

TERVEZÉSI SEGÉDLET

BRUTT SAVER ÉPÜLETSZERKEZETMEGERŐSÍTŐ RENDSZER ALKALMAZÁSA



Összeállította:

Bukits Zoltán
okl. építőmérnök, szerkezettervező
Kőszeg, Alsó krt. 39.
Szombathely, Szövő u. 23.

KIADÓ:

GEO 96 Kft.

Budapest, Gábor Áron u. 76.
Tel/Fax: 06-1-410-0334
e-mail: info@geo96.hu
web: www.geo96.hu

BRUTT SAVER ÉPÜLETSZERKEZETMEGERŐSÍTŐ RENDSZER ALKALMAZÁSA

TARTALOMJEGYZÉK

1. Gondolatok a BRUTT SAVER szerkezetmegerősítő rendszerhez
2. Méretezés alapelvei
3. A tartószerkezeti tervezés alapjai
 - Kiindulási adatok
 - Tervezés
4. Figyelembe vehető műszaki adatok, a megerősítés alapanyagai
 - Anyagjellemzők
 - Koracél spirálemek
 - Ragasztóhabarcs
5. Szerkezeti megerősítendő anyagok
 - Falszerkezetek
 - Vasalás nélküli falazott szerkezetek
 - Vasalt falazott szerkezetek
 - Falazóhabarcs
6. Statikai számítások
7. A tervezési segédletben hivatkozott szabványok

1. GONDOLATOK A BRUTT SAVER SZERKEZETMEGERŐSÍTÉSI RENDSZERHEZ:

Károsodott építményeink, épületeink szerkezetmegerősítése napjaink egyik legvitatottabb, egyben legégetőbb feladata. A növekvő ingatlanárak, a növekvő kiviteli költségek, az egyre inkább tönkremenő műemlékeink, őseink építészeti örökségének megvédése mind előtérbe helyezik az épületrestaurálás és egyben szerkezetmegerősítés szükségességét.

Szerkezettervezői szempontból két jelentősen eltérő szemlélet alakult ki. Az első a tönkrement, meggyengült szerkezeti elemek merev, szinte elmozdulásmentes megerősítése, összefogatása. Ez a méretezési eljárás a merev szerkezetekre jellemző " túlméretezett " állapotot követi. Az elmélet nem veszi figyelembe azt a tényt, hogy főleg a régebbi - merev szerkezeteket nem tartalmazó - építményeink állandó, a környezettel együtt élő mozgásban vannak. Mozgásokat okozhatnak a környezeti hatások (vízmozgások, hőmozgások, meteorológiai terhek, ...), az épület anyagszerkezeti változásai (korróziók, zsugorodások, mállások, ...) és a szakszerűtlen beavatkozások.

A BRUTT SAVER szerkezetmegerősítési rendszer a másik, az előzővel ellentétes tervezői szemléletet követi. Az épület egységét előtérbe helyezve figyelembe veszi az épület és egyben a szerkezeti elemek rugalmasságát. A beépített elemekkel helyreállítja a szerkezet eredeti állapotát úgy, hogy többletfeszültségeket nem visz a rendszerbe. Ezáltal - a beépített merev szerkezetekkel ellentétben - a megerősítések helyén nem keletkeznek újabb repedések, az elemek idővel nem lökődnek ki a szerkezetből.

Az EUROCODE szabványok bevezetésével a régi, történeti épületszerkezetek méretezése, ellenőrzése új kihívások elé állította a tervezőket. Ezen szerkezetek az új szabványban megfogalmazott terhelésekre, igénybevételekre javarészt nem felelnek meg. A számításokban alapadatként szereplő anyagminőségek a méretezésekhez szükséges minőségi, szilárdsági értékeknek, előírásoknak nem felelnek meg. Gyakran az előírt vizsgálatok miatt olyan szerkezeti beavatkozások szükségesek, amik – főleg műemlék épületeknél nem valósíthatók meg. Az ellentmondások kiküszöbölésére meg kell ismerni az EUROCOD-on alapuló MSZ-EN 1990:2011 alapelveit.

2. MÉRETEZÉS ALAPELVEI:

Az EN szövege az alábbi általános feltételezésekkel készült el:

- A szerkezeti rendszer megválasztását és annak erőtanai tervezését megfelelően képzett, a megvalósítást megfelelő szakértelemmel és elegendő tapasztalattal rendelkező személyek végzik.
- A megvalósítás során, a tervezőirodákban, a gyárakban, a telephelyeken és az építés helyszínén megfelelő műszaki felügyelet és minőségellenőrzési rendszer működik
- Az építőanyagokat és az építési termékeket a vonatkozó EN előírások és kivitelezési szabványok, vagy a termékre vonatkozó műszaki előírások szerint használják fel.
- A szerkezet fenntartásáról megfelelő módon gondoskodnak.
- A szerkezetet a tervezési feltételeknek megfelelően használják.

Az EN tervezésre vonatkozó követelményei:

Az EN0 szerint a szerkezetek tervezésének alapkövetelménye, hogy a tartószerkezet - az előírt tervezési élettartam alatt megfelelő megbízhatósággal és gazdaságosan legyen alkalmas a rendeltetésszerű használatra, - megfelelő legyen a teherbírása, a használhatósága és a tartóssága, - az előírt időtartam alatt a tűzhatásra megfelelő ellenállással rendelkezzen, - a kiváltó okhoz képest ne károsodjon aránytalan mértékben a robbanás, ütközés és esetleges emberi mulasztások következtében. A tartószerkezetek előírt megbízhatóságát a szabványok szerinti tervezéssel, a megfelelő szintű megvalósítással és minőségbiztosítással kell elérni.

Ez a megállapítás a tervezési élettartam fogalmát határozza meg, mely alapján a következő fontosabb kategóriákat különböztetjük meg:

Ideiglenes tartószerkezetek: 10 év

Cserélhető tartószerkezeti részek: 15-20 év

Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek: 50 év

Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak, és más építőmérnöki szerkezetek: 100 év

A tervezés során két fontos megbízhatósági szint létezik, amit a tervezőnek igazolni kell.

