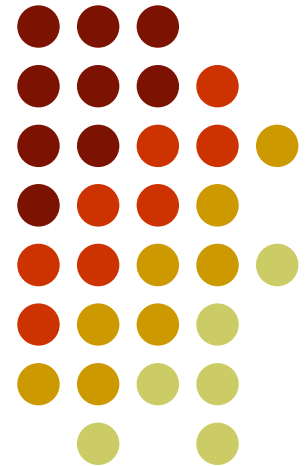


Szerkezetek analízise és méretezése

Hatások.
Hatások fajtái.
Hatások kombinációi.



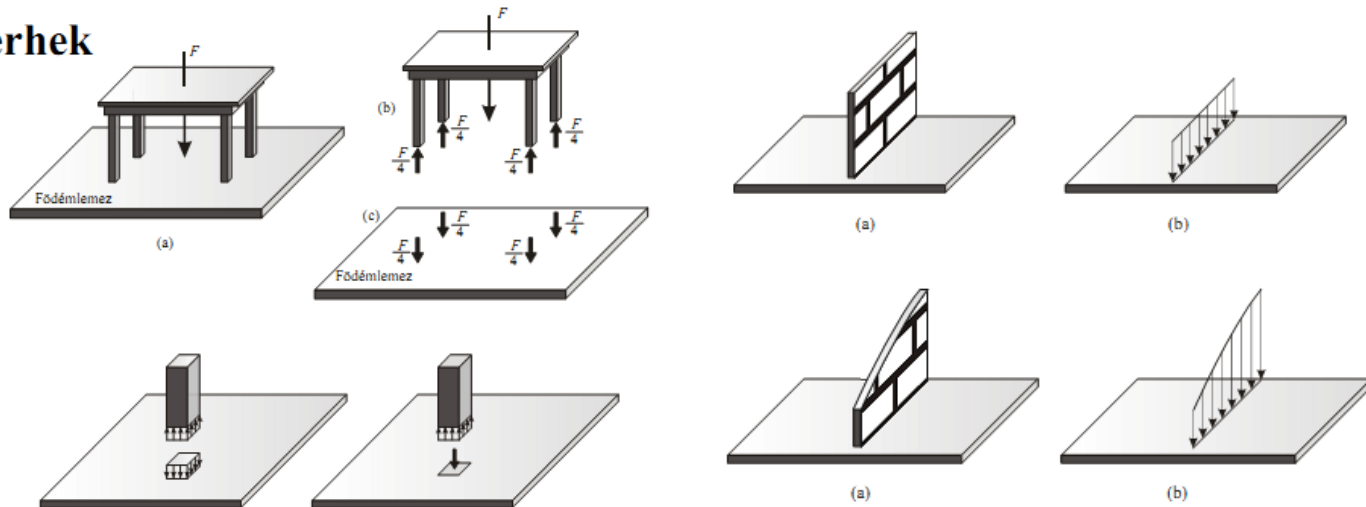


Hatások

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

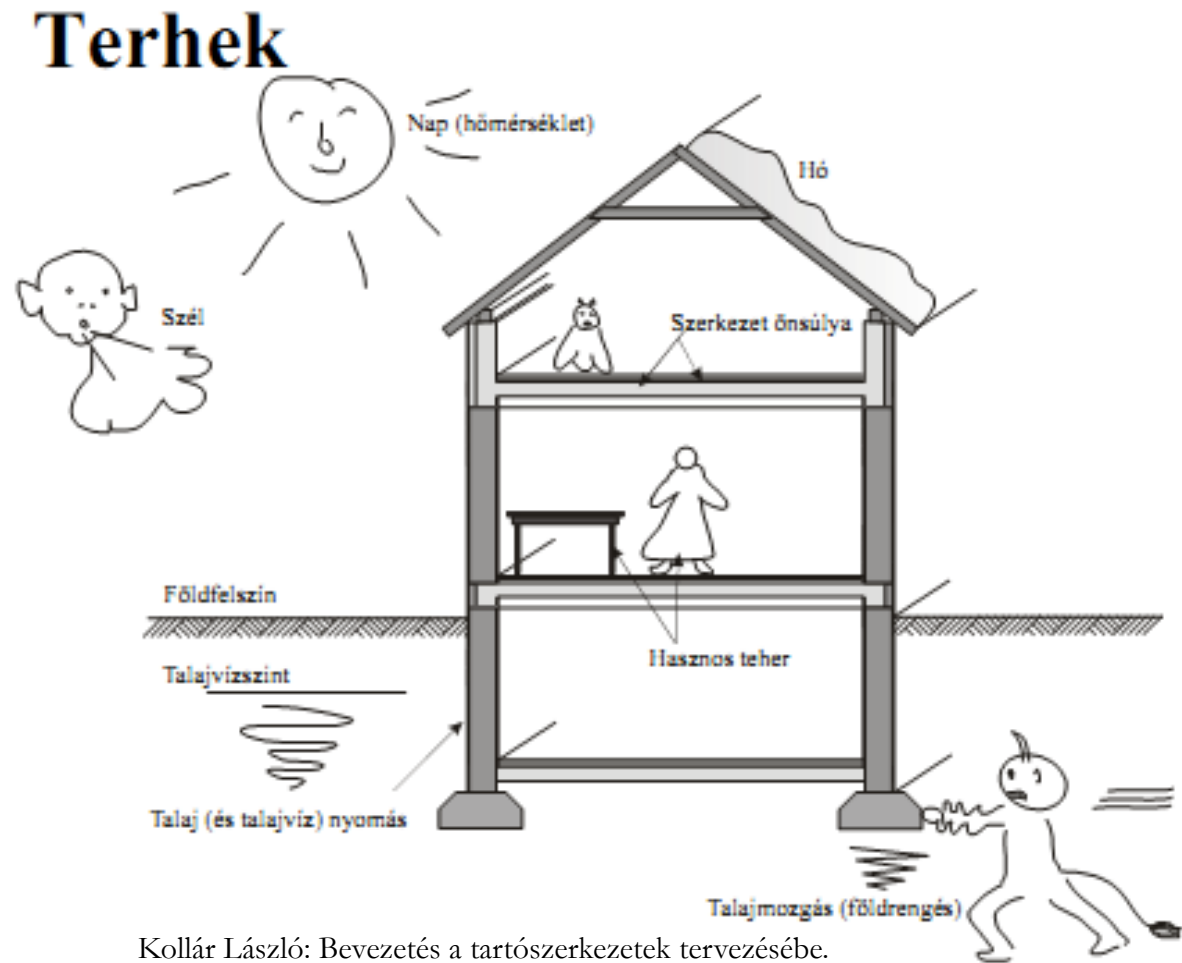


Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe.





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 teherbírási 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.

