

Az új Eurocode szabványok változásai



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 151.**

Az új Eurocode szabványok változásai

**MMK FAP azonosító:
2025/212-TT**

Budapest, 2025. október

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozatának gondozásában, a 2025. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerkesztő:
Dr. Hegyi Dezső

Szerzők:
Dr. Armuth Miklós
Dr. Dunai László
Dr. Hegyi Dezső
Dr. Kovács Nauzika
Dr. Pluzsik Anikó
Dr. Sipos András
Dr. Vigh Gergely László

Lektorálta:
Dr. Sajtos István

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezető (Hegyi Dezső).....	7
2. A fő tartószerkezeti szabványváltozások ismertetése	12
2.1. Eurocode 0, A tartószerkezetek tervezésének alapjai (Sipos András)	13
2.1.1. A tervezés biztonsági szintjének megújult szintjei.....	13
2.1.2. A teherbírási határállapot igazolásának feltételei	14
2.1.3. A használati határállapot igazolásának feltételei.....	15
2.1.4. Meglévő szerkezetek megfelelőségének igazolása	15
2.2. Eurocode 1, A tartószerkezeteket érő hatások (Sipos András)	16
2.3. Betonszerkezetek tervezése (Pluzsik Anikó).....	18
2.3.1. A tervezés alapjai.....	19
2.3.2. Anyagok.....	19
2.3.3. Tartósság és betonfedés.....	20
2.3.4. Vizsgálatok teherbírási határállapotban	21
2.3.5. Vizsgálatok használhatósági határállapotban	24
2.3.6. Szerkezetek tervezése tűzhatásra.....	25
2.4. Eurocode 3, Acélszerkezetek tervezése (Dunai László).....	27
2.4.1. EN 1993-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.....	28
2.4.2. EN 1993-1-8: Csomópontok.....	28
2.4.3. EN 1993-1-2: Tervezés tűzhatásra	28
2.4.4. EN 1993-1-5: Lemezes szerkezetek	28
2.4.5. EN 1993-1-9: Fáradás	29
2.4.6. EN 1993-2: Acélhidak	29
2.4.7. EN 1993-1-13: Nagyméretű gerincáttöréseket tartalmazó gerendák	29
2.4.8. EN 1993-1-14: Végeselemes analízissel segített tervezés.....	30
2.5. Eurocode 4, Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése (Kovács Nauzika)	32
2.5.1. Anyagok.....	32
2.5.2. Szerkezeti kialakítások és méretezési módszerek.....	33
2.5.3. Nyírt kapcsolatok.....	35
2.6. Eurocode 5, Faszervezetek tervezése (Armuth Miklós)	36
2.6.1. Anyagok.....	37

2.6.2.	Szerkezet analízis	39
2.6.3.	Az anyag ellenállása	39
2.6.4.	A keresztmetszetek és szerkezeti elemek ellenállása.....	41
2.6.5.	Használhatósági határállapot.....	41
2.6.6.	Kapcsolatok	42
2.6.7.	Mellékletek.....	43
2.7.	Eurocode 6, Falazott szerkezetek tervezése (Sajtos István).....	47
2.7.1.	Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok	47
2.7.2.	Szerkezetek tervezése tűzhatásra	48
2.7.3.	Tervezési szempontok, a falazóanyagok és megvalósítási mód kiválasztása	48
2.7.4.	Vasalatlan falazott szerkezetek egyszerűsített méretezési módszerei....	49
2.8.	Eurocode 8, Tartószerkezetek tervezése földrengésre (Vigh Gergely László) 50	
2.8.1.	Az új Eurocode 8 felépítése	50
2.8.2.	Új szemlélet, fő elvek és új/kiegészített szabályok.....	50
2.8.3.	Módosított és kiegészített szabályok különböző szerkezet-típusokra.....	53
2.9.	Eurocode 9, Alumínium szerkezetek tervezése (Vigh Gergely László)	55
2.9.1.	EN 1999-1-1: Általános szerkezeti szabályok – a legnagyobb változások színtere 56	
2.9.2.	Az EN 1999-1-2 (Szerkezetek tervezése tűzhatásra) frissítése.....	59
2.9.3.	Az EN 1999-1-3 (Fáradásnak kitett szerkezetek) módosításai	59
2.9.4.	Az EN 1999-1-4 (Hidegen alakított szerkezeti lemezek) és EN 1999-1-5 (Héjszerkezetek) változásai	60
3.	Felhasznált irodalom	61

1. Bevezető (Hegyi Dezső)

Magyarországon 2010-ben lett végleg visszavonva a korábbi nemzeti kidolgozású Magyar Szabvány. A helyét akkor vette át a közös európai szabvány, amit a szakma röviden Eurocode-nak hív. Ugyan csak 2010-ben lett végleg visszavonva az MSz, de az Eurocode egyes részei folyamatosan bevezetésre kerültek a kétezres években. Az egyetemi oktatásban pedig már a kilencvenes évek végén szerepet kaptak egyes szabványrészek.

A szakzsargonban szokás megkülönböztetni a „Magyar Szabványt” és az „Eurocodot”, de valójában az Eurocode is magyar szabvány, hiszen annak létrehozásában aktív szerepet vállalt és vállal Magyarország is, és a Magyar Szabványügyi Testület az Európai Szabványügyi Szervezet (CEN) tagjaként és vele együttműködve jóvá is kell hagyjon minden szabványt. Az MSz EN jelölés (Magyar Szabvány Euro Norm) is arra utal, hogy ez a magyar szabvány, közös európai rendszerbe illesztve.

A közös európai szabványosítás jóval megelőzte az Eurocode bevezetését. A 70-es évek elején az akkori Közös Piac tagállamai kezdeményezésére, de egy jóval szélesebb körben, a KGST országok bevonásával elindult egy szabványosítási törekvés. Ma is túlmutat az Unió határain az Eurocode fejlesztése és alkalmazása. A közös szabványosításnak a célja az volt, hogy biztosítsa az országok között az építési termékek és szolgáltatások szabadabb áramlását, ami a teljes régiónak gazdasági előnyökkel szolgálhat. A 70-es évek végén jelent meg az első Model-Code, amely szabvány ajánlásokat tartalmazott. A CEN (European Committee for Standardization) fogja össze ezt a munkát.

A különböző országok különböző módszertanokkal és biztonsági szintekkel kezelték a tartószerkezeti kérdéseket. A keleti blokk országai (KGST országok) a nehezebb gazdasági körülmények között alacsonyabb biztonsági szintet használtak, és előnyben részesítették azokat a módszereket, amelyek takarékosabb tervezést tettek lehetővé. Az így szerzett tapasztalatok értékesnek bizonyultak az új, közös szabályozás kialakításában.

Ha az egykori Magyar Szabványt tekintjük, akkor számos haladó elem bevezetése jóval korábban megtörtént, mint az megjelent volna a nyugati előírásokban. Ilyen a vasbeton szerkezetek képlékeny méretezése (1971), vagy az acélszerkezetek részleges képlékenyedésének megengedése (1984). Az osztott biztonság elvét elsőként vezette be Magyarország még 1950-51-ben. A szocializmusban nehéz gazdasági környezetben kellett dolgoznia a magyar építőiparnak, ezért elvárás volt a szabványosítás fejlesztése során, hogy az újabb előírások ne eredményezzenek nagyobb anyagfelhasználást.

Mindeközben több nyugati országban még a kétezres években is rugalmas alapon terveztek, ami mai szemmel nézve pazarló. Az osztott biztonság helyett pedig a megengedett feszültség elvét használták, ahol minden biztonságot a teherbírás oldalán vettek figyelembe.

A Magyar Szabványban az anyag oldali biztonság általában 1,1 volt, a kis sűrűségű anyagoknál nőtt ez fel 1,2-1,3-ra. A hasznos és a meteorológiai teher biztonsága 1,2-1,4 között változott a teher jellegének függvényében. A rendkívüli hóteher 1,75-ös tényezővel szerepelt a régi MSz-ben, de a többi terhet is biztonsági tényezővel kellett összegezni vele. Azonban ezek a számok csak az anyag oldali biztonsággal együtt mondanak bármit. Az acél folyáshatárát (határfeszültségét) például csaknem 20%-kal alacsonyabb értékkel vette figyelembe a magyar szabvány az EC-hez képest, ami árnyalja a teher oldali biztonság spártai szigorúságát.

A 2010-es szabványváltás Magyarországon is sok változást hozott, de nem kellett „újratanulni” a tartószerkezet tervezést. A jelölések, elnevezések, egyes eljárások sokat változtak, de az alapelvek megmaradtak. Az osztott biztonság elve és a képlékeny méretezés (vasbeton, acél és falazat esetén) megmaradtak. A fő változások 2010-ben a következők voltak:

- nagyobb biztonsági szint;
- a teherkombinációk szofisztikált meghatározása;
- határállapotok ellenőrzése (teherbírasi és használhatósági határállapotok, valamint a tartóssági határállapot fogalmának bevezetése);
- a szerkezeti elemek és keresztmetszetek teherbírásának meghatározása a feszültségösszehasonlításra alapuló méretezés helyett;
- a képlékeny teherbírás kiterjesztése;
- földrengésvédelem.

A legnagyobb újdonság 2010-ben az EC8, azaz a földrengés szabvány bevezetése volt. Ugyan már korábban is volt jogszabályi kötelezettség a földrengésre való méretezésre, de „kötelező” szabvány híján ezt a vizsgálatot csak egyes különleges esetekben kellett elvégezni. A tartószerkezettervezők számára ezért az Eurocode bevezetésével a földrengés teherre való méretezés jelentette a legnagyobb új kihívást.

Az Eurocode bevezetése után néhány évvel, 2013-ban határozta el az Európai Közösség, hogy folytatja a szabványosítás folyamatát. Ez a folyamat persze sosem állt le, de ekkor határozott meg új irányokat a közösség. A következő feladatokat jelölték ki akkor:

- új szabványfejezetek bevezetése:

- üvegszerkezetek (CEN/TS 10);
- polimerszálas kompozitok (CEN/TS 11);
- textil membránok (CEN/TS 12);
- a napi használatban lévő számítások egyszerűsítése;
- a szabványfejezetek és szabványrészek bővítése (vertikális fejlesztés);
- a szabványfejezetek közötti összhang fejlesztése a teljesítményelvárások és a módszerek tekintetében (horizontális fejlesztés);
- meglévő szerkezetek vizsgálata, szerkezetek megerősítése;
- a nemzeti hatáskörben lévő tényezők számának csökkentése;
- harmonizáció az ISO szabványokkal
- jegesedés;
- hullámzások és áramlások hatása a tartószerkezetekre.

A kitűzött célok közül sok minden megvalósult, de nem minden. A három új, anyaghoz tartozó szabványfejezet előszabvány formában már megjelent. Az ISO-ból átvett hatások bekerültek a teherszabványba (EC1). A meglévő tartószerkezetek vizsgálata bekerült az alapelvekhez és a vasbeton szabványok fejezetébe (EC0 és EC2), de a többi szabványba még nem. Az egyszerűsítések és harmonizációk tekintetében majd a bevezetés időszakában tudunk pontosabb képet alkotni. Vannak biztató jelek, de nagyon nagy anyag feldolgozása áll előttünk: az új szabványok több ezer oldal terjedelemben jelennek meg.

Talán a fa szabvány bővülése a legnagyobb. Az 1955-ben megjelent első magyar faszabvány 26 oldal volt. Az EC5 első generációs szabványa 120 oldal, a második generációs EC5 pedig 430 oldal. Ez a nagyarányú növekedés annak köszönhető, hogy számos tartalmi elemmel bővült a fejezet, mely kérdések vizsgálatára korábban nem adott megoldást a szabvány.

Az elmúlt két évtizedben a számítógépek és a számítógépes számítási eljárások szerepe jelentősen nőtt a tartószerkezet tervezés területén. Ezt a változást követi a szabványosítás is, így az új szabványok részletesebben foglalkoznak a nemlineáris vizsgálatok alkalmazásának feltételeivel, a szükséges számítási lépésekkel, validációkkal, stb. Legrészletesebben az acél szabvány teszi ezt, ahol egy új alfejezetet kapott ez a téma (EC3-1-1-14), melynek megalkotásában Dr. Dunai Lászlónak és munkatársainak meghatározó szerepe volt.

A második generációs Eurocode szabványok sorra készülnek el, a jóváhagyási folyamat már 2021-ben elindult. Várhatóan 2026-ban szavazásra és jóváhagyásra kerül minden

szabványfejezet. A terv szerint 2028-ban lesz visszavonva az első generációs Eurocode, és onnantól a második generációs szabványokat kell majd használni.

Az átmeneti időszakban mindkét szabvány alkalmazása lehetséges, de egy-egy feladaton belül csak az egyik szabvány alkalmazható, hiszen csak így biztosítható a megfelelő biztonsági szint. A szabvány alapelvei nem változnak, ezért ez a kérdés nem olyan éles, mint amilyen 2010 előtt volt, de azért kellő gondosságot és odafigyelést igényel. A tervezőirodáknak újra kell gombolnia a napi rutinfeladatokat.

Az első generációs Eurocode szabványrendszer bevezetésekor a korábbi nemzeti szabványokhoz képest teljesen megváltozott a szabványkörnyezet. A biztonság figyelembevételének a módja, a teherbírás számítása, a jelölések, az eljárások stb. Akkor is újra kellett tanulni a méretezési módszereket, ha egy-egy helyen az alapelvek változatlanok maradtak.

A második generációs Eurocode bevezetése eredményez változásokat az első generációs szabványokhoz képest, de az alapelvek nem változnak, és a jelölések is túlnyomó részt megmaradnak.

Az alkalmazható eljárások száma bővül, ami lehetőségeket biztosít a korábban szabványos módszerekkel nem, vagy csak körülményesen vizsgálható szerkezetek méretezésére. Az új fejezetek lehetőséget adnak szabványos vizsgálatra olyan anyagok és szerkezetek esetén, ahol nem voltak szabványos eljárások, hanem a szakirodalomra és szakmai szabályokra, tapasztalatokra kellett hagyatkozni.

Számos eljárás megváltozik: egyes képletek egyszerűsödnek, mások bonyolódnak az aktuális kutatási eredmények alapján, megjelennek új vizsgálandó szempontok. Szerkesztési szabályok átalakulnak. Mindez szükségessé teszi az új szabvány részletes és alapos ismeretét.

A Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata célul tűzte ki, hogy a következő években segítséget nyújt a szakmagyakorlók számára az áttérésre az új szabványra. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem érintett tanszékei (Hidak és Szerkezetek Tanszék, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék) megkezdtek a korábbi segédanyagok felülvizsgálatát. Várhatóan a kamarai továbbképzés keretén belül lesznek majd tanfolyamok, melyek az áttérést segítik.

Az egyensúlyi egyenletek nem változtak a korábbi szabványosítások során sem. A fő konstrukciós elvekre ugyan hatással vannak a figyelembe veendő hatások, de az alapelv itt is változatlan: a szerkezetre jutó terheket a lehetőleg rövid úton le kell juttatni az alapozásra. A számítási módszerek fejlődnek és bonyolódnak idővel, de a

mostani változás kisebb és könnyebben követhető lesz az eggyel korábbinál. Arra kell számítanunk, hogy a jelenségeket pontosabban vagy egyszerűbben tudjuk majd kezelni, és a jelenségek szélesebb körére áll majd rendelkezésünkre szabványos eljárás.

2. A fő tartószerkezeti szabványváltozások ismertetése

A következő alfejezetekben végig vesszük a tartószerkezeti szabványok változásait. A geotechnikai szabvány (EC7) nem kerül be ebbe a kiadványba, mivel a Geotechnikai Tagozat külön anyagot készít a változásokról. Az újonnan szabványosított szerkezeti anyagok sem szerepelnek itt, hiszen ott még nem beszélhetünk változásokról. A szélesebb körben alkalmazott anyagokra koncentrálunk, így a következő szabványfejezetek változásai szerepelnek a jelen anyagban:

- **Eurocode 0**, A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- **Eurocode 1**, A tartószerkezeteket érő hatások
- **Eurocode 2**, Betonszerkezetek
- **Eurocode 3**, Acélszerkezetek
- **Eurocode 4**, Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek
- **Eurocode 5**, Faszerkezetek
- **Eurocode 6**, Falazott szerkezetek
- **Eurocode 8**, Tartószerkezetek tervezése földrengésre
- **Eurocode 9**, Alumínium szerkezetek

A kiadvány jellege és terjedelme miatt nem részletezzük az egyes változásokat képletszerűen, hiszen egy-egy szabványfejezet ilyen mélységű változásának bemutatása száz oldalas terjedelmű lenne külön-külön. A célunk az, hogy egy helyen összefoglaljuk, hogy hol, milyen változásokra kell számítani, hol kell keresni az új vagy megváltozott eljárásokat.

A második generációs szabványok jóváhagyási folyamata még zajlik. Nem minden szabványrész lett mostanáig véglegesítve. A munka lényegi része már elkészült, de kisebb módosítások, pontosítások és hibajavítások vannak még folyamatban. Várhatóan 2026-ban zárul le ez a folyamat. Azonban 2028-ra át is kell állni az új szabvány alkalmazására. Ezért időszerű most elkezdni az újdonságok megismerését és elsajátítását. Ezért is készül el ez a kiadvány most ebben a formában.

A következő két évben várhatóan készülnek új kiadványok és továbbképzések a témában a gördülékeny átállás érdekében.

2.1. Eurocode 0, A tartószerkezetek tervezésének alapjai (Sipos András)

Az Eurocode szabványsorozat alapjait az EN1990:2002 szabvány és mellékletei (a továbbiakban: Eurocode 0, EC0) tartalmazták. Az első és a második generációs szabvány felépítésének összehasonlítását az 3.1.1. táblázat tartalmazza. A kötelező (normatív), és a tájékoztató (informatív) mellékletek száma nőtt, új elemként a hidakra vonatkozó két új melléklet is helyet kapott a szabványban.

1. Generációs EC0 (EN1990:2002 és korrekciói)	2. Generációs EC0 (EN1990:2024)	
A szabvány fő szövege	A szabvány fő szövege	normatív előírások
Annex A1 – épületek	Annex A1 – épületek	
Annex A2 – hidak	Annex A2 – hidak	
	Annex A3 – tornyok, árbócok,...	
	Annex A4 – silók és tartályok	
	Annex A5 – daruk	
	Annex A6 – tengerparti szerkezetek	tájékoztató
Annex B – műszaki irányítás...	Annex B – műszaki irányítás...	
Annex C – megbízhatósági méretezés	Annex C – megbízhatósági méretezés	
Annex D – kísérlet alapú tervezés	Annex D – kísérlet alapú tervezés	
	Annex E – robosztusság	
	Annex F – esővíz áramlás ...	híd
	Annex G – hídsaruk tervezése	
	Annex H – gyalogoshidak rezgései	

3.1.1. táblázat – az Eurocode 0 első és második generációjának felépítése

Az EC0 kapcsán fontos megemlíteni, hogy a szabványosítási folyamat menetrendje szerint az új és a meglévő szerkezetekre vonatkozó alapvetések a közeljövőben külön részekbe kerülnek majd. Ezek rendre az EN1990-1 és EN1990-2 jelölést fogják viselni. Az itt ismertetésre kerülő változások az EN1990-1 szabványban fognak szerepelni. Az alábbiakban a magasépítésre vonatkozó fontosabb változásokat mutatjuk be.