Ez a két szint a teherbírás és a használhatóság állapota. E két szint biztosítható ha

- Megelőző és védelmi (biztonsági, tűzhatással szembeni, korrózióvédelmi,...) óvintézkedések megtörténtek.
- Az erőtanai számítás során a hatások reprezentatív értékeinek és a parciális tényezők megválasztása megfelelő.
- Minőségbiztosítás megfelelő
- A durva emberi hibák kiküszöböltek.
- A robusztusság mértékére, a tartósságra, az általaj és a lehetséges környezeti hatások előzetes vizsgálatára, az alkalmazott mechanikai modellek pontosságára, a hatékony megvalósításra, a tervdokumentációban előírtak szerinti megfelelő helyszíni vizsgálatokra és a fenntartásra vonatkozó intézkedések megtörténtek.
- A teherbírásra és a használhatóságra vonatkozó - egyébként különböző – megbízhatósági szintek - biztosíthatók az EN0 szerinti tervezéssel.

A határállapotok megválasztása függ a határállapot elérésnek okától és/vagy módjától, a tönkremenetel lehetséges következményeitől, a nyilvánosság tönkremenetellel szembeni ellenérzéseitől, a tönkremeneteli kockázat csökkentésének költségeitől.

A számítás során tervező számára lehetséges a tartószerkezet egészének és/vagy a tartószerkezet egyes részeinek osztályba sorolása is.

A tervezés alapelve az úgynevezett parciális tényezők módszerén alapul. A szerkezetet úgy kell megtervezni, hogy az előirányzott tervezési élettartam alatt azok megfelelő megbízhatósággal és gazdaságosan legyenek alkalmasak a rendeltetésszerű használatra, megfelelő legyen a teherbírásuk, használhatóságuk és a tartósságuk.

A tervezési állapot az alábbi tartalmakat foglalja magába:

- A tartós tervezési állapotok, a szokásos használat körülményeit határozzák meg.
- Az ideiglenes tervezési állapotok a tartószerkezet rövid ideig tartó használatával foglalkoznak.
- A rendkívüli tervezési állapotok, a tartószerkezetre ható kivételes körülmények (tűzhatás, robbanás, ütközés, meteorológiai hatás rendkívüli értéke, vagy helyi) károsodásának következményeit írják le.
- a szeizmikus tervezési állapotok, melyek szeizmikus hatással terhelt szerkezet működési körülményeit írják le.

A teherbírasi határállapot fogalma:

- A helyzeti állékonyság megszűnése.
- A túlzott mértékű alakváltozás bekövetkezése, a tartószerkezet, vagy egy tartószerkezeti rész folyási mechanizmussá való átalakulása.
- A szilárdsági törés.
- A tartószerkezet, vagy tartószerkezeti rész - támaszok, alapozás - stabilitásának elvesztése.
- A fáradás, vagy más időtől függő hatások miatti tönkremenetel.

A használhatósági határállapotok fogalma:

- a tartószerkezetnek, vagy tartószerkezeti elemnek a szokásos használati körülmények közötti használhatósága (jelentős lehajlással és túlzott repedezettséggel).
- az emberek komfortérzetével - az építmény külső megjelenése.

A határállapot számítás szerint minden lehetséges tervezési állapotban igazolni kell, hogy az alkalmazott tartószerkezeti és tehermodellek alapján eljárva, a hatások, az anyag-, vagy termékjellemzők és a geometriai méretek tervezési értékeit alkalmazva, az adott határállapot túllépése nem következik be.

Számítás bemenő adatsora:

A karakterisztikus érték hatás és ellenállás tervezési értékeinek gyakorlati meghatározásának kiinduló adata. Ez az érték a hatás jellegétől függően a tervezett élettartamra prognosztizált állandó- és esetleges tehermaximumok adott referencia időszakra vonatkoztatott alsó-, vagy felső küszöbértéke, vagy várható értéke.

A reprezentatív érték az karakterisztikus érték hatásnak a határállapot igazolásakor alkalmazott értéke. Az ellenállás (teherbírás, szilárdság) esetében karakterisztikus érték az anyag- vagy termékjellemző statisztikai eloszlása alapján egy előírt (általában: 5 %-os) küszöbérték. A geometriai adatoknál a karakterisztikus érték általában a terv szerinti névleges érték, vagy adott esetben statisztikai eloszlás alapján előírt küszöbérték.

A tervezési érték a hatások és ellenállások tervezéskor alkalmazott érték. A teherbírás esetében számításba vett tervezési értékek, továbbá a karakterisztikus parciális (biztonsági) tényező szorzata.

A használhatósági (értékek a hatás oldalán az állandó hatások és az esetleges hatások közül a domináns hatás karakterisztikus értéke, az ellenállás oldalán a paraméterek karakterisztikus értéke.

Mindhárom érték meghatározására az EC hatáskombinációkat ír elő, melyek a szabványban megtalálhatók.

A hatások tervezési értéke: $F_d = \gamma_F F_k$

Igénybevételek tervezési értékei: $E_d = E (F_d, a_d, \dots)$

3. A TARTÓSZERKEZETI TERVEZÉS ALAPJAI:

Kiindulási adatok:

Első lépésként meg kell határozni a keletkezett károk okait:

környezeti hatások vizsgálata:

környezeti dinamikus hatások vizsgálata

meteorológiai állapot

talajállapot (talajmechanikai szakvélemény)

felszíni, felszín alatti vizek

közművek

terepviszonyok, lejtések, növényzet, geodézia

beépítettség, szomszédos épületek

szerkezeti állapot vizsgálata:

épület kora, építési mód

alkalmazott anyagok, szerkezetek

szerkezeti kapcsolatok

anyagvizsgálatok

mozgásvizsgálatok
repedéskép felvétele
alfeltárások

A környezeti és szerkezetvizsgálatok eredményei alapján meg kell határozni a **szerkezeti modellt**, annak kialakítását. Ez történhet közelítő méretekkal, becsült anyagjellemzőkkel, mechanikai vizsgálatokkal. Szerkezeti modell = statikai váz. A szerkezeti modell vonatkozhat egy elemre, vagy az épület teljes szerkezeti összetettségére. Utóbbi esetben a meghatározás épületszkeneléssel, geodéziai módszerekkel pontosan kivitelezhető.

Meg kell választani a **viselkedési modellt**. Ez többek között elsőrendű, lineárisan rugalmas, másodrendű, lineárisan rugalmas, elsőrendű, nemlineárisan rugalmas, elsőrendű, képlékeny, ... modell.

Meg kell ismerni a szerkezetre jutó **hatások** számát, **terhelési eseteket, helyzeteket, állapotokat**, ezeket megfelelően értelmezni szükséges.

Jellemezni szükséges a szerkezeti **ellenállást, ellenálló képességet**, az előírt ideig megkövetelt **használhatóságot**.

