



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

KIADVÁNYA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
GENERÁL STATIKAI- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSE
TERVEZÉSI SEGÉDLET 2026**

Szerkesztő: Styaszny Sándor

Szerzők:

Alibán Dénes
Becker Ádám
Farkas Gábor
Kocsis Attila
Kovács Gyula
Kovács János
Rácz Attila
Rátkai András
Rozsi Dániel
Sebestyén Krisztián
Styaszny Sándor
Szabó László
Szelényi Dániel
Valóczki István
Varga Attila

Lektorálta:

Prof. Dr. Balázs L. György
Dr. Hegyi Dezső
Polgár László

A kiadvány létrehozását támogatták: Magyar Betonelemgyártó Szövetség (MABESZ) és Tagjai: ASA Építőipari Kft., betonEPAG Kft., Beton-Star Kft., dvb Délmagyarországi Vasbetonipari Kft., Első Beton Kft., ÉPSZERK-PANNONIA INVEST Kft., FERROBETON Zrt., HARD-CONCRETE Kft., KV Építőipari Kft., Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Leier Hungária Kft., MABA Hungaria Kft., PREbeton Zrt., SW UMWELTTECHNIK Magyarország Kft., továbbá a Strabag Aszfalt Kft. és a Viastein Kft.

Tartalomjegyzék

1. A tervezés menete, a szerkezeti méretek felvétele	11
1.1. A tervezés menete	11
1.1.1. A koncepció kialakítása	11
1.1.2. Építési engedélyezési tervfázis.....	15
1.1.3. Kiviteli tervfázis	18
1.2. Előregyártott tartószerkezeti födémelemek jellemző alkalmazhatósági támaszköztartománya	18
1.3. A terveken megadandó szerkezeti méretek értelmezése	19
2. Tehertérkép tartalma és minta bemutatása	19
3. A számítási modell készítése	21
3.1. Modellalkotás elemei.....	22
3.2. Tartószerkezeti geometriai meghatározása	29
3.2.1. Előregyártott kehely modellezése, nem javasolt modell.....	30
3.2.2. Előregyártott és monolit vasbeton pillér modellezése	30
3.2.3. Előregyártott lábazati panelek.....	33
3.2.4. Előregyártott tetőgerendák	33
3.2.5. Előregyártott elemes vasbeton födémelek	35
3.2.6. Monolit vasbeton födémelek	36
3.2.7. Monolit vasbeton falak, kéregfalak.....	36
3.2.8. Monolit vasbeton lépcsők.....	37
3.2.9. Előregyártott szerkezettel együttdolgozó vagy arra terhelő vasbeton támfalak ..	37
3.2.10. Kiegészítő acélszerkezetek	37
3.2.11. Darupálya acélszerkezete.....	38
3.2.12. Teherhordó vagy vázkitöltő téglafalazatok	38
3.3. Teherfelvétel.....	39
3.3.1. Állandó terhek.....	39
3.3.2. Esetleges terhek.....	39
3.3.3. Szélteher	39
3.3.4. Hóteher	40
3.3.5. Ütközési terhek	40
3.3.6. Hőmérsékleti teher	40
3.3.7. Szeizmikus teher	41
3.3.8. Daru teher.....	42
3.3.9. Építőipari mérettűrések figyelembevétele	42
3.4. A lefuttatott számítások eredményeinek kiértékelése	42
3.4.1. Első futtatások.....	42
3.4.2. Az adatfelvitel folytatása	43

3.4.3.	Az oszlopok bevasalását követően berepedt keresztmetszetekkel karakterisztikus szélteherre elmozdulás számítás	44
3.5.	Mintapéldákban bemutatott fontosabb modell elemek	45
3.5.1.	Konzolok, födémhárcsák megadás	45
3.5.2.	A födémhárcsa modellek alkalmazási jellemzői	47
4.	Födémek, födémrendszerek	47
4.1.	Nem feszített kéregfödém	47
4.1.1.	Kéregpanel minimális vastagságának és a trigon magasságának meghatározása 48	
4.1.2.	Kéregpanel felfekvése	49
4.1.3.	Kéregpanel mérete és kiosztása.....	50
4.1.4.	Nyomott kapcsolat kialakítása.....	50
4.1.5.	Átszűrődési elleni vasalatok	51
4.2.	Feszített felülbordás kéregfödém	52
4.2.1.	Egyes keresztmetszetek jellegzetességei és az betonelemgyártó cégek által készített dokumentumok elérhetőségei	53
4.3.	Körüreges födempalló.....	54
4.3.1.	Födém szerkezeti kialakítása	54
4.3.2.	Pallók felfekvése	56
4.3.3.	Hosszvágás általános szabályai.....	56
4.3.4.	Keresztirányú együttdolgozás	57
4.3.5.	Áttörések	57
4.3.6.	Egyes keresztmetszetek és a betonelemgyártó cégek által készített dokumentumok elérhetőségei	58
4.4.	TT-panel	61
4.4.1.	TT-panel szerkezeti kialakítása.....	61
4.4.2.	Áttörések a fejlemezén	62
4.4.3.	Betonelemgyártó cégek sablonjai	63
4.4.4.	Lehetséges rögzítési megoldások, kapcsolatok	65
4.5.	TR lemezes födém.....	69
4.5.1.	Általános tervezési szempontok.....	69
4.5.2.	A szelemen sűrítésének hatása a trapézlemez igénybevételeire	71
4.5.3.	A napelem terhelések hatása a vb. vázra és a trapézlemezre, valamint a függesztett installációs terhelésre	73
4.5.4.	Trapézlemez viselkedése tűz hatására	76
4.5.5.	Trapézlemez viselkedése földrengés és szélteher esetén.....	77
4.6.	A szilárd födémek összehasonlítása	78
5.	Építési állapot vizsgálatának szempontjai	78
5.1.	Kiviteli tervfázis.....	78

5.1.1.	Építési állapot vizsgálatai, az építéstechnológia átgondolása, annak ismerete kiviteli tervfázisban.....	78
5.1.2.	Terhek és hatások az építési szakaszban.....	79
5.1.3.	Teherkombinációk.....	81
5.1.4.	Tervezői feladatok tervfázis szerinti bontása.....	82
5.2.	Gyártmánytervezési fázis tervezői szempontjai	88
5.2.1.	Pillérek tervezési szempontjai.....	88
5.2.2.	Vízszintes teherhordó elemek tervezési szempontjai	94
5.2.3.	Lapszerű elemek tervezési szempontjai	97
6.	A tervek formai és tartalmi elvárásai, elemek és csomópontok ábrázolása	98
6.1.	Alapkövetelmények.....	98
6.2.	Építési engedélyezési terv	98
6.3.	Tender terv	98
6.4.	Kiviteli terv.....	99
6.4.1.	Általános elvárások.....	99
6.4.2.	Rajzi megjelenítés típusai	99
6.4.3.	Elemtervek.....	104
6.4.4.	BIM (Building Information Modeling).....	105
6.4.5.	Raszter	106
6.4.6.	Áttörések jelölése	107
6.4.7.	Szerelvények megadása	109
6.4.8.	Elemszámozás a tender és a kiviteli terven.....	110
6.4.9.	Kiegészítő tervi elemek.....	112
6.5.	Csomópontok ábrázolása, és jellemző megoldások ismertetése	113
6.5.1.	Csomóponti kidolgozottság részletezettsége	113
6.5.2.	Kehely – alaptömb.....	114
6.5.3.	Kehely – pillér.....	115
6.5.4.	Pillér – födémgerenda.....	115
6.5.5.	Pillér – tetőgerenda	117
6.5.6.	Főtartó - fiókgerenda (lágyművelés).....	117
6.5.7.	Főtartó - fiókgerenda (vasbeton födém).....	118
6.5.8.	Födémgerenda – födémpanel	119
6.5.9.	Lábazatok /falak bekötése	120
6.5.10.	Feltámaszkodási felület	121
7.	Egyéb tartószerkezeti kérdések	121
7.1.	Tűzvédelmi fejezet tartalma.....	121
7.1.1.	Tűzvédelmi nyilatkozatok.....	121
7.1.2.	A szerkezetek megfelelőségének igazolása	123