2.1.1. A tervezés biztonsági szintjének megújult szintjei

A **kárhányad szerinti osztályok** (Consequence Class) száma nőtt, a korábbi CC1-CC3 jelű osztályok megtartása mellett. A változásokat az 3.12. táblázat tartalmazza. A szöveg felhívja a figyelmet arra, hogy az Eurocode szabványok előírásai továbbra is a CC1-CC3 osztályokra vonatkoznak teljeskörűen, a CC4 osztály esetében a szerkezeti méretezés mélysége meghaladja az EC kereteit. A CC0 osztály esetében akár az EC, vagy más előírások alkalmazhatóak. Megjegyzendő, hogy a korábbi szabvány parciális tényezőket módosító K_{FI} szorzójának jele az új szabványban k_F lett, a kárhányad

szerinti osztályokhoz rendelt értéke változatlan. A kárhányad szerinti osztályhoz tartozó terv- és helyszíni ellenőrzésre vonatkozó előírások kis mértékben, elsősorban az ellenőrzési szintek elnevezésében módosultak.

Kárhányad szerinti osztály	a következmények indikatív kockázata	
	emberélet elvesztése, vagy személyi sérülés	gazdasági, társadalmi, vagy környezeti következmény
CC4 – legmagasabb	kiemelkedően magas	hatalmas
CC3 – magas	magas	jelentős
CC2 – normális	átlagos	érdeemi
CC1 – alacsony	alacsony	kicsiny
CC0 - legalacsonyabb	nagyon alacsony	elhanyagolható
A kárhányad szerinti osztályt a két kockázati oszlop közül az adott szerkezetre veszélyesebb besorolást adó alapján kell felvenni.		

3.1.2. táblázat – *Kárhányad szerinti osztálybasorolás*

A **robosztusság** (robustness) fogalma összetettebb definíciót kapott. A szabvány megjegyzi, hogy a szerkezetek többsége esetén az EC előírásainak betartása elegendő robosztusságot biztosít. Azonban hivatali, vagy beruházói igény esetén a robosztusság növelhető, ennek módjáról az Annex E melléklet ad (új) előírásokat.

Új elemként jelenik meg, hogy a tervezésnek ki kell terjednie a **fenntarthatóság** (sustainability) területére is. Ennek keretében a szerkezet élettartama folyamán nem megújuló erőforrások használatát, amennyire lehet, korlátozni szükséges. Ezen követelménnyel kapcsolatban Nemzeti Melléklet további előírásokat határozhat meg.

2.1.2. A teherbírási határállapot igazolásának feltételei

A teherbírási határállapot definíciója és félvalószínűségi megközelítése nem változik, ahogy a teheroldali parciális biztonsági tényezők is változatlanok. A lehetséges vizsgálatokat az új generációs szabvány **vizsgálati esetnek** (verification case, VC) nevezi, és négy különböző esetet különböztet meg:

- **VC1 vizsgálati eset:** a szilárdsági és alaki stabilitási ellenőrzés (tartószerkezeti és geotechnikai vizsgálatok). Megfelel a korábbi STR vizsgálatnak.
- **VC2 vizsgálati eset:** egyensúly és felúszás ellenőrzése. Megfelel a korábbi STR+EQU kombinált vizsgálatnak.
- **VC3 vizsgálati eset:** geotechnikai méretezés, pl.: lejtők, támfalak, stb.
- **VC4 vizsgálati eset:** geotechnikai méretezés, pl.: keresztirányban terhelt cölöpök. Részleteiről az EC7 rendelkezik.

A fenti összefoglalóból a tartószerkezet-tervező számára legfontosabb változás, hogy a korábbi, helyzeti állékonyság elkülönített ellenőrzése (EQU vizsgálat) már nem része a szabványnak.

Továbbá, a **feszítőerőre** vonatkozó (kedvező és kedvezőtlen helyzethez tartozó) parciális biztonsági tényezők egységes definíciója megszűnt, azt az új generációs szabványban az egyes anyagszabványok tartalmazzák.

2.1.3. A használati határállapot igazolásának feltételei

A használhatósági vizsgálatok köre megegyezik az eddig megszokottal. A **függőleges lehajlás** – szerkezeti anyagtól független – korlátjára az új szabvány a hazai gyakorlatnak megfelelő határértékeket javasol, amit a Nemzeti Melléklet felülírhat.

Érdemes megemlíteni, hogy a használhatósági vizsgálatok körébe tartozik az **alapozás mozgásának korlátozása**. Ezen körben lényeges a süllyedés különbség (az alapozás maximális és minimális süllyedésének eltérése), a dőlésszög (az épület függőleges tengelyének eltérése az alapozás mozgása miatt) és a relatív elfordulás (az alapozás tengelyének maximális szögtörése) korlátozása. Ezen vizsgálat követelményeit az EC0 és EC7 együttesen határozzák meg.

2.1.4. Meglévő szerkezetek megfelelőségének igazolása

A teljesség kedvéért itt a bevezetés alatt lévő EN1990-2 szabvány néhány előírását foglaljuk össze. Az EN1990-2 alkalmazandó minden olyan esetben, ahol meglévő szerkezet tartószerkezetét érintő beavatkozás történik. Így az alkalmazandó terv- és helyszíni ellenőrzésekkel kapcsolatos elvárások is ebben a szabványrészben kapnak helyet. Fontos kiemelni, hogy a meglévő szerkezettel szemben támasztott követelmények eltérhetnek az új szerkezetekre vonatkozó követelményektől. Ennek részleteit a Nemzeti Mellékletben lehet előírni.

A követelmények teljesülését számítási eljárással a parciális biztonsági tényezők alkalmazásával, azt szükség esetén megbízhatósági méretezési eljárással és/vagy kockázatelemzéssel történő kiegészítéssel lehet igazolni.

Az EN1990-2 a tartószerkezet állapotának függvényében különböző **beavatkozási lépéseket** (intervention) azonosít, beleértve a szerkezet megerősítésének, illetve adott esetben bontásának előírását. Ez alapján a tartószerkezeti szakvélemények készítésére is kiterjed.

2.2. Eurocode 1, A tartószerkezeteket érő hatások (Sipos András)

Az Eurocode 1 a szerkezeteket érő hatások felvételét tárgyalja (kivéve a földrengési hatást, amit továbbra is az Eurocode 8 ismertet). Az első generációhoz képest két új (az ISO szabványokon alapuló) rész jelent meg:

- EN-1991-1-8: Hullámozás és áramlás hatása a partmenti szerkezetekre
- EN-1991-1-9: Légköri jegesedés

Ugyanakkor az állandó és hasznos terheket tartalmazó EN-1991-1 korábbi B melléklete (Parkolóházak mellvédjei) eltávolításra került. A mellékletek továbbra is tájékoztató jellegűek. A magasépítési gyakorlat szempontjából fontosabb változásokat soroljuk fel.

A födémek és tetők **függőleges hasznos terhei** közé új, G2 jelű kategória került bevezetésre a nehézgépjárművel járható födémekre, amennyiben a jármű összsúlya a 160kN-t meghaladja. Hasonlóan bővült a helikopter leszállóhely teherfelvételéhez használt osztályok köre: az új, HC3 helikopter osztály 6000 és 12000 kg felszállási tömegű járművekre vonatkozik. A mellvédek és korlátok **vízszintes irányú hasznos terhelését** egy táblázatban foglalták össze.

A **hasznos teher értékét csökkentő tényezőket** leíró képletek módosultak, a továbbiakban nem függenek a ψ_0 egyidejűségi tényezőtől. A födémterület szerinti (födémek és gerendák tervezéséhez használt) α_A tényező a négyzetméterben adott A terület esetén a következő:

$$\alpha_A = 0,5 + 10/A \leq 1,0.$$

A szintszám szerinti (oszlopok, pillérek, falak tervezéséhez használt) α_n csökkentő tényező pedig:

$$\alpha_n = \min \left\{ 0,7 + \frac{0,6}{n}; 1,0 \right\},$$

ahol n a vizsgált oszlopot vagy falat terhelő, azonos használati osztályba tartozó szintek száma.

A **tűzterhelés** (EN-1991-1-2) tekintetében a η_{fi} csökkentő tényező felvételét egyszerűsített képlet és diagram segíti. A $q_{f,d}$ tűzteher tervezési értékének meghatározásakor egy új csökkentő tényező (δ_n) segítségével az aktív tűzvédelem eszközei (pl.: sprinkler rendszer) számításba vehetőek. A faszerkezetek tűzterhelése vonatkozásában új melléklet készült (Annex H).

A **hóther** számítása (EN-1991-1-3) az európai klimatikus viszonyokat jobban közelítő modellek alapján pontosításra került. Például a szél hatását figyelembe vevő C_e tereptényező felvétele változott nagy mértékben. Új tetőformák beemelése mellett a szabvány a lokális hatás számítására is új módszert ad. Lapos tetők esetén a tető méretének hatását mostantól figyelembe kell venni, továbbá befolyásolják a hőteher értékét a tetőn elhelyezett (dőntött) napelemek is. Magasabb szerkezetekhez csatlakozó tetőkön bekövetkező hófelhalmozódás számítása megújításra került.

A **szélteher** esetében (EN-1991-1-4) a szabvány alkalmazhatósági határa 300 méterre nőtt (korábban 200 méter volt a maximális szerekezetmagasság). Ennek megfelelően a szélességet és a turbulencia intenzitását 300 méter felszín feletti magasságig közlik. A szélteher meghatározásához használt c_s és c_a szerkezeti tényezők összevonásra kerültek. Az erőtényezők és a külső nyomási tényezők köre jelentősen bővült azzal a céllal, hogy a jellemző épületalakok mindegyike megjelenjen a szabványban. Ezen tényezők három új mellékletben (Annex C, D és E) kaptak helyet. Ugyanitt megjelent a légköri jegesedés hatásának számszerűsítése a szélteher értékére. Az EC3-ból a J mellékletbe került az acél rácsostartó tornyok szélterhelésének felvétele. A szintén új K, L és M mellékletek információt adnak a szélcsatornás mérési eredmények alkalmazásával kapcsolatban, a meteorológiai adatok közvetlen felhasználásáról és a szélhatás valószínűségi modelljeiről.

A **hőterheléssel** foglalkozó részben (EN-1991-1-5) a definíciók pontosításán túl a hídszerkezetekre vonatkozó előírások módosultak kis mértékben.

Az **építés közbeni hatásokra** (EN-1991-1-6) és a **rendkívüli terhekre** (EN-1991-1-7) vonatkozó előírások kismértékben módosultak, beleértve az építés során figyelembe veendő jelenségeket (imperfekció, dinamikus hatások, stb.).

A szabvány két új része közül a **légköri jegesedéssel** foglalkozó (EN-1991-1-9) relevánsabb Magyarországon. A légköri jegesedés okozta terhelést a jegesedési osztály (Ice Class, IC) alapján lehet megbecsülni. Mind a jég karakterisztikus tömegére, mind a vékony szelvényeken fellépő jég karakterisztikus vastagságára számszerű értékeket tartalmaz a szabvány.

Az EC1 további részei a magasépítés számára kevésbé relevánsak, azonban általánosságban elmondható, hogy a változtatások elsősorban a szöveg logikusabb elrendezésére, a definíciók pontosítására és a szabvány többi részével történő harmonizálásra irányulnak.

2.3. Betonszerkezetek tervezése (Pluzsik Anikó)

A betonszerkezetekre vonatkozó szabványfejezet 1-1. részének címe: Épületekre, hidakra és egyéb mérnöki létesítményekre vonatkozó általános és további szabályok. A betonszerkezetek szabvány 1-2. részének címe: Szerkezetek tervezése tűzhatásra.

Fontos változásra utal az 1-1. rész eredeti címének módosítása, amely rögzíti, hogy az **épületek** mellett ez a szabvány már a **hidakra és egyéb mérnöki létesítményekre** is vonatkozik. Az eddig külön szabványban rögzített hidakra vonatkozó specifikus rendelkezések ezen szabványrész mellékletében kapnak helyet (K melléklet). Ebbe a szabványrészbe kerülnek integrálásra a gátakra és folyadéktároló szerkezetekre érvényes szabályok is (D és H mellékletek).

Az új szabvány alapvető rendezési elve, hogy az általános, rendszeresen használt rendelkezések kapnak helyet a fő rész 4-14 szakaszában, ezt egészíti ki az előző szabványhoz képest jelentősen kibővített melléklet speciális elemekre, anyagokra, illetve speciális témákra, alternatív, pontosabb számítási módszerekre, ritkább használatra vonatkoztatva. Az első generációs EC2 szabvány fő szövegének 184 oldala 243 oldalra bővült, az eredetileg 42 oldalas függelék az új generációs szabványrészben 159 oldal. A teljes, tartószerkezeti méretezésre vonatkozó szabvány így most csaknem 400 oldalra bővült a korábbi 226 oldalról.

Fizikai modelleken alapuló egyszerűsített módszerek találhatóak a főszövegben, a mellékletekben opcionálisan alkalmazható részletesebb, pontosabb (a főszöveg egyszerűsített eljárásainak alternatívájaként használható) számítási módszerek kaptak helyet:

- **nem-lineáris számítás**i módszer (F melléklet),
- **membrán-, héj és lemezelemek** számítási módszere (G melléklet),
- **fáradás** (egyszerűsített ellenőrzése 10. szakaszban található, a részletes ellenőrzés az E mellékletben),
- **másodrendű hatások** egyszerűsített figyelembevétele (O melléklet),
- alternatív módszer a **tartósság** biztosítására (P melléklet),
- **repedéstágasság** egyszerűsített ellenőrzése (S melléklet).

A főszöveg rendelkezései új szerkezetekre érvényesek, a melléklet tartalmazza a meglévő szerkezetekre vonatkozó kiegészítéseket (I melléklet).

A szabvány melléklete a régi Eurocode-ban szereplő témákon felül kiegészül még a következő speciális szerkezetek és anyagok tárgyalásával:

- **meglévő szerkezetek megerősítése CFRP**-vel (J melléklet),
- **acél szálerősítésű betonok** (L melléklet),
- **rozsdamentes acélbetét** erősítés (Q melléklet),
- **FRP megerősítés** (R melléklet),
- **könnyű adalékanyagos betonszerkezetek** (a főszövegből az M mellékletbe került),
- **újrahasznosított adalékanyagos betonszerkezetek** (N melléklet).

A szabványt kiegészítő Nemzeti Melléklet az új szabványhoz még nem elérhető, ennek hiányában bizonyos paraméterek értéke jelenleg nem meghatározható.

A betonszerkezetek szabványban található új összefüggések, módszerek elméleti megalapozása a kiterjedt háttérdokumentumokban található.

Jelen összefoglalóban a főszövegben található legfontosabb változásokra térünk ki az érintett szakaszok sorrendjében.

2.3.1. A tervezés alapjai

Ebben a szakaszban a tervezés alapjául szolgáló általános rendelkezések találhatóak. Az összes, anyagra vonatkozó parciális tényezőt két táblázatban találjuk meg (4.1 és 4.2 táblázatok, feszítésre vonatkozó biztonsági tényezők és általános eset).

Újdonság, hogy a nyírásvizsgálathoz külön biztonsági tényezőt ír elő a szabvány. Nyírási vasalás nélküli tartók nyírási és átszúródási vizsgálatánál tartós és ideiglenes tervezési helyzetben $\gamma_v=1,4$, rendkívüli tervezési helyzetben $\gamma_v=1,15$ értékkel számítható a beton tervezési szilárdsága.

2.3.2. Anyagok

Az anyagjellemzőkre vonatkozó rendelkezések változása a fenntarthatósági szempontok figyelembevételét célozza. A **beton szilárdságának** meghatározásához a 28 napos referenciakor akár 91 napra is emelhető, így például jobban kihasználhatóak a lassan szilárduló betonok („zöld betonok”) lehetőségei.

A szabványban rögzített beton szilárdsági osztályok C100-ig növekedtek (5.1 táblázat), a betonacélok B700-ig (5.4 táblázat).

A betonszilárdság f_{cd} tervezési értékének szabványos meghatározása a következő képlettel történik: $f_{cd} = \eta_{cc} \cdot \frac{k_{tc} f_{ck}}{\gamma_c}$ (5.3 egyenlet), ahol η_{cc} a beépített beton és a próbatest szilárdsága közti eltérést, a k_{tc} pedig a teher tartósságát és a teherfelhordás idejét veszi figyelembe. Az η_{cc} és k_{tc} paraméterek meghatározását a szabvány 5.1.6

szakaszának (1) bekezdése tartalmazza. Hasonlóan a teher tartóssága és a teherfelhordás ideje szerinti k_{tt} paraméter módosítja a húzószilárdság tervezési értékét is (5.5 egyenlet).

Az **időben lejátszódó lassú alakváltozások** figyelembevétele is más módon történik az újgenerációs szabványban. A kúszási alakváltozás értéke általánosságban nagyobbra adódik az előző szabványhoz képest. Az idő előrehaladtával a kúszás a végtelenig növekszik a szabvány 5.2 képlete szerint: $\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \varphi(t, t_0) \cdot (\sigma_c / E_{c,28})$. A képletben az érintőmodulus $E_{c,28}$ továbbra is $1,05E_{cm}$ -re vehető. Az alfejezet táblázatos formában megadja a $\varphi(50y, t_0)$ kúszási tényező értékét normál betonra kvázi állandó teherkombináció esetén (5.2 táblázat). Szintén táblázatos formában megtalálható a fejezetben a zsugorodási alakváltozás ($\varepsilon_{cs,50y}$) értéke normál betonra 50 év esetén (5.3 táblázat). Ha a tervezési élettartam nagyobb, mint 50 év, vagy nagy pontosságú számítás szükséges, a tényezők értékét a B melléklet szerint kell számítani. A B mellékletben leírt modell, a kúszás nemlineáris időbeli lefolyásának figyelembevétele, illetve a zsugorodási alakváltozás pontos meghatározása eltér a jelenlegi szabványtól.

A szabvány Anyagok című 5. szakasza az általánosan használt anyagokkal történő tervezéshez szükséges anyagtulajdonságokat adja meg. Más, ritkábban használt anyagok tulajdonságait a külön mellékletek tartalmazzák (felsorolás a fejezet elején).

2.3.3. Tartósság és betonfedés

A betonok tartósságának biztosítása kiemelt célként jelenik meg a második generációs szabványban. A tartósság értékelésére bevezetésre kerül a **környezeti ellenállás** koncepciója, amely mind a gyakori/jól ismert, mind az új, kevés tapasztalattal rendelkező betonokra („zöld betonok”) alkalmazható környezeti ellenállás osztályokat (Exposure Resistance Classes) definiál. Az XRC és XRDS osztályok a karbonátosodás és kloridbehatolás relatív mértékében $((\text{mm}/\text{év})^{1/2})$ különböznek. Az új, teljesítményalapú megfelelés feltétele, hogy adott környezeti hatás mértéke ne legyen nagyobb, mint a vizsgált elem környezeti ellenállása.

A minimális **betonfedés** mértékét a szabvány 6. fejezete táblázatos formában adja meg a tervezési élettartam, a környezeti osztály és a környezeti ellenállási osztály függvényében (6.3 és 6.4 táblázat). A betonfedést módosító paraméterek lehetséges értékeit, különleges körülmények figyelembevételének széles lehetőségét a szabványszakasz tartalmazza. A tényezők szabványban adott értékét a szabvány Nemzeti Függeléke megváltoztathatja.