Tervezés:

A környezeti és szerkezetvizsgálatok eredményei alapján, az eredeti állapotokat szem előtt tartva meg kell határozni a jelen erőjátékot. A statikai modell és a terhek helyes felvételével megállapíthatók az egyes szerkezeti elemek igénybevételei. Az igénybevételek alapján pedig következtetni lehet a megerősítés módjára. Azonban különbséget kell tennünk a homogén és inhomogén szerkezeti elemek számítása között. Az előbbi a statikában jól ismert képletek alapján számítható, az erőjáték ebben az esetben jól követhető. Régi épületek esetén gyakrabban inkább inhomogén szerkezeti elemekkel találkozunk. Itt a vizsgálati eredményeket felhasználva közelítő szerkezeti és anyagmodellekkel operálhatunk. Számításaink közelítő pontosságúak lesznek, inkább iránymutatók a tervezői tapasztalatunk alátámasztására.

SZÁMÍTÁSSAL ALÁTÁMASZTOTT

- szabványok és előírások szerint
- technológiai útmutató
- műszaki adatok

SZÁMÍTÁS NÉLKÜLI TERVEZÉS

- minősítő intézetek adatai
- technológiai útmutató
- műszaki adatok
 - helyszíni vizsgálatok
 - típusmegoldások
 - tervezői tapasztalat
 - szakkonzultációk

4. FIGYELEMBE VEHETŐ MŰSZAKI ADATOK, A MEGERŐSÍTÉS ALAPANYAGAI:

A beépítendő BRUTT SAVER szerkezetmegerősítő rendszer folyamatos fejlesztés alatt áll. A gyártó cég és a minősítő intézetek teszteredményekkel igazolják a különböző építőanyagokban való viselkedést. A teszteredmények az építőiparban leggyakrabban használt anyagokra rendelkezésre állnak. A vizsgált anyagok köre folyamatosan bővül. Hazánkban az ÉMI folytatott vizsgálatokat, mely eredményeit vizsgálati, minősítő jegyzőkönyvben tette közzé. (ÉMI A-1054/1998)

ANYAGJELLEMZŐK:

Anyagjellemző tervezési értéke: $X_d = X_k / \gamma_M$

Szerkezeti ellenállás tervezési értéke: $R_d = R(X_d, ad, \dots)$

a.) Koracél spirál elem:

304 vagy 316 típusú koracél spirálok

szabványszám: BS 5628 Part. 2. 1995

X3CrNiCu 18-9-4 (MSZ EN 10088-1:1998)

további teszteredmények: TZUS OSRTAVA 1998, ÉMI 1998

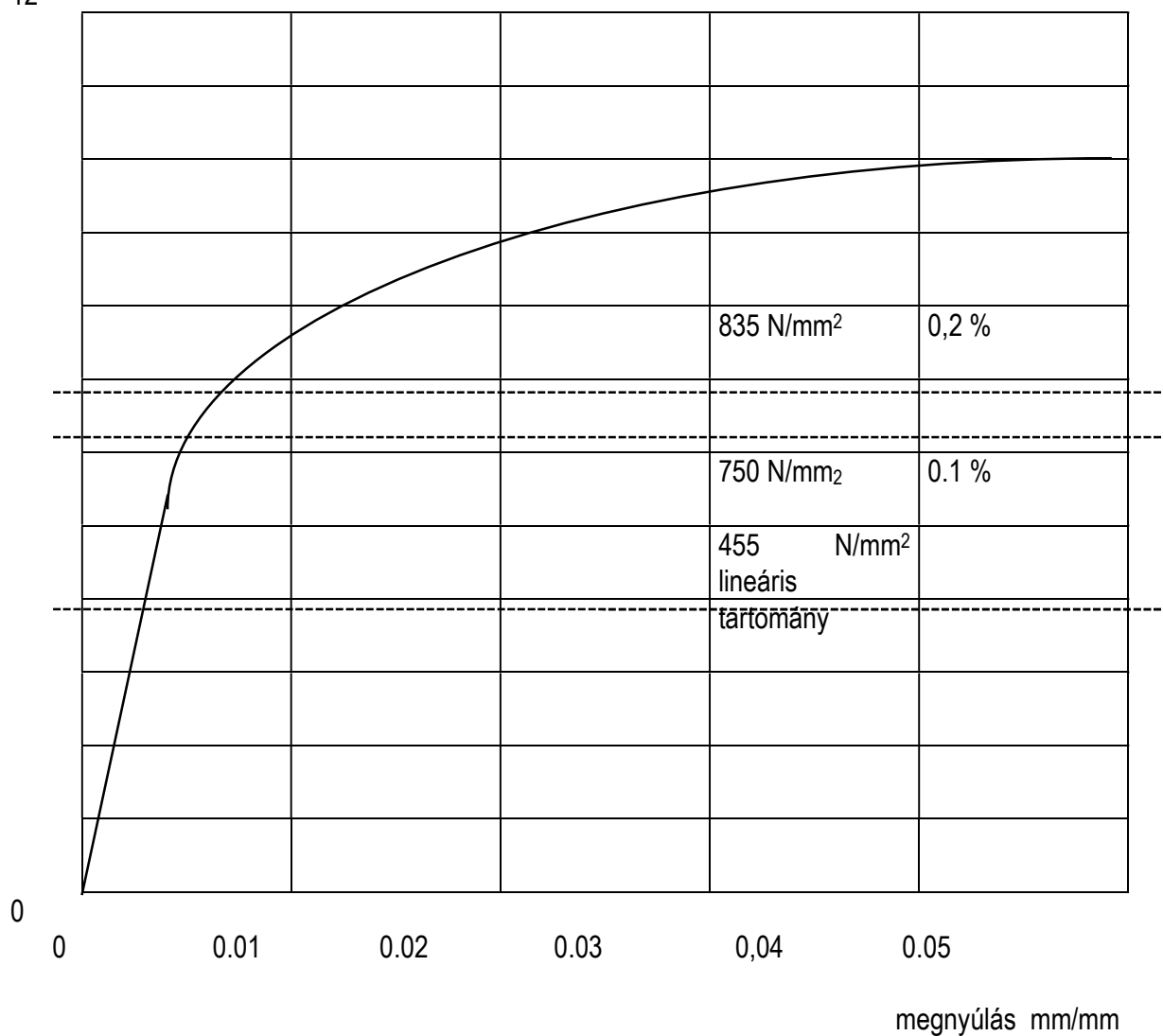
$$E_0 = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 835 \text{ N/mm}^2$$