7.2.	Szelemenkiosztás javasolt rendje a hózugos, illetve nehéz tetőgépes területeken ..	124
7.3.	Pillérkonzolok méretfelvétele	125
7.3.1.	Lehorgonyzó acélszerelvény nélküli vasbeton konzol.....	127
7.3.2.	Acélszerelvénnel kialakított konzolok	127
7.4.	Gerenda áttörése, az áttörés mérete és pozíciója, gerenda támaszkonzol kialakítása	128
7.5.	Dilatációs szakaszok kialakítása.....	129
7.6.	Egyéb követelmények meghatározása	131
7.7.	Peremgerenda alakváltozásának hatása a vízszigetelésre, alakváltozási követelmények	132
7.8.	Minőségi követelmények kielégítésére vonatkozó szabványok	132
8.	Műszaki leírás és költségvetés kiírás	132
8.1.	Építési engedélyezési tervfázis	132
8.1.1.	Építési engedélyezési eljáráshoz készített műszaki leírás minimális tartalma fentiek alapján	133
8.1.2.	Előzetes adatok megadása költségbecsléshez (amennyiben tervezői szerződésben a Megbízó ezt külön kéri).....	133
8.2.	Tender tervfázis	134
8.2.1.	Tenderezési eljáráshoz készített műszaki leírás minimális tartalma a fentiek alapján:	135
8.2.2.	Költségvetési kiírásnál megadandó adatok.....	135
8.3.	Kiviteli tervfázis.....	136
9.	Generáltervező és a gyártmánytervező feladatmegosztása a gyártmánytervezés és a kivitelezés folyamatában.....	136
9.1.	Generáltervező feladatai	136
9.2.	Gyártmánytervező feladatai	137
10.	A mintapéldák részletes ismertetése és azok összehasonlító elemzése	138
10.1.	Rövid főtartós, részben köztes födémmel rendelkező csarnokszerkezetek számítása végleges állapotban (Rátkai, Styaszny)	140
10.2.	Építési állapot vizsgálata (Alibán, Rátkai)	151
10.2.1.	Főtartóra, szelemenre ható szélteher építési állapotban.....	151
10.2.2.	Födémgerendák csavarása építési állapotban, felbeton megszilárdulása előtt	153
10.2.3.	Födémgerenda igénybevétele és lehajlása építési állapotban és végleges állapotban teljes keresztmetszettel	153
10.2.4.	Magas fal, mely végleges állapotban zárt csarnokon belül helyezkedik el, de építési állapotban a külső szél nyomását kell viselnie.....	156
10.3.	Egyéb számítási példák	158
11.	Szakirodalom	172

Rajzi mellékletek:

- M-1.1 Rövid – és hosszúfőtartós csarnokok és részleteik 3d nézetei
- M-1.2 Előregyártott tartószerkezeti födémek jellemző alkalmazhatósági támaszköztartománya
- M-1.5 A szerkezeti méretek értelmezése
- M-2 Tehertérkép mintalapok
- M-6.3 Alapozási terven a síkok célszerű jelölése, és értelmezése a részleten
- M-7.1 Tűzszakasz határok jelölése
- M-7.3 Pillér konzolok méretfelvétele gyakori pillér méretek esetén
- M-7.4 Gerenda áttörések pozíciói

Egyéb mellékletek:

Műszaki leírás minták

- M-5.1 Építési állapot vizsgálata műszaki leírás koncepció terv minta
- M-5.2 Építési állapot vizsgálata műszaki leírás engedélyezési terv minta
- M-5.3 Ideiglenes állapot javasolt vizsgálati fázisai minta
- M-5.4 Építési állapot csökkentő tényezőkre javaslat szél és földrengés teher esetén
- M-5.5 Előregyártott vázszerkezet szerelése – Műszaki leírás minta

Költségvetés kiírási minták

- M-8.1 Költségvetés kiírás engedélyezési fázis minta táblázat (xls)
- M-8.2 Költségvetés kiírás tender és kiviteli fázis minta táblázat (xls)
- M-8.3 Költségvetés kiírás tender fázis **kitöltött** minta táblázat (xls)

Ellenőrzési (check) listák:

- Előszó
- Chk-1 Terhelések
- Chk-2 Modelllezés
- Chk-3 Számítások menete és kiértékelése
- Chk-4 Anyagminőségek
- Chk-5 Tűzvédelem

A fejezetek szerzői:

1. A tervezés menete, a szerkezeti méretek felvétele: Kocsis Attila, Szabó László, Styaszny Sándor
2. Tehertérkép tartalma és minta bemutatása: Styaszny Sándor
3. Számítási modell készítése, annak problémái: Kovács János, Varga Attila
4. Födémek, födém rendszerek: Becker Ádám, Kovács Gyula, Styaszny Sándor
5. Építési állapot vizsgálatának szempontjai: Alibán Dénes, Rátkai András, Farkas Gábor, Styaszny Sándor
6. Tervi meghatározás módja, minták: Rozsi Dániel, Szelényi Dániel
7. Egyéb tartószerkezeti kérdések: Styaszny Sándor
8. Műszaki leírás és költségvetés kiírás: Sebestyén Krisztián
9. Generáltervező és a gyártmánytervező feladatmegosztása a tervezés folyamatában
Styaszny Sándor

Köszönet Prof. Dr. Balázs L. György, Dr. Hegyi Dezső és Polgár László lektoroknak a szakmai segítségért, és Rácz Attilának a szakmai, szervezési és szerkesztői munkáért.

Számpélda mellékletek (axis adat- és eredményfájl):

- a) Rövid főtartós, részben köztes födémmel rendelkező csarnokszerkezetek számítása végleges állapotban (Styaszny, Rátkai)

Sz-10 A1 Köztes vb. lemezfödém önsúly nélküli vékony héjelemként meghatározva, a teher közvetlenül rátéve a gerendára (nem teherpanellel megadva) Tetősíkú rácszat szélektől elhúzva, peremgerenda igénybevétele korlátozott.

Sz-10 A2 Köztes vb. lemezfödém önsúly nélküli vékony héjelemként meghatározva, a teher nem teherpanellel megadva, az a gerendára közvetlenül rátéve. Tetősíkú rácszat széleken, a vb. peremgerenda az övek része, a normálerők nagyobbak a normál kapcsolatok határigénybevételeinél.

Sz-10 B: Köztes födém nincs szerkezeti elemként meghatározva, minden teher teherpanellel megadva a gerendára ráosztva, diafragmával merevítve. Hőmérsékleti teherrel nem terhelhető modell változat.

Sz-10 C: Köztes födém nincs szerkezeti elemként meghatározva, a teher nem teherpanellel van megadva, az gerendára közvetlenül rátéve, a födém önsúly nélküli acél rácszattal merevítve.
A modell képzése munkaigényesebb és a rácszat meghatározása spekulatív;

- b) Rövid főtartós, daruzott csarnokszerkezet számítása végleges állapotban (Styaszny; Rátkai)

Sz-10 daruzott: Daruzott csarnok modellje

Darupálya és daruteher megadása az épület egészének viselkedése szempontjából.

Egyéb számítási példák

- c) **Sz-10E1** Egyhajós előtetős merevítőfalas csarnok kapcsolati elemekkel (Varga)
A tető rácszat és csomópontjainak szerepe a szerkezet viselkedésében.
- d) **Sz-10 E2** Meglévő épület bővítése félmerev megfogással (Varga)
- e) **Sz-10 E3** Pillér keresztmetszet váltás modellje, javasolt kialakítás (Styaszny)
Eltérő modellek igénybevételei és alakváltozásai.
- f) **Sz-10 E4** Pillér konzol modellje (Varga)
A pillér konzol hatása az erőjátékra és a szerkezet mozgásaira.
- g) **Sz-10 E5** Vasbeton pilléres, téglá és vasbeton kitöltőfalas, acéltetős csarnok modellje (Varga)
- h) **Sz-10 E5_M** Téglá kitöltő falak viselkedése összehasonlító modelleken (Varga)
- i) **Sz-10 E6** Változó magasságú gerenda hatása az erőjátékra (Varga)
A változó gerendamagasság hatása a pillér igénybevételekre.
- j) **Sz-10 E7** Változó magasságú gerenda helyettesítése konstans méretre (Styaszny)
Javaslat a helyettesítő gerenda magasságának meghatározására.
- k) **Sz-10.2.1** A pillérek viselkedése szélteherre építési állapotban, szerelés fázisában, főtartó beemelését követően, a tetőrácszat készítése előtt (5.1.7.1-4. Alibán)
- l) **Sz-10.2.3** Födémgerenda igénybevétele és lehajlása építési és végleges állapotba
- m) **Sz-10.2.4.1** Építési állapotban, a szerelés fázisában, főtartó beemelését követően, a tetőrácszat készítése előtt a pillérek viselkedése szélteherre.
- n) **Sz-10.2.4.2** Építési állapotban, a belső vasbeton falak (jellemzően tűzgátlás miatt) szerelésének fázisában a pillérek viselkedése szélteherre.

ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK TERVEZÉSI SEGÉDLETE GENERÁLTERVEZŐI TERVFÁZISOKHOZ

A segédlet összeállításának célkitűzései

A kiadvány a „Magyar Mérnöki Kamara: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata (2017-2023)” [1] részletes alkalmazandó szabályait és a tervezés szakmai szempontjait tartalmazza, speciálisan az előregyártott vasbeton vázszerkezetű csarnokrendszerek tervezése vonatkozásában. Tekintettel arra, hogy a tapasztalat szerint a szakmagyakorlók nem értelmezik egységesen a tartalmi és formai követelményeket, szükségesnek tartjuk egy olyan kiadvány elkészítését, amely mind a generál tervezők, mind a gyártmánytervezők számára segítséget nyújt abban, hogy megfelelő tartalmi és formai színvonalon készüljenek el az egyes tervfázisok. Erre szükség van ahhoz, hogy a beruházások lebonyolítása során az egyes tervezők rendelkezésére álljanak a szükséges információk, melyek alapján a műszaki és gazdaságossági kérdések egységesen megítélhetők. A kiadvány elsősorban a tartószerkezet tervezőknek szól, de rögzíteni kívánja azokat az információkat is, melyeket a beruházó, generál tervező és a társtervezők részéről szükséges megadni és garantálni ahhoz, hogy a tartószerkezetek pontos és gondos tervezésére, gyártására és üzemeltetésére lehetőség nyíljon.

A jelen kiadvány továbbá egy olyan tervezési segédlet, mely az előregyártott vasbeton vázszerkezetek tervezésének egyes lényeges és különleges kérdéseit mutatja be kifejezetten gyakorló tervezők számára. Célja, hogy a nagy volumenben épülő többfunkciós, jellemzően földszintes, esetenként többszintes csarnokrészeket is tartalmazó, trapézlemez vagy szendvicspanel fedésű, úgynevezett könnyű vasbeton vázas épületszerkezetek tervei egységesebb színvonalon, és egységes kidolgozottságban készüljenek a terveket felhasználó generál kivitelezők és elemgyártók számára, ezzel segítve a versenyztetés során a korrekt, gyors és megalapozott, ugyanakkor kellő szabadságot biztosító ajánlattételt, majd ezt követően a mielőbbi kivitelezés és gyártmánytervezés indítását.

Az előregyártott vázszerkezetek tervezésének egyik fontos tényezője, hogy a tervezés határozottan szétváljon a kiviteli tervezés és a gyártmánytervezés fázisokra. Utóbbi tervfázisnak szabályozásával a „Magyar Mérnöki Kamara: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata (2017-2023)” nem foglalkozik. Ezen a területen nagy számban dolgoznak mérnökök, akik jellemzően generál statikai tervezést nem végeznek. A tudástranszfer a generál statikusok és a gyártmánytervező mérnökök között nem megfelelő. A segédlet egyik célja, hogy ezt a hiányt pótolja.

A kiviteli tervet a generál tervező készíti az építészeti és funkcionális igények alapján, a gyártmánytervet a gyártmánytervező készíti a kiviteli terv adatszolgáltatásai alapján a gyártói adottságok figyelembevételével. A két fázis között oda-vissza pontos és megfelelő részletezettségű adatszolgáltatás szükséges. A geometria, a terhek és követelmények, a statikai rendszer egyértelmű meghatározása elengedhetetlen. A tartószerkezeti tervezőkön túl a generáltervező és a beruházó is szerepet kap ebben a folyamatban. Egyes tervezési információk dokumentálása általános esetben nem mindig kötelező része az engedélyezési és a kiviteli tervfázisnak, de a gyártmánytervezés nem végezhető el ezek teljeskörű átadása nélkül, továbbá ezek hiánya élettartama során az üzemeltetés számára is nehézségeket jelenthet.

Bár az Eurocode előírásainak megfelelő számításokat dokumentálni engedélyezési fázisban csak külön hatósági vagy megrendelői igény esetén kell az [1] 5.5. fejezet 6. bekezdése előírja, hogy ismertetni kell a számításba vett terheket, a tartószerkezet rendszerét és fő méreteit, a betervezett anyagok, gyártmányok minőségi és teljesítmény követelményeit, beleértve az MSZ 24803-7:2024 szabvány előírásait, amely feltételezi a statikai számítások meglétét.

A kiviteli tervezésre vonatkozó [1] 10.7. fejezete kifejezetten előírja, hogy a kiviteli tervek kötelező tartalmi eleme a dokumentált statikai számítás.

A Magyar Mérnöki Kamara (MMK) vonatkozó [1] szabályzatának célja, hogy egyértelműen rögzítse a generáltervező által készítendő tervek és adatok listáját, és annak kidolgozottsági fokát; továbbá

tételesen meghatározza, hogy milyen adatokat kell a tervezés folyamán a tervezőknek az Építetővel jóváhagyatni.

A jelen segédlet célkitűzése, hogy olyan szöveges, rajzi és számítási mintákat mutasson meg a Magyar Mérnöki Kamara honlapjáról letölthető formátumban, amelyet a gyakorló tervezők a tervezési folyamatban felhasználhatnak.

A tervezés kezdetén, és rendszerint végig a kiviteli tervezés folyamatában a vázrendszert gyártó vállalkozás vagy vállalkozások kiléte még ismeretlen, ami jellemzően nem okoz a későbbiekben problémát, mert a magyarországi betonelemgyártó üzemek hasonló, vagy egymást helyettesítő termékválasztékkal rendelkeznek, ami a nagyobb projekteken a közös munkát is megkönnyíti. A gazdaságossági, és a későbbi tervfázisokra lényegesen kiható döntéseket ugyanakkor abban a szakaszban kell meghozni, amikor a gyártó még nem ismert.

A tervezőknek kell beszereznie a szerkezetre, annak viselkedésére ható összes lényegi információt, és azt összhangba kell hozni az építészeti, gépészeti, gyártástechnológiai követelményekkel. A tervezés kezdetén összeállítandó információk egy részét az építész tervező (a szakági tervezőkkel, így a statikussal is oda-vissza egyeztetve) szolgáltatja, de a segédletben részletezettek beszerzése, annak dokumentálása, és az Építetővel történő jóváhagyása a statikus tervező közreműködésével a generál tervező feladata.

A segédletben némely megállapítások több fejezetben is szerepelhetnek, hol részleteiben, hol csak utalással egy másik fejezetre. Ennek oka, hogy a szerzők a tervezés folyamatának egy-egy adott fázishoz kívántak eljárásokat és útmutatásokat bemutatni.

Jelen tervezési segédlet a BIM (Building Information Modeling) követelményeinek ismertetésére nem tér ki. A generáltervezői szerződésben tisztázandó, hogy a BIM modelleket ki, mikor, milyen részletességgel dolgozza ki, alkalmaznak-e BIM koordinátor, illetve milyen mélységben várható el a modell adatbázisának feltöltése egyes munkafázisokra bontva (engedélyezési terv, tenderterv, kiviteli- és gyártmányterv).

A kiadványnak nem célja általános formában bemutatni az előregyártás történetét és aktuális irányait. Meghaladja jelen munka kereteit, így nem cél olyan tervezési segédlet megalkotása sem, amelyet a tervezés menetében mintegy szabványokat pótló segédletként lehessen használni.

A Magyar Mérnöki Kamara Tervdokumentációk Tartalmi és Formai Követelményeinek Szabályzata **[1]** terjedelméből és céljából fakadóan csak korlátozott mértékben tudja kezelni a tervdokumentációk formai és tartalmi elvárásait, mely részletesebb vagy egyértelműbb megfogalmazásokat igényel. Ennek érdekében a tartószerkezeti Tagozat Elnöksége jelen segédlet kidolgozása mellett döntött, melynek célja, olyan követelményrendszer összeállítása, mely minden szakmagyakorlónak segítséget nyújt abban, hogy – a folyamatosan változó körülmények között is – egységes formai megjelenésű és tartalmi felépítési tervdokumentációk születhessenek.

A felsőoktatási intézményekben az elmúlt időszakban egyre kisebb hangsúlyt fektetnek a tartószerkezeti tervdokumentációk rajzos megjelenítésének és az írásos dokumentációk formai-tartalmi összeállításának tanítására. E mellett a korábbi nagyobb tervezőirodák megszűnésével, ill. az ezek helyére lépett jelentősebb irodák háttérbe szorulásával olyan helyzet alakult ki, hogy a szakmagyakorlás során a frissen végzettek már olyan kis létszámú irodáknál, vagy akár egyéni vállalkozóként bedolgozva szerzik a szakmai tapasztalatukat, ahol a szakmai vezető a képzése és a szakmagyakorlása során maga sem szerezte meg a megfelelő tudást a tartószerkezeti dokumentációk formai és tartalmi megjelenésével, felépítésével kapcsolatban.

A mai pályakezdők sokszor a lehető legrövidebb időn belül saját vállalkozást indítanak, ezáltal elégséges tapasztalat nélküli tervezői gyakorlatot szereznek, ezért a tervek tartalma, kidolgozottsága, ábrázolástechnikai ill. formai megjelenése jelentős eltéréseket mutat.