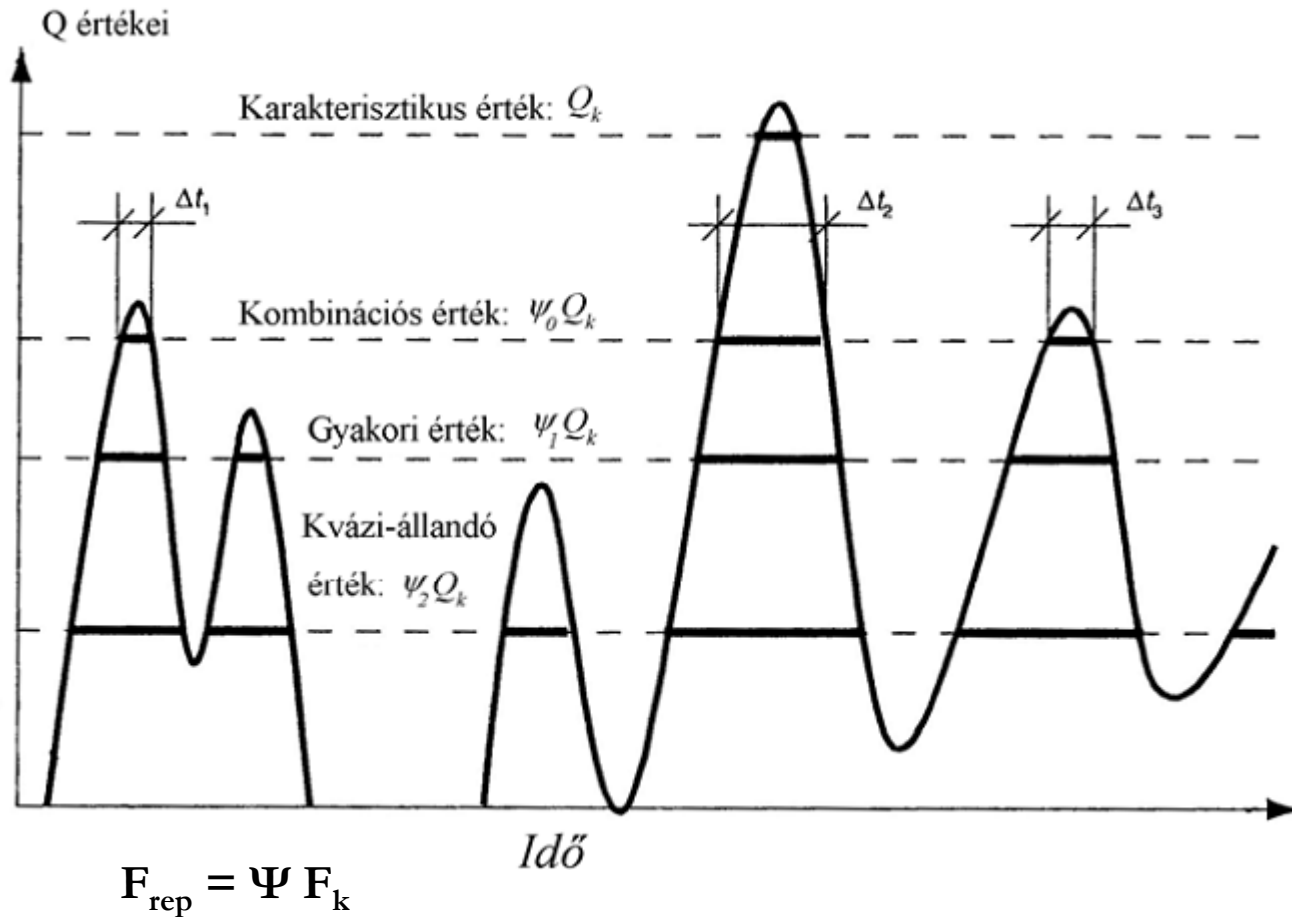


Esetleges hatások karakterisztikus értéke

- 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.

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



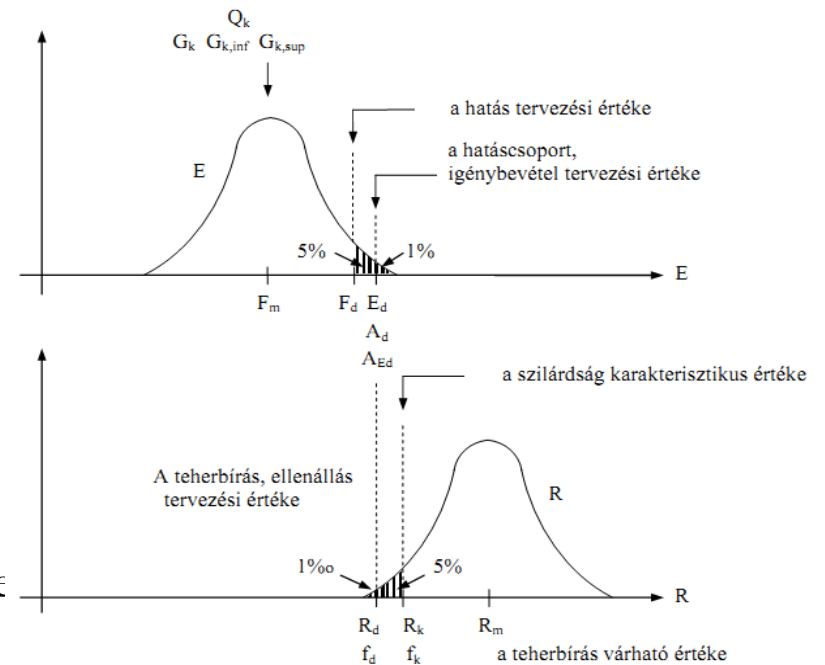


Teherbírási há. – tervezési értékek

- **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,

Emlékeztető: az **ellenállási paramétereknél** (például: beton, betonacél szilárdság, vagy pl. 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,

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

Emlékeztető: **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

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			

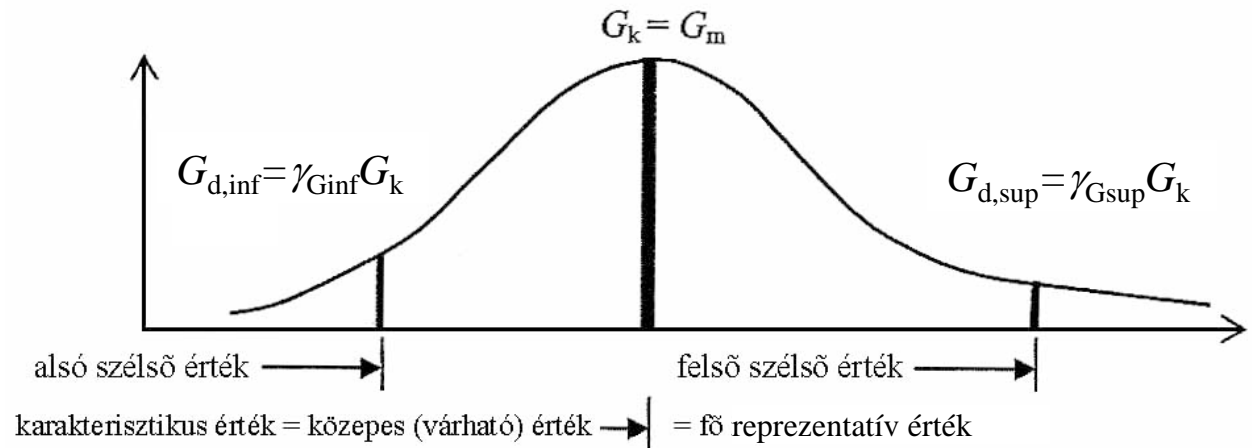
Csak geotechnikai hatások esetén – ezzel a magasépítési tervező ritkán találkozik – $\gamma_{Gj,sup} = \gamma_{Gj,inf} = 1,0$ és $\gamma_Q = 1,30$.