A szabvány P mellékletében a **környezeti ellenállás** osztályok használata nélküli alternatív módszer található a minimális betonszilárdság és betonfedés meghatározására a tartóssági követelmények kielégítéséhez.

2.3.4. Vizsgálatok teherbírési határállapotban

Külpontos nyomás vizsgálata esetén az alapfeltételezések közül kikerül az a korlát, amely a nyomott betonzóna fajlagos összenyomódását ε_{c2} - ben korlátozza. A keresztmetszet teherbírása akkor tekinthető kimerültnek, ha a keresztmetszet valamely pontjában a beton összenyomódása eléri ε_{cu} -t. A valóságban egy keresztmetszet úgy is tönkremehet (nagyon alacsony vashányad esetében), hogy a keresztmetszetben sehol sem éri el az összenyomódás ε_{cu} -t (3,5‰-et), de az acél eléri a szakadó nyúlását. A második generációs Eurocode – ha az acélok felkeményedését nem vesszük figyelembe – megengedi, hogy az acélok szakadását ne vizsgáljuk, és így a külpontosa nyomott keresztmetszetek teherbírásának számítása során csak olyan ε ábrák jöhetnek létre, amelyek legalább egy pontjában $\varepsilon = \varepsilon_{cu} = 3,5\text{‰}$. Ez az egyszerűsítés lényegében nem befolyásolja a keresztmetszetek számított teherbírását.

A **többtengelyű feszültségállapot**ban lévő beton (megtámasztott beton) figyelembevehető szilárdságnövekménye is változik (Δf_{cd} , a 8.1.4 fejezet 8.9 és 8.10 egyenlete szerint). Az új számítás nagyobb szilárdságnövekedést eredményez. A növekményt befolyásolja a nyomott betonzóna geometriája és a megerősítés típusa is a 8.15 egyenlet szerint: $f_{cd,c} = f_{cd} + k_{conf,b} \cdot k_{conf,s} \cdot \Delta f_{cd}$, ahol $k_{conf,b}$ és $k_{conf,s}$ lehetséges értékeit a 8.1 táblázat tartalmazza.

Nyírásvizsgálatnál a többi igénybevételtípustól eltérően a vizsgálatot ezentúl feszültségösszehasonlítással (és nem igénybevétel összehasonlítással) kell végezni. A nyíróerőből származó átlagos nyírófeszültség a keresztmetszetben gerendák esetén a $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{b_w \cdot z}$, lemezek esetén a $\tau_{Ed} = \frac{v_{Ed}}{z}$ képlettel számítható (8.18 és 8.19 képletek), ahol b_w a keresztmetszet szélessége, z pedig a belső erők karja.

Részletes nyírásvizsgálatot az új szabályozás szerint nem kell végezni, ha az átlagos nyírófeszültség kisebb, mint $\tau_{Rdc,min} = \frac{11}{\gamma_v} \sqrt{\frac{f_{ck} d_{dg}}{f_{yd} d}}$ (8.20 egyenlet), ahol $\gamma_v = 1,4$, d a hatékony magasság, d_{dg} tényező pedig az adalékanyag szemnagyságából számítandó a szabvány 8.2.1 fejezetének (4)-es bekezdése szerint. A képletbe f_{ck} és f_{yd} feszültségeket N/mm²-ben kell behelyettesíteni.

A beton nyírási teherbírása (τ_{Rdc}) az új szabvány szerint nem a beton húzószilárdságától függ, hanem a nyomószilárdságtól, az effektív húzott acélmennyiségtől és a maximális szemnagyságtól. A τ_{Rdc} meghatározásául szolgáló

képlet a szabvány 8.2.2 szakaszában a 8.27 egyenlettel adott, biztonság javára szóló közelítésként használhatjuk a $\tau_{Rd,c} \approx \tau_{Rdc,min}$ képletet.

A tartó hossza mentén a nyírófeszültségek burkolására vonatkozó szabályok kismértékben változnak:

- csak méretezett nyírási vasalást nem tartalmazó tartók esetére engedi az új Eurocode szabvány a nyíróerő ellenőrzésének elhagyását a támasz szélétől mért d távolságon belül,
- folytonos nyíróerőeloszlás esetén a szükséges nyírási vasalás mennyiségét bármely $l = z \cdot \cot\theta$ hossznövekményben elegendő a növekményben szereplő legkisebb V_{Ed} érték szerint meghatározni (kivéve víz- vagy gáznyomás esetén).

Csavarás esetén szintén feszültségösszehasonlítással kell az új szabvány szerint a keresztmetszet méretezését elvégezni (szabvány 8.3 fejezete). A szabvány nem adja meg a vasalás nélküli beton csavarási ellenállását, mindenképpen méretezett csavarási vasalással kell felvenni a csavarási igénybevételt.

Pontokon megtámasztott síklemez földemek átszúródása esetén a lényegi változások a következők (szabvány 8.4 fejezete):

- változik a nyírófeszültségek nem egyenletes eloszlását figyelembe vevő β tényező számítására szolgáló képlet,
- az első ellenőrzési kerületet a feltámaszkodás szélétől $0,5d$ -re (!) kell felvenni,
- a szabványban a nyíráshoz definiált $R_{dc, min}$ érték átszúródási ellenőrzésnél is használható, ennél kisebb átlagos nyírófeszültség esetén az átszúródási ellenőrzést nem kell elvégezni,
- míg $\tau_{Rd,c}$ meghatározása a nyíráshoz hasonló módszerrel történik, a ferde betondúcok ellenállása jelentősen eltér a nyírásvizsgálatban adott képlettől: $\tau_{Rd,max} = \eta_{sys} \tau_{Rd,c}$, ahol η_{sys} együttható értékét a különböző vasalás típusok esetére a szabvány 8.4.4 fejezetének (5) bekezdése tartalmazza, értéke a Nemzeti Melléklet szerint módosítható,
- Méretezett átszúródási vasalás esetén kedvezően változik a beton és a vasalás által felvehető nyírófeszültség összegzésének módja (7.104 egyenlet): $\tau_{Rd,cs} = \eta_c \cdot \tau_{Rd,c} + \eta_s \cdot \rho_w \cdot f_{ywd}$, ahol η_c és η_s tényezők értékét a szabvány 8.4.4 fejezetének (1) bekezdése tartalmazza.

A **rácsmodellek** (Strut and Tie Model) alapján történő tervezés is átdolgozásra került az új szabványban. A részletesebb, általánosabban használható módszer leírása a 8.5 fejezetben található.

A **pecsénymódosítás** esetén a betonszilárdság növelése az új szabvány 8.6 fejezetében adott. A szabvány jelenleg publikált változatában szereplő előírás hibás, a hiba jelzésre került, javítása várhatóan meg fog történni. Változás a jelenlegi szabályozáshoz képest, hogy a figyelembe vehető dolgozó felület (8.129 egyenlet), és így a betonszilárdság nem növelhető, ha a terhelt felület valamelyik határa egybeesik a betonperemmel, illetve a dolgozó felület oldalhossza nincs korlátozva a terhelt oldalhossz háromszorosában.

A **kezdeti ferdeség** meghatározása a 7.2 fejezetben található. A fő fejezet eltérést tartalmaz a jelenlegi szabályozáshoz képest a méreteltérések hatását helyettesítő oszlopferdeség $\theta_1 = \frac{1}{200} \cdot \alpha_n \cdot \alpha_m$ képletében (7.1 egyenlet). Az alapértéket módosító hosszról vagy magasságtól függő α_n tényező minimális értéke 2/3-ról 0,4-re változik (7.2 egyenlet). (A szerkezeti elemek számától függő tényező változatlan marad.) Ez magas oszlopoknál 40%-os csökkenést eredményez a kezdeti ferdeségben.

A **másodrendű hatások** meghatározásának elveit az új szabvány 7.4 fejezetében találjuk, a vizsgálati módszer részletes leírása azonban a mellékletbe került (O melléklet). Újdonság, hogy az új szabványban a teljes épület esetén számításba veendő globális kihajlási teherben (F_{VB}) a nyírási deformáció hatása is szerepel (0.2 egyenlet): $F_{VB} = \left(\frac{1}{F_{VBB}} + \frac{1}{F_{VBS}} \right)^{-1}$, ahol F_{VBB} hasonlóan a jelenlegi szabványhoz a nyírási deformáció nélkül számolt kihajlási teher és $F_{VBS} = k_c \cdot G_{cd} \cdot A_c$ (0.4 egyenlet). A nyírási tagban szereplő k_c tényező a nem-lineáris anyagtulajdonságokat és a repedezettség hatását veszi figyelembe. (A szabványban adott nyírási tag a kúszás hatását nem veszi figyelembe.)

Elkülönített szerkezeti elemek esetén változik a merevített szerkezeti elemek (keretbe épített oszlopok kilendülő keret esetén) kihajlási hosszának számítási módja: $l_0 = l \sqrt{\frac{(1+2,4f_{r1}+2,4f_{r2})(1+2,4f_{r1})(1+2,4f_{r2})}{1+1,2f_{r1}+1,2f_{r2}}}$ (0.10 egyenlet), ahol f_{r1} és f_{r2} a stabilizáló rudak és az oszlop relatív hajlékonysága az oszlop 1 és 2 jelű végén. Bár az oszlopkarcsúság számításakor az oszlopkeresztszmet inerciasugarát továbbra is repedésmentes esetre kell meghatározni, f_{r1} és f_{r2} számításakor a megtámasztó rudak inerciájánál a rudakat berepedtnek kell feltételezni, hacsak a gerenda nem repedésmentes. Ez a feltétel a figyelembe vehető kapcsolati merevség értékét jelentősen lecsökkenti.

A külpontosság-növekmények meghatározásakor a másodrendű nyomatékból keletkező külpontosság esetére az új szabvány megkülönböztet megtámasztás nélküli és megtámasztott elemeket: $e_2 = \frac{1}{r} \frac{l_0^2}{c_{1/r}}$ (0.18 egyenlet), ahol a $c_{1/r}$ tényező értéke 10

megtámasztás nélküli esetben és 8 megtámasztott elem esetén. Változik a képletben szereplő görbület $\left(\frac{1}{r}\right)$ alapját adó kezdeti görbület $\left(\frac{1}{r_0}\right)$ számítási módja (lásd. a szabvány 0.7.3 fejezetében).

2.3.5. Vizsgálatok használhatósági határállapotban

Használhatósági határállapotban a tárgyalt vizsgálatok közé a **feszültségek, repedezettségek és lehajlások** korlátozása mellett a szabványban rögzítésre került az **rezgések** korlátozása is. Az igazolást az EN 1990:2023 (A.1.8.3, A.2.9.2, A.2.9.3, A.2.9.4) illetve szélteher esetén, ha az mértékadó az EN 1991-1-4 szerint kell végezni. A szabványszakasz 9.4 fejezete megadja a dinamikai modulus értékét ($1,1E_{cm}$), a 9.4 táblázat tartalmazza a szerkezeti csillapítás effektív értékét ($\xi_{v,st}=2\%$ vasbeton esetén és $\xi_{v,st}=1\%$ feszített betonszerkezetek esetén).

A **feszültség és repedéstágassági** határértékeket ($w_{lim,cal}$) a második generációs Eurocode két táblázatban közli, külön a megjelenés és külön a tartósság szempontjának megfelelően (9.2.1 fejezet 9.1 és 9.2 táblázatai) különböző tervezés helyzetekben.

Az új szabvány **repedéskorlátozásra** nem tartalmaz közvetlen, számítás nélkül alkalmazható táblázatokat a maximális acélbetét-átmérőre, illetve az acélbetétek legnagyobb távolságára. Az ellenőrzéshez a repedéstágasság $w_{k,cal} = k_w \cdot k_{\frac{1}{r}} \cdot s_{r,m,cal}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ képlettel (9.8 egyenlet) számítható értékét kell a táblázatokban rögzített határértékkel összehasonlítani. A képletben a k módosító tényezők értékének, az átlagos repedésmegnyílás $s_{r,m,cal}$ értékének, illetve a vasalás és a repedések közötti beton ε_{sm} és ε_{cm} átlagos nyúlásának meghatározását a 9.2.3 fejezet tartalmazza.

A szabvány S melléklete egyszerűsített számítási módszert mutat be a repedéstágassági vizsgálatra, mely megadja a szükséges minimális vasalás mennyiségét. A melléklet tartalmazza továbbá a 9.2.3 fejezetben leírt módszer egyszerűsítését, illetve tapasztalati szabályokat a kéregvasalás meghatározására a repedések kontrollálásához nagy átmérőjű betonacélok esetén.

A **lehajlások korlátozása** fejezet 9.3.2 alfejezetében az egyszerűsített lehajlási ellenőrzésben szereplő támaszköz/hatékony magasság arány határértékére az újgenerációs szabvány nem képletet közöl, hanem táblázatos formában adja meg a lehetséges értékeket. A 9.3.2 fejezet 9.3-as táblázatában $l/250$ -es lehajláskorlátra található l/d értékek függenek a megtámasztás módjától, a húzott acélhányadtól és a hasznos teher-totál teher arányától karakterisztikus teherkombinációban. Változik a kétirányban teherviselő lemezek és a síklemezek esetén alkalmazandó módosítás is.

A lehajlások számítására az új Eurocode kétféle (egyszerűsített és általános) számítási módszert is közöl a 9.3.3 és a 9.3.4 fejezetekben. A lehajlás megengedett határértékei nem a betonszabványban kerülnek rögzítésre, hanem A tartószerkezeti és geotechnikai tervezés alapjai (EN 1990:2024) szabvány szakaszban az A melléklet A.1.10 táblázatában.

Az új szabvány 11. és 12. fejezete tartalmazza a **szerkesztési szabályokat**. A szabályok nagymértékben változtak a jelenleg érvényben lévő szabályozáshoz képest, sok helyen jelentősen szigorodtak. Részletezés nélkül, csak felsorolásszerűen közöljük a főbb változásokat:

- nem hagyható el a részletes számítás a megengedett hajlítási átmérő meghatározásánál (11.3 fejezet 11.1 egyenlet), ha $f_{yd} > 0,25f_{cd}$ (B500 acélminőség mellett ez C30/37-nél alacsonyabb betonminőségek esetén fordul elő),
- tág határok között változnak a 11. 4 fejezetben a lehorgonyzási hossza megadott értékek, a lehorgonyzási hossz nemlineáris függvénye a betonacélátmérőnek (11.3 egyenlet),
- hajlított keresztmetszet esetére nincs megadva explicit képlet a minimális vashányad számításához, a vasalás minimális mennyiségét a $M_{R,min} (N_{Ed,min}) \geq M_{cr}(N_{Ed,min})$ feltételből kell meghatározni (12.1 egyenlet), azaz a minimális vasalású keresztmetszet nyomatóki ellenállása minimális normálerő esetén legyen nagyobb, mint a repesztőnyomaték,
- nőtt a részleges befogás miatt elhelyezendő vasalások mennyisége és hossza,
- csökkent a nyírási és csavarási kengyelek maximális távolsága (12.3.3 fejezet),
- nőttek az oszlop estére adott minimális vasátmérők, és acélmennyiség,

2.3.6. Szerkezetek tervezése tűzhatásra

A betonszerkezetek szabvány 1-2. része tartalmazza a **tűzhatásnak kitett tartószerkezetek** tervezésére vonatkozó követelményeket és szabályokat. Terjedelmében ez a szabványrész nem változik jelentősen. A jelenleg érvényes előírásokhoz képest az újgenerációs szabványrészben a főbb eltérések a következők:

- az egyszerűsített tervezési módszerek továbbfejlesztésre, módosításra kerülnek, a táblázatos adatok ezeknek megfelelően frissülnek;
- az alternatív tervezési szabályok száma csökken;
- a szabványrész szerkezete és a tartalomjegyzéke összehangolásra kerül a többi tűzvédelmi résszel;
- egyszerűsített analitikai képletek segítik az elemek hőmérsékleti profiljainak meghatározását (7.2 fejezet);

- beépítésre kerülnek a lepattogzásra vonatkozó speciális szabályok (4.11 fejezet);
- a szabvány melléklete kiegészül könnyű adalékanyagú betonszerkezetek, acélszál erősítésű betonszerkezetek és újrahasznosított adalékanyagú betonszerkezetek tűzvédelmi tervezésével (A, B, C mellékletek).

Az **anyagjellemzők** nagyrészt változatlanok. Újdonság, hogy az új szabvány nem különbözteti meg a nagyszilárdságú betonszerkezetek méretezését tűzteherre (sem) a normálsilárdságúaktól. A különbség a méretezés során annyi, hogy más módosító tényezővel kell figyelembe venni a betonszilárdság változását (5.1 táblázat) nagyszilárdságú beton esetén ($f_{ck} \geq 70\text{MPa}$).

Külön fejezetbe és külön táblázatba kerülnek a négy és egyoldalon tűznek kitett **oszlopokra** vonatkozó minimális méretek (6.1 és 6.2 táblázat), az egyoldali tűz esetén nagyobb részletezettséggel.

Változik a **teherhordó falak** minimum keresztmetszeti méretét és betonfedését megadó táblázat. Lényeges változás, hogy a táblázatos formában rögzített értékek csak merevített szerkezet esetén használhatóak! A megadott értékek általánosságban növekednek (6.4 táblázat).

A **gerendákra** vonatkozó minimum keresztmetszeti értékek táblázata is módosul (6.7 és 6.6 táblázatok). Egyéb számszerű változások mellett lényegesen nő a folytatólagos többtámaszú tartók minimális gerincvastagsága (keresztmetszeti osztályozástól függetlenül).

Változnak a tűzteher alatt az oszlopkihajlást figyelembe vevő táblázatok a D melléklet szerint.

2.4. Eurocode 3, Acélszerkezetek tervezése (Dunai László)

Az Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése szabvány második generációjának a felépítése kis mértékben változott a korábbiakhoz képest, kiemelve láthatóak az **új kötetek**:

- EN 1993-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- EN 1993-1-2: Tervezés tűzhatásra
- EN 1993-1-3: Hidegen alakított szerkezeti elemek és lemezek
- EN 1993-1-4: Korrózióálló acélok
- EN 1993-1-5: Lemezes szerkezeti elemek
- EN 1993-1-6: Héjszerkezetek
- EN 1993-1-7: Keresztirányban terhelt lemezszerkezetek
- EN 1993-1-8: Csomópontok
- EN 1993-1-9: Fáradás
- EN 1993-1-10: Anyagválasztás
- EN 1993-1-11: Húzott elemes szerkezetek
- EN 1993-1-12: Kiegészítő szabályok nagyszilárdságú acélokra S960-ig
- **EN 1993-1-13: Nagyméretű gerincáttöréseket tartalmazó gerendák**
- **EN 1993-1-14: Végeelemes analízissel segített tervezés**
- EN 1993-2: Acélhidak
- EN 1993-3: Tornyorok, árbócok és kémények
- EN 1993-4: Tartályok
- EN 1993-5: Cölöpök
- EN 1993-6: Darupályatartók
- **EN 1993-7: Szendvicspanelek**

A három új szabványkötet – EN 1993-1-13, EN 1993-1-14 és EN 1993-1-7 – mellett a legfontosabb változások a második generációs Eurocode 3-ban az alábbiakban foglalhatók össze:

- A korábbi EN 1993-1-12 kötet S460-S700 acélszilárdságra vonatkozó előírásai integrálva lettek az általános kötetekbe: EN 1993-1-1, EN 1993-1-5, EN 1993-1-8, EN 1993-1-9 és EN 1993-1-10 (duktilitási követelmények, húzott rudak és kihajlási görbék); az új EN 1993-1-12 kötet az **S700 feletti acélokra** vonatkozik, S960 minőségig bezárólag.
- Megszűnt a csőszerkezetek méretezésére vonatkozó EN 1993-4-3 szabványkötet; a vonatkozó előírások átkerültek az EN 1993-1-8 kötetbe.