A segédlet részletesen bemutatja a kivitelezési tervezési fázissal kapcsolatos tervek tartalmi és formai megjelenítésével kapcsolatos elvárásokat, az egyes tervezési fázisokra vonatkozó érintőleges elvárások megadásával. A monolit vasbeton szerkezetek tervezésével és tervdokumentációjuk tartalmi és formai elvárásaival önálló tagozati munkarész foglalkozik, így jelen dokumentáció ezekre nem tér ki.

A segédlet a Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata szervezésében kiírt FAP pályázat indításával, a Magyar Betonelemgyártó Szövetség (MABESZ) (Tagjai: **ASA Építőipari Kft., betonEPAG Kft., Beton-Star Kft., dnb Délmagyarországi Vasbetonipari Kft., Első Beton Kft., ÉPSZERK-PANNONIA INVEST Kft., FERROBETON Zrt., HARD-CONCRETE Kft., KV Építőipari Kft., Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Leier Hungária Kft., MABA Hungaria Kft., PREbeton Zrt., SW UMWELTTECHNIK Magyarország Kft.**, továbbá a **Strabag Aszfalt Kft.** és a **Viastein Kft.** támogatásával készült.

A tervezési segédlet a Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata által jegyzett. A Szerzők köszönik a segédlet készítésben nyújtott szakmai segítséget Prof. Dr. Balázs L. György, Dr. Hegyi Dezső és Polgár László lektoroknak, és Rácz Attila MABESZ ügyvezető titkár közreműködését.

Ez a Tervezési Segédlet az első generációs Eurocode szabványcsalád előírásai szerint készült. Azonban az első generációs Eurocode szabványcsalád összes eleme és a kapcsolódó nemzeti dokumentumok, 2028. április 1-jén visszavonásra kerülnek és azok helyébe a második generációs Eurocode szabványcsalád lép, melynek összes eleme várhatóan 2027. októberig elkészül. A két szabványgeneráció vegyes alkalmazása bizonyos eseteket leszámítva nem javasolt (lásd az MSZ EN 1992-1-1:2024 nemzeti előszavát). A Tervezési Segédlet átdolgozásra fog kerülni, amint valamennyi releváns második generációs Eurocode szabvány megjelenik és hatályba lép (várhatóan 2028.04.01-ét követően).

A szakirodalmi hivatkozások [x]-el jelölve, lásd részletesen a segédlet 11. pontjában.

1. A tervezés menete, a szerkezeti méretek felvétele

1.1. A tervezés menete

1.1.1. A koncepció kialakítása

Ez a tervezési fázis, vagy hiányában az engedélyezési terv koncepcionális része meghatározó jelentőségű, mert ekkor több olyan döntést kell meghozni, amit a tervezés későbbi fázisaiban nem, vagy csak a tervezés részbeni újratevésével lehet/ne megváltoztatni (raszterek, vázítípushoz felvett tartósíkok, pillér és fő tartószerkezeti elemek méretei, dilatációk és azok helyei stb.). Amennyiben koncepció-tervfázis nincs, annak tartalmát akkor is el kell készíteni, ha a kidolgozottsága és dokumentálhatósága nincs is meghatározva.

A koncepció kialakításához szükség van a beépítési terület és a tervezett funkció ismeretére. A terület megközelíthetősége, logisztikai szempontok, ütemezhetőség szintén befolyásolhatják a szerkezetválasztást. Alább a teljesség igénye nélkül a lényegesebb eldöntendő kérdéseket vesszük sorra. A szerkezetválasztáshoz további fontos szempontokat tartalmaz az 5. fejezet is, amely az építési állapotok vizsgálatát, és a szerkezet egészére gyakorolt hatását mutatja be.

a) Vázítípus választása a trapézlemez, vagy szendvicspaneles, továbbiakban a könnyűfedésű épületrészekben

- Rövid főtartós;
- Hosszú főtartós.

A jellemző 3d képek, alaprajzok és metszetek az **M-1.1** és **M-1.5** melléklet szerint. Utóbbi tartalmazza a magassági adatok elvárt jelölési és meghatározási mintáit.

A két alaptípus fajlagos beton felhasználásában (summa szerkezeti beton $\{m^3\}$ /összes szintterület $\{m^2\}$) érdemi eltérés nincs. A döntést koncepció szintjén a létesítmény technológiai igényei, könnyűfedés esetén az elvárt tűzállóság biztosítása miatt az alkalmazható maximális szelemen távolság, az építendő kifejezett igénye, és a potenciális gyártó/kivitelező által javasolt szerkezet határozza meg. Trapézlemez és szendvicspaneles födémek esetén a szelemen kiosztás miatt a tűzállósági elvárásokat kiemelten kell kezelni már a koncepció kezdeti fázisában.

b) A szilárd födém rendszerének kiválasztása

Tervezési szempontok:

- Födém magassága az építési szinttől;
- Homlokzatmagasság;
- Támaszköz;
- A terhelés mértéke és az abból ébredő igénybevételek, kiemelten figyelve nem csak a nyomatéki, hanem a nyírási igénybevételekre (pl. körüreges panelek korlátozott teherbírásúak nagy nyírások és koncentrált terhelések esetén), valamint a lengési és alakváltozási tulajdonságokra.

A választás további szempontjai:

- Főtartóval együttműködővé kell/lehet tenni a monolit beton lemezrész teherbírás biztosítása vagy növelése érdekében;
- Koncentrált terhek nagysága;
- Tárcsásítás igénye horizontális terhelésnél, annak mértéke (a körüreges panel felbeton nélkül is tárcsát képezhet, de figyelembevételének szigorú korlátjai vannak, lásd 4.3.1.fejezetben);

- Dinamikus terhek, azok paraméterei;
- Ütemezhetőség;
- Építés megvalósításának hangsúlyozottan rövid határideje;
- Nagy földemterületeknél a gyártói kapacitások figyelembevétele.

Járatos szerkezeti rendszerek:

- Körüreges pallós 16-50 cm szerkezeti vastagsággal. Előnye a gyors építési idő, szinte korlátlan gyártói kapacitás, azonnali terhelhetőség, továbbá, hogy ritka kivételtől eltekintve nem igényel dúcolatot.

Felbetonnal:

- Nagyobb fokú tárcsa hatás. Az EC 8 a tárcsahatás biztosításához a felbetont követelményként tartalmazza, ami hálós vasalással egyértelműen biztosítható.
- Kiegyenlíti a szerkezet szerelési egyenetlenségeit;
- Kiegyenlíti a palló felhajlás miatti geometriai eltéréseket.
- Részletesen lásd 4.3.1. pontban a kötelező és az ajánlott vastagságait.
- Felbeton betervezése a szerkezetnél ajánlott.

Felbeton nélkül:

- A felület kiegyenlítése szükség esetén biztosítható, de erre technológiai utasításban rendelkezni kell.
- A tárcsa hatás korlátozottan így is biztosítható. Ennek technológiai feltételei vannak (az üreges pallók illesztési hézagaiba max. 8 mm szemnagyságú, kissé képlékeny, kis zsugorodású, C25/30 szilárdságú habarcs kitöltés). Becsülhető nyírási teherbírás tárcsa síkjában a közelítő számítás során figyelembe vehető (lásd részletesen 4.3.1. fejezetben).
- A felhajlásra ez esetben is figyelemmel kell lenni, hiszen a pallók feletti rétegek szerkezeti vastagságát, illetve a padlóvonal szintjét befolyásolhatja.

Megjegyzés: felbeton hiányában a tárcsamerevséget igazolni kell, és kiemelten biztosítani kell a pallók és a kapcsolódó koszorúk, előregyártott vasbeton gerendák abroncsszerű viselkedését.

- Zsaluzó kéregpaneles földem, amely esetén lényeges tisztázni, hogy az alkalmazott támaszköz esetében a felbeton öntésekor a panel
 - Dúcolást igényel,
 - Dúcolást nem igényel.

Építési körülmény lehet az, hogy a dúcolásra a terület még nem alkalmas. Például a földem alatt a terület feltöltése kis tömörségű, és betonozáskor, vagy a szilárdulás folyamatában (akár csapadék hatására) megsüllyedhet. A dúc süllyedése nem csak esztétikai, hanem teherbírás-csökkenés következménnyel is járhat.

Feszített tartókkal kombinálva nagy teherbírású és nagy támaszköz lefedésére is alkalmazható. Az feszített és nem feszített, technológiájában és alkalmazhatóságában lényegesen eltérő kéregpaneles rendszerek ismertetését lásd 4.1. és 4.2. fejezetben.

- TT paneles földém

Egyedi termék, amely nagy teherbírásra is tervezhető. A körüreges panelekét meghaladó támaszköz lehetősége, és kiemelten nagy nyírási teherbírás jellemzi.