Időbeni állandó hatások

Önsúly (G),

feszítőerő (P) stb.



Reprezentatív érték

Karakterisztikus érték (G_k) \rightarrow $G_k = G_m$ (közepes érték, várható érték)

Tervezési érték $G_d = \gamma_G \cdot G_k = 1,35 G_k$ ($1,0 G_k$)

Alsó szélső érték (G_{dinf}) $G_{dinf} = \gamma_{Ginf} \cdot G_k = 0,9 G_k$

Felső szélső érték (G_{dsup}) $G_{dsup} = \gamma_{Gsup} \cdot G_k = 1,1 G_k$





Önsúlyterhek besorolása

Önsúly fajtái	Besorolás szempontjai				Megjegyzés
	Időbeni változás	Eredet	Térbeli változás	Jelleg	
általában	állandó	közvetlen	rögzített/ nem rögz. ⁽¹⁾	statikus/ dinamikus ⁽²⁾	(1) szállítás, tárolás (2) hirtelen mozgásváltozás
feltöltések, tetők, teraszok földterhe	állandó	közvetlen	rögzített/ nem rögz. ⁽³⁾	statikus	(3) feltöltés eloszlásvált.
áthelyezhető szerk.önsúlya ⁽⁴⁾ (pl.: mobil válaszfal, csővezetékek, gépek)	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus	(4) járulékos hasznos teher



Önsúlyteher jellemzői

Besorolás

- *Időbeni változás szerint:* állandó (esetleges)
- *Eredeti szerint:* közvetlen
- *Térbeli változás szerint:* rögzített (nem rögzített)
- *Jelleg szerint:* statikus (dinamikus)

Parciális (biztonsági) tényezők

Teherbírási határállapot

• *Tartós/ideiglenes tervezési helyzet (állapot)*

➤ •szilárdsági/stabilitási vizsgálat (STR)

kedvezőtlen

$$\gamma_{Gsup} = 1,35$$

kedvező

$$\gamma_{Ginf} = 1,00$$

➤ •helyzeti állékonysági vizsgálat (EQU)

kedvezőtlen

$$\gamma_{Gsup} = 1,10$$

kedvező

$$\gamma_{Ginf} = 0,90$$

• *Rendkívüli/szeizmikus tervezési helyzet*

$$\gamma_G = 1,0$$

Használhatósági határállapot

$$\gamma_G = 1,0$$

Teherszint tényezők

- *Minden tervezési helyzetben*

$$\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1,0$$



Önsúlyterhek figyelembevétele

- egy hatáskombinációban a teljes önsúly egyetlen állandó hatás
- időben változó önsúly alsó és felső szélső értéke (helyzeti állékonyság vizsg., stabilitás vizsg., használhatósági határáll.)
- a feltöltések, tetők, teraszok földterhe állandó hatás
(eloszlás-változás esetén nem rögzített)
- mozgatható válaszfalak, gépek önsúlya járulékos esetleges teher
- az önsúlyteher lehet nem rögzített (szállításkor, eloszlás-változás) ill. dinamikus jellegű (hirtelen mozgásváltozás)
- az építés után várható további rétegek már a tervezéskor figyelembe veendő



Önsúlyterhek felvétele

Építőanyagok térfogatsúlya γ

- Vasbeton 25,0 kN/m³
- Acél 78,0 kN/m³
- Fa 6-8 kN/m³
- Tömör téglá 17,0 kN/m³
- Lyukacsos téglá 8-15,0 kN/m³
- Víz 10,0 kN/m³

Négyzetmétersúlyok:

- Szerkezet vtg $\times \gamma$ pl. 16cm vb. Lemez $0,16 \times 25 = 4,0 \text{ kN/m}^2$

Biztonsági tényező:

- $\gamma_G = 1,35$ (0,90) (EC)
- $\gamma_G = 1,20$ (0,90) (MSZ)

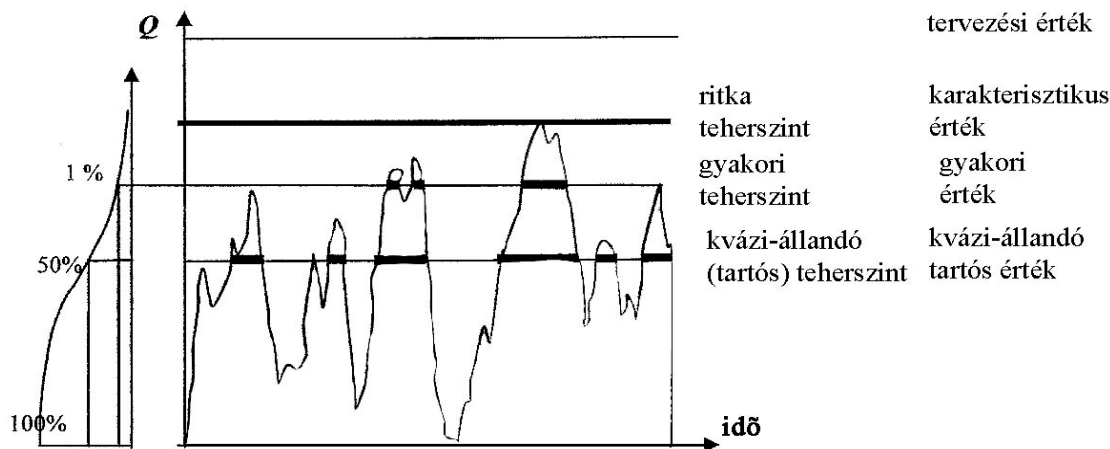
Önsúly kedvező hatású – ha csökkenti a terheket





Időben változó (esetleges) hatások

Hasznos teher,
meteorológiai terhek
(hó, szél) stb.