BRUTT SAVER 6 MM

terhelés kN

12



b.) Ragasztóhabarcs:

SAVER POWDER: kétkomponensű, tixotróp, nem zsugorodó, gyorsan szilárduló injektáló habarcs

szilárdulási adatok:

	1. nap	3. nap	7. nap	28. nap
Saver Powder	20 N/mm ²	25 N/mm ²	30 N/mm ²	40 N/mm ²
Saver Powder HS	28 N/mm ²	41 N/mm ²	57 N/mm ²	71 N/mm ²

5. SZERKEZETI, MEGERŐSÍTENDŐ ANYAGOK:**Falszerkezetek: EUROCODE 6****Vasalás nélküli falazott szerkezetek:**

Falazóelemek a következők lehetnek:

- égetett agyag falazóelemek
- mészhomok falazóelemek
- kavicsbeton falazóelemek (normál és könnyű adalékú).
- autoklávolt gázbeton falazóelemek
- gyártott idomkövek
- méretre vágott természetes kő falazóelemek

Falazóanyagok biztonsági tényezői:

γ_M			Megvalósítási kategória (lásd a 6.9. szakaszt)		
			A	B	C
Falazott szerkezetek (lásd megjegyzést)	Falazóelemek minőségének gyártásellenőrzési kategóriája (lásd a 3.1. szakaszt)	I.	[1,7]	[2,2]	[2,7]
		II.	[2,0]	[2,5]	[3,0]
Falkapcsok és hevederek tapadása és ellenállása húzással és nyomással szemben			[2,5]	[2,5]	[2,5]
Betonacélok tapadása			[1,7]	[2,2]	–
Acél (γ_s alkalmazandó)			[1,15]	[1,15]	
Megjegyzés: A kitöltőbeton esetében érvényes γ_M értékét úgy kell felvenni, hogy az összhangban legyen a falazóelemek gyártásellenőrzési kategóriájával azon a helyen, ahol a kitöltőbetont felhasználják.					

A falazóelemeket a gyári minőség-ellenőrzés alapján kell az I. vagy a II. kategóriába sorolni. Az I. kategóriába való besorolás elfogadható, ha a gyártó vállalja, hogy olyan falazóelemeket szállít, amelyek előírt nyomószilárdságuk és az eltérés valószínűsége legfeljebb 5%. A II. kategóriát akkor alkalmazzák, ha a falazóelemek átlagos nyomószilárdsága az előírás szerinti, de az I. kategória további előírásai nem teljesülnek. A méretre vágott terméskő elemeket a II. kategóriába tartozóknak kell tekinteni. A falazóelemeket az alkalmazásához az 1., a 2.a, a 2.b és a 3. csoportokba kell besorolni. Az 1., a 2.a, a 2.b és a 3. csoport követelményeit a 2.1. táblázat tartalmazza. Tervezés alkalmával nyomószilárdságként az fb szabványos nyomószilárdságot kell

alapul venni. Ha a falazóelem nyomószilárdságaként az átlagos nyomószilárdságot adják meg, akkor ezt a szabványos nyomószilárdságra át kell számítani. A nyomószilárdságot a 2.2. táblázat szerinti δ tényezővel meg kell szorozni. Ezzel figyelembe vesszük a falazóelemek magasságának és szélességének a nyomószilárdságra gyakorolt hatását.

Falazóelemek csoportja:

	Falazóelemek csoportjai			
	1.	2.a	2.b	3.
Üregtérfogat, a teljes térfogat %-a (lásd az 1. megjegyzést)	≤ 25	25 $\leq$ 45 égetett agyag falazóelemek 25 $\leq$ 50 betonelemek	45 $\leq$ 55 égetett agyag falazóelemek 50 $\leq$ 60 betonelemek (lásd a 2. megjegyzést)	≤ 70
Egyes üregek térfogata a teljes térfogat %-ában	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$ égetett agyag falazóelemek ≤ 25 gázbeton elemekre	$\leq 12,5$ égetett agyag falazóelemek ≤ 25 betonelemekre	A felület korlátozása (lásd a következőkben)
Egyes üregek keresztmetszete	A térfogatarány korlátozza (lásd az előzőekben)	A térfogatarány korlátozza (lásd az előzőekben)	A térfogatarány korlátozza (lásd az előzőekben)	$\leq 2\,800\text{ mm}^2$, kivéve azokat az együregű elemeket, amelyekben egy üreg $\leq 18\,000\text{ mm}^2$
Az összes vastagság a teljes vastagság %-ában (lásd a 3. megjegyzést)	$\geq 37,5$	≥ 30	≥ 20	Nincs követelmény
Megjegyzések: 1. Az üregek a falazóelemen átmenő függőleges lyukak, hornyok vagy bemélyedések lehetnek. 2. Az összes vastagság az elem külső és belső bordáinak összesített vastagsága, amelyet vízszintes irányban az elem külső felületére merőlegesen mérnek.				

Falazatok típusai:

- falazat, amely falazóelemek és habarcs együttese, megfelelő mechanikai tulajdonságokkal
- falazott szerkezet, mint tartószerkezet (például fal), amelynek a mechanikai tulajdonságai a falazat mechanikai jellemzőitől, a szerkezeti elemek geometriájától és az egymással szomszédos szerkezeti elemek egymásra hatásától függnék.

A falazatnak a tervezésben alkalmazott következő lényeges mechanikai tulajdonságait szabványos vizsgálati eljárásokkal kell megállapítani:

- nyomószilárdság, f ;
- nyírószilárdság, f_v ;
- hajlítószilárdság, f_x ;
- feszültség és fajlagos alakváltozás összefüggés, $(\sigma - \epsilon)$.

A falazatnak van húzószilárdsága, de ezt a tervezés során általában nem használják ki.

A vasalatlan falazat nyomószilárdságának f_k karakterisztikus értékét vizsgálati eredményekből lehet megállapítani, vagy a falazóelemeinek és a habarcs nyomószilárdsági adatainak összefüggése alapján a következő képlettel számítható:

$$f_k = K f_b 0,65 f_m 0,25 \text{ N/mm}^2 \text{ (feltéve, hogy } f_m\text{-et nem veszik fel nagyobbra, mint } 20 \text{ N/mm}^2 \text{ vagy } 2f_b\text{)}$$

K állandó (N/mm^2)^{0,10} értéke:

0,60 az 1. csoportba tartozó falazóelemek esetén, ha a falazat vastagsága megegyezik a falazóelem szélességével vagy hosszúságával, vagyis nincs hosszirányú állóhézag a falban.
0,55, ha a falazat vastagsága megegyezik a falazóelemek szélességével vagy hosszúságával, vagyis nincs hosszirányú állóhézag a falban.