A gyártói kapacitásra ezen termék esetén figyelni kell, mert egy-egy gyártó csak 3-6 db/2 nap termék gyártását tudja vállalni.
- Monolit vasbeton földém hagyományos zsaluzattal. A választás szempontjai:
 - Vastagságtól és vasalásától függően akár tetszőlegesen nagy teherbírás; de a támaszköz felvétele korlátozott;
 - Vizsgálni kell, hogy az építés során a zsalu letámasztási szint feletti magassága kezelhető-e térben és időben;
 - A dúcokat kellően stabil felületre lehet-e letámasztani;
 - Főtartóval együttműködővé kell/lehet tenni teherbírás igénytől függően;
 - Nagy koncentrált terhekre is alkalmazható;
 - Tárcsásítás nagy horizontális terhelésre is biztosítható;
 - Dinamikus és fárasztó terhekre is jól vasalható.

c) Trapézlemez (TR lemezes) és szendvicspaneles zárófödémek

Az egy -, akár bizonyos részein többszintes könnyűszerkezetes csarnokrendszerek legelterjedtebb fedési eleme a magashullámú (kb. 150 mm hullámmagasságú) trapézlemez. Régebben, 20-25 évvel ezelőtt szinte csak 0,75 mm-es lemezvastagságot használtak, de napjainkban a 0,88 mm-es lemezvastagság a legelterjedtebb. Terheléstől és támaszköztől függően ennél vastagabb is alkalmazható. Hőszigetetlen csarnok esetében a vízszigetelés fogadása miatt tesznek rá 5 cm vastag kiegyenlítő hőszigetelést. Manapság hőszigetelt csarnokoknál a 16-20 cm vastag kőzetgyapot az elterjedt megoldás. Méretezése táblázatokkal vagy ingyenesen hozzáférhető programokkal történhet.

Kiemelten figyelni kell a tervezés induló fázisában a rendszer tűzvédelmi követelményeinek teljesítésére. Erre vonatkozóan a tűzvédelmi szaktervező adatszolgáltatása irányadó, mivel ez befolyásolhatja a szelemenek osztásának távolságát, ezzel az egész épület statikai rendszerét is. A termékekre - pontosan fogalmazva a rétegrendekre - egységes igazolási rendszer nincs, de a gyártók (például Lindab, ArcerolMittal stb.) rétegrendekre és támaszközökre vonatkozóan egyedi tanúsításokat adtak ki. Ezen tanúsításokat a tervezés folyamatában az építész tervezővel és a gyártókkal egyeztetetten be kell szerezni. Lásd [4], [30] és [31]. A továbbiakban csak az elterjedtebben alkalmazott trapézlemez rendszerekkel foglalkozunk.

d) A szelemen kiosztás tervezési szempontjai

- A szelemen tengelyeinek távolsága lehetőleg ne haladja meg a 6 m-t, mert az elterjedt és könnyen beszerezhető kb.150 mm magas TR lemezek erre a támaszközre lettek optimalizálva. Ezen támaszköz felett a költségek rohamosan növekednek, és a tűzállósági követelmények kielégítése is nehézségekbe ütközhet;
- A széles fejű szelemeneknél ($b \geq 50$ cm) a TR lemez számítási támaszköze ésszerűen 25 cm-el csökkenthető (pl. 6 m helyett $L_e = 5,75$ m);
- Az általánosan a tetőfelületre ható azonos terheléstől kiugróan eltérő részeken a szelemenek sűrítése javasolt, mert egyébként az átlagosnál magasabb igénybevételi értékhez kell a vasbeton szerkezeti méreteket választani. Nem csak a TR lemez lesz

gazdaságosabban tervezhető, de a szelemenek alakváltozása is kiegyenlítettebb lesz (felhajlás és lehajlás egyaránt) amennyiben erre figyelünk. Két példa erre:

- Hózugos részeken javasolt a sűrítés, pl. 3-3-6-6 m, különösen, ha ez a teherhatás a tetőfelület nagy kiterjedésben jelentkezik;
- Nagy tetőgépek – különösen, ha csoportosan helyezik el - terhe (2 tonna/darab gépösszsúly felett) esetén is célszerű lehet köztes szelement beépíteni, pl. 6-6-3-3-6-6 m.
- A TR lemez statikai modelljének változását követni kell. Kéttámaszú, többtámaszú tartók, szélső mezők esetén más teherbírást biztosít ugyanaz a lemez, és ez a szelemenek mértékadó terhelését is befolyásolja.
- Szigorúbb tűzvédelmi követelmények esetén a teherbírás csak kisebb mint 6 m-es szelemen távolsággal teljesíthető, ami meghatározza az épület rendszerét is (pl. hosszú főtartós rendszer választása javasolt).
- Ritkábban, de könnyű fedések esetén előfordul, hogy a szelemenek melegen hengerelt acél gerendákból készülnek, ezt az előző pont (a TR lemezek tűzvédelmi követelménye) is indokolhatja.

e) Az építési állapot figyelembevétele

Az előregyártott vasbeton vázszerkezet tervezési folyamatába a gyártmánytervező csak egy késői fázisában, de mindenképpen a fő elemméretek meghatározása után kapcsolódik be. Megjegyezzük, hogy méretválasztás folyamatában konzultálhat generáltervező valamely gyártó tervezőjével. Kész engedélyezési és/vagy kiviteli terv esetén bármilyen keresztmetszet vagy épület méret változtatás csak igen súlyos idő és/vagy anyagi ráfordítással lehetséges, ami nemcsak a projektben résztvevő szaktervezők helyzetét nehezíti meg, de az építetető is súlyos veszteségekkel kell számoljon.

Éppen ezért kiemelt fontosságú, hogy már a generál tervezés fázisában az előregyártás lehetőségeit és szabályait, valamint a kapcsolódó építéstechnológia lépéseit figyelembe vevő, átgondolt szerkezetek szülessenek.

Az építési állapot vizsgálata során a fellépő terhek vonatkozásában az MSZ EN 1991-1-6:2007 ad meghatározásokat. A szabvány 3.1. táblázata az éghajlatai hatások karakterisztikus értékeinek számításához adja meg a visszatérési időket az építési időtartam függvényében. Az építéssel kapcsolatos terhek mértékét a 4.1. táblázat, a betonozás idejére figyelembe veendő terhekét pedig a 4.2. táblázat tartalmazza.

Általános elvárások

Előregyártott vasbeton vázszerkezet életciklusa során bekövetkező állapotokhoz képest kedvezőtlenebb tervezési állapotot eredményezhetnek a manipulációs (elem mozgatása telephelyen, szállítás, helyszíni emelés), valamint az ideiglenes építési állapotok (részleges szerkezeti egységek). Ennek tükrében a generál statikus tervező feladatai közé sorolandó a végállapotra való tervezés mellett a manipulációs és ideiglenes építési állapotok tervezési és méretezési veszélyeinek felmérése és a geometriai méretek ilyen szempontok szerint is helyes megválasztása. Ennek elmulasztása aránytalanul nagy felelősséget helyez a gyártmánytervezőre, illetve az ideiglenes állapotok többlet igénybevételei kifejezetten gazdaságtalan összköltségű (beton és betonacél költsége együtt) szerkezeti elemeket eredményezhetnek. A szerkezeti elemek méreteit abból a szempontból is vizsgálni kell, hogy a pillérek hosszvasalása gazdaságos, és egyben megfelelő merevségű legyen, amit 2-3 %-os vashányaddal lehet biztosítani. Kerülendő a méretválasztás során a 3,5-4 %-os vashányadú pillérek tervezése, amelynek a tűzállóságra történő igazolása is problémás lehet. Szeizmikus és szélteherre a merevséget alig növeli kilengés vizsgálat során. Magas pilléreknél a betonacél toldások, a szerelvényezés és konzolvasak elhelyezése is rosszul szerelhető.

Előregyártott vasbeton váz generál statikustervezőjeként ismerni szükséges a technológia fő lehetőségeit és korlátait, annak szerelési és építési sajátosságait.

Jelen dokumentáció a maximum 3 szint magas vasbeton váz- és csarnokszerkezeteket érintő szempontok összegyűjtésére korlátozódik. Magasabb, vagy egyedi szerkezetek esetében az itt lefektetett alapelvek mentén lehet eljárni, azokat mérnöki szemlélettel az adott feladathoz igazítva.

A gyártás, szerelés és a kivitelezés egyéb fázisainak tervezést befolyásoló részleteit, tervfázisok szerinti bontását lásd részletesen az 5.1.4. fejezetben.

1.1.2. Építési engedélyezési tervfázis

A tervezési gyakorlat szerint a koncepció és vázlattevi fázis gyakran elmarad. Az ott meghatározandó tartószerkezeti paraméterekről ilyenkor az engedélyezési terv fázisában kell dönteni. Ezt a trendet ugyan kedvezőtlen, de gyakran alkalmazkodni kell hozzá. Így az előző fejezetben szereplő feladatokat az engedélyezés fázisában meg kell oldani, amennyiben azok korábban nem történtek meg.