Reprezentatív érték (hasznos teher teherszintjei)

Ritka teherszint → *karakterisztikus érték* (Q_k)

referencia időszakon belüli túllépési valószínűség 2 %/év (65 %/50 év)

Gyakori teherszint → *gyakori érték* ($\psi_1 Q_k$)

élettartam (referencia időszakon) belüli gyakoriság 1 %

Kombinációs teherszint → *kombinációs [egyidejűségi] érték* ($\psi_0 Q_k$)

Tervezési érték: $Q_d = \gamma_Q Q_k = 1,50 Q_k (1,0 Q_k)$



Hasznos terhek besorolása

Hasznos teher fajtái	Besorolás szempontjai				Megjegyzés
	Időbeni változás	Eredet	Térbeli változás	Jelleg	
általában	esetleges	közvetlen	nem rögz.	statikus/ kvázi statikus	
gépek, ember-, állat csop. okozta ritmikus erőhatás targoncák, helikopterek	esetleges	közvetlen	nem rögz.	dinamikus	





Hasznos teher jellemzői

Besorolás

- *Időbeni változás szerint:* esetleges [változó]
- *Eredet szerint:* közvetlen
- *Térbeli változás szerint:* nem rögzített
- *Jellege szerint* statikus/kvázi- statikus/dinamikus

Parciális (biztonsági) tényezők

Teherbírási határállapot

- *Tartós/ideiglenes tervezési helyzet*
- szilárdsági/stabilitási/helyz.áll.vizsg. (STR/EQU)
kedvezőtlen
 $\gamma_{Q_{unfav}} = 1,50$
kedvező $\gamma_{Q_{fav}} = 0,0$
- *Rendkívüli/szeizmikus tervezési helyzet*

Használhatósági határállapot

$$\gamma_Q = 1,0$$
$$\gamma_Q = 1,0$$



Hasznos teher jellemzői



Teherszint tényezők

Teherbírási határállapot

● tervezési helyzet	domináns (kiemelt)	többi esetleges
● tartós/ideiglenes	$\psi = 1,0$	ψ_0
● rendkívüli	ψ_1	ψ_2
● szeizmikus		ψ_2

Használhatósági határállapot

	domináns (kiemelt)	többi esetleges
● kvázi-állandó teherszint	ψ_2	ψ_2
● gyakori teherszint	ψ_1	ψ_2
● ritka (karakterisztikus) teherszint	$\psi=1$	ψ_0





Hasznos teher teherelrendezése

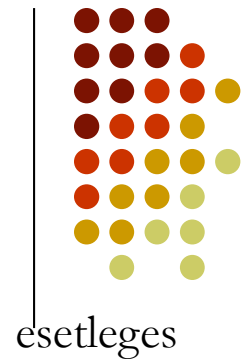
Közbenső födécek, gerendák, tetőfödémek

- az adott, tervezési szinten nem rögzített hatás (szakaszosan működtetendő!)
- más szinteken rögzített egyenletes megoszló teher
- a koncentrált teherre lokális, elkülönített vizsgálat (nem egyidejű!)
- födémterület méretétől függő α csökkenő tényező

Oszlopok, falak

- minden szinten rögzített egyenletesen megoszló teher
- több szint esetén szintszámától függő α csökkentő tényező





Hasznos teher figyelembevétele

A hasznos teher a rendeletetésnek megfelelő használatból származó általában (változó)

közvetlen

nem rögzített

statikus/kvázi-statikus/dinamikus hatás

A hasznos teher értékei tartalmazzák:

- szokásos emberi használat
- bútorok és mozgatható tárgyak (tárolt anyagok, folyadékok stb.)
- járművek
- ritkán fellépő körülmények (átrendezés, felújítás során az emberek, tárgyak, bútorok mozgatása stb.)
- állandó tehernek számító mozgatható válaszfalak, gépek → járulékos hasznos teher
- nem tartalmazzák a nehéz berendezéseket (ipari konyha, kazánház stb.)
- a megadott értékek javasoltak, szükség esetén növelhetők

A hasznos teher értékének megállapítása

a födém és tetőterületeket részekre kell osztani használat szerinti osztályba kell sorolni (A – K, C1-5, D1-2, E1-2)





Födémek, tetők függ. hasznos terhei I.

Használati osztály	Funkció szerinti besorolás	Fel . megoszló t. q_k [kN/m ²]	Konc. teher Q_k [kN]
A	háztartási és tartózkodási célú helyiségek (lakás, szállodai szoba, kórterem)	2,0	2,0
	lépcsők, erkélyek	3,0	3,0
	padlások (nem rendsz. tartózkodás)	1,5	2,0
B	irodák	3,0	4,5
C	C1 asztalokkal berendezett helyiségek (iskolák, éttermek, olvasótermek)	3,0	4,0
	C2 rögzített ülőhelyes termek (színház, mozi, előadó, templom, váróterem)	4,0	4,0
	C3 emberi mozgás nem akadályozott (múzeum, kiállítóterem, közép. közlekedői)	5,0	4,0
	C4 összehangoltan mozgó tömegek (táncterem, színpad, tornaterem)	5,0	7,0
	C5 tömegrendezvényekre szolgáló területek (hangversenyterem, sportcsarnok, vasúti peron)	5,0	4,5





Födémek, tetők függ. hasznos terhei II.

Haszn. osztály	Funkció szerinti besorolás	Fel . megoszló t. q_k [kN/m ²]	Konc.teher Q_k [kN]
D	D1 kiskereskedelmi üzletek	4,0	4,0
	D2 áruházak, bevásárló központok	5,0	7,0
E	E1 ipari raktárak	7,5	7,0
	kis állattartás ($\leq 0,25$ kN/db)	1,5	<i>egyedi</i>
	egyéb állattartás	5,0	<i>egyedi</i>
E2	ipari csarnokok födémei	<i>egyedi</i>	<i>egyedi</i>
F	könnyű gépjármű ($G_{\delta} \leq 30$ kN) (szgk. garázs, parkolóház)	2,5	20 (tengelyteher)
G	közepesen nehéz gépjármű ($G_{\delta} \leq 160$ kN) (tgk., autóbusz, tűzoltóautó)	5,0	90 (tengelyteher)
H	nem járható tetők ≤ 10 % hajlású	0,4	1,0
	≥ 20 % hajlású	0,0	(0,0) 1,0
I	járható tetők (A-D haszn. osztály)	használati oszt.szerint	használati oszt.szerint
K	különleges célú tetők (pl. helikopter leszállóhely)	<i>egyedi</i>	<i>egyedi</i>





Mozgatható válaszfalak helyettesítő terhe

Válaszfal fajtája	Válaszfal fm súlya [kN/m]	Helyettesítő teher q_k [kN/alaprajzi m ²]
könnyű szerelt válaszfal (gipszkarton)	$\leq 1,0$	0,5
könnyű válaszfal (8 cm-es gipszfal)	$\leq 2,0$	0,8
hagyományos vékony válaszfal (6 cm, kétoldali vakolattal)	$\leq 3,0$	1,8
hagyományos válaszfal (10 cm, kétoldali vakolattal)	3,5-5,0	3,0
nehéz válaszfalak	$\geq 5,0$	<i>egyedi</i>

Nem együttműködő, gerendás födémnél helyettesítő teher nem alkalmazható.