- Lecsökkent az alternatív méretezési eljárások és a nemzeti dokumentumokban változtatható/beállítható paraméterek (NDP) száma.
- A fentiek mellett a következő kötetek tartalmában hajtottak végre jelentősebb változtatásokat: EN 1993-1-1, EN 1993-1-2, EN 1993-1-5, EN 1993-1-8, EN 1993-2.

2.4.1. EN 1993-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

- Harmonizálták az általános kötetek (EN 1993-1-1 – EN 1993-1-14) és az alkalmazási kötetek (EN 1993-2 – EN 1993-7) méretezési eljárásait.
- Jelentősen átalakultak a **stabilitási méretezésre** vonatkozó alkalmazási szabályok: 6 eljárás került bevezetésre (M0-M6) + az ekvivalens szerkezeti elem módszer (EM). A fejezetben egyértelműen definiálásra kerültek a másodrendű elmélet alkalmazására vonatkozó kritériumok, és egy átlátható folyamatábra szemlélteti az M0-M6 módszerek használatát.

2.4.2. EN 1993-1-8: Csomópontok

- Harmonizálták a kötet tartalmát a gyártási szabvánnyal (EN 1090-2).
- Harmonizálták az **oszloptalp** méretezésére vonatkozó előírásokat az EN 1992-4: Betonban használt rögzítések tervezése szabványkötet tartalmával.
- Pontosították a **nagyszilárdságú acélok** (nagyobb mint S460) hegesztési varrataira vonatkozó alkalmazási szabályokat.
- Átalakították és egyszerűsítették a **csavarozott kapcsolatok** méretezési eljárásait.

2.4.3. EN 1993-1-2: Tervezés tűzhatásra

- Harmonizálták a kötet felépítését a további Eurocode-ok tűzhatás tervezési köteteivel.
- Új függelékek jelentek meg **korrozóálló acélokra** és **zártszelvényű** szerkezeti elemek csomópontjaira.
- Részletesebb magyarázat jelent meg a pontosított eljárásokról.

2.4.4. EN 1993-1-5: Lemezes szerkezetek

Az elmúlt másfél évtized intenzív kutatásainak eredményei alapján jelentős, mintegy 25 új méretezési eljárást építettek be az új kötetbe; ezek közül a fontosabbak:

- Új alkalmazási szabályok **merevített lemezek**

- i. nyírási ellenállására,
 - ii. közvetlen erőbevezetési ellenállására,
 - iii. kölcsönhatási jelenségek ellenőrzésére és
 - iv. keresztbordák minimális merevségének ellenőrzésére.
- Új alkalmazási szabályok
 - i. **trapézlemez** gerincű tartókra,
 - ii. változó gerincmagasságú **lemezpanelekre** és
 - iii. **zárt merevítőbordák** csavarási merevségének figyelembevételére.
- A **redukált feszültség módszer** alkalmazásának segítése egyszerűsített alkalmazási szabállyal és részletesebb magyarázattal.

2.4.5. EN 1993-1-9: Fáradás

- Harmonizálták a kötet tartalmát a gyártási szabvánnyal (EN 1090-2).
- Kiterjesztették az alkalmazási szabályokat a **geometriai feszültség** (Hot-spot stress) és az effektív bemetszés (Effective notch stress) módszerre.
- Kiegészítették a részlet kategóriákat új gyártástechnológiai részletekkel, illetve egyértelműsítették az értelemezést hegesztési varrat szimbólumokkal.
- Szabályozást adtak az innovatív, **varratjavító eljárások** hatásának figyelembevételére a fáradási élettartam növelése érdekében; ezek a javaslatok meglévő szerkezetekre is alkalmazhatók.

2.4.6. EN 1993-2: Acélhidak

- Egyszerűsítették a **hídgerendák kifordulására** vonatkozó alkalmazási szabályokat.
- Az eddigiekben függelékben szereplő **sarukra és dilatációkra** vonatkozó előírások átkerültek az új EN 1990 függelékeibe.
- Módosították a közúti hidak **ortotrop pályaszerkezet** fáradásvizsgálatában szereplő egyenértékű károsodási tényező (λ) számítását.
- Új számítási eljárás adtak meg **ívhidak függesztő elemeinek** méretezésére.

2.4.7. EN 1993-1-13: Nagyméretű gerincáttöréseket tartalmazó gerendák

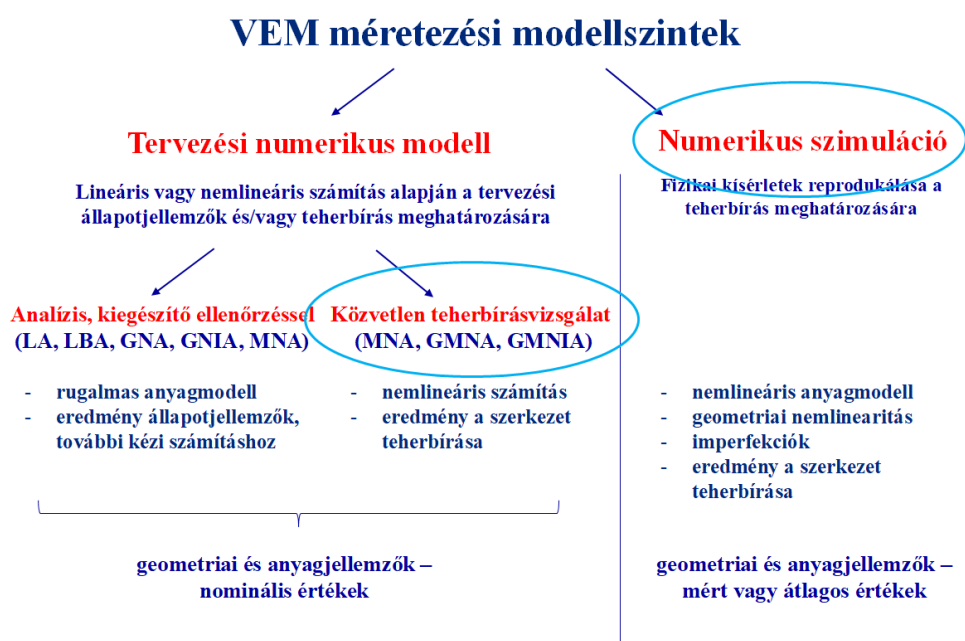
Új szabványkötet készült a nagyméretű gerinclemez áttöréseket tartalmazó gerendák méretezésére. Ide tartoznak az egymástól széthúzva elhelyezkedő nagyméretű **gerincáttörések**, és a periodikusan, sűrűn elhelyezett áttörésekkel tervezett ún. **sejt tartók**. Ez utóbbiak nem csak hatszögletű formával.

A szabvány definiálja az áttörések alakjával és méretével a szabványos alkalmazási szabályok értelmezési tartományát. A módszerek kiterjednek a vasbeton lemez megtámasztó hatásának figyelembevételére, valamint a globális és a lokális stabilitási ellenőrzésekre.

2.4.8. EN 1993-1-14: Végeselemes analízissel segített tervezés

A szabványkötet újdonság ez az elfejezet, mely nemcsak az Eurocode 3, hanem a tartószerkezeti Eurocode-ok tekintetében is teljesen új. Az kötetben egységesítésre, illetve valamennyi szabványkötetre kiterjesztésre kerültek a jelenlegi Eurocode 3-ban található ajánlások. A kötet legfőbb célja a numerikus modell szintek, a végrehajtott analízis és az ezekkel kompatibilis méretezési eljárások szabvány szintű összehangolása. A kötet fő fejezetei a következők:

- **Modellezés** – geometriai modellek: rúd-, felület- és testmodellek definiálása; anyagmodellek; szerkezeti imperfekciók (geometriai hibák, sajátfeszültségek).
- **Szerkezeti analízis** – lineáris, geometriai és anyagi nemlineáris analízisek.
- **Modell verifikálás és validálás** – diszkért modell ellenőrzése (verifikálás) és fizikai modell igazolása (validálás); a numerikus modell bizonytalanságát figyelembe vevő modell faktor definiálása.
- **Méretezési eljárás** – a méretezési modellszintek definiálása (lsd. A 3.4.1. ábrán), és az vonatkozó alkalmazási szabályok megadása teherbírasi, használhatósági és fáradási határállapotokra.



3.5.1. ábra – Kárhányad szerinti osztálybasorolás

Az új szabványhoz készült egy alkalmazást segítő szabványos dokumentáció (Technical Report), amely egyrészt elméleti háttere és magyarázata a szabványnak, másrészt validálási és alkalmazási mintapéldákat tartalmaz: TR 1993-1-141: Background and Explanations on EN 1993-1-14 Design assisted by finite element analysis.

2.5. Eurocode 4, Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése (Kovács Nauzika)

Az Eurocode 4: Acél-beton együttdolgozó szerkezetek tervezése szabvány második generációja az alábbi felépítéssel készült:

- EN 1994-1-1, Part 1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- EN 1994-1-2, Part 1-2: Tervezése tűzhatásra.
- EN 1994-2, Part 2: Hidakra vonatkozó kiegészítő szabályok.
- CEN/TS 1994-1-101: Együtt dolgozó, acél-beton szerkezetek tervezése – kétoldali- vagy egyoldali acéllemezzel együttdolgozó beton szerkezetek – műszaki előírás.
- CEN/TS 1994-1-102 Pefobond lemezes beton dübel (concrete dowel) kapcsolatok tervezése – műszaki előírás.
- CEN/TS 1994-1-103 Nagy teljesítőképességű anyagokkal készült együttdolgozó oszlopok tervezési szabályai – műszaki előírás.

A fő kötetek mellé új műszaki előírások készültek, melyeket a szerkezeti kialakítások és anyagok fejlődése hívott életre. Az ismétlések csökkentése és a félreérthetőség elkerülése érdekében **az EN 1994-2 általános szabályait törölték**, melyet a címváltozás is tükröz. Az EN 1994-2 ezentúl hivatkozásokat tartalmaz az EN 1994-1-1-ben rögzített általános szabályokra; ez a változás összhangban van az Eurocode 3-mal, és gyakorlatilag azt eredményezi, hogy az EN 1994-2 egy „kiegészítő” köteté vált.

Általános változtatás, hogy törekedtek az egyes szabványkötetek tartalmának jobb összehangolására, valamint a Nemzeti alkalmazástechnikai dokumentációba kerülő, országonként eltérő adatok mennyiségét jelentősen lecsökkentették.

A következő szakaszok mutatják be Eurocode 4-be bekerült főbb változásokat.

2.5.1. Anyagok

Az új szabványkötet kidolgozása során elsődleges cél volt az anyagokra vonatkozó szabályozások összehangolása a második generációs Eurocode 2 és 3 szabványokkal. Tekintve azonban, hogy az EC2 és EC3 által lefedett teljes beton szilárdsági osztályokra (C12/15-C100/115), illetve acél anyagminőségek (S235-S700) alkalmazására együttdolgozó szerkezetekben nincs kellő mennyiségű tapasztalat, ezért az EC4 egy **szűkített beton szilárdsági osztályokra és acélminőségekre** terjed ki:

- beton szilárdsági osztályok: C20/25-C70/85 és LC20/22-LC60/66 (min. 1750kg/m³).

- Acél anyagminőségek:
 - **képlékeny analízis és méretezés** esetén: max. B500 és S460,
 - **rugalmas méretezés**: az EC2-ben (vasalás) és az EC3-ban (szerkezeti acél) található teljes anyagminőség tartomány alkalmazható.

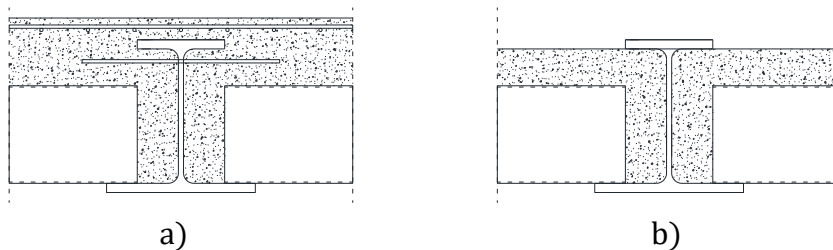
2.5.2. Szerkezeti kialakítások és méretezési módszerek

A nagy fesztávú, együttdolgozó födémek esetén igény van a gépészeti berendezések szerkezetei magasságon belülre integrálásával, ennek kiszolgálására két gerendatípus került be a szabványba:

- **nagy egyedi nyílásokkal** ellátott gerendák, melyeknél a nyílások távol helyezkednek el egymáshoz képest, nem hatnak egymásra,
- **szabályos, egymás követő nyílásokkal** kialakított gerendák (sejttartók).

A fenti kialakítású együttdolgozó szerkezetek az EN 1994-1-1 C és D mellékletébe kerülnek, mely melléklet kiegészíti az új EN 1993-1-13: Nagy méretű gerincáttöréseket tartalmazó gerendák című szabványt.

Az új szabvány EN 1994-1-1 és EN 1994-1-2 kötete tartalmaz vékony együttdolgozó födémekre vonatkozó szabályokat (3.5.1 ábra), valamint előregyártott vasbeton lemezes öszvérfödémekre vonatkozó szabályozásokat.



3.5.1. ábra – *Kárhányad szerinti osztályba sorolás.*

A **vékony födémek** szerkezeti kialakítására, analízisére, teherbírasi és használhatósági határállapot szerinti méretezésére, valamint nyírt kapcsolatainak a kialakítására és méretezésére vonatkozó szabályok az EN 1994-1-1 új H mellékletben kaptak helyet.

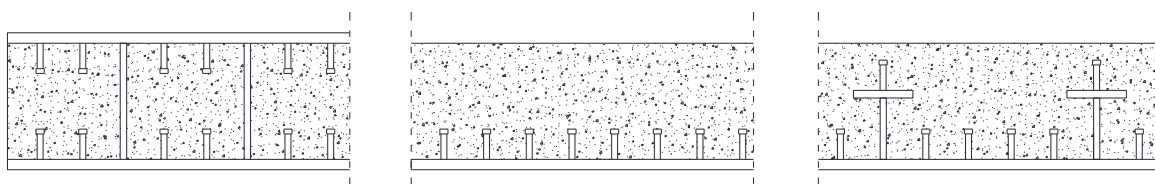
Az **előregyártott vasbeton lemezes** öszvérfödémek szabályait az EN 1994-1-1 új I melléklete tartalmazza, a szabályozás kiterjed ezen födém típus anyagaira, szerkezeti kialakítására, teherbírasi határállapot vizsgálatára, szerkezeti analízisére, nyírt kapcsolatainak a méretezésére.

Profillemezes födémek esetén a korábbi EC4 szabvány az m-k módszert és a részleges kapcsolat módszerét tartalmazza a hosszirányú nyírással szembeni ellenállás számítására. A 2. generációs EN 1994-1-1 szabványból kikerült az m-k módszer.

Az új EN 1994-1-1 szabvány új méretezési módszert tartalmaz együttműködő födémek esetén a **vasbeton lemezének nyírási ellenállás** a számítására, mert a korábbi EN 1992-1-re hivatkozott módszer túlzottan konzervatívnak bizonyult.

A jelen szabványban megtalálható, **öszvér oszlopokra** vonatkozó, egyszerűsített tervezési módszer alkalmazhatósági határait az új EN 1994-1-1 szabványban kiterjesztették nagyobb $f_y = 850\text{MPa}$ acélminőség és $f_{ck} = 185\text{MPa}$ szilárdságú betonnal kitöltött **cső (CFT)** kialakítású öszvér oszlopokra, valamint kiterjesztették a módszer alkalmazhatósági korlátait.

A CEN/TS 1994-1-101 műszaki előírás két új szerkezeti kialakítást vezet be: a **kétoldali- (DSC)** vagy **egyoldali (SSC) acéllemezrel együttműködő beton szerkezeteket** (3.5.2. ábra).



3.5.2 ábra: Kétoldali- vagy egyoldali acéllemezrel együttműködő beton szerkezetek.

Az egy- vagy kétoldali acéllemez a betonlemez zsaluzataként szolgál, majd vele együttműködik. A kétoldali lemezzel kialakított együttműködő vasbeton lemez pl. (mervítő) falak kialakítására, az egyoldali acéllemezrel kialakított együttműködő vasbeton lemez pl. szekrénytartók alsó övlemezének megerősítésére alkalmazható. A CEN/TS 1994-1-101 műszaki előírás részletezi ezeknek az egy- vagy kétoldali acéllemezrel együttműködő szerkezetek anyagait, analízisét, teherbírasi és használhatósági határállapotokban a méretezési módszereket, nyírt kapcsolatainak a méretezését, méretezésüket tűzhatásra és a méretezésüket a kivitelezésük során.

Az **EN 1994-1-2 kötet második generációja jelentős szerkezeti átalakuláson nem ment át**, a fejezetek és mellékeltek témakörei megegyeznek a korábbi szabványéval, a fejezetek pontosításokat tartalmaznak. Egy jelentős újítása van ennek a kötetnek, hogy a számítás figyelembe veszi együttműködő födémek esetén a **húzott membrán hatást**, mely alapján több esetben csökkenthető az alkalmazott tűzvédelemi bevonat a gerendákon.

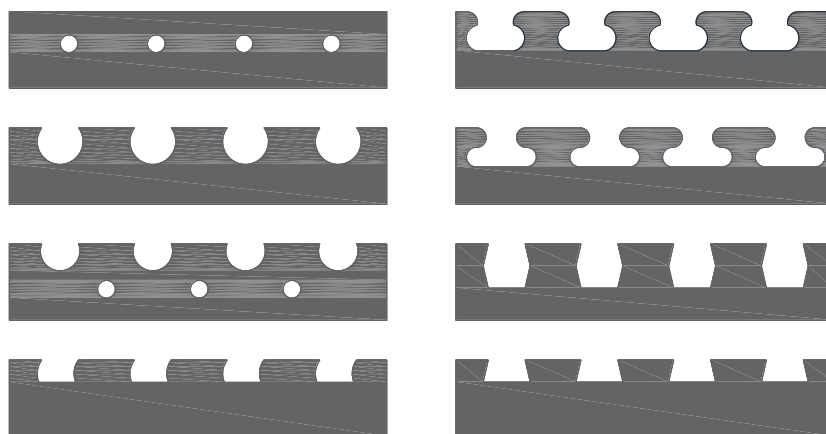
2.5.3. Nyírt kapcsolatok

Fejes csapok ellenállására vonatkozó jelenlegi szabályok maradnak az új EN 1994-1-1 kötetben is, de az alkalmazási szabályokat kiterjesztették a C70/85 szilárdsági osztályú betonszerkezetek és csap magasság/átmérő (h_{sc}/d) ≥ 4 arányokra. A korábbi szabványban foglaltaknál magasabb acélminőségű csapokra továbbra sem tartalmaz szabályokat az új kiadás.

