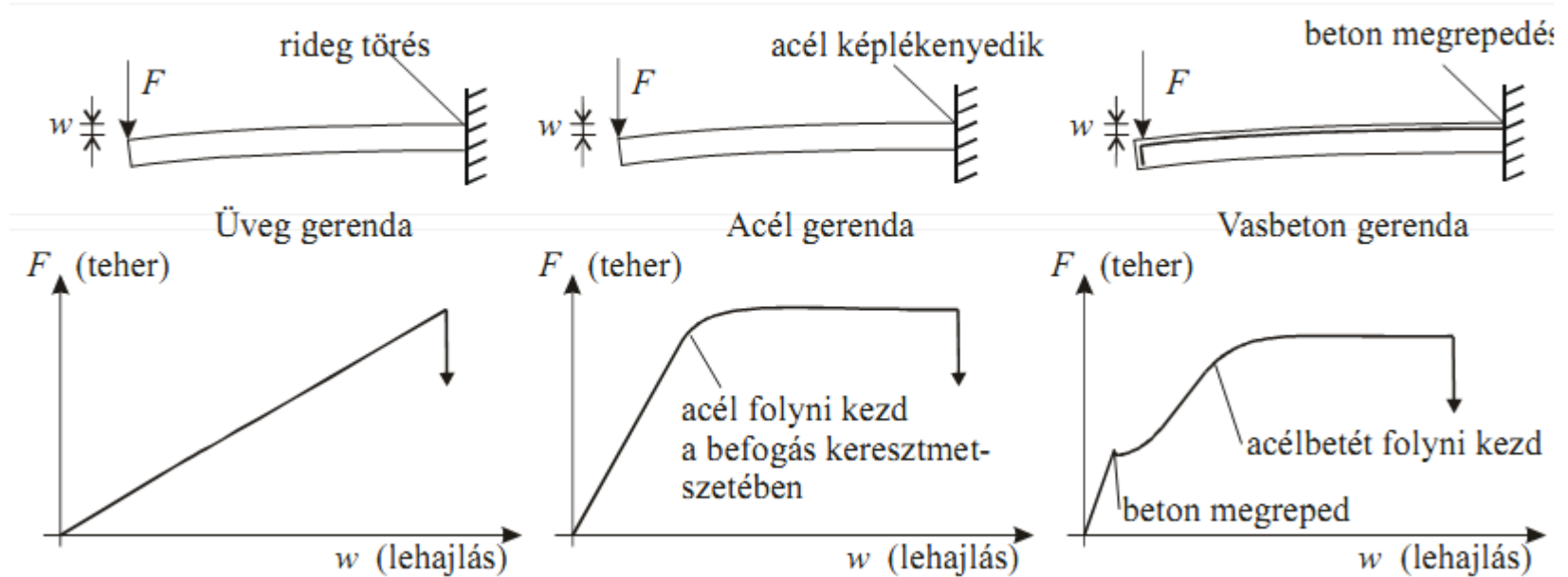


Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.





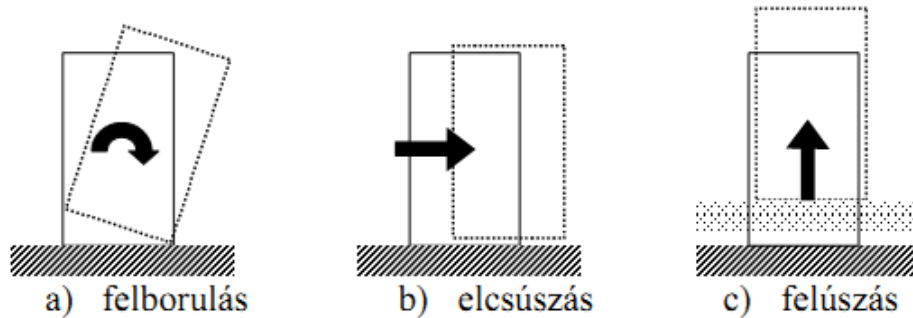
Szerkezeti anyagok viselkedése



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.



Teherbírás kimerülése

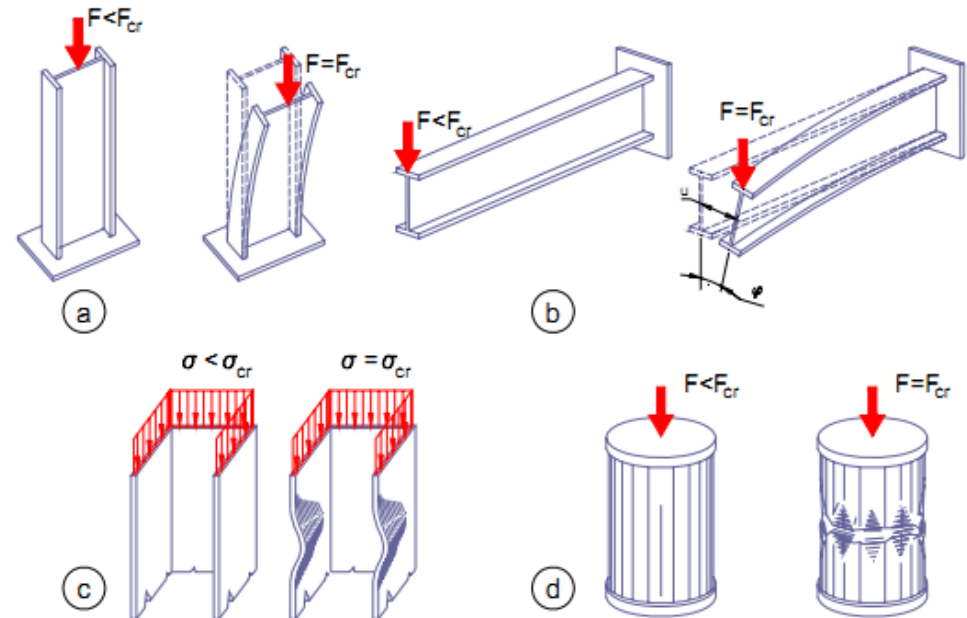


Deák György et al: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján

- állékonyság

- stabilitás

- a) nyomott rúd kihajlása
- b) hajlított tartó kifordulása
- c) nyomott lemez horpadása
- d) vékonyfalú cső horpadása



Dr. Németh György: Tartószerkezetek III.