Mozgatható válaszfalak önsúlya járulékos hasznos teher:

helyettesítő terhe a többi hasznos teherrel összegezhető

kvázi-állandó hatás $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1,0$

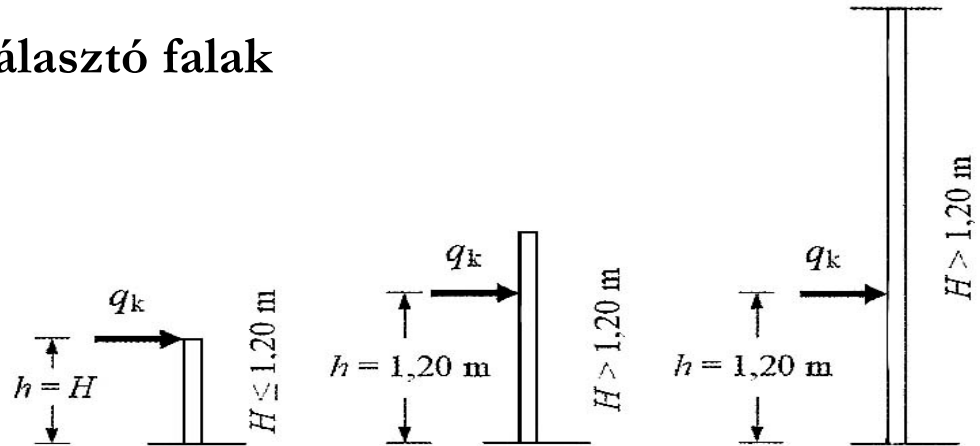
biztonsági tényezője esetleges teher szerint (γ_Q)



Vízszintes irányú hasznos terhek



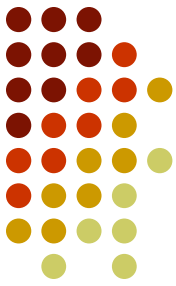
mellvédek (korlát) és elválasztó falak



kapcsolódó födém
használati osztálya

vízszintes teher
 q_k [kN/m]

A	0,5
B, C1	0,5
C2, C3, C4, D	1,0
C5 (C2)	3,0
E	2,0



Járművek tengelyterhei

Villás targoncák (FL1-FL6)

targoncaosztály	önsúly [kN]	emelési súly [kN]	tengelyteher Q_k [kN]	keréktávolság t [m]
FL 1 (6)	21 (110)	10 (80)	26 (170)	0,85 (1,80)
megoszlási felület		2 x 200 x 200 mm ²		
vízszintes gyorsító - lassító erő		0,3× Q_k		

Közúti járművek

használati osztály	jármű összsúly	tengelyteher Q_k [kN]	keréktávolság t [m]
F	$G_ö \leq 30,0$ kN	20	1,80
G	30 kN $\leq G_ö \leq 160$ kN	90	1,80
megoszlási felület F (G)		2 x 100 x 100 (2 x 200 x 200) mm ²	
vízszintes gyorsító - lassító erő		0,3× Q_k	

Helikopterek

használati osztály	helikopter osztály	jármű összsúlya	konc. teher Q_k [kN]	terhelő felület [1×a×a mm ²]
K	HC1	$G_ö \leq 20$ kN	20	1x200x200
	HC2	20 kN $\leq G_ö \leq 60$ kN	60	1x300x300



Dinamikus hatás figyelembevétele I.

Nem kell dinamikus hatást számítani

- A, B, C1, C2, C3, D födémterhek
- F, G járműterhek
- H, I tetőfödémek
- vízszintes terhek (mellvédek, elválasztó falak)

Ha nincs számottevő dinamikus hatás (gyorsulás, rezonancia)

- C4, C5 födémterhek
- E1, E1 ipari födémek
- K különleges (pl.: helikopter)
- $Q_{k\text{dyn}} = \varphi Q_k$

Jelentős dinamikus hatás, rezonancia esetén

- → DINAMIKUS VIZSGÁLAT





Dinamikus hatás figyelembevétele II.

Használati osztály	Dinamikus hasznos teher fajtája	Vizsgált szerkezeti elem	Dinamikus tényező (ϕ)
C4	embercsoportok ritmikus mozgása (táncsterem, színpad, tornaterem)	födém, lemez, gerenda	1,30
C5	embercsoportok ritmikus mozgása (sportcsarnok, vasúti peron)	fal, oszlop	1,10
E1, E2	ipari épületek födémjein gépek állattartási épületek	alapozás	1,00
E1, E2	darupályák függőleges keréknyomása	födém, lemez, gerenda	$v \leq 1,5 \text{ m/s}$ 1,20 $v > 1,5 \text{ m/s}$ 1,30
		fal, oszlop	$v \leq 1,5 \text{ m/s}$ 1,10 $v > 1,5 \text{ m/s}$ 1,20
		alapozás	1,00
E1, E2	emelővillás targoncák	födém, lemez, gerenda	felfújható kerék 1,40 tömör kerék 2,00
K	különleges (helikopter)	tetőfödém	1,40



Hasznos terhek csökkentő tényezői

Födémterület szerinti csökkentő tényező (α_A)

- $\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_o + \frac{A_o}{A} \leq 1.0$
- $A_o = 10 \text{ m}^2$
- $\alpha_A \geq 0,6$ (C, D használati osztályban)
- használati osztályok: A, B, C, D, E, H, I
- használati feltételek:

$A > 35,0 \text{ m}^2$	$\psi_o = 1,0$
$A > 20,0 \text{ m}^2$	$\psi_o = 0,7$
$A > 15,6 \text{ m}^2$	$\psi_o = 0,5$

Szintszám szerinti csökkentő tényező (α_n)

$$\alpha_n = \frac{2 + (n-2)\psi_o}{n} \quad n > 2$$

használati osztály: A, B, C, D

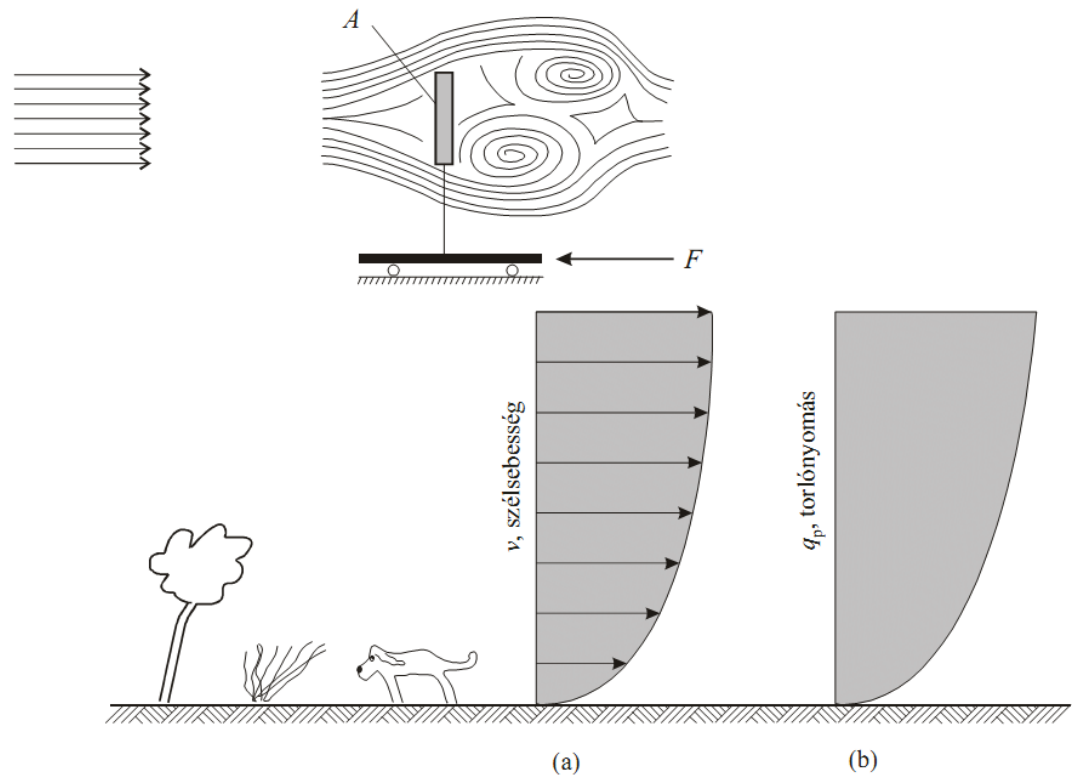
Ha α_A vagy α_n csökkentő tényezőt használunk, akkor ψ_o kombinációs (egyidejűségi) tényező) $\psi_o = 1,0$ (nem alkalmazható!)