Profillemezes együttdolgozó szerkezetek esetén a fejes csapok tervezési ellenállásának (P_{Rd}) a számításánál megmaradt az eddigi csökkentő tényező (k_t) módszer, de az EN 1994-1-1 kiegészítést tartalmaz, mely az új típusú profillemek esetén is gazdaságosan alkalmazható.

Az új EN 1994-1-1 szabvány **a nyírt kapcsolatokat duktilitási kategóriákba sorolja**, melyekhez karakterisztikus megcsúszás értéket rendel: D1 kategória (merev) $\delta_{uk} < 6\text{mm}$; D2 kategória esetén $6,0\text{mm} \leq \delta_{uk} < 10,0\text{mm}$ és D3 kategória esetén $\delta_{uk} \geq 10,0\text{mm}$ (korábban egyetlen szabály volt a duktilitásra ($\delta_{uk} \geq 6\text{mm}$), nem voltak kategóriák).

Perfobond lemezes beton dűbel (concrete dowel) nyírt kapcsolatokat (3.5.3. ábra) szerkezeti kialakítására és méretezésére vonatkozó általános szabályokat tartalmazza az új CEN/TS 1994-1-102 műszaki előírás. A speciális puzzle vagy klotoid formájú kivágásokkal rendelkező lemezek esetén részletes kialakítási és méretezési szabályokat ad meg az A melléklet; a B mellékelt pedig a vékony födémek szerkezeti gerendájának gerincén (3.5.3. ábra) keresztülvezetett vasalással kialakított nyírt kapcsolat tervezésére vonatkozó szabályokat tartalmaz.



3.5.3. ábra: Perfobond lemezes beton dűbel nyírt kapcsolóelem kialakítások.

2.6. Eurocode 5, Faszerkezetek tervezése (Armuth Miklós)

Áttekintve a „Faszerkezetek tervezése” szabványtervezetet (FprEN 1995-1-1 – 2025. április), ami először szembetűnik, az a szabvány terjedelmének jelentős növekedése. Különösen feltűnő ez, ha áttekintjük a teherhordó faszerkezetek szabványainak hazai történetét:

- Épületek teherhordó szerkezetei Faszerkezetek méretezése 26 oldal
MNOSZ 15025-55
- Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtani tervezése 37 oldal
MSZ 15025/1-72
- Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtani tervezése 54 oldal
MSZ 15025-1986
- Építmények teherhordó faszerkezeteinek erőtani tervezése 41 oldal
MSZ 15025-1989

(Az 1989-es szabvány csekély mértékben tér el az 1986-os szabványtól, csökkent oldalszáma elsősorban az eltérő nyomdai tördelés következménye.)

- Eurocode 5: - Design of timber structures Part 1-1: 123 oldal
General – Common rules and rules for buildings
EN 1995-1-1 November 2004
- Faszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános szabályok. 117 oldal
Közös és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ EN 1995-1-1 Julius 2010

(A 2004-es és a 2010-es szabványok terjedelmi különbsége elsősorban az angol és a magyar nyelv eltéréseiből fakad.)

- Eurocode 5 - Design of timber structures Part 1-1: 434 oldal
General rules and rules for buildings
FprEN 1995-1-1 April 2025

Még feltűnőbb a különbség, ha figyelembe vesszük, hogy míg a magyar szabványok tartalmazták a szerkezeti faanyagok osztályozását és az egyes osztályok szilárdsági és merevségi tulajdonságait, addig az Eurocode szabványok esetében az anyagjellemzőket számos anyag és termék esetében külön szabványok tartalmazzák.

Hasonló terjedelmi növekedés figyelhető meg a faszerkezetek tűzvédelmével foglalkozó szabványoknál is:

- Faszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. 68 oldal

- Eurocode 5 - Design of timber structures Part 1-2: 180 oldal
Structural fire design
FprEN 1995-1-2 April 2025

Ebben a fejezetben csak az 1995-1-1 szabványtervezet változásaival és újdonságaival foglalkozunk.

A 434 oldalas szabvány első 270 oldala a tulajdonképpeni szabványszöveg, s 160 oldalt tesz ki a 11 fejezetből álló Annex/Melléklet. Az utolsó négy oldal irodalomjegyzék: a vonatkozó szabványok felsorolása.

A szabványszöveg első 9 oldala a címlap, a tartalomjegyzék, az előszó és a bevezetés. A következő mintegy 10 oldal sorolja fel a szabvány által használt 84 fogalmat és azok definícióját. Ezt követően a tervezet 24 oldalon keresztül mutatja be a szabványban szereplő 722 (!) tényező és fizikai mennyiség jelölését. Az egyes mennyiségek jelölése gyakran tartalmaz 4 indexet, de előfordul 5 indexes jelölés is (pl.: $E_{t,(X),edge/flat,mean}$, ill. $F_{t,90,M/V,(I/III),Ed}$).

2.6.1. Anyagok

A tervezet a korábbinál részletesebben szabályozza a **nedvességtartalom** hatását a faanyag viselkedésére és bevezeti az átlagos nedvességtartalom, ill. az átlagos nedvességtartalom felső és alsó határértékének fogalmát.

Gyakorlatiasabban definiálja a faelemek nedvességtartalmát döntő módon meghatározó **felhasználási osztályokat** (pl. 1. felhasználási osztály: „hőszigetelt, fűtött épületben lévő faelem” a: „jellemzője a faanyag azon nedvességtartalma, amely 20°C-on akkor alakul ki, ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 65%-os értéket” helyett.)

Meghatározza a tervezet a nedvességtartalom változásának azon jellemzőit, melyeket a **zsugorodás** esetén bekövetkező méretváltozások, ill. a **száradási repedések** becsült értékének meghatározásakor kell használni.

Az előző szabvány három felhasználási osztálya mellé a tervezet egy negyediket is definiál: a **talajban vagy vízben álló szerkezetek** esetében előforduló felhasználási osztályt, mely a faelemek telítettségét eredményezi.

A tervezési szilárdságok meghatározásakor egy újabb tényező is megjelenik:

$$f_d = k_{mod} \cdot \eta \cdot \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Az újonnan bevezetett **η tényező** – a korábban is szereplő k_{mod} tényező kiegészítéseként – minden olyan hatást hivatott számításba venni, amely a szerkezet anyagának viselkedését jellemzi. (Azt, hogy pontosan mitől függ az η tényező számértéke, és mekkora ez a számérték, jelenleg nem szerepel az anyagban.)

A szabványban korábban is szereplő anyagok/termékek mellett (pl. szerkezeti/természetes fa – solid timber, rétegelt-ragasztott fa – glued-laminated timber, furnérokból összeragasztott tábla – laminated veneer lumber) az új szabvány számos **új faipari terméket** tartalmaz (3.6.1. táblázat). A régi és az új anyagokat/termékeket csoportosítja és rövidítéssel látja el:

Csoport	Alcsoport	Anyag/termék	
		Megnevezés	Rövidítés
Solid wood-based (SWB) Természetes fa alapú termékek	Structural lumber (SL) Szerkezeti fa	<i>Structural timber</i> Fűrészelt fa (de ide tartozik: a rönkfa, a bárdolt fa, a süvegfa és a szélezetlen fűrészáru is)	ST
		<i>Structural finger jointed timber</i> Bélkivágott/bélátvágott teljes keresztmetszetében fűrészfogasan hosszitoldott, gyalult, főzolt fa, (németül: KVH Konstruktionsvollholz)	FST
	Parallel laminated timber (PL) Azonos rostiránnyal rétegelt fa	<i>Glued solid timber</i> Két, vagy három (ritkábban: négy, vagy öt) elemből összeragasztott egyenestengelyű, állandó keresztmetszetű gyalult farúd (németül: Balkenschichtholz)	GST
		<i>Glued laminated timber (Glulam)</i> Rétegelt-ragasztott fa (németül: BSH Brettschichtholz)	GL (GLT)
		<i>Block glued glulam</i> Tömbösített (több rétegelt-ragasztott tartóból összeragasztott) faelem	BGL
		<i>Single-layered solid wood panel</i> Egy réteg, oldalirányban is toldott (szélesített) deszkákból készülő gyalult fatábla	SWP-P
	Cross layered timber (CL) Változó rostiránnyal összeragasztott fatábla	<i>Cross laminated timber (X-Lam)</i> Váltakozó irányban egymásra ragasztott gyalult deszkákból kialakított fatábla (németül leggyakrabban: KLH Kreuzlagenholz)	CLT
		<i>Multi-layered solid wood panel</i> Jellemzően 3, vagy 5 réteg, oldalirányban is toldott (szélesített) gyalult deszkákból váltakozó rostiránnyal egymásra ragasztott fatábla (Németül: drei- oder fünfschichtplatten)	SWP-C

Veneer-based (VB) (Furnér alapú termékek)	Laminated veneer lumber (LVL) Rétegelt furnérfa	<i>Laminated veneer lumber with parallel veneers</i> Néhány mm vastag furnérlemezből azonos száliránnyal összeragasztott fatábla (pl. Kerto-S, Kerto-T)	LVL-P
		<i>Laminated veneer lumber with crossband veneers</i> Néhány mm vastag furnérlemezből változó száliránnyal összeragasztott fatábla (pl. Kerto-Q)	LVL-C
	Glued laminated veneer lumber (GLVL) tömbösített rétegelt furnérfa	<i>Glued laminated veneer lumber with parallel veneers</i> LVL-P elemből azonos rostiránnyal összeragasztott faelem	GLVL-P
		<i>Glued laminated veneer lumber with crossband veneers</i> LVL elemekből változó száliránnyal összeragasztott faelem	GLVL-C
	<i>Plywood</i> Rétegelt lemez (furnérlemez)		PW

3.6.1. táblázat – Faanyagok megnevezései.

Hasonló módon csoportosítja a szabványtervezet a **faforgács- és farostlemezeket**, valamint a gipszszakarton lapokat is.

Új részként szerepelnek az anyagban a különböző faanyagok és fatermékek fajlagos **zsugorodási/duzzadási** értékei. (Pl.: a szerkezeti puhafák rostirányra merőleges zsugorodása/duzzadása: 0,25 %/%, a keményfáké: 0,28-0,45 %/%)

Bővült az a fejezet, mely azokat az elveket tartalmazza, melyek a szerkezet faanyagának **biológiai károsítók** elleni, illetve az **acél kapcsolóelemek korrózió elleni védelmét** szolgálják.

2.6.2. Szerkezet analízis

A korábbinál részletesebben foglalkozik az anyag a különböző tartók szerkezeti analízise során figyelembe veendő **imperfekciókkal**. (Pl. fűrészelt fa esetén $\frac{l}{400}$, rétegelt-ragasztott fa esetén $\frac{l}{1000}$ excentricitást kell figyelembe venni.)

2.6.3. Az anyag ellenállása

A korábbi szabvány csak a rostirányú és a rostra merőleges húzás esetét tárgyalta. Az új szabvány tartalmazza a **rostokkal α szöget bezáró húzás** esetét is. A transzformáció a szerkezeti fa (SL) és az azonos rostiránnyal rétegzett fa (PL) esetében a jól ismert Hankinson formulát tartalmazza:

$$\sigma_{t,0,d} \leq \frac{f_{t,0,d} f_{t,90,d}}{f_{t,0,d} \sin^2 \alpha + f_{t,90,d} \cos^2 \alpha}$$

,azonban az LVL és GLVL termékek esetében a formula átalakul:

$$\sigma_{t,0,d} \leq \frac{f_{t,0,d}}{\frac{f_{t,0,d}}{f_{t,90,d}} \sin^2 \alpha + \frac{f_{t,0,d}}{f_{t,90,d}} \cos^2 \alpha + \cos^2 \alpha}.$$

Jelentős mértékben bővül és változik a **pecsétnyomás** vizsgálata is:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{mat} k_{c,90} f_{c,90,d}$$

Itt most $\sigma_{c,90,d}$ a közvetlenül nyomott felületen kialakuló feszültség – a terület megnövelése nélkül. A k_{mat} tényező részben a faanyag/fatermék fajtájától, részben attól a hatástól függ, melyet a helyi nyomás alkalmával létrejövő összenyomódás a szerkezet viselkedésére kifejt. (Értéke 1,0 és 2,7 között változik.) A $k_{c,90}$ tényező a feszültség szétterjedését veszi figyelembe:

$$k_{c,90} = \sqrt{\frac{A_{ef}}{A}} \leq 4,0$$

Itt A a ténylegesen nyomott felület, míg A_{ef} a fezsültség szétterjedése miatt megnövelt terület, melynek nagysága a fatermék fajtájától, valamint a terhelés geometriai és szerkezeti kialakításától függ.

Pecsétnyomás esetén új lehetőségként jelentkezik a teherbírás növelése az erőbevezetés helyének **facsavarokkal való erősítése** esetén.

A **rostokkal szöget bezáró nyomás** esetén a transzformációs képlet részben a különböző termékek eltérő viselkedése, részben a helyi nyomás vizsgálatának módosulása miatt változik. Szerkezeti fa (SL) és azonos rostiránnyal rétegelt fa (PL) esetén:

$$\sigma_{c,0,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{mat} k_{c,90} f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

LVL és GLVL termékek esetében:

$$\sigma_{c,0,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{mat} k_{c,90} f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \frac{f_{c,0,d}}{f_{v,d} \sin \alpha \cos \alpha} + \cos^2 \alpha}$$

Hasonló módon kell transzformálni a szilárdságot a **rostokkal α szöget bezáró hajlítás** esetén is.

A legtöbb teherbírás vizsgálat esetén a szabványtervezet külön esetként vizsgálja a CLT termékeket és eltérő viselkedésüket sok esetben az összefüggésekben szereplő paraméterek eltérő értékeivel veszi figyelembe.

2.6.4. A keresztmetszetek és szerkezeti elemek ellenállása

Bővült az **összetett igénybevételek** vizsgálatára vonatkozó rész is (pl. az anyag tartalmazza az egy síkban ható, de különböző irányú nyírófeszültségek vizsgálatát stb.).

A nyomott elemek **stabilitásvizsgálata** esetében bonyolódik a kezdeti imperfekciókat figyelembe vevő β_c tényező meghatározása. A korábbi konstansok helyett a tényező értéke az anyagjellemzőktől is függ.

A **változó magasságú gerendák** vizsgálata új konstansokkal egészül ki LVL-C és GLVL-C termékekből készülő gerendák esetén. Új lehetőségként vizsgálja a szabvány azt az esetet, amikor a csúcs zónában a szerkezetet megerősítik. (A megerősítés történhet a rostokra merőlegesen befűrt facsavarokkal, vagy az elem oldalfelületein elhelyezett erősítésekkel.)

Részletesebbé válik a **„beharapott” elemvégek** vizsgálata, s a tönkremenetel jellemző összefüggésekben szereplő konstansok más-más értéket vesznek fel a különböző fatermékek esetén.

Vadonatúj lehetőség a gerendákon átvezetett gépészeti csövek számára készülő lyukak okozta feszültségátrendeződések vizsgálata. A **kör és a lekerekített sarkú téglalap áttörések**, valamint az **egymás közelében elhelyezkedő lyukak** vizsgálatával lehetőség nyílik számításokkal is nyomon követni a gyengítések hatását. Itt is lehetőséget ad a tervezet a lyuk környéki tartórész teherbírásának növelésére befűrt facsavarokkal, vagy a felületre erősített lemezekkel.

2.6.5. Használhatósági határállapot

Árnyalja a tervezet a használhatósági vizsgálatok során figyelembe veendő **hatáskombinációkat**. Míg a korábbi szabvány faszerkezetek esetében egyértelműen a karakterisztikus teherkombináció használatát írta elő, addig a szabványtervezet a **karakterisztikus, a gyakori és a kvázi-állandó kombináció** alkalmazását is lehetővé teszi. Külön írja elő a tervezet az azonos és a különböző **kúszási** tulajdonságú anyagokból összeépített (pl. fa és acél szerkezeti elemeket is tartalmazó) szerkezetek vizsgálatakor számításba veendő kombinációk alkalmazását.

Számottevően részletesebben szabályozza a szabványtervezet a födécek **rezgéseinek** vizsgálatát. A részletezettség kiterjed a különböző födécfajták eltérő viselkedésére (pl. a különböző szerkezetű födécek eltérő csillapítási tényezőjére), illetve a különböző funkciójú épületek födéceinek eltérő rezgési követelményeire.

Segítséget ad az új szabvány a **rostra merőleges nyomás** esetén létrejövő összenyomódások meghatározásához is, mely elsősorban a statikailag határozatlan szerkezetek kapcsolatainál bír jelentőséggel.

Több mint háromszorosára nőtt a **szerelt fal- és födém tárcsákkal** foglalkozó fejezet. (Angolul: diaphragms, azaz fa bordázatra egy-, ill. kétoldalról felerősített lapokból készülő szerkezet.) A növekményt elsősorban a használati állapotra történő vizsgálatok megjelenése okozza.

2.6.6. Kapcsolatok

Jelentős mértékben bővül a kapcsolatokat tartalmazó rész is. Ez részben az újonnan a tervezetbe bekerülő kapcsolási módoknak és új kapcsolóelemeknek, részben az új fatermékek esetében bekövetkező különféle tönkremeneteli módoknak, részben az újszerűen kialakított kapcsolatoknak köszönhető.

Új lehetőségként tartalmazza a tervezet a **fárasztó igénybevételnek** kitett szerkezeti elemek és kapcsolatok méretezését.

Új az **ács-jellegű kapcsolatokkal** foglalkozó fejezet.

Sokkal részletesebben foglalkozik az anyag a **facsavarokkal** – különösen a közelmúltban széleskörben elterjedt **szerkezetépítő csavarokkal** (a különböző fej- és szár kialakítású hosszú facsavarokkal). Előírásokat tartalmaz a tervezet a **beragasztott acélrudak** és a **háromdimenziós acél kapcsolóelemek** (azaz az acéllemezekből hajtott és szegezéssel, vagy csavarozással kapcsolt speciális acélszerelvények) méretezésével kapcsolatban is. (Az új kapcsolási módok egy része a főszövegben, más része az Appendixben/Mellékletben kapott helyet.)

Mivel a **legtöbb kapcsolat teherbírása függ a terhelő erő és a faelemek rostiránya által bezárt szögtől**, nagymértékben komplikálódik a vizsgálat, ha a faelemben a rostok iránya rétegről-rétegre változik (pl. CLT, SWP-C, LVL-C, GLVL-C termékek). Külön bonyolítja a méretezést, hogy a szerkezetépítő csavarokat gyakran nem a fafelületre merőlegesen csavarják be, hanem azzal egy általános szöget bezárva. Ilyen esetekben négy szög (iránykülönbség) számbavételére is szükség lehet.

A **csap-típusú kapcsolóelemek** esetén élesebben különbözteti meg a tervezet a kapcsolóelem teherbírásának a csap-típusú és a kötél-típusú viselkedéssel kapcsolatos részét. A **kötél-típusú teherbírás** figyelembevételét a faelemek minimális vastagságára előírt feltételhez köti. Nem csak egy és két nyírt sík (azaz két, illetve három kapcsolt faelem), hanem több (jellemzően: négy nyírt sík, azaz öt kapcsolt faelem) esetére is tartalmazza az anyag a teherbírás meghatározásának módját.