0,50, ha a falazat vastagsága megegyezik a falazóelemek szélességével vagy hosszúságával, vagyis nincs hosszirányú állóhézag a falban.

0,50, ha van hosszirányú állóhézag a falban.

0,45, ha hosszirányú állóhézag van a falban.

0,40 ha hosszirányú állóhézag van a falban.

0,40 a 3. csoportba tartozó falazóelemek esetén.

f_b a falazóelem N/mm^2 -ben kifejezett szabványos nyomószilárdsága, az alkalmazott hatás következményének irányában; f_m az általános rendeltetésű habarcs N/mm^2 -ben kifejezett, előírt nyomószilárdsága.

Falazóelem	Habarcs	f_{vk0} (N/mm^2)	f_{vk} korlátérték (N/mm^2)
1. csoportba tartozó égetett agyag falazóelemek	M10-től M20-ig M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,3] [0,2] [0,1]	[1,7] [1,5] [1,2]
1. csoportba tartozó nem égetett agyag vagy természetes kő falazóelemek	M10-től M20-ig M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,2] [0,15] [0,1]	[1,7] [1,5] [1,2]
1. csoportba tartozó természetes kő falazóelemek	M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,15] [0,1]	[1,0] [1,0]
2.a csoportba tartozó égetett agyag falazóelemek	M10-től M20-ig M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,3] [0,2] [0,1]	A hosszirányú nyomószilárdság (lásd a megjegyzést), a megadott érték közül a kisebb
2.a vagy 2.b csoportba tartozó nem égetett agyag és a 2.b csoportba tartozó égetett agyag falazóelemek	M10-től M20-ig M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,2] [0,15] [0,1]	
3. csoportba tartozó égetett agyag falazóelemek	M10-től M20-ig M2,5-től M9-ig M1-től M2-ig	[0,3] [0,2] [0,1]	Nincs egyéb korlát, mint amit a (3.4.) képlet megad

Megjegyzés: A 2.a és a 2.b csoportba tartozó falazóelemek esetén hosszirányú nyomószilárdságként a kísérletekkel megállapított nyomószilárdság vehető alapul, ha δ értéke nem nagyobb, mint 1,0. Ha a lyukkiosztástól és alaktól függően várható, hogy a hosszirányú nyomószilárdság nagyobb lesz, mint $0,15 f_b$, akkor vizsgálatoktól el lehet tekinteni.

Vasalt falazott szerkezetek vizsgálata:

Vasalt és közrefogott falazat szilárdságát a falazóelemek mechanikai jellemzői alapján kell meghatározni, beleértve a habarcsot és a kitöltőbetont is, adott esetben a vasalás figyelembevételével. A vasalt és közrefogott falazat szabványos vizsgálati eljárásokkal megállapított mechanikai jellemzőinek tervezési értékei ugyanazok, mint a vasalatlan falazatok esetén.

Indokolt esetben az alábbiakat kell meghatározni:

- a kitöltőbeton f_c nyomószilárdsága
- a kitöltőbeton f_{cv} nyírószilárdsága
- a betonacél f_y folyáshatára nyomó- és húzóigénybevétel esetén
- a betonacél f_{b0} tapadószilárdsága.

A betonacél tapadószilárdságának karakterisztikus értéke falazóelemekkel körülfogott kitöltő betonban:

A beton szilárdsági osztálya	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 vagy magasabb
f_{b0k} sima felületű szénacél esetén (N/mm^2)	[1,3]	[1,5]	[1,6]	[1,8]
f_{b0k} bordázott felületű szén- és rozsdamentes acél esetén (N/mm^2)	[2,4]	[3,0]	[3,4]	[4,1]

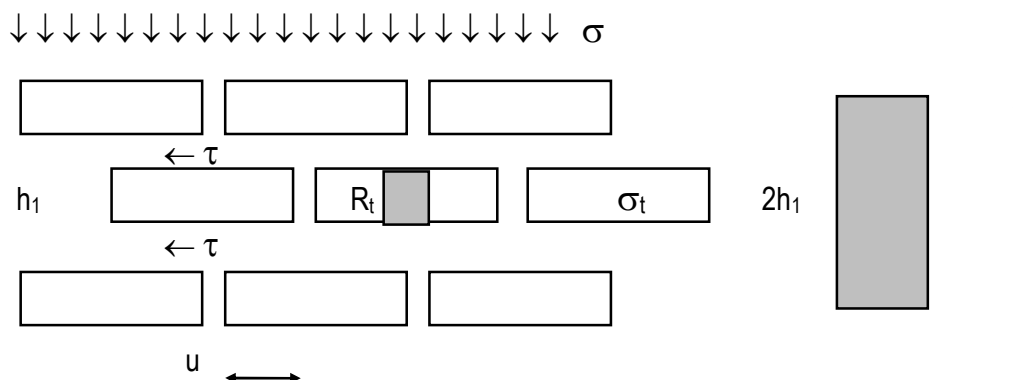
Habarcsba ágyazott vasalás vagy 150 mm-nél kisebb betonkeresztmetszet vagy falazóelemekkel körül nem fogott betonkitöltés esetén, amelyről a tervezés során feltételezhető, hogy az acélbetétet nem ágyazzák be, a tapadószilárdság f_{b0k} karakterisztikus értékét a 3.7. táblázat adja meg. Különleges vasalások – például előre gyártott fugavasalás – esetén a karakterisztikus tapadószilárdságot vizsgálatokkal kell megállapítani, vagy csak a hosszvasak tapadószilárdságát szabad figyelembe venni

	Habarcs	M5–M9	M10–M14	M15–M19	M20
Osztályozás	Beton	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 vagy magasabb
f_{b0k} sima felületű szénacél esetén (N/mm^2)		[0,7]	[1,2]	[1,4]	[1,5]
f_{b0k} bordázott felületű szén- és rozsdamentes acél esetén (N/mm^2)		[1,0]	[1,5]	[2,0]	[2,5]

A falazat tervezési szilárdsága a karakterisztikus szilárdság γ_M biztonsági tényezővel osztott értéke. A falazat tervezési szilárdsága:

$$\begin{aligned}
 &\text{– nyomás esetén} & f_d &= \frac{f_k}{\gamma_M} \\
 &\text{– nyírás esetén} & f_{vd} &= \frac{f_{vk}}{\gamma_M} \\
 &\text{– hajlítás esetén} & f_{xd} &= \frac{f_{xk}}{\gamma_M}
 \end{aligned}$$

A húzófeszültséget az átmenő hézagokra merőlegesen általában nem vehetjük figyelembe. Az átmenő hézagokkal párhuzamosan figyelembe vehető húzószilárdság a habarcs kohéziós és a falazóelem húzószilárdságától, valamint a hézagra merőlegesen működő normálfeszültségtől és μ súrlódási tényezőtől függ.