A tervezés kezdetén az alapvető feltételrendszert kell összeállítani. Ez a fő geometriai méretek és a terhelések meghatározását jelenti. Elsősorban építész, technológiai tervező és statikus tervezői feladat, de bonyolultabb, és kifejezetten ipari beruházásoknál a gépész, és más szaktervezők adatszolgáltatásait is be kell szerezni.

Az szerkezettervezőnek a tervezés indításakor az építész, és egyéb szakági tervezők felé az alábbi elvárásokat kell támasztani:

- Az építésznek meg kell ismernie a szerkezettervező által a tervezési folyamat során felhasznált, és a dokumentációjában szolgáltatandó adatok körét:
 - Geometria;
 - Terhelések;
 - Tűzvédelem, tűzszakaszok;
 - Napelem igények;
 - A szabványokat kiegészítő speciális terhelési igényeket.
- A gépész és technológiai tervezőknek meg kell ismernie a szerkezetet olyan mélységben, hogy az elvárásaikat meg tudják fogalmazni a
 - Légtechnikai vezetés igényeiben;
 - Nagyobb gépészeti terhek hol és milyen formában jelennek meg;
 - Technológiai igényeknek miként tud a szerkezet megfelelni.

Geometria

A gyártói lehetőségek és kötöttségek, valamint a költségek optimalizálása miatt a szokásos metszetek általános tervezési adatain túl az **M-1.5.** melléklet ad iránymutatást. Az építész és technológiai tervezőket meg kell ismertetni azzal, hogy a tervezett magassági szintekhez képest a szerkezetnek lesznek gyártási és szerelési méretei (felhajlások, lehajlások, szabványok által megengedett tűrések és pontatlanságok). Célszerű a minimális és maximális értékek meghatározásával lehetőséget biztosítani a szerkezet optimalizálására majd az ajánlattételi fázisban.

Terhelések

Egyértelmű kivitelezői szerződés csak teljeskörű tervdokumentáció esetén adható. A terhek tekintetében az alább részletezett adatokat kell tehertérképekkel meghatározni (lásd **M-2** melléklet,

TT -0.1 tartalomjegyzéke szerint). A csatolt melléklet tartalmazza a teherterképek szakszerű ábrázolásának mintáját a szükséges feliratozásokkal magyar és angol nyelven.

Alább az **M-2** melléklethez, valamint a 3.3. ponthoz kapcsolódóan kiemeljük a terhelésre vonatkozó azon meghatározásokat, amelyeket a tervezési folyamat kezdeti fázisában kell rögzíteni.

- **Installációs teher**
 - Általános megoszló teher, annak (ha az meghatározható) a tűzterhelésnél figyelembe veendő része;
 - Gépészeti terhelések nagyságrendje:
 - Függesztett szerkezetek (fűtés, légtechnika, technológia);
 - Tetőgépek, kiemelten a 2 tonnánál nagyobb összsúlyúak;
 - Tűzvédelmi rendszerek: füstkötényfalak (kN/m), tetősíkon a tűzgátak terhelése (felületi teher kN/m², szélességgel együtt, pl. 90 cm széles, 5 cm vastag kavics terítés, betonlap);
- **Hasznos terhelések (irodák, raktárak, szociális részek, technológiai terek);**
- **Szeizmikus teher**

A segédlet kidolgozásában résztvevők az EC bevezetése óta kialakult, a csökkentő szorzó alkalmazásával kapcsolatos, nem egyértelmű gyakorlatban nem kívának határozott állást foglalni a jelenleg is érvényes első generációs EC szabványok visszavonásáig (várhatóan 2028.03.31-ig). Az új bevezetendő EC változásairól az MMK-TT [41] ad rövid összefoglalót.

Megjegyzés: a segédlet összeállítása során a szerzők, a lektorok és bevont szakemberek az Eurocode értelmezéséről folytatott egyeztetéseket azzal zárták, hogy a szeizmikus teher számítása esetén a Magyar Mérnöki Kamara által a talajgyorsulás referenciaértékére (az a_{gR} -re) vonatkozó redukció 0,7 szorzójának alkalmazása nem javasolható, mert bár szakmailag alátámasztható, a Tervezőnek jogi védelmet nem ad. Az MSZ EN 1998-1:2008 (2011-es kiadás) NB2. szerint a 30 %-os túllépési valószínűséghez az a_{gR} NB1.táblázata szerinti értéknek mintegy 0,7-szerese tartozik, de az EC nemzetközi ajánlása P_{NCR} értékére 10 %. Helyi válaszspektrum analízis alkalmazásával jellemzően kedvezőbb értékeket lehet kapni a 0,40 sec értéknél nagyobb periódus idővel rendelkező szerkezetek esetében, ezért amennyiben ennek alkalmazására lehetőség van, annak használatát javasoljuk.

- **Napelem terhelések figyelembevételének alternatívái:**
 - Amennyiben konkrétan meghatározott, a betervezendő konstrukció terhelései adatait lehet használni;
 - Opcionális terhelési lehetőség későbbi telepítés esetére megoszló terhelés meghatározásával (kN/m²). Egyértelműen rögzíteni kell, hogy ez a TR lemezre is vonatkozik, vagy csak a fő tartószerkezetekre (szelemenek, főtartók és pillérek);
 - Amennyiben napelemek elhelyezésére nincs igény, a műszaki leírásban szükséges jelezni, hogy a teherbírások számításánál ilyen hatás nem lett figyelembevéve.

Tehertérképeken ábrázolni kell a napelem elhelyezésére kijelölt területeket.

Összevetve a jelenlegi trendeket és építési tapasztalatokat javasoljuk, hogy egységesen a teljes tetőszerkezet benapozott részén legyen meg a lehetőség a napelemek későbbi telepítésére. A beruházási költség változása és az elmaradt lehetőségekből adódó későbbi többletköltségek nagyságrendje alapján ma ez mondható racionális megoldásnak, de ez csak a Beruházóval egyeztetetten történhet.

Építési állapot vizsgálata, az építéstechnológia átgondolása, annak ismerete

Ebben a tervfázisban a generál tervezőnek a szerelési kockázatokat kell ismertetnie, és felhívni rá a figyelmet. Amennyiben ezek vizsgálata az engedélyezési tervfázisban elmarad, az elemméretek rögzítése miatt probléma esetén a kiviteli tervfázisban már nehezen, vagy legalábbis nehezebben lesznek kezelhetőek.

- Karakterisztikus szélteher hatása esetén a főtartók és szelemenek felhelyezhető-e, és ha nem, akkor a szükséges építés közbeni ideiglenes merevítésre utalni kell. Például:
 - Szükséges a pillérek oldalirányú megtámasztása dúccokkal, vagy
 - Ideiglenes acél sodrony keresztmerevítésekkel;
- Gyakori szélteherre a pillérek elhelyezett főtartók és szelemenek milyen elmozdulása várható;
- Az építés sorrendjét meghatározza-e az építés közbeni állékonyság biztosítása, például:
 - A merevítő falak építésének ütemezését;
 - A végleges acél merevítés beépítésének időpontját.
- Vizsgálni kell az előregyártott elemek helyszínre szállíthatóságát. Figyelembe kell venni a (elsősorban az elemek hossza, és szállítási magassága) szállításra vonatkozó közúti szabályokat. Amennyiben szükséges, úgy a pillérek, és a gerendák több elemből is összeállíthatók a helyszínen.

Az építés ütemezését, a kivitelezés elvárt sorrendjét a gyártónak meg kell adni (kezdő raszterek, az előrehaladás várható, vagy kért sorrendje), ha erre bármely külső vagy belső körülmény feltételeket támaszt (pl. megközelíthetőség).

A gyártás, szerelés és a kivitelezés egyéb fázisainak tervezést befolyásoló részleteit, tervfázisok szerinti bontását lásd részletesen az 5.1.4. fejezetben.

Tűzvédelmi követelmények

A statikus tervező az engedélyezési terv tűzvédelmi fejezete alapján állítja össze nyilatkozatát, kitérve az egyes épületrészek szerkezeti elemcsoportjaira. A statikai tervfejezet tűzvédelmi részének tartalmaznia kell a követelményeket, valamint azt, hogy a követelményeket milyen módon teljesítjük, tartalmaznia kell az igazolás módját (számítások, táblázatok, ezek szabványhivatkozásai). Lásd még 7.1. fejezetet.