Részletesebb adatokat közöl az anyag a **kapcsolóelemek csúszási tényezőjével** kapcsolatban (pl. beragasztott rudaknál megkülönbözteti a rostirányú és az arra merőlegesen érvényes csúszási tényezőt), s adatokat találni a csúszási tényező értékére a kötőelem tengelyirányú és általános irányú (azaz egyidejűleg tengelyirányú és arra merőlegesen ható) terhelés esetére is.

A jelenleg érvényes szabványnál hosszasan foglalkozik a szabvány a csap-típusú kötőelemek **szerkesztési szabályaival** is (azaz a csavarok egymástól és az elemszéltől való távolságával). Ennek egyik oka a korábbi szabványban szereplőnél többféle fatermék és kötőelem, valamint a korábban nem tárgyalt szerkezetű kapcsolati kialakítások szerepelnek az új szabványban (pl. nyomatékíró keretsarok koncentrikus körök mentén elhelyezett kötőelemekkel, lépcsősen (eltolt sorokkal) kialakított kötőelem elrendezés, a felülettel szöget bezáróan befűrt szerkezetépítő facsavarok stb.).

A **gyűrűs és tárcsás kapcsolatoknál** a tervezet a bütüben elhelyezett kötőelemek vizsgálatával is foglalkozik.

Új kapcsolási módként jelennek meg az anyagban a **beragasztott acélrudak és a tágított acélcsövekkel** kialakított kapcsolatok.

2.6.7. Mellékletek

A mintegy 160 oldalas Appendix/Melléklet egyaránt tartalmaz általános konstruálási/méretezési elveket és konkrét méretezési eljárásokat:

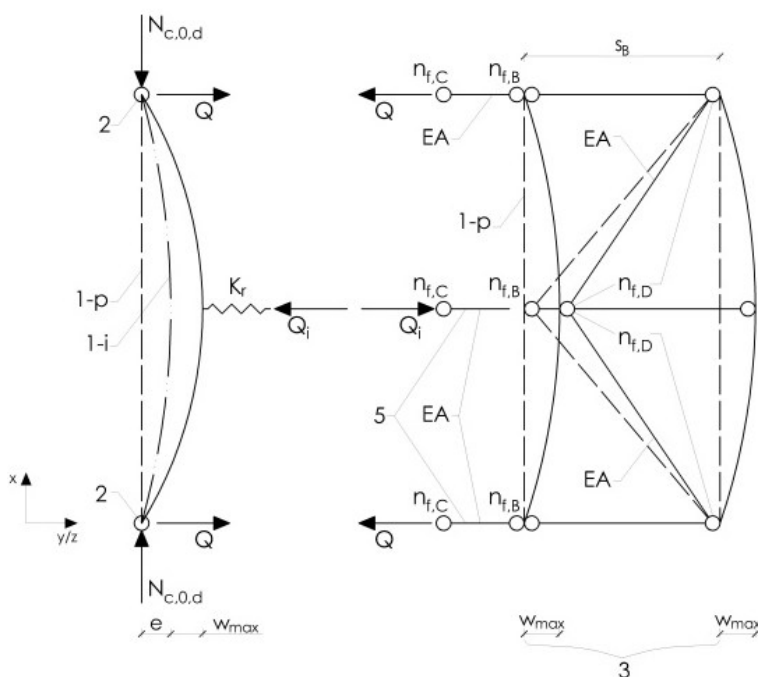
„A” melléklet: **Kiegészítő irányelvek a tervezés alapjaihoz**

A fejezet a rendkívüli állapotban egy-egy elem virtuális eltávolításával, illetve a szerkezet egy részének szegmentálásával végrehajtott vizsgálatok elveivel foglalkozik.

„B” melléklet: **Kiegészítő információk a szerkezeti analízishez**

A fejezet iránymutatást ad a **stabilitásvizsgálatok** alkalmával szükséges kihajlási és kifordulási hosszak, valamint szerkezeti merevségek meghatározásához. A kihajlási hosszakat merevítetlen és merevített szerkezetek rúdjai, a kifordulási hosszakat

Egyes esetekben a vizsgálatok inkább az egy szűk területen elmélyülő tudós, mint a szakma sok területén jártas gyakorló mérnök szemléletét tükrözik. Pl. a rugalmas szélráccsal merevített elem K_r merevségét a következő összefüggéssel javasolt meghatározni:



3.6.1. ábra: *Faanyagok megnevezései.*

$$\frac{1}{K_r} = \frac{1}{K_f} \left(\frac{1,5}{n_{f,C}} + \frac{1,5}{n_{f,B}} n k_{sim} \right) + \frac{1}{K_{f,D} n_{f,D}} \frac{l_D^2}{S_B^2} n k_{sim} + \frac{k_{sim}}{E_0 A} 1,5 l_{MB,ef} + \frac{k_{sim}}{E_{0,D} A_D} \frac{l_D^3}{2 S_B^2}$$

És még van két másik, hasonló eset is ezen túlmenően...

Ez a rész tartalmazza a több szelvényből **mechanikus kötőelemek** segítségével **összekapcsolt tömör gerendák** számítását is.

„C” melléklet: **Kiegészítő rendelkezések a teherbírési határállapotokhoz**

A fejezet a CLT és az LTD (Laminated timber desk) tartók **helyi nyomásának** vizsgálatával foglalkozik erősítés nélküli és szerkezetépítő csavarokkal erősített állapotban.

„D” melléklet: **Kiegészítő információk a teherbírési határállapothoz**

Ez a fejezet tartalmazza a **hevederes, a betétfás és a rácsos osztott szelvényű oszlopok** méretezését.

„E” melléklet: **Kiegészítő információk a használhatósági határállapothoz**

Ez a rész a **födémek lengésvizsgálatai**hoz ad kiegészítő adatokat és módszereket.

„F” melléklet: **Kiegészítő rendelkezések a kapcsolatokhoz**

A fejezet első fele a **szeglemez tartók**, a második – a hazánkban újdonságnak számító – **közbenső réteggel kialakított kapcsolatok** méretezését tartalmazza.

„G” melléklet: **Kiegészítő információk a kapcsolatokhoz**

Ebben a részben találhatóak a **háromdimenziós** (lemezekből hajtott) speciális acél kapcsolóelemek (gerendasaruk, oszloptalpak, „L” acélok) méretezésével, és a tágított acélcsöves kapcsolatok kialakításával és műszaki adataival kapcsolatos tudnivalók is.

„H” melléklet: **Kiegészítő információk a diafragmákhoz**

A fejezet a többszintes **merevítőfalak** méretezésével foglalkozik. A fejezet első része a CLT-ből, LVL-ből, vagy GLVL-ből készülő (monolit shear walls), merevítőfalak elmozdulásait, a második részben elsősorban a vázas szerkezetű merevítő falak kapcsolataiban fellépő igénybevételek meghatározása található.

„I” melléklet: **Információk a facölöpökhöz**

A fejezet a fa cölöpök alkalmazásának legfontosabb elveit és méretezési előírásait tartalmazza.

„M” melléklet: **Anyag- és termék tulajdonságok a tervezéshez**

Ez a fejezet megnevezi a különféle **fatermékek** és kapcsolóelemek esetében azokat a fizikai jellemzőket, amelyek a termékből készült szerkezet méretezéséhez szükségesek, és amelyeket a vonatkozó termékszabványnak/katalógusnak tartalmaznia kell. A fejezet vége a **facsarok és a menetszárok kihúzóási szilárdságának** meghatározásával, valamint a szegek, kapcsok és facsarok **„kigombolódásával”** (fejének kiszakadásával) foglalkozik.

„N” mellékelt: **Kiegészítő információk az anyag- és termék tulajdonságokról a tervezéshez**

A fejezet a **CLT és LVL termékek, a gipszkarton és a szálerősítésű gipszkarton lemezek** esetében táblázatos formában tartalmazza az összes olyan fizikai jellemző számszerű adatát, mely a méretezés során szükséges **(a szilárdságok karakterisztikus értékei, merevségi jellemzők, sűrűségek, mérethatás tényezők)**. A fejezet vége két táblázatban foglalja össze a **facsarok és a menetszárok kihúzódsági szilárdságának** meghatározásához szükséges kihúzódsági kategóriákat (k_{screw} kihúzódsági tényezőket), ill. húzószilárdsági kategóriákat (a kötőelemek $f_{u,k}$ húzószilárdsági értékeit.)

2.7. Eurocode 6, Falazott szerkezetek tervezése (Sajtos István)

Az Eurocode 6 szabványcsoport a falazott szerkezetek méretezését, építését szabályozza és a tartóssági követelmények teljesítéséhez tartalmaz adatokat.

A szabványcsoport minden fejezetét jóváhagyták, elérhetők, de a jövőben várhatók még kiegészítések. Az egyes, alább felsorolt részekben, csak kisebb változás, pontosítás történt.

- 1996-1-1: 2024: 1-1 rész: Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok
- 1996-1-2: 2025: 1-2 rész: Szerkezetek tervezése tűzhatásra
- 1996-2: 2025: 2 rész: Tervezési szempontok, a falazóanyagok és megvalósítási mód kiválasztása
- 1996-3: 2024: 3 rész: Vasalatlan falazott szerkezetek egyszerűsített méretezési módszerei

A szabványok továbbra sem használhatók vályogfalak, falazotszerkezetű hidak, kémények, boltozatok és folyadéktartályok méretezéséhez. Általában kevesebb a Nemzeti Mellékletben meghatározandó tervezési adat, paraméter vagy méretezési mód.

2.7.1. Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok

Az első generációs Eurocode-ban a falazat parciális tényezője a kivitelezési körülményeknek is függvénye volt, nem csak az anyagok - a falazóelem, a habarcs - előállítási módjának. Az új szabvány lehetővé teszi, nemzeti döntés alapján, hogy a kivitelezés körülményeitől független falazat parciális tényezőt használjunk. Ez előnyös, mert gyakorlatilag, mérlegelés nélkül, egyértelművé teszi, a parciális tényező értékét, de növelheti a káresemények számát. A szabvány, indirekt módon, a kivitelezési körülményektől független parciális tényező használatát javasolja, mivel a másik lehetőséget csak a Mellékletben ismerteti. A döntést a Nemzeti Mellékletet készítő bizottságnak kell meghoznia.

A nyírt falak nyírási teherbírásának meghatározásakor különbséget lehet tenni, ha a nyíróerő a fal síkjában, vagy arra merőlegesen működik. Ezt a falazat nyírószilárdságának meghatározásához használható súrlódási tényező változtatásával lehet figyelembe venni. Ezek az értékek rögzítettek, a Nemzeti Mellékletben nem lehet változtatni.

A **falazott falak kombinált teherre**, függőleges és vízszintes terhek együttesére, történő méretezésére kidolgozott módszereket ad a szabvány. Eltérő módszerek használhatóak, ha csekély vagy jelentős, az egyébként oldalirányban terhelt falak, leterhelése.

A **karcsúságot és a külpontosságot is figyelembe vevő kapacitáscsökkentő tényező** most megadásra került a fő szövegben, két javasolt falazat rugalmassági modulushoz. Korábban ezeket az értékeket a tervezőnek kellett külön meghatározni.

A szabvány megadja a **közrefogott falak** méretezésének részletes, számítási módszereit és nem csak annak az elveit.

Téglalaptól eltérő keresztmetszetű falak és falazott elemek méretezésének egy lehetséges módszerét is tartalmazza a szabvány.

Megtörtént az épületek **globális imperfekciójának** más szabványokkal történő harmonizációja.

Módszert ad a szabvány **átlagos anyagi jellemzők** és ezek segítségével anyagmodell meghatározására a karakterisztikus értékek ismeretében. Ezek az adatok használhatóak a falazott szerkezetek nemlineáris vizsgálatához, pl. véges-elem módszer használatával.

2.7.2. Szerkezetek tervezése tűzhatásra

Megtörtént a szabvány harmonizációja más építőanyagok tűzterhelésre történő méretezési szabványaival.

A Melléklet méretezési táblázatait megújították az újabb kísérleti tapasztalatoknak megfelelően.

A számítással történő ellenőrzéshez használható hőtani és hőmérsékletfüggő mechanikai adatok szintén a mellékletben találhatóak. **A számítási módszer részleteit a szabvány nem tartalmazza.**

2.7.3. Tervezési szempontok, a falazóanyagok és megvalósítási mód kiválasztása

A **megengedhető építési hibák mértéke** most már megfelel az 1-1 részben figyelembe vett építési hibanagyságoknak.

A falazóelemekre és a habarcsra vonatkozó **tartóssági előírások** megújultak.

A **mozgási hézagok** kialakítására, távolságára vonatkozó szabályok is változtak.

Meghatározásra került a **vékonyrétegű habarcsos** technológiához használható falazóelemek mérettűrésének mértéke.

Meghatározásra került az **utólagos hézagolás** végrehajtásának és a méretének módja.

A falak kiegészítő elemeire (pl. **falkapcsok**, stb.) vonatkozó tartóssági követelmények is megújultak.

2.7.4. Vasalatlan falazott szerkezetek egyszerűsített méretezési módszerei

Az új szabvány előírása most már konzisztensek az 1-1 rész előírásaival. **Magasabb épület (max. 20 m) és nagyobb fesztáv (max. 7 m) esetében is használhatók** a megadott módszerek.

Az új **közelítő kapacitáscsökkentő tényező** figyelembe veszi a fal földem kapcsolat jellegét is.

Új, egyszerűsített méretezési módszert tartalmaz a Melléklet a **síkjukban nyírt falak** (merevítőfalak) nyírási ellenőrzésére.

Földnyomással terhelt pincefalak egyszerűsített méretezésére új eljárást tartalmaz a szabvány.

Falazott falak **koncentrált teherre** történő ellenőrzésére egyszerűbb eljárás került kidolgozásra.

A **dominánsan hajlított (pl. kitöltőfalak)** ellenőrzésére is új, egyszerűsített eljárást mutat be a szabvány.

A felsorolt változások nem változtatják meg a szabvány filozófiáját és rendszerét, de „növelik” a méretezési módszerek precizitását és az alkalmazási lehetőségek körét. Ugyanakkor halkan, de kinyílik az ajtó, amely lehetővé teszi majd a jövőben a falazott szerkezetek szabványos nemlineáris számítását is.

2.8. Eurocode 8, Tartószerkezetek tervezése földrengésre (Vigh Gergely László)

Az Eurocode 8 jelentős változásokon megy keresztül: tervezési filozófiájában erősíti a **teljesítmény alapú méretezés** elveit összehangolva az Eurocode 0 megbízhatósági szint kezelési elveivel, új alapokra helyezi a **szeizmikus hatások** és a **talajosztályozás** meghatározását, eddig hiányzó területeket fed le (pl. meglévő hidak vizsgálata, új – pl. kihajlásbiztos merevítőrendszerű – szerkezet típusok, új – pl. alumínium – anyagú szerkezetek, stb.), új elveket vezet be a duktilitási osztályokban és a **kapacitástervezés**ben, szélesíti az analízis és méretezési eszköztárat (az **erő alapú méretezés** mellett bevezeti az **elmozdulás alapú méretezést**).

2.8.1. Az új Eurocode 8 felépítése

Az új felépítés átláthatóbb, elválasztva az általános szabályokat, új épületek, meglévő szerkezetek, föld alatti és geotechnikai szerkezetek szabályrendszerét. Ez az új felépítés elősegíti, hogy az egyes szabványrészek összpontosítsanak az adott dedikált területre, csökkenjenek az átfedések, és a tervezők számára világosabb legyen, hogy adott szerkezethez mely rész alkalmazandó. A legfontosabb változások a következők:

A korábbi EN 1998-1 két részre válik: az Általános szabályok és szeizmikus hatások (General rules & seismic action) és az Épületek (Buildings) részekre. A korábbi negyedik (Silos, Tanks, Pipelines) és hatodik (Towers, Masts, Chimneys) rész összevonása az új EN 1998-4 részben. Így az összevont rész egységes szabályrendszert ad silóknak, tartályoknak, vezetékeknek, tornyoknak, kéményeknek. A meglévő szerkezetekre vonatkozó harmadik szabványrész EN 1998-3 kiegészül a meglévő hidak vizsgálatával is. Az új felépítés így összesen hat részre terjed ki:

- EN 1998-1-1 **Általános szabályok és szeizmikus hatások**
- EN 1998-1-2 **Épületek**
- EN 1998-2 **Hidak**
- EN 1998-3 **Meglévő épületek és hidak értékelése és helyreállítása**
- EN 1998-4 **Silók, tartályok, csővezetékek, tornyok, árbócok és kémények**
- EN 1998-5 **Geotechnikai szempontok, alapozások, megtámasztó- és föld alatti szerkezetek**

2.8.2. Új szemlélet, fő elvek és új/kiegészített szabályok

Az új Eurocode 8 változásokat vezet be az alapvető tervezői filozófiában: erősíti a **teljesítmény alapú méretezési** koncepciót, a következményosztályok alkalmazásával megteremti az összhangot a megbízhatósági szintek kezelésében. Nem pusztán

finomhangolásról van szó, hanem paradigma-váltásról: az új Eurocode 8 már nemcsak a „legrosszabb eset”, hanem a **teljesítmény, megbízhatóság és fenntarthatóság** szintjén is „tervezni kívánt” viselkedést helyez előtérbe.

Teljesítmény alapú méretezés – határállapotok és következményosztályok

Az új szabványban a hagyományos **fontossági tényező** szerepét a **következményosztály** (Consequence Class, CC) és a **teljesítménytényező** ($\gamma_{LS,CC}$) veszi át, a szerkezetek elvárt viselkedését is explicit módon meghatározva. Az eddig szabványrészekenként változó számú (két-három) határállapot helyett egységesen négy határállapot kerül bevezetésre:

- NC – Near Collapse (**közel összeomlás**)
- SD – Significant Damage (**jelentős károsodás**)
- DL – Damage Limitation (**korlátozott, kisebb károk**)
- OP – Fully Operational (**üzemkész állapot, károsodás nélkül**)

Az NC és SD teljesítmény szintek **teherbírási**, a DL és OP szintek **használhatósági** határállapotként veendők figyelembe.

Szeizmikus hatás: válaszspektrum, talajosztályozás és szeizmikus zónatérkép

A szabvány egy teljesen újragondolt – gyorsulási – **válaszspektrumot** vezet be. A korábbi Eurocode 8 az a_{gR} talaj csúcsgyorsuláshoz rögzített válaszspektrumot alkalmazott, a spektrum egyes paramétereit (pl. talajerősítő hatás) szigorúan rögzítve. Az új változat a nemzetközi trendekhez is igazodva két-paraméteres spektrum-leírást alkalmaz (a két paraméter nemzeti hatáskörben meghatározandó):

- $S_{a, ref}$ – a spektrum „konstans gyorsulási tartományának” szintje, azaz a gyorsulási válaszspektrum platójának gyorsulásszintje;
- $S_{b, ref}$ – a spektrális gyorsulás 1 s periódusnál

A plató és a talaj csúcsgyorsulás közötti arányszámra – az eddigi rögzített 2,5 szorzó helyett – új paraméter (F_A) kerül bevezetésre, feloldva számos eddigi ellentmondást.

A **szeizmikus zónák** helyett (amelyek éles ugrásokat okozhatnak az adott zónák között) az új rendszer folytonos **veszélyeztetettségi (gyorsulási) térképek** alkalmazását előnyben részesíti. Ugyanakkor nemzeti hatáskörben továbbra is lehetőség lesz szeizmikus zónák definiálására, de azt immár egységes alapelvek és határok mentén ($S_{a,475}$ alapján, négy zóna osztályban) szükséges megtenni. Ha nem áll rendelkezésre nemzeti térkép, akkor a szabvány informatív melléklete biztosít egy európai ajánlott térképet.