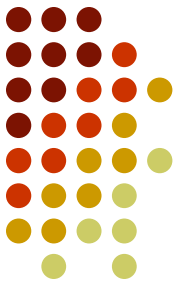
Szélteher

A mozgó testek haladását a testet körülvevő közeg (víz, levegő) gátolja – közegellenállás

- Fékezőerő $F = c \times \rho \times A \times v^2$
 - c : alaki tényező
 - ρ : a közeg sűrűsége
 - A : haladási irányra merőleges felület
 - v : a közegben mozgó test, közeghez viszonyított sebessége
 - Épületeink falára ható terhelésnél v : a szélesebesség



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



Szélteher

Gyakorlati számításokban szélerő (F) helyett szélterhet határozzunk meg:

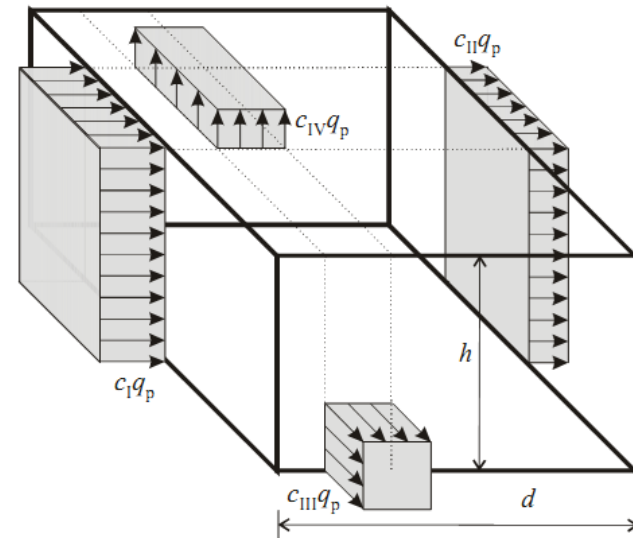
Szélteher – az épület falának két oldalára ható levegő nyomásának különbsége

- $w_e = F/A$ és $q_p = \rho v^2$
- $w_e = c \times q_p$

ahol:

- w_e : a szélteher karakterisztikus értéke (kN/m^2);
- p_w : a szélteher alapértéke (kN/m^2)
- $q_p (w_o)$: A torlónyomás értéke (kN/m^2) (függ földralyzi elhelyezkedéstől, beépítettség mértékétől és magasságtól)
- c : alaki tényező (-)

Szélirány
➔



$$\begin{aligned}c_I &= 0.733 \\c_{II} &= -0.367 \\c_{III} &= -0.96 \\c_{IV} &= -0.8\end{aligned}$$

Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



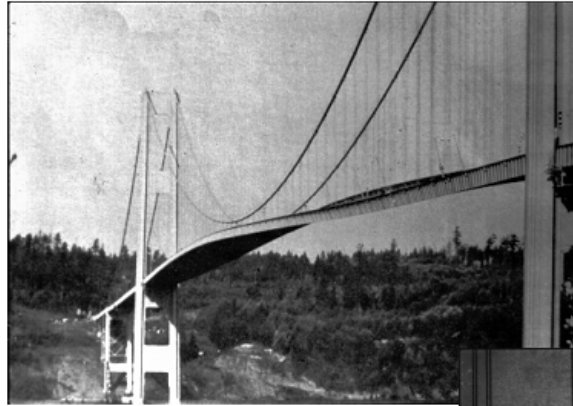
Szél dinamikus hatása

Tacoma Narow híd
tönkremenetele

- közepes szélesség
67km/h
- 0,9m-es amplitudójú
függőleges
- 0,6m-es amplitudójú
vízszintes mozgás

Probléma:

- merevítő tartó keskeny
alacsony – kicsi a
merevsége
- csavarás



Kollár László:

Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



Hóteher

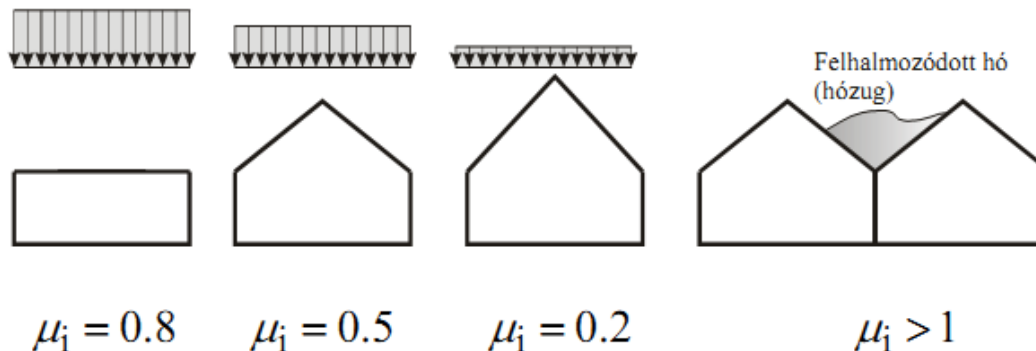
A hóteher értéke részben a lehullott hó mennyiségétől, részben pedig a hó átrendeződésétől függ.