További követelmények

Az épületszerkezetre, illetve annak egyes elemeire további követelményeket határozhat meg a tervező, illetve kell meghatároznia a tervezőnek:

- Tartóssági követelmények;
- A dilatációs szakaszok hosszát, és az erőjátékot befolyásoló hőmérsékletei jellemzők:
 - Várható beltéri üzemi hőmérséklet télen/nyáron;
 - Előfordulhat-e olyan üzemszünet, amikor előbbtől lényegesen eltérő belső hőmérséklet adódhat (például 2 hét leállás téli időszakban, vagy nyáron a klíma tartós leállása). Ez esetben ezen hőmérsékletek becsült értékét meg kell határozni;
 - Csúszó dilatációnál a kapcsolatnál alkalmazandó saru megengedett maximális súrlódási tényezőjének mértéke, és torzulási képessége.
 - Modellalkotásra vonatkozóan lásd 1.1.3. h) és csomópont vonatkozásában 7.5. pontokat.
- Speciális minőségi követelmények, amennyiben van ilyen:

- Színezett beton;
- Fehércementtel készülő elemek;
- Felületében mintázott lábazatok, homlokzati elemek;
- MSZ 24803-7:2024 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai szabványnak a projektekre vonatkozó követelményei. Tudni kell, hogy
 - A szabvány 4.2. pontja szerint az építtető felelős azért, hogy a megvalósulási folyamat résztvevői a szabványt egységesen alkalmazzák;
 - Amennyiben az ajánlattételi felhívásban nincs meghatározva megjelenési követelmény, vagy csak az I. osztályú minőség meghatározás szerepel a kiírásban, akkor azt a NORMÁL követelményszintként kell kezelni. Jelen segédletben tárgyalt létesítmények felszerkezete külön meghatározás nélkül döntően ebbe a kategóriába sorolható be;
 - A MAGAS vagy KÜLÖNLEGES követelményszintek alkalmazását előre rögzíteni kell, amelynek alapja az építtetővel egyeztetetten készített költségvetés kiírás;
 - Egyes szerkezetek követelményszintje ALAP, amelyeknél a NORMÁL szint előírása nem javasolt. Erre a szabvány „A” melléklete (60. oldal) ad iránymutatást (pl. liftakna, alapozási szerkezetek, más szerkezettel eltakart részek).
- Ismert továbbépítés, későbbi bővítés lehetőségének biztosításához
 - Ikerkehely elhelyezése, alapozásnál a későbbi terhelés figyelembevétele. Kiemelten foglalkozni kell a bővítés során várható süllyedésekkel, és erre „felkészíteni” a szerkezetet és annak kapcsolatait;
 - A tetőgerendák tekintetében pontosítani kell az igényeket. Meg kell határozni a beépítendő elemeket, a továbbépítéshez szükséges egyéb beépítendő szerelvényekkel együtt. A bővítés várható többlet terhet figyelembe kell venni.

1.1.3. Kiviteli tervfázis

A kiviteli terveket nem egy esetben más tervező készíti, mint aki az előzetes tervfázisokban részt vett. A tervek tartalmi követelményeit az [1] részletezi, és a segédlet további pontjaiban a tehertérkép, a modell készítés, számítások, a tervi kidolgozás, a műszaki leírás és költségvetés kiírás részleteit ismertetjük.

1.2. Előregyártott tartószerkezeti födémelemek jellemző alkalmazhatósági támaszköztartománya

Jelen fejezet általános iránymutatást kíván adni a járatos előregyártott födémelemek jellemző geometriai méretrendjéről, illetve azok alkalmazhatósági tartományáról. A megadott méretek és alkalmazhatósági tartományok tájékoztató jellegűek, nem fedik le teljes egészében a gyártók által kínált műszaki lehetőségeket. A fejezet elsődleges célja, hogy a tervezők előtervezését, közelítő méretfelvételét megkönnyítse. A mellékletben szereplő táblázatok készítéséhez felhasználtuk a szakirodalomban megadott [6] táblázatait, kiegészítve, illetve módosítva a magyarországi gyakorlatban használatosakkal.

A táblázatokat a szerkezet és méretválasztáshoz lehet használni a támaszköz és a terhelés függvényében felvéve a méreteket. A módszer csak a tervezés koncepció fázisában, előmérétezéshez, építészek felé történő ajánlásra használható fel.

Részletesen lásd az **M-1.2** mellékletben és a [6] szakirodalomban.

1.3. A terveken megadandó szerkezeti méretek értelmezése

Meg kell határozni (lásd M-1.1 és M-1.5 mellékletet rövid- és hosszúfőtartós vázak esetére):

- Főtartó tervezett alsó síkja (technológia és építészet);
- Főtartó tervezett minimális alsó síkja (technológia és építészet);
- Főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére (technológia);
- Szelemen tervezett minimális alsó síkja (technológia és építészet);
- Szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján (tűzvédelem és építészet);
- Szelemen tervezett felső síkja pontján (tűzvédelem és építészet);
- Födém minimális tervezett alsó síkja (építészet és technológia);
- Födém minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére (technológia);
- Födém mestergerenda minimális tervezett alsó síkja (építészet és technológia);
- Födém mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére (technológia);
- A pillértengely, vagy a pillérek közötti szabad méret-e a meghatározó;
- Az attika magasság korlátja. Építéssel együtt kiemelten vizsgálandó.

A belmagasságok fenti részletességű meghatározása azért lényeges, mert az eltérő szerkezeti rendszerekkel dolgozó betonelemgyártó üzemek csak így tudják adaptálni, egyben optimalizálni a saját rendszerükre kellő rugalmassággal, ugyanakkor a fontos megkötések betartásával.

2. Tehertérkép tartalma és minta bemutatása

A kiviteli tervdokumentáció kötelező tartalmi eleme a dokumentált erőtani számítás [1]. Az [1] 10.7. 2. bekezdés követelményét egyértelmű, és korrekt módon tehertérképek létrehozásával lehet teljesíteni, és ez a generál statikus tervező feladata. Kifejezetten egyszerű esetben (csak és kizárólag az 1-4 szintes, födémre telepített zöld kertek nélküli lakóépületeknél) elégséges a szöveges ismertetés, de bármely, előzőhöz nem besorolható épület esetében tehertérképet kell készíteni (lásd **M-2** mellékletet). A melléklet tartalmazza a tehertérképek szakszerű ábrázolásának mintáját a szükséges feliratozásokkal magyar és angol nyelven. A tehertérkép nem csak a gyártmánytervezés és a korrekt versenyztetés fontos kelléke, hanem az élettartam alatti átalakítások, üzemeltetési feladatok alapadata is.

A tehertérképek készítése során az alábbiakra javasolt figyelni:

Az állandó terheket rétegrendek figyelembevételével summázottan célszerű megadni az állandó jellegű könnyű válaszfal terheket kN/m^2 értékkel hasznos teherként, de 1,0 kombinációs egyidejűségi tényezővel. A lakáselválasztó állandó terheket kN/m vonalmenti állandó teherként kell megadni. felületi megoszló teherként nem szabad meghatározni.

- **Állandó terhek**
 - A rétegrend jellegű terheket summázottan célszerű megadni.
 - Az állandó jellegű könnyű válaszfal terheket a födém felületére fajlagosított kN/m^2 értékkel esetleges teherként lehet figyelembe venni, amennyiben a válaszfalak helyzete nem ismert, vagy változhat (1,5 parciális tényezővel és 1,0 kombinációs egyidejűségi tényezővel kell számolni).

- A helyiségeket (lakásokat) elválasztó hanggátló falakat (kN/m) vonalmenti állandó teherként kell megadni és az önsúlyra vonatkozó tényezőkkal kell szorozni a kombinációkban. Vízszintes felületre fajlagosított megoszló teherként nem szabad számításba venni.
 - **Installációs teher**
 - Általános megoszló teherként is megadható. A megoszló terhelésnek a tűzterhelésnél figyelembe veendő része a trapézlemez méretezésénél lényeges adat;
 - Gépészeti terhelések nagyságrendje:
 - Függesztett szerkezetek (fűtés, légtechnika, technológia), amennyiben az általánosan megadott megoszló installációs terhelésből számítható értéket meghaladja;
 - Tetőgépek várható terhelése, amelyek gépkeretekkel a vasbeton szerkezetet terhelik, és a trapézlemez terhelésébe nem számítanak bele. Figyelni kell arra, hogy amennyiben a lábai nem kellően magasak {minimum 30 cm tiszta magasság}, amelybe a légáramlást érdemi módon akadályozó vezetékek és szerkezeti elemek, csövek nem nyúlnak bele (javasolt max. 10%)} úgy mögöttük hózugteher képződhet!
 - Tűzvédelmi rendszerek terhe (kN/m), tetősíkon tűzgáták terhelése (kN/m², szélességgel együtt, pl. 90 cm széles, 5 cm vastag kavics terítés, betonlap stb.);
 - Meg kell határozni, hogy az installációs teherből mi az, ami közvetlenül a TR lemezekre terhelhet, és mi az, ami summa a vasbeton szerkezetet terheli; (Részletesen lásd a 4.5. TR lemez fejezetet.)
 - A napelem terhelést ezen installációs terheléstől elkülönítetten kell megadni. Lásd alább.
 - **Hasznos terhek:** irodák, raktárak, szociális részek, technológiai terek. A szabványtól eltérő esetekre, megrendelői igényekre külön a műszaki leírásban, vagy a tehertérképen külön is fel kell hívni a figyelmet.
 - **Szeizmikus teher**
 - A segédlet kidolgozásában résztvevők az EC bevezetése óta kialakult, a csökkentő szorzó alkalmazásával kapcsolatos, nem egyértelmű gyakorlatban nem kívánnak határozott állást foglalni a jelenleg is érvényes első generációs EC szabványok visszavonásáig (várhatóan 2028.03.31-ig). Lásd még [41].
 - Helyi válaszspektrum analízis alkalmazásával jellemzően kedvezőbb igénybevételi értékeket lehet kapni a 0,40 sec értéknél nagyobb periódus idővel rendelkező szerkezetek esetében;
 - Korlátozott károk tetőponti javasolt alakváltozási követelménye:
 - földrengés teherre ULS teherre $e_{max} < 0,025 H$
 - földrengés teherre SLS teherre $e_{max} < 0,005 H$
 - földrengés teherre karakterisztikus teherre $e_{max} < 0,0033 H$.
- Minden esetben vizsgálni kell a kapcsolódó szerkezetek elmozdulással kapcsolatos érzékenységét, melyet a határérték meghatározásánál figyelembe kell venni.