A szabvány deklarálta rögzíti a **helyi spektrum** alkalmazásának lehetőségét, sőt ahhoz az eszköztárban is iránymutatást ad.

Az új rendszer a **talajosztályozást** nem csak a nyíróhullám-sebesség alapján határozza meg, hanem figyelembe veszi azt is, hogy milyen mélységben kezdődik a szikla réteg (H_{800}). Így a talajerősítő hatás függvénye kisimul, és a modell érzékenyebb lesz a mélységi viszonyokra. Az osztályozásban az eddigi 5 helyett 6 alap talajosztály került meghatározásra A-F-ig.

Duktilitási osztályok, viselkedési tényező és kapacitástervezés

A duktilitási osztályok és a kapacitástervezés alapvető szabályai egységesítésre kerültek.

A régi DCL / DCM / DCH osztályokat felváltják az új **DC1, DC2, DC3 (Ductility Class 1–3) osztályok**. Nem csak elnevezésbeli a különbség, különösen a DCM kategória jelentése változik meg. A DC1 és a DC3 alapvetően továbbra rendre az alacsony, illetve magas duktilitású szerkezeti osztályokat jelentik, viszont a DCM helyett bevezetésre kerülő DC2 már nem egy „közepes duktilitású DCH” szerkezet tervezését írja elő, koncepciójában sokkal inkább egy képlékeny tartalékkal és lokális duktilitással rendelkező, „felturbózott”, robusztusabbá tett DCL szerkezetet jelent. A szabvány a DC1 szerkezetek alkalmazását korlátozza a szeizmikus intenzitás függvényében.

A **viselkedési tényező** (q) szétválik három komponens szorzatára:

- q_s – **túlméretezési tartalék** (overstrength), azaz, hogy a megvalósított szerkezetek természetesen magasabb teherbírással rendelkeznek a tervezési értékhez képest;
- q_R – **teherátrendeződés** mértéke
- q_D – **deformációs / energiaelnyelő képesség**, azaz pl. klasszikus disszipatív szerkezetek esetében a képlékeny mechanizmus kialakulásával elnyelt energia mértéke.

Ez a felbontás áttételesen segít abban, hogy a tényezők ne csak egy „összetett szemléletet” takarjanak, hanem láthatóvá váljon, hogy az egyes mechanizmusok milyen mértékben járulnak hozzá a szeizmikus hatás kezeléséhez.

Az új szabvány nagyobb hangsúlyt fektet a **kapacitástervezésre**, a megfelelő, kontrollált mechanizmusokra és az ahhoz szükséges részlettervezési vagy szerkesztési szabályokra.

A **szeizmikus energiaeinyelő eszközök** (csillapítók, szeizmikus szigetelések, központosító mechanizmusok) explicit szabályokat kapnak: nemcsak a kiválasztásuk és helyük, hanem vizsgálati módszerek (nemlineáris válaszspektrum, energiaegyenlet alapú módszerek) is részét képezik a szabványrendszernek. Az új előírások lehetővé teszik olyan eszközök alkalmazását is, amelyek nemcsak energiaeinyelő képességgel bírnak, de segítik a **földrengés utáni visszarendeződést** (recentering), a maradó károsodások csökkentését, ezzel károsodásmentes szerkezet létrehozását elősegítve.

További korlátozások, finomítások és feltételek

Számos általános feltétel finomhangolásra került:

- **másodrendű hatások, csavarás, excentricitás** tekintetében pontosított eljárás;
- **kitöltő falak, homlokzati elemek, burkolatok**, mellék- és kiegészítő elemek (auxiliary elements) új önálló fejezetbe kerülnek, külön vizsgálati módszerekkel;
- **földalatti szerkezetek** (alagutak, nagy méretű föld alatti terek, csővezetékek) külön szabályokat kapnak;
- **alapozási kapacitástervezés**, talaj-szerkezet interakció kezelése, cseppfolyósodás kockázatkezelése;
- **anyag-specifikus szabályok** újraírása koherens rendszerben, parciális tényezők egységesítése, konzisztens szabályrendszer kialakítása

2.8.3. Módosított és kiegészített szabályok különböző szerkezet-típusokra

Az új Eurocode 8 nemcsak általános elveket módosít, hanem sok konkrét szabály átdolgozását is magában hordozza – különböző szerkezeti típusokra (új épületek, hidak, fa szerkezetek stb.). Az alábbiakban néhány főbb jellemző módosítást összegzünk a részletek ismertetése nélkül.

Új épületek – EN 1998-1-2

Az EN 1998-1-2 részben a következő újdonságok és finomítások lelhetők:

- **csavarás hatása, véletlen külpontosság** kezelése: finomabb korrekciók bevezetése;
- **másodrendű hatások** ($P-\Delta$, $P-\delta$) mértékének számítása pontosítva, ezzel a konzervatív feltétel bizonyos mértékű enyhítése (különösen a lágy rendszereknél – pl. nyomatékíró keret –, magas épületeknél és a talaj-szerkezet interakcióra érzékeny szerkezeteknél jellemzően mértékadó);

- **kiegészítő elemek:** homlokzat, függőleges és vízszintes kitöltő falak, burkolatok vizsgálata új elemként;
- **anyag-specifikus fejlesztések:**
 - vasbeton: nyírás, csuklók, gerenda–oszlop kapcsolat, előregyártott rendszer szabályainak kiterjesztése;
 - acél / öszvér: klasszikus rendszerek kapacitástervezési szabályainak felülvizsgálata, az új duktilitási osztályok kezelése, új szerkezetípusok megjelenése (kihajlásbiztos merevítőrendszer, acél nyírt fal, könnyűszerkezetes rendszerek), anyag kiválasztási szabályok, ridegtörés és kisciklusú fáradás kezelése, előminősített kapcsolatok tervezése;
 - fa szerkezetek: új fa-előírások, fa-beton kombinált rendszerek;
 - téglá szerkezetek: harmonizáció, kitöltő falak hatása;
 - alumínium szerkezetek beemelése új tervezési részben.

Hidak – EN 1998-2

A hídtervezés részén is lényeges változások vannak:

- redundáns előírások eltávolítása: az általános és hídra vonatkozó szabályok összhangja, valamint a különböző hidas szabványrészek összhangja;
- **elmozdulás-alapú tervezés** bevezetése hidakra is;
- a térbeli szeizmikus hatások pontosabb meghatározása, a **nem homogén talajviszonyok** kezelése nagy hídhosszak esetén;
- **ferdekábeles hidak**, extradosed hidakra vonatkozó részletes szabályozás;
- **integrált hídfők** re vonatkozó részletes szabályok;
- új informatív melléklet **fahidakra**.

2.9. Eurocode 9, Alumínium szerkezetek tervezése (Vígh Gergely László)

Az Eurocode 9 második generációja komplex, ugyanakkor jól átgondolt modernizációt hoz az alumíniumszerkezetek tervezésébe, erősíti a szabványnak azt a jellegét, hogy az alumínium **versenyképes alkalmazása** lehetővé váljon a potenciális területeken, ezért az alumínium szerkezetek minden sajátosságára igyekszik kiterjedni, az ebből fakadó előnyök kiaknázására, valamint a hátrányok csökkentésére minden eszközt megad; így segítve a megfelelő konstrukciós tervezést is.

A legfontosabb változás, hogy az 1-1 rész válik a központi pólussá, sok új témával, mellékletekkel és eljárásokkal bővítve, segítve a fent említett törekvéseket. A többi rész (1-2, 1-3, 1-4, 1-5) kevésbé radikálisan, inkább finomításokkal és koherenciajavítással alkalmazkodik az új rendszerhez.

A tervezők és szabványalkalmazók számára kiemelten fontos:

- Az új EN 1999-1-1 rész áttanulmányozása, különös figyelemmel a mellékletekre (S, T, U, V, Q, R stb.).
- Az **új stabilitási csökkentő tényező görbék és anyagosztály** (eddig A és B osztály helyett három – A, B és C – osztály) használatának megismerése.
- Az **új kapcsolati típusok** (FSW, csavarhorony, csavarvázat stb.) megértése, alkalmazhatóságuk vizsgálata a tervezési feladatokban.
- Az egyes **speciális szerkezettípusokra** (pl. hidak, térrácsok, alumínium-beton öszvér szerkezetek) vonatkozó szabályok alkalmazása.
- Az 1-3 részként kezelt **fáradási szabályok** finomításaival való ismerkedés – különös tekintettel az új részletkategóriákra és hegesztési eljárásokra.
- A **szoftveres eszközök**, számítási programok frissítése (vagy azok új verzióinak kipróbálása), alkalmazkodva az új szabványkörnyezet által bevezetett korszerű modellezési megoldásokhoz (pl. FEM alkalmazása – B melléklet; anyagi viselkedés – F melléklet).

Az első generáció Eurocode 9 felépítése a következőképpen nézett ki:

- EN 1999-1-1 – **Általános szabályok**
- EN 1999-1-2 – **Szerkezetek tervezése tűzhatásra**
- EN 1999-1-3 – **Fáradásnak kitett szerkezetek**
- EN 1999-1-4 – **Hidegen alakított szerkezeti lemezek**
- EN 1999-1-5 – **Héjszerkezetek**

Ez a felosztás a második generációban is megmarad, de:

- Az 1-1 rész (Általános szabályok) erősen „nagyobbodott”, sok új téma került be mind a fő szabványrészben, mind annak mellékleteibe (a mellékletek száma jelentősen nőtt).
- A többi rész (1-2, 1-3, 1-4, 1-5) inkább karbantartási, tisztítási, koherencia-javító és kisebb kiegészítő módosításokat kapott.
- A mellékletek száma megnőtt: az 1-1 rész már 22 melléklettel rendelkezik a második generációban, melyből 4 normatív (építési minőségi követelmények, öntészeti alumínium, hidak, stabilitási feltételek), 18 pedig informatív.
- A nemzeti döntési paraméterek (NDP-k) száma az Eurocode 9-ben jelentősen csökkent: az első generációban 89 ilyen paraméter volt, míg az új változat tervezésekor ez 49-re csökkent. Ez azt is jelenti, hogy a tervezői mozgáster bizonyos területeken csökkenhet, de az egységesebb, átláthatóbb szabványhasználat javul.

Ez a strukturális változás a mellékletek kivételével nem jelenti alapvetően új részek bevezetését, hanem azt, hogy az általános rész lett a fő tartalmi terjeszkedés fókusza – például új szerkezeti típusok, kapcsolatok, stabilitási görbék stb. integrálásával.

2.9.1. EN 1999-1-1: Általános szerkezeti szabályok – a legnagyobb változások színtere

Az EN 1999-1-1 rész az alumínium-szerkezetek alapvető tervezési szabályait fedi le: anyagjellemzők, keresztmetszet-kategóriák, stabilitás, csomóponti csatlakozások, feszültségvizsgálatok, alakváltozások stb. A második generációs felülvizsgálat során itt történt a legnagyobb mennyiségű újítás.

Célok és általános elvárások

A frissítés során az EN 1999-1-1 legfőbb célkitűzései:

- A szabvány kiterjesztése olyan **ötvözetekre, szerkezeti típusokra és technológiákra**, amelyeket az első generáció vagy nem kezelt, vagy csak részben kezelt, és amelyek az alumínium anyag és szerkezetek sajátosságaiból fakadnak.
- Az anyag és **stabilitási modellezés** finomítása, különösen kihajlásra vonatkozó görbék, csökkentő tényezők, új anyagosztályok bevezetése.
- Új, **korszerű kapcsolati megoldások** beemelése (mint például csavar-horony rendszerek, csavar vájatok, dörzshegesztés – friction stir welding, FSW).
- Gyakoribb, **ipari alkalmazások standardizálása** – hidak, nagy fesztávú tetők, alumínium–beton öszvér gerendák.

- **Fejlett numerikus analízis** alapú méretezés elősegítése.
- Szerkesztési, áttekinthetőségi, terminológiai koherenciajavítás, jobb felépítés, egységesebb jelölés.

Új anyag- és stabilitási osztály – a csökkentő tényező görbék felülvizsgálata

Az első generációban az alumínium ötvözeteket két osztályba sorolták (A és B), különböző kihajlási görbékkel, ennek pedig két alcsoportját különböztettük meg annak függvényében, hogy az elem hegesztett vagy sem (a hegesztés kilágyulást okoz). A második generációban új osztályokat vezetnek be (A, B, C), módosított paraméterekkel a finomabb differenciálást lehetővé téve. Ezzel együtt új kihajlási görbék (χ - λ görbék) kerültek meghatározásra. Az új görbék pontosítása miatt az 1-1 részhez tartozó V melléklet (módosított stabilitási feltételek) került be új mellékletként.

Új szerkezeti típusok és alkalmazások

Az új generációs EN 1999-1-1 több szerkezeti típust és alkalmazást integrál, amely korábban nem volt részletesen szabályozva, pl.:

- **hidak:** az S melléklet bevezeti az alumíniumhidak tervezési irányelveit, a főtartó konstrukciós kialakítási alapelvei mellett beleértve a pályaszerkezeti, járóburkolati rendszereket, merevítési elrendezéseket és viselkedési modellt;
- **térrács** tetőszerkezetek: nagy fesztávú tetőszerkezetek térbeli rácsos hálószerkezetekkel – a T melléklet részletes csomóponti vizsgálati szabályokat tartalmaz;
- **alumínium-beton öszvér gerendák:** az U melléklet foglalkozik a kapcsolati megoldásokkal, tartószerkezeti viselkedéssel és méretezéssel, kiemelten a két anyag viselkedésbeli különbségeiből adódó kihívásokkal.

Új kapcsolati típusok és csatlakozási részletek

Az új generációban az EN 1999-1-1 kibővíti az elfogadott kapcsolati típusok körét és részletes méretezési és konstrukciós ajánlásokat fogalmaz meg:

- **csavarhornyos-rendszerek** (bolt channels): olyan profilok, amelyeknél a csavar nem a falon halad át, hanem horonyban helyezkedik el, lehetővé téve beépített állíthatóságot;
- **csavarvájatok** (screw grooves): speciális profil kialakítás, amelybe a csavar belenyúl, ezzel biztosítva állítható vagy finom pozicionálást;
- **dörzs- vagy surlódó keveréses hegesztés** (Friction Stir Welding, FSW): a technológia szabványba integrálása, külön részletekkel (pl. fáradás, csatlakozási kategóriák, hegesztési zónák);

- a **homloklemez csavarozott kapcsolatok** egyenértékű T-modellje is tovább finomodott, különösen a feszültségeloszlás és a törésmechanizmusok pontosabb meghatározása szempontjából.

Új mellékletek és speciális témák

A második generáció során az EN 1999-1-1 részhez 22 melléklet készült, melyből 4 normatív (építési minőségi követelmények, öntészeti alumínium, hidak, stabilitási feltételek), 18 pedig informatív. Ezek számos, korábban szabványon kívüli vagy nem részletesített témát fednek le. Az alábbiak a legfontosabb új mellékletek:

- A melléklet – **Gyártási, szerelési minőségbiztosítás.**
- B melléklet – **Végeselemes modellezés.** Alapelveket és részletes szabályokat fogalmaz meg a szükséges modellezési és analízis szintekről és annak részleteiről.
- S melléklet – **Hidak:** részletes szabályok és alkalmazási modellek alumíniumhidakhoz. Megjegyezzük, hogy az alumínium szabványsorozat egyedülként nem külön szabványrészben foglalkozik a hidakkal (a többi anyag esetében jellemzően a 2. rész a hidas). Ez az SC8 bizottság azon, korábban is és most is tartott álláspontjából fakad, mely szerint az alapvető tartószerkezeti méretezés szempontjából **a magasépületeket és hidakat egységesen kell kezelni**, így az EN 1999-1-1 fő részei ugyanúgy vonatkoznak mindkét szerkezettípusra.
- T melléklet – **Térrácsok analízise és méretezése**, különös tekintettel a térrácsok tervezésében a legnagyobb kihívást jelentő csomóponti kialakításokra és vizsgálatokra.
- U melléklet – **Alumínium–beton öszvér gerendák:** viselkedési modellek, hossz- és keresztirányú teherátvitel, kapcsolat típusok.
- V melléklet – **Módosított stabilitási feltételek:** új görbék, korrekciók különböző kezdeti görbületek és peremfeltételek esetére.
- Q melléklet – **HAZ (hőhatásövezet)** kiterjedésének meghatározása keménységvizsgálattal: hegesztett zónák befolyása, keménységi vizsgálatok felhasználása a hőhatás övezetének mérésére.
- R melléklet – **Csaphegesztések** speciális eljárásainak vizsgálata.

E mellékletek célja az, hogy a szabvány gyakorlati alkalmazhatóságát növelje: a tervező ne csak általános elvekhez jusson, hanem konkrét, iparilag releváns megoldásokhoz is.

Szerkesztési és nyelvi javítások, koherencia

Az 1-1 rész frissítése során külön figyelmet kapott az átláthatóság:

- Ábrák, jelölések felülvizsgálata, konzisztencia a többi Eurocode-dal (pl. jelölési szabvány, hatáselemek, jelölések harmonizálása).
- A szöveg átszervezése logikusabb moduláris felépítés szerint, hogy a mérnök könnyebben megtalálja a releváns alfejezeteket.
- Iparág-specifikus példák, magyarázó megjegyzések bővítése – hogy a szabvány alkalmazása kevesebb értelmezési vitát eredményezzen.

2.9.2. Az EN 1999-1-2 (Szerkezetek tervezése tűzhatásra) frissítése

Az alumínium szerkezetek tűzállóságának méretezése – akárcsak más anyagoknál – külön szabványrészt igényel (1-2). A második generáció elkészítése során az EN 1999-1-2 tartalmilag nem kapott radikális új belső szabályokat, viszont jelentős átszerkesztésen esett át:

- A tűzhatásra történő méretezés a különböző Eurocode-ok között harmonizálásra került a HGF (Horizontal Group Fire) munkacsoport által kialakított formátum és struktúra; az Eurocode-ok tűzoldalának közös sablonja szerint.
- Jelölések, ábrák, egyes szimbólumok harmonizálása más Eurocode 1-2 részekkel (pl. EN 1990-1-2, EN 1991) – új betűjelek, rövidítések.
- A szöveg átalakítása és újraszervezése a jobb áttekinthetőség és koherencia érdekében; egyes redundáns részek kivágása vagy összevonása.

Fontos kiemelni, hogy ezek a módosítások nem változtatják alapvetően a tűzállósági viselkedés fizikai/mechanikai elveit, hanem inkább szerkesztési, rendszerezési és koherencia-javító frissítéseket jelentenek.

2.9.3. Az EN 1999-1-3 (Fáradásnak kitett szerkezetek) módosításai

A fáradási vizsgálatok és tervezés az alumínium szerkezeteknél kritikus terület, különösen repülőgépi, közúti/híd, tetőszerkezetek esetében. A második generációs átdolgozás fő irányai:

- A szöveg átszervezése, hogy jobb koherencia legyen az EN 1999-1-1-gyel és más Eurocode-okkal: az általános szabályokra való hivatkozások, közös jelölések összehangolása.
- A sarokvarrat részletosztályok pontosítása, kiegészítése: varratgyöknél fellépő feszültségkoncentrációk és azok hatása, részletkategóriák pontosítása.
- A csavarozott kapcsolatok részletosztályainak pontosítása, kiegészítése.