Régi falszerkezeteknél az anyagjellemzőket ellenőrizendő, helyszíni vizsgálatokat kell végeznünk. A vizsgálat a falazat két alkotóelemére terjed ki, úgymint a falazóhabarcsra és a falazóanyagra.

Falazóhabarcs:

EC szerinti meghatározás:

A falazóhabarcs lehet általános rendeltetésű, vékony rétegű és könnyű habarcs. A vékony rétegű habarcsot a falazott szerkezet 1-3 mm névleges vastagságú fekvőhézagjaiban szokás alkalmazni. A könnyű habarcsokat perlit, horzsakő, duzzasztott agyag, duzzasztott agyagpala és duzzasztott üveg adalékokból készítik. A habarcsokat vagy a tervezett nyomószilárdsági osztállyal – amelyet M betű és egy utána következő szám ad meg, ami a nyomószilárdság N/mm²-ben kifejezett értéke, például M5 – vagy a térfogatarányaik szerinti összetételükkel nevezik meg, például 1:1:5 cement:mész:homok. Általános rendeltetésű habarcsok minősége vasalatlan hézagokban nem lehet M1-nél, vasalt hézagok vagy feszített falazott szerkezetek esetén M5-nél alacsonyabb. Hegesztett előre gyártott vasalást tartalmazó hézagokba legalább M2,5 minőségű általános rendeltetésű habarcsot kell alkalmazni. A vékony rétegű habarcsok legalább M5 osztályúak legyenek. A falazott szerkezetben alkalmazott habarcs olyan tartós legyen, hogy az épület várható élettartamán belül képes legyen ellenállni a környezeti hatásoknak.

A falazóhabarcs vizsgálata az építés helyszínén:

Szemrevételezéssel, morzsolással, fúráspróbával lehet végezni. Kellő számú vizsgált elem esetén a figyelembe vehető értékek a következők:

H5	$\sigma_H = 0.05 \text{ N/mm}^2$	könnyen morzsolható világos színű könnyen fúrható
H10	$\sigma_H = 0.10 \text{ N/mm}^2$	nehezen morzsolható világos szürke színű nehezen fúrható
H30	$\sigma_H = 0.30 \text{ N/mm}^2$	nem morzsolható szürke színű kemény, alig fúrható

A falazóanyag vizsgálata az építés helyszínén:

A falazóanyag szilárdságát a felületi keménység alapján határozhatjuk meg. Ez lehet SCHMIDT kalapáccsal történő vizsgálat, helyszíni befúrási, karcolási próba, illetve magminta alapján laboratóriumi vizsgálat. A vizsgálatok alapján a falazóanyag minősítési szilárdságát kapjuk.

T50 $R_t = 0.5 \text{ kN/cm}^2$ felület 4-5 mm re benyomható

T70 $R_t = 0.7 \text{ kN/cm}^2$ felület 2-3 mm re benyomható

T100 $R_t = 1.0 \text{ kN/cm}^2$ felület 1-2 mm re benyomható

T140 $R_t = 1.4 \text{ kN/cm}^2$ felület csak karcolható

A vizsgálatot hegyes szerszámmal a felületre 45° szögben történő beszúrással kell végezni

Vasbeton szerkezetek: EUROCODE 2

Anyagjellemzők:

Szilárdsági jel	C16/20	C20/25	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
$f_{ck} [\text{N/mm}^2]$	16	20	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck, cube} [\text{N/mm}^2]$	20	25	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
$f_{cm} [\text{N/mm}^2]$	24	28	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
$f_{ctm} [\text{N/mm}^2]$	1,9	2,2	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ctk,0,05} [\text{N/mm}^2]$	1,3	1,5	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
$E_{cm} (\text{GPa})$	29	30	32	34	35	36	37	38	39	41	42	44
$\epsilon_{cu3} (\text{‰})$	3,5							3,1	2,9	2,7	2,6	2,6

Vasbeton szerkezetek megerősítése esetén a betonacél koracél spirál elemmel helyettesítendő, annak megfelelő anyagjellemzőt alkalmazva a számításban.

6. STATIKAI SZÁMÍTÁSOK:

A megerősített tartószerkezeti elemeknek a tervezési, teherbírasi, használhatósági követelményeket ki kell elégítenie. Meg kell felelnie az adott szerkezetfajtára vonatkozó érvényben lévő előírásoknak.

■ kiindulási adatok:

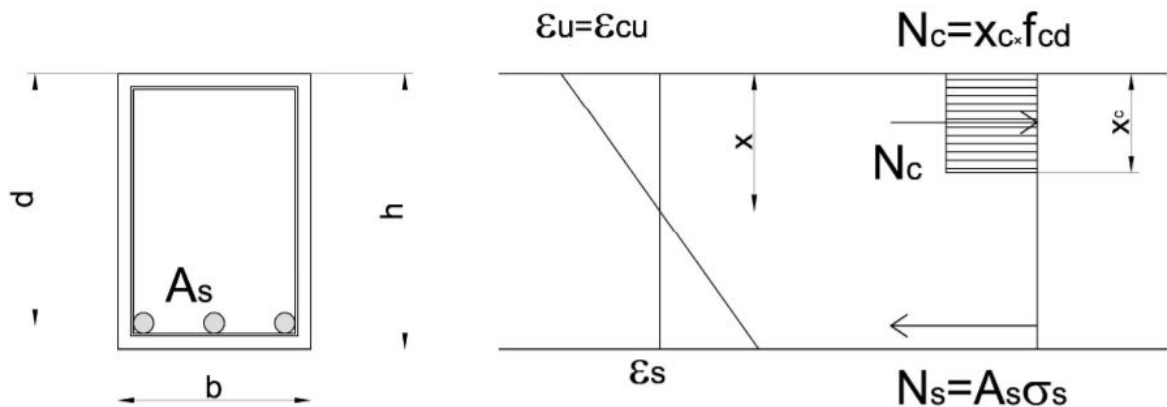
- statikai modell helyes felvétele
- terhelések (biztonsági tényezők)
 - rövid idejű terhek
 - tartós terhek
- méretek, keresztmetszetek
- anyagjellemzők

■ számítás:

- EC előírásait betartva meg kell határozni a belső erők egyensúlyát

- határfeszültség meghatározása
- megerősítés, spirál keresztmetszet számítása
- beépített elemek számítás szerinti kiosztása
- ellenőrzés

- általános elv: vasbeton szerkezetek 2 feszültségi állapot szerinti méretezése. Nincs húzott falazati öv



E_s = beépített acél rug. mod.