Az átrendeződés lehet:

- a ferde tetőről való lecsúszás
- a szél következtében történő hófelhalmozódás

A hóteher karakterisztikus értéke: $s = \mu_i \times s_k$

- ahol μ_i a hóteher alaki tényezője
- s_k a felszíni hóteher értéke



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe

Földnyomás

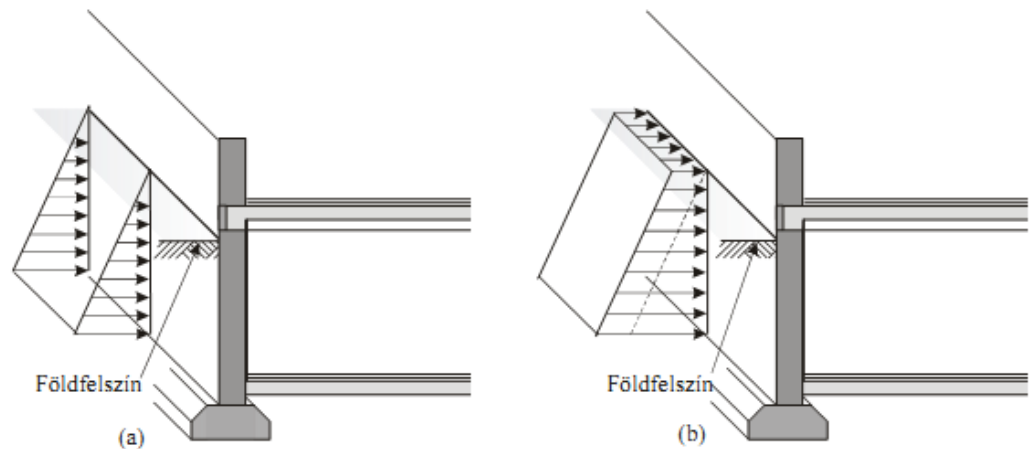
$$p = k \times \gamma_s \times h$$

- γ_s : a talaj térfogatsúlya
- h : a talajvízszinttől mért távolság
- k : a talaj jellemzőitől függő tényező (1/3-1/2)

Talajvíznyomás

$$p = \gamma_v \times h$$

- γ_v : a víz térfogatsúlya
- h : a talajvízszinttől mért távolság
- biztonsági tényező 1,0



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



Földrengéstéher

A földrengés az épület alapjait mozgatja meg, melynek hatására az épület rezgésbe jön

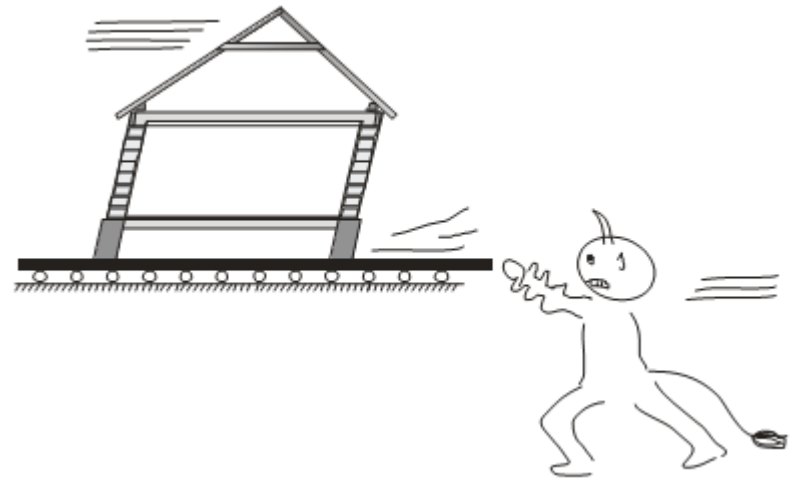
A földrengés lehet:

- függőleges irányú rezgés – függőleges tehetetlenségi erők
- vízszintes irányú rezgés – vízszintes tehetetlenségi erők

A földrengés okozta vízszintes mozgások jelentős vízszintes terheket okoznak

A földrengés időben lejátszódó folyamat

- a talaj maximális gyorsulása
- a földrengés intenzitása
- a földrengés frekvenciatartománya



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



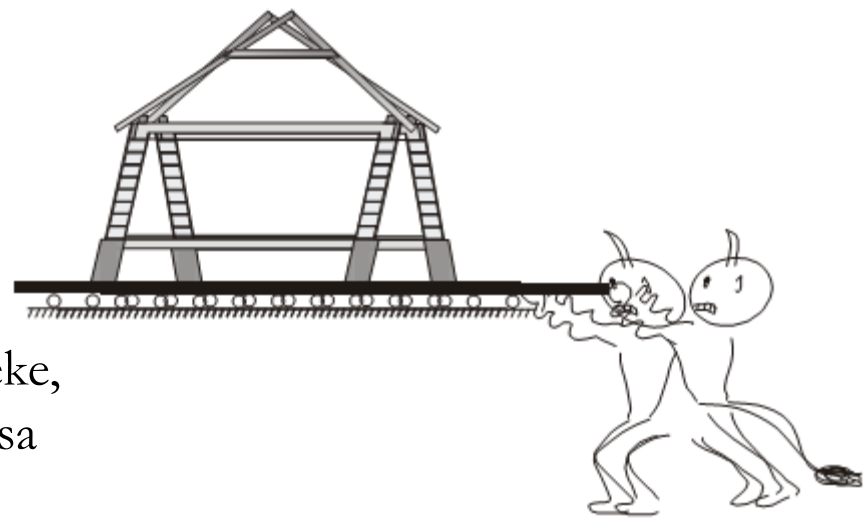
Földrengéstéher

Ha az épület nem merev, akkor az épület rezonciába kerülhet a földrengéssel, és így az épület födémeinek gyorsulása jelentősen meghaladhatja a talaj gyorsulását.

A földrengéstéher nagysága:

$$F_E = m \times S_d$$

- ahol S_d az un. „válaszspektrum” értéke, amely lényegében az épület gyorsulása egy adott helyre jellemző földrengés esetén
- S_d függ attól, hogy milyen merev az épület, azaz hogy mekkora a rezgésideje



Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe



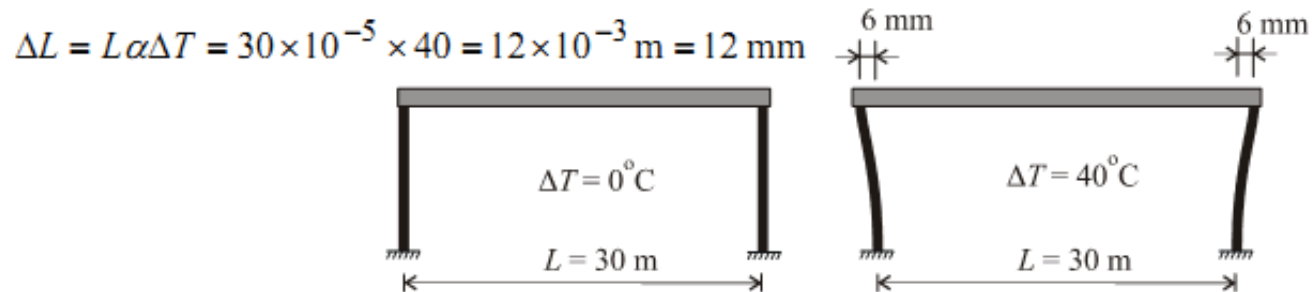


Hőmérsékleti hatás

A hőmérsékletváltozás hatására a szerkezeteink deformálódnak.
Gátolt deformáció esetén a szerkezetben feszültségek keletkeznek.