- FSW (friction stir welding) beépítése: fáradási kategóriák és viselkedési elvek bővítése.

Így bár radikális átalakítás nem történt, a fáradás részek tartalma finomodott, koherensebb lett és jobban igazodik az 1-1 rész és más Eurocode-ok szabályaihoz, valamint modern technológiai megoldásokra terjeszti ki érvényességét.

2.9.4. Az EN 1999-1-4 (Hidegen alakított szerkezeti lemezek) és EN 1999-1-5 (Héjszerkezetek) változásai

Ezek a részek korábban is léteztek, a második generációban kisebb, de fontos finomításokat kapnak.

Változások az EN 1999-1-4: Hidegen alakított szerkezeti lemezek szabványrészben:

- Új, általános szabályok bevezetése nem csak lemezprofilokra, hanem általános **hidegen alakított profilokra** is.
- Új ajánlások átlapolt statikai rendszerekre, **oldalirányú átfedésű trapézlemezek** szabályainak tisztázása.
- Az épületvégi (merevítő) **diafragmahatás** viselkedés tisztázása.

Változások az EN 1999-1-5: Héjszerkezetek szabványrészben:

- Az A melléklet (a héjak görbült felületeinek kihajlási és stabilitási formuláihoz tartozó melléklet) jelentős módosításon esik át: az **imperfekció-redukciós** tényezők finomítása, különböző teherirányok esetének részletesebb kezelése (pl. axiális nyomás + belső nyomás + nyírás kombinációi).
- Az új anyagosztályok (Class A-B-C) miatt a **héjak stabilitási görbéi** is módosulnak.
- A szerkesztés során terminológiai és jelölésbéli harmonizáció ment végbe, hogy a héjszerkezetek vizsgálata jobban illeszkedjen az általános szabályokhoz.

3. Felhasznált irodalom

Farkas György: *Tartószerkezeti Eurocode-ok*. Közúti és Mélyépítési Szemle vol. 56 (7-8) pp. 3-6 2006.

Az első generációs Eurocode szabványrészek:

- Eurocode 0, A tartószerkezetek tervezésének alapjai – MSZ EN 1990:2011
- Eurocode 1, A tartószerkezeteket érő hatások.
 - 1-1 rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei. – MSZ EN 1991-1-1:2005
 - 1-2 rész: Általános hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások. – MSZ EN 1991-1-2:2005
 - 1-3 rész: Általános hatások. Hóteher. – MSZ EN 1991-1-3:2016
 - 1-4 rész: Általános hatások. Szélhatás. – MSZ EN 1991-1-4:2007
 - 1-5 rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások. – MSZ EN 1991-1-5:2007
 - 1-6 rész. Általános hatások. Hatások a megvalósítás során. – MSZ EN 1991-1-6:2007
 - 1-7 rész. Általános hatások. Rendkívüli hatások. – MSZ EN 1991-1-7:2015
- Eurocode 2, Betonszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1992-1-1:2010
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzteherre. – MSZ EN 1992-1-2:2013
- Eurocode 3, Acélszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1993-1-1:2005
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra. – MSZ EN 1993-1-2:2013
 - 1-3 rész: Általános szabályok. Kiegészítő szabályok hidegen alakított elemekre. – MSZ EN 1993-1-3:2006
 - 1-8 rész. Csomópontok. – MSZ EN 1993-1-8:2012

- 1-10 rész. Anyagválasztás a szívósság és a vastagságirányú jellemzők alapján. – MSZ EN 1993-1-10:2005
- Eurocode 4, Együttműködő acél-beton öszvérszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1994-1-1:2010
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre. – MSZ EN 1994-1-2:
- Eurocode 5, Faszervezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általánosszabályok. Közös és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1995-1-1:2010
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre. – MSZ EN 1995-1-2:2013
- Eurocode 6, Falazott szerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok. – MSZ EN 1996-1-1:2005
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre. – MSZ EN 1995-1-2:2013
- Eurocode 8, Tartószerkezetek tervezése földrengésre.
 - 1 rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok. MSZ EN 1998-1:2004
- Eurocode 9, Alumíniumszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általános előírások. MSZ EN 1999-1-1:2007
 - 1-2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre. – MSZ EN 1999-1-2

A második generációs Eurocode szabványrészek:

- Eurocode 0, A tartószerkezeti és geotechniai tervezés alapjai – MSZ EN 1990:2024
- Eurocode 1, A tartószerkezeteket érő hatások.
 - 1-1 rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Az anyagok fajsúlya, a szerkezetek önsúlya és az épületek hasznos terhei – MSZ EN 1991-1-1:2025

- 1-2 rész: A tartószerkezeteket érő hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások. – MSZ EN 1991-1-2:2025
- 1-3 rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Hóterhek. – MSZ EN 1991-1-3:2025
- 1-4 rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Szélhatás. – MSZ EN 1991-1-4:2025
- 1-5 rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Hőmérsékleti hatások. – MSZ EN 1991-1-5:2025
- 1-9 rész. A tartószerkezeteket érő hatások. Atmoszferikus jegesedés. – MSZ EN 1991-1-9:2025
- Eurocode 2, Betonszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Betonszerkezetek tervezése. Épületekre, hidakra és egyéb mérnöki létesítményekre vonatkozó általános és további szabályok – MSZ EN 1992-1-1:2024
 - 1-2 rész: Betonszerkezetek tervezése. Szerkezetek tervezése tűzhatásra – MSZ EN 1992-1-2:2024
- Eurocode 3, Acélszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Acélszerkezetek tervezése. Általános szabályok és az épületekre vonatkozó szabályok – MSZ EN 1993-1-1:2024
 - 1-2 rész: Acélszerkezetek tervezése. Szerkezetek tervezése tűzhatásra. – MSZ EN 1993-1-2:2024
 - 1-3 rész: Acélszerkezetek tervezése. Hidegen alakított szerkezeti elemek és lemezek – MSZ EN 1993-1-3:2024
 - 1-8 rész. Acélszerkezetek tervezése. Csomópontok – MSZ EN 1993-1-8:2024
 - 1-10 rész. Acélszerkezetek tervezése. Anyagválasztás a szívósság és a vastagságirányú jellemzők alapján. – MSZ EN 1993-1-10:2024
 - 1-13 rész. Acélszerkezetek tervezése. Nagy méretű gerincáttöréseket tartalmazó gerendák. – MSZ EN 1993-1-10:2024
 - 1-14 rész. Acélszerkezetek tervezése. Végeselemes analízissel segített tervezés. – MSZ EN 1993-1-14:2024
- Eurocode 4, Együttdolgozó acél-beton öszvérszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1994-1-1:2010

- 1-101 rész: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. Egy- és kétoldali fémlemez burkolatú öszvérszerkezetek. – MSZ EN 1994-1-101:2025
- 1-2 rész: Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra. – MSZ EN 1994-1-2:2025
- Eurocode 5, Faszervezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Faszervezetek tervezés. Általános és az épületekre vonatkozó szabályok. – MSZ EN 1995-1-1:2025
 - 1-2 rész: Faszervezetek tervezés. Tervezés tűzterhelésre. – MSZ EN 1995-1-2:2025
- Eurocode 6, Falazott szerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Falazott szerkezetek tervezése. Vasalt és vasalatlan falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok. – MSZ EN 1996-1-1:2025
 - 1-2 rész: Falazott szerkezetek tervezése. Szerkezetek tervezése tűzhatásra. – MSZ EN 1995-1-2:2025
 - 2 rész: Falazott szerkezetek tervezése. Tervezési szempontok, a falazóanyagok és a megvalósítási mód kiválasztása. – MSZ EN 1995-2:2025
- Eurocode 8, Tartószerkezetek tervezése földrengésre.
 - 1-1 rész: Tartószerkezetek tervezése földrengésre. Általános szabályok és szeizmikus hatások. MSZ EN 1998-1:2025
- Eurocode 9, Alumíniumszerkezetek tervezése.
 - 1-1 rész: Alumíniumszerkezetek tervezése. Általános szabályok. MSZ EN 1999-1-1:2024
 - 1-2 rész: Alumíniumszerkezetek tervezése. Szerkezetek tervezése tűzhatásra. – MSZ EN 1999-1-2:2024

A CEN által biztosított információk a szabványosítás folyamatáról:

- <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/second-generation-eurocodes>
- Áttekintő anyagok:
 - Overview of the Evolution of EN 1990: Eurocode -Basis of structural and geotechnical design

- Overview of the Evolution of EN 1991: Eurocode 1 - Actions on structures
 - Overview of the Evolution of EN1992: Design of concrete structures
 - Overview of the Evolution of EN1993: Eurocode 3 - Design of steel structures
 - Evolution of Eurocodes: General overview of changes to treatment of concrete used in composite construction
 - Overview of the Evolution of EN1994: Design of Composite Steel and Concrete Structures
 - Overview of the Evolution of EN 1995: Design of timber structures
 - Overview of the Evolution of EN 1996: Eurocode 6 - Design of masonry structures
 - Overview of the Evolution of EN 1998: Design of structures for earthquake resistance
 - Evolution of Eurocodes: General overview of horizontal aspects for EN 1999: Design of Aluminium Structures
 - Overview of the Evolution of EN1999: Design of Aluminium Structures
- 2023-ban konferenciát szerveztek Berlinben What is new in the 2G címmel. Ezen a következő előadások hangoztak el, melynek anyagai elérhetőek a CEN honlapján (<https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/2nd-generation/second-generation-eurocodes-what-new>):
 - Steve Denton: Eurocode 2G
 - Paolo Formichi: Basis of structural design
 - Nicolas Malakatas: Actions on structures
 - Prof. Dr.-Ing. U Kuhlman, Prof. Dr. M. Knobloch: Design of still structures
 - F. M. Mazzolani, A. Mandara: Design of aluminium structures
 - Markus Feldmann: Design of glass structures
 - Hans Rudolf Ganz: Design of concrete structures
 - Stephen J. Hicks: Design of composite steel and concrete structures
 - Rob van der Pluijm: Design of masonry structures
 - Stefan Winter: Design of timber structures
 - Philippe Bisch: Design of structures for earthquake resistance
 - 2025 június 3-5-én online konferenciát szerveztek az új Eurocodokkal kapcsolatban, mely konferencia a 2023-as berlini konferenciának volt a folytatása. (<https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/events/second-generation-eurocodes-key-changes-and-benefits-through-design-examples>)
 - Steve Denton: Overview of the second-generation Eurocodes

- Nick Malakatas, Mungo Stacy, Francesco Ricciardelli: Eurocode 1: Actions on structures
- Alejandro Perez Caldeney: Eurocode 2: Design of concrete structures
- Markus Knobloch, Anna-Lena Bourns: Design of steel structures
- Stephen Hicks, Mike Banfi, Wolfgang Kurz, Francois Hanus: Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
- Philipp Dietsch, Andrea Frangi, Martin Schenk: Eurocode 5: Design of timber structures
- Rob van der Pluijm: Design of masonry structures
- Philippe Bisch: What are the important changes in new Eurocode 8?
- Alberta Mandara, Evangelos Efthymiou, Gianfranco De Matteis, Federico M. Mazzolani, Antonio Formisano, Mladen Lukic, Davor Skejic, Torsten Holglund: Eurocode 9: Design of aluminium structures.

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.-2022.

A korábbi kiadványokat keresse a kamara weboldalán (www.mmk.hu), a FAP pályaműveket tartalmazó menüben.

2023.

101.	SZILÁGYI Zsombor Dr.,	Az energiahordozók jövője
102.	BLAZSOVSZKY László	Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103.	ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt	Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104.	KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond	Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105.	MÓGA István Dr.	Atomerőművi alapok
106.	BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter	Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107.	EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán	AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108.	BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József	Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109.	KAKUK Ilona	Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)
110.	GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre	Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez
111.	ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter	Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai
112.	REINIGER Róbert, BARNA Sándor, BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária, MIHICS Dalma, PINTÉR István	A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor részegység gyártás környezetvédelmi hatósági engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei - Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve hatósági eljárási szereplők részére
113.	TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER Károly, HADDAD Richárd, ADY László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel, SZÚCS Marcell, FELHŐS Dávid Dr.	Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése
114.	GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs	Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá kapcsolódó tematika kidolgozása
115.	BOROS János	Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása
116.	PRIMUSZ Péter Dr.	Hajlékony útpályaszerkezetek szükséges erősítőrétegének meghatározása roncsolásmentes teherbírásmérés alapján

117. EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)

2024.

118. SZABÓ Kinga Dr., ÓMAJTÉNYI András, TÓTH Péter, ZSIGMONDI András A beruházáslebonyolító tevékenysége - Szakmai ajánlás a beruházáslebonyolító fogalmának meghatározására, felelősségére és jogosultságának szabályozására
119. SZILÁGYI Zsombor Dr., Feladatok a klímacélok teljesítéséhez
120. BLAZSOVSZKY László A csatlakozóvezetékek és a felhasználói berendezések létesítésével kapcsolatos gyakorlat, és a változtatás szükségességének elemzése
121. PÓLYA Endre, BALOGH Attila, ERDEI Tímea, VARJÚ József Műszaki segédlet az orvostechnikai eszközpark üzemeltetéshez - Tervezési segédlet, szakmai útmutató, tananyag az MMK kötelező szakmai továbbképzéshez, valamint dokumentum egészségügyi létesítménymenedzsment és minőségmenedzsment részére.
122. BOROS János, CSALLÓKÖZI Zoltán, DOBÓ István, HUNYADI Sándor, KÁLLAI-BORIK Róbert, PODONYI Gábor, SZITA Gábor, DR. SZÜCS Botond, PERGERNÉ NAGY Edit, GYŐRI Csaba Magyarország villamosenergia ellátásának lehetőségei
123. DR. TAKÁCS Bence, HRUTKA Bence Péter, TAKÁCS Regina Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D modellezéséhez (geodéziai tervezők részére)
124. LIPOVICS Tamás, SZENDEFY János, VÁSÁRHELYI Balázs Kockázatok elemzése a mélyépítésben
125. KAKUKK Ilona Klára, NÓGRÁDI Gábor Informatikai Tervező Szakmai Útmutató
126. EGRI Sándor Az NMHH ESZTER aktuális verziójának használata során feltárt hiányosságok, problémák kezelése az AutoCAD programozási eszköztárával
127. DR. HANCZ Gabriella, DR. ENGI Zsuzsanna, JANCsó Béla A kék-zöld infrastruktúra elemek tervezési irányelvei
128. HAJNAL János, DR. KOREN Csaba, LITKEI Bálint, VÁLÓCZI Dénes György A Közúti biztonsági auditjelentések szerepe az önkormányzatok pályázati gyakorlatában
129. HÓZ Erzsébet, BORBOLÁNÉ KOVÁCS Gabriella, DR. MILETICS Dániel, PÁL Péter, VÁLÓCZI Dénes, VEDRŐDI Tamás Személyi sérüléssel közúti közlekedési balesetek adatgyűjtési módszertana
130. SZOMOLÁNYI Tiborné, LAKATOS István, LUKÁCS Tamás Segédlet a megvalósulási dokumentációk készítéséhez, használatbavételi, fennmaradási és bontási engedélyek dokumentációinak elkészítési segédlete
131. KATONA Gábor, FÜZÉR Ferenc, MOLNÁR Béla Hírközlési hálózatok építési technológiai gyűjtemény - Bontások, útfűrészek, anyag és munkaigények összefoglaló tervezői anyag
132. KOVÁCS József, NAGY Benedek, SZABÓ László, DR. SZEPESHÁZI Attila Geotechnikai és tartószerkezeti tervező együttműködése talaj és felszerkezet egymásra hatásának vizsgálata esetén
133. MÁRKUS Miklós, MUNTAG András Ipari zajmodell adatszolgáltatási segédlet - Segédlet szakági tervezők részére környezeti zajmodell készítéséhez

-
- | | | |
|------|--|--|
| 134. | TUCZAI Attila, PÓLYA Endre, KERESE János, BELÁNYI Zsolt, TUCZAI Péter | Műtők klimatizálása |
| 135. | SZILÁGYI Zsombor Dr., | A kőolaj és a földgáz szerepének változása |
| 136. | BLAZSOVSZKY László | Gázfogyasztó készülékek égéstermék-elvezetésének szabályozási anomáliái, és annak hátrányos gyakorlati következményei |
| 137. | FELFÖLDI Krisztina, GÓDOR Balázs, NAGY Pál | Javaslat az Emelőgépek Biztonsági Szabályzat módosítására, korszerűsítésére |
| 138. | BABOS Rezső, FARKAS Éva, PAPP Imre, VARRÓ Beáta | Farontó gombok határozója - Segédlet károsodási helyen való meghatározáshoz |
| 139. | CSERMELY Gábor | JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés és építés – módszerére |
| 140. | CSERMELY Gábor, RÉPÁS Balázs | Szakmai Útmutató a függesztett homlokzati szerkezetekről, ezen belül a kőburkolatú homlokzatokról |
| 141. | ANTÓK Péter, TÖRÖK János, GALLYAS András, LUKÁCS Tamás | Hírközlő hálózatok. Ajánlott létesítési technológiák általános keretrendszere |
| 142. | CSÖRGITS Péter, LEHOCZKY Máté, MOLNÁR Bálint, STENZEL Sándor | Pontfelhők kiértékelése a mérnöki gyakorlatban - Szakmai útmutató pontfelhők általános kezelésére és azokból történő vektoros kiértékelés támogatására |
| 143. | SZILVÁGYI Zsolt Dr. | A második generációs Eurocode 8-5 szabvány honosításának előkészítése |
| 144. | SZILVÁGYI Zsolt Dr. | A második generációs Eurocode 7-3 szabvány honosításának előkészítése |
| 145. | SZILVÁGYI Zsolt Dr. | Terminológiai adatbázis a második generációs Eurocode 7 szabványsorozat honosításához |
| 146. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint | Körforgalmak valós kapacitásának elemzése szimulációs és AI módszerekkel |
| 147. | MOCSÁRI Tibor Dr., HÓZ Erzsébet, KOVÁCS Ákos, NAGY Péter Dávid, ZAKARIÁS Márton | Hálózati szintű közlekedésbiztonsági felmérés - módszertani ajánlás |
| 148. | FÜRJES Andor Tamás | Elektroakusztikai méretezés gyakorlati példák |
| 149. | FARKAS János, MERTLI Ferenc, NÁDAS József Dr., RAJKAI Ferenc Vilmos | Világítástechnika - Mérnök kötelező képzés |
| 150. | ZSIGMONDI András, dr. LÉDERER Károly, ÓMAJTÉNYI András, MARIÁN Gábor, TÓTH Péter | A design and build (tervez és épít) beszerzési rendszer általános ismertetése és alkalmazásának lehetőségei, főbb szerződéses feltételei a magyarországi beruházásokon |
| 151. | VIGH Péter Levente Dr., CSÓKA Gergely, HEGYI Zoltán | A klímaadaptív tervezés fontossága a klímaváltozás hatásaival összefüggésben |
| 152. | ARMUTH Miklós Dr., DUNAI László Dr., HEGYI Dezső Dr., KOVÁCS Nauzika Dr., PLUZSIK Anikó Dr., SIPOS András Dr., VIGH Gergely László Dr. | Az új Eurocode szabványok változásai |