Amennyiben a javasolt határértéknél nagyobb elmozdulást kíván a tervező megengedni, úgy a kapcsolódó szerkezetek részletes vizsgálata szükséges.

A földrengés teher korlátozott károk a földrengések hatásával kapcsolatos fogalom, amely arra utal, hogy a rengés okozta terhelés (a vibráció ereje és időtartama) alatt az épület nem tesz szert teljes, helyrehozhatatlan károsodásra, hanem csak kisebb sérüléseket szenved, amelyek könnyen javíthatók, vagy amelyek nem veszélyeztetik az épület szerkezeti integritását. A cél, hogy a legszélsőségesebb esetekben is csak korlátozott károk keletkezzenek, elkerülve a tönkremenetelt.

- **Napelem terhelés** meghatározásának alternatívái: 1.1.2. Terhelések pontja szerint. Tehertérképeken ábrázolni kell a napelem elhelyezésére kijelölt területeket.
- **Tűzvédelmi igények földrengés és rendkívüli terhek esetén**
 - Földrengés teher esetén a tűzvédő festés a merevítő szerkezeteken nem igény, nem egyidejű teher, mert a rendkívüli kombinációban

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,i} Q_{k,i} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$
 , Az E_d nem szerepel benne;
 - Ütközési teher: mint előző pont;
 - Szélteher vizsgálata esetén a gyakori szélteher értékére kell megfelelnie a szerkezet tűzállóságának

Amennyiben az adott acélszerkezeti elem bármely elemnek, elemcsoportnak vagy a szerkezet egészének stabilitását biztosítja tűz esetén, úgy a tűzvédelmi követelmények kielégítése szükséges. Kivételt képeznek ez alól a fent felsorolt földrengési és rendkívüli hatások tekintetével arra, hogy az események egyidejűségének valószínűsége rendkívül alacsony. Az gyakran előfordul, hogy egy rendkívüli hatás tüzet okoz, azonban a rendkívüli hatás és az okozott tűz időben már elcsúszik, így a hatások nem összegződnek.

3. A számítási modell készítése

Az építőmérnöki gyakorlatban az elmúlt 2-3 évtizedben a végelelemes szoftverek alkalmazása vált általánossá a tartószerkezeti méretezési feladatok hatékony kezelésére. Ma Magyarországon a leggyakrabban az AXISVM és a Fem-Design szoftvereket használják a tervezők, de más alkalmazások is előfordulnak (Abaqus, Robot Structural Analysis, StatiCa stb.). A végelelemes modellek tartalmazzák az alkalmazott statikai modelleket és terhelési eseteket. A mai gyakorlatra jellemző, hogy a generál és a gyártmánytervező közötti adatszolgáltatás nem a kinyomtatott információk, hanem a számítógépes modell cserén keresztül történik meg. Az [1] 10.7. a kiviteli tervek kötelező tartalmi elemeként határozza meg a dokumentált statikai számítást, de leszűkíti a főbb szerkezeti elemek megfelelőségének bemutatására.

A végelelem módszer ugyan hatékony eszköz, de az alkalmazása során számos probléma merülhet fel. Az alábbiakban összefoglaljuk azt, hogy az előregyártott szerkezetek esetén milyen kérdésekre kell különös figyelmet fordítani ahhoz, hogy helyes eredmények szülessenek. Az elveket ebben a fejezetben részletezzük, a konkrét számítási példákat a 10. fejezetben tárgyaljuk.

A szerkezet generáltervezője által készített tartószerkezeti modell elsődleges céljai a szerkezeti rendszer tervezett viselkedésének meghatározása és bemutatása, terhelési adatszolgáltatás és igénybevételi adatszolgáltatás.

A modellalkotás során kevésbé a modell „szépségére”, látványtervi megjelenésének tökéletességére, sokkal inkább a valós viselkedést leginkább követő kialakításra kell törekedni. Egy

nagyon leegyszerűsített geometria, mely lényeges szerkezeti részleteket, kapcsolatokat nagyvonalúan kezel, vagy nem tartalmaz, akár jelentősen is tévedhet a biztonság kárára. A túlbonyolított, a valós megjelenést szükségtelenül követni akaró, felesleges szerkezeti elemeket tartalmazó modellek nehezen ellenőrizhetőek, fájl méretük általában nagy, eredményei sokszor hibásak, rejtett, nem kezelt igénybevételeket vagy kapcsolati erőket tartalmaznak. Ezért egyszerre fontos, hogy a modell a lehető legegyszerűbb legyen, de még tartalmazzon minden szükséges geometriai, kapcsolati és teher paramétert, ami a valós viselkedés vizsgálatához szükséges.

Fontos, hogy kiviteli tervi fázisban átadásra kerülő tartószerkezeti modell aktuális, a kiviteli terv leadásakor a dokumentált terveket követő legyen. A modellben és tehertérképeken szereplő terhek egyezzenek meg, azok legyenek összhangban az építész, gépész, illetve egyéb technológiai kiviteli tervekkel. A terhelési adatszolgáltatás a teljes élettartam alatt előforduló – ismert, vagy várható – hasznos és esetleges terheléseket kell, hogy tartalmazza.

A vasbeton előregyártott szerkezet esetén az elemek külön-külön egy gyáregységben készülnek (jellemzően az építési helyszíntől távol, de lehet helyszíni előregyártás is), majd az építési helyszínen az elemeket száraz technológiával szerelik össze. Az illesztések statikai modellje általánosan csuklós (esetenként félmerev), a kehelynyak-pillér kapcsolat tipikusan befogott. Fontos, hogy a számítások során minden pillérelemet bevasaljanak, és a berepedt keresztmetszettel ellenőrizzék a szélteherre történő kilengéseket. Az általános csuklós kapcsolatok miatt a modellalkotás során a rúdláncok kialakulását el kell kerülni, az egymásra illesztett elemek csuklósak (pl.: pilléren elhelyezett gerenda, amíg a túske nincs kiöntve), olykor csavartak is.

A modellalkotáshoz kapcsolódóan a tipikus csomópontokra a 6.5. pontban lehet ábrákat és leírásokat találni

3.1. Modellalkotás elemei

A modellalkotás során a valós viselkedést leginkább követő kialakításra kell törekedni. Ehhez a kapcsolatok tényleges működését kell megismerni:

- Kapcsolat mindhárom irányú erőátadó képessége;
- Kapcsolat mindhárom irányú nyomatékátadó képessége;
- Kapcsolat erő és nyomatéki merevsége (merev -félmerev -szabad) (például a szokásos betonacél csap nem tekinthető végtelen merevnek).

A legfontosabb modell elemek:

a) Pillérek befogási viszonyai:

- Végtelen merev;
- Félmerev, szimulálva a valóságos alaptest befogási merevségét;
- A cölöpök modellezése a cölöpfejfel csak kiviteli terv fázisban javasolt.

b) Pillérkonzolok kezelése:

- Darupálya konzolok;
- Főtartók (esetleg szelemenek) alatti konzolok. Minden olyan konzolos kapcsolat modellezése fontos, amelyből számottevő hajlító- és csavarónyomaték keletkezhet a pilléren és gerendán, valamint az egyéb hatásokból származó igénybevételek és alakváltozások mértékének 10%-át meghaladja.

c) Gerendák modellezése, a merevségek kezelése:

- Változó tartómagasság T