E_u = falazati anyag rug. mod.

Acél spirálok számításba figyelembevehető határerői:

TERMÉK	Húzóerő kN	Nyíróerő kN	Keresztmetszet mm ²
Ø6	7.2	6.0	8.0
Ø8	8.8	6.8	10.0
Ø10	10.7	7.8	13.0

$$F_h = 0.85 \times F_{\text{átl.}} \times 1.15 \quad F_h : \text{határerő}$$

$F_{\text{átl.}}$: a tönkrevő erők átlaga

A helyszíni vizsgálatok során spiráloknak az adott falazóanyagból történő kiszakítására tett mérésorozat erőátllaga ad tájékoztató értéket a falazat minősítési határerejére.

A megerősítések statikai számításait inhomogén szerkezetekre az adott szerkezetre irányuló mérésorozattal párhuzamosan kell alkalmazni. A terhek és a statikai váz helyes, az adott állapothoz leginkább közelítő felvétele a számítás pontosságát növeli. Bizonytalan szerkezet illetve teherátadások esetén egyéni mérlegeléssel nagyobb biztonsággal dolgozzunk.

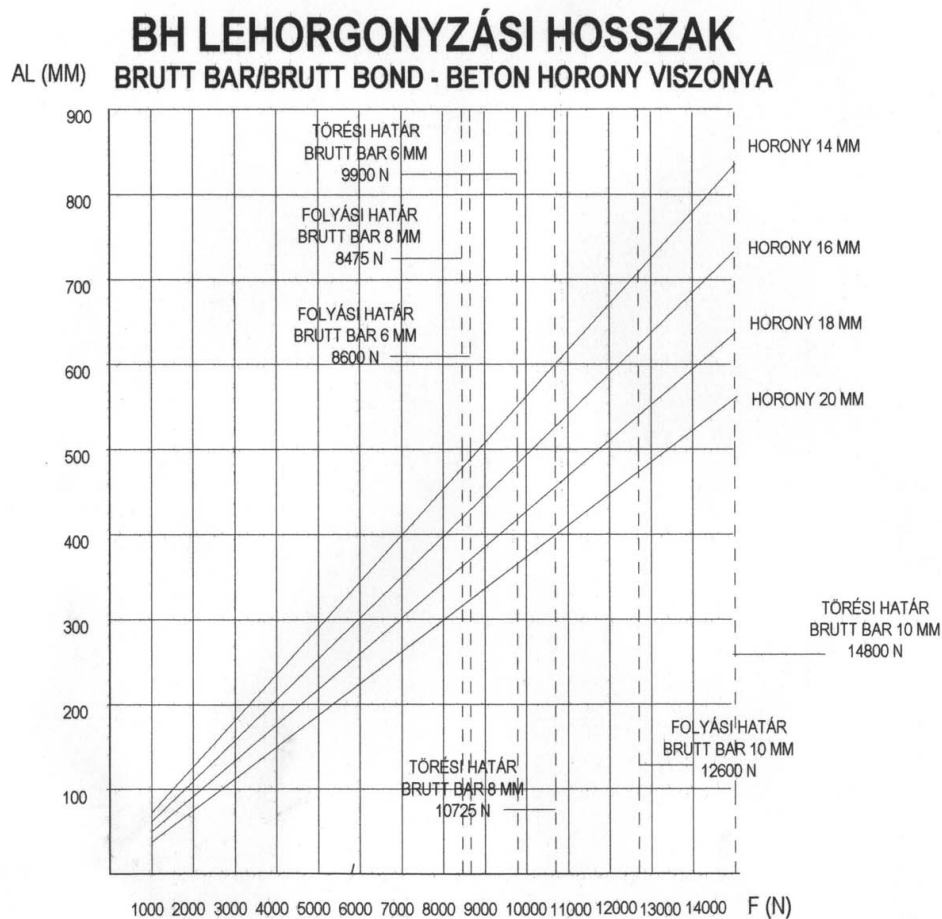
Lehorgonyzások:

A beépített spirálok injektáló habarccsal történő ragasztása esetén a megerősítés a falazattal együttműködik. A tapadófeszültség követi a nyíróerőábrát. A lehorgonyzási hosszak megállapítását

egyrészt a vasbeton szerkezetekben jól ismert képletek alapján lehet meghatározni, másrészt a minősítő intézetek által közzétett adatokat lehet adaptálni. Ez utóbbi esetben a helyszíni kihúzó vizsgálattal igazolni kell a helyesen adaptált vagy számított értéket.
)

AL lehorgonyzási hossz

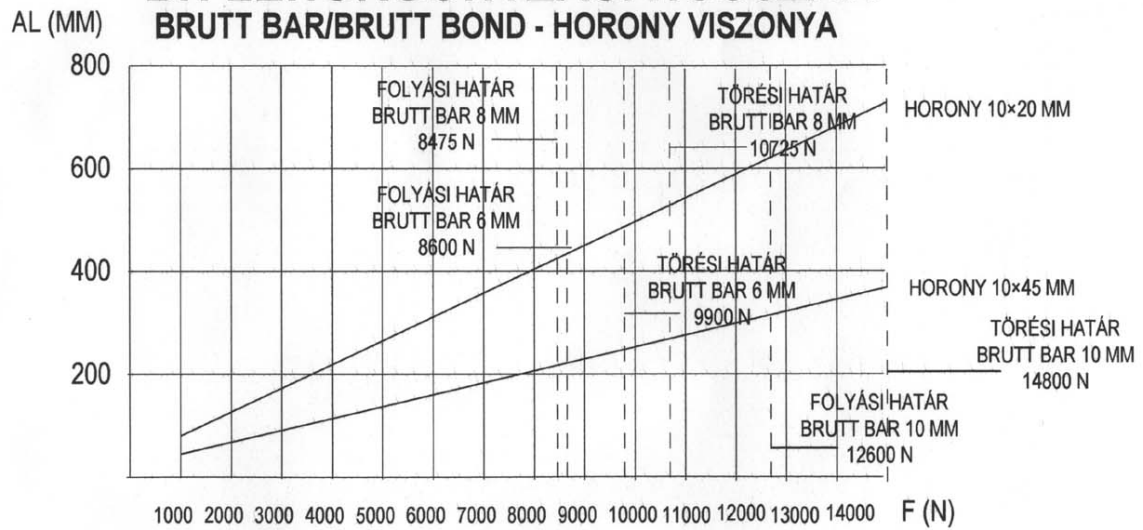
biztonsági tényezővel növelt lehorgonyzási hossz: $Alf = AL \times 1,20$