tervezés:

- megengedjük, hogy a hőmérsékleti mozgások létrejöjjenek – dilatációs szerkezet (hidak)
- épületek – dilatációs egységek
- méretezzük szerkezeteinket a hőmérsékletváltozásból keletkező erőre
- $\Delta L = L \times \alpha \times \Delta t$ - hosszváltozás



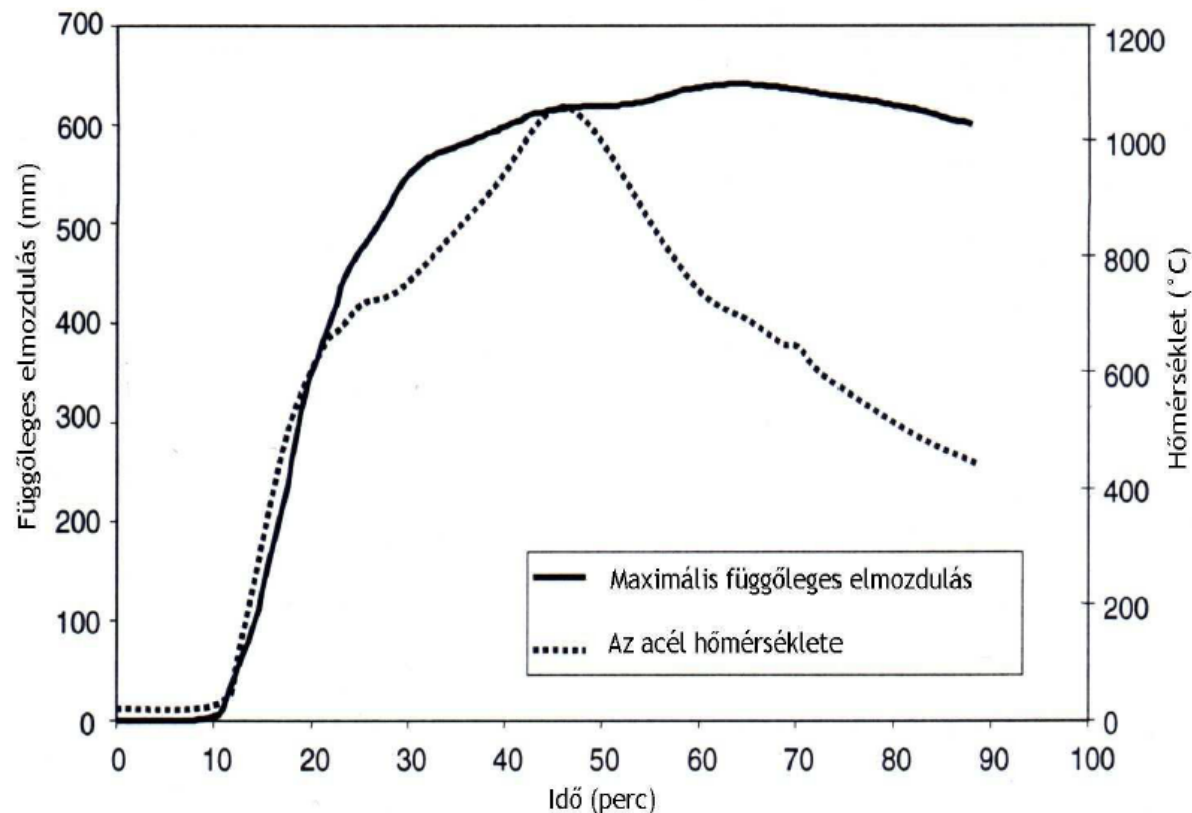
Kollár László: Bevezetés a tartószerkezetek tervezésébe

Tűzterhelés



b) acélszerkezet hőmérsékletének és lehajlásának alakulása idő függvényében

- védtelen acél maximális hőmérséklete: 1150°C;
- maximális lehajlás: 640mm, lehűlés után: 540mm;



Egyéb terhek

- építés közbeni terhek (raktározás, építőanyagok mozgattása, zsaluzatra ható betonnyomás)
- jegesedés
- összegyűlő porteher
- alaptetek egyenlőtlen süllyedése stb.





Hatáskombinációk teherbírási há-ban

- A hatások kombinációja tartós és ideiglenes tervezési állapotokban (alapkombinációk):

$$E_{d,1} = \gamma_{Sd} \left[\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j,\text{sup}} G_{k,j,\text{sup}} + \gamma_{Gj,\text{inf}} G_{kj,\text{inf}}) + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right]$$

- vagy részletes erőteni vizsgálat esetén a kombinációs összehasonlításnál:

$$E_{d1} = \gamma_{Sd} \cdot \max \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} (\gamma_{Gj,\text{sup}} G_{kj,\text{sup}} + \gamma_{Gj,\text{inf}} G_{kj,\text{inf}}) + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} (\xi_j \gamma_{Gj,\text{sup}} G_{kj,\text{sup}} + \gamma_{Gj,\text{inf}} G_{kj,\text{inf}}) + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right.$$

- A hatások kombinációja rendkívüli tervezési állapotokban:

$$E_{d,2} = \gamma_{Sd} \left[\sum_{j \geq 1} (G_{kj,\text{sup}} + G_{kj,\text{inf}}) + P_k + A_d + (\psi_{1,1} \text{ vagy } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right],$$

- A hatások kombinációja szeizmikus tervezési állapotokban:

$$E_{d,3} = \gamma_{Sd} \left[\sum (G_{kj,\text{sup}} + G_{kj,\text{inf}}) + P + A_{Ed} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \right]$$





Hatáskombinációk használhatósági há-ban

- A terhek karakterisztikus kombinációja: (repedésmentesség igazolása; beton-nyomófeszültségek korlátozása a keresztirányú repedések elkerülése érdekében: $\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$; acél-húzófeszültségek korlátozása a képlékeny alakváltozások elkerülése érdekében: $\sigma_s \leq 0,8 f$, ill. $\sigma_p \leq 0,75 f$ (hidak esetén $0,65 f$).)

$$E_{ser,a} = \sum_{j \geq 1} (G_{kj,sup} + G_{kj,inf}) + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- A terhek gyakori kombinációja: (feszített vasbetonszerkezetek repedéskorlátozása; épületek alakváltozásának korlátozása és térbeli merevségének ellenőrzése).

$$E_{ser,b} = \sum_{j \geq 1} (G_{kj,sup} + G_{kj,inf}) + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- A terhek kvázi-állandó kombinációja: (a tartós hatások következményeinek, a szerkezeti elemek eltolódásának, a vasbeton szerkezet repedéstágasságának vizsgálatához; beton-nyomófeszültségek korlátozása a kúszási alakváltozások korlátozása érdekében.)

$$E_{ser,c} = \sum (G_{kj,sup} + G_{kj,inf}) + P_k + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