(Brutt Bar = Brutt Saver, Brutt Bond = Saver Powder)

BH LEHORGONYZÁSI HOSSZAK

BRUTT BAR/BRUTT BOND - HORONY VISZONYA

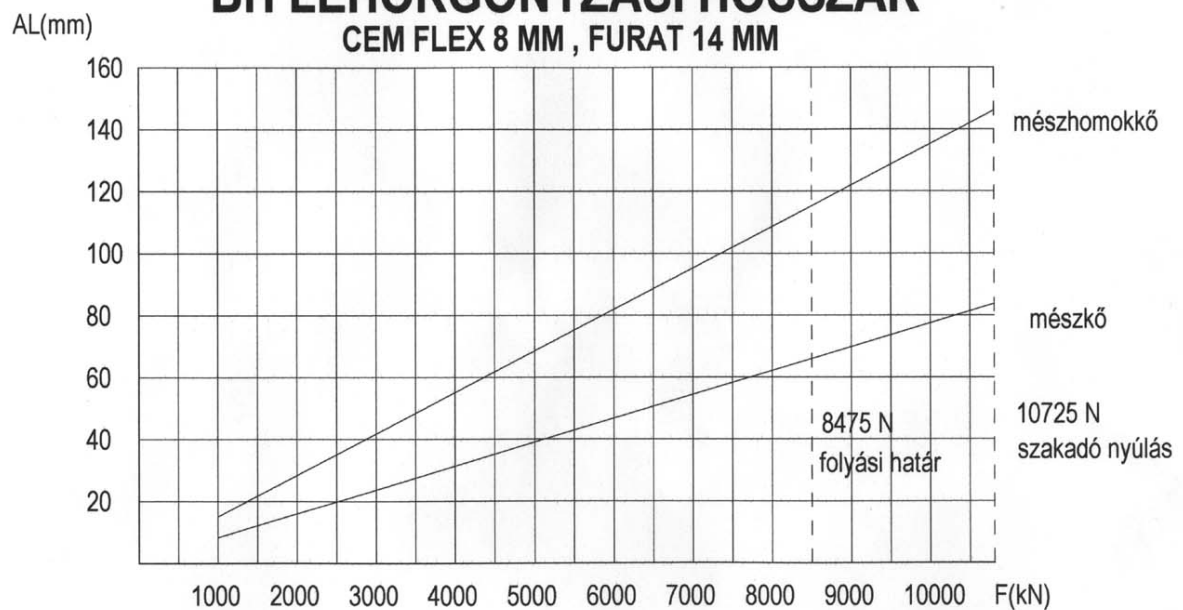


(Brutt Bar = Brutt Saver, Brutt Bond = Saver Powder)

CEM FLEX = SAVER PLUS

BH LEHORGONYZÁSI HOSSZAK

CEM FLEX 8 MM , FURAT 14 MM



7. A tervezési segédletben hivatkozott szaványok:

Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások

MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei

MSZ EN 1991-1-2:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-2. rész: Általános hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások

MSZ EN 1991-1-3:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-3. rész: Általános hatások. Hóteher

MSZ EN 1991-1-4:2007 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-4. rész: Általános hatások. Szélhatás

MSZ EN 1991-1-4:2005/A1:2011 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-4. rész: Általános hatások. Szélhatás

MSZ EN 1991-1-5:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-5. rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások

MSZ EN 1991-1-6:2007 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-6. rész: Általános hatások. Hatások a megvalósítás során

MSZ EN 1991-1-7:2015 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-7. rész: Általános hatások. Rendkívüli hatások

MSZ EN 1991-2:2006 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 2. rész: Hidak forgalmi terhei

MSZ EN 1991-3:2007 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 3. rész: Daruk és más gépek hatása

MSZE 21991-3:2008 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 3. rész: Daruk és más gépek hatásai (az MSZ EN 1991-3:2007 nemzeti melléklete)

MSZ EN 1991-4:2006 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 4. rész: Silók és tartályok(angol nyelvű)

MSZE 21991-4:2008 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 4. rész: Silók és tartályok (az MSZ EN 1991-4:2006 nemzeti melléklete)

Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése

MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1992-1-2:2013 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra

MSZ EN 1992-2:2009 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok

MSZ EN 1992-3:2011 *Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 3. rész: Folyadéktartályok és tárolószerkezetek*

Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése

MSZ EN 1996-1-1:2005+A1:2013 *Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 1-1. rész: Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok*

MSZ EN 1996-1-2:2013 *Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra*

MSZ EN 1996-2:2013 *Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 2. rész: Tervezés, a falazóanyagok és a megvalósítási mód megválasztása*

MSZ EN 1996-3:2013 *Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 3. rész: Vasalatlan falazott szerkezetek egyszerűsített méretezési módszerei*

Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre

MSZ EN 1998-1:2008 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok*

MSZ EN 1998-1:2004/A1:2013 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok*

MSZ EN 1998-2:2015 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 2. rész: Hidak*

MSZ EN 1998-3:2011 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 3. rész: Épületek értékelése és helyreállítása*

MSZ EN 1998-4:2007 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 4. rész: Silók, tartályok és csővezetékek (angol nyelvű)*

MSZ EN 1998-5:2009 *Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. 5. rész: Alapozások, megtámasztószerkezetek és geotechnikai szempontok*

MSZ EN 1998-6:2005 *Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése. 6. rész: Tornyak, árbocok, kémények (angol nyelvű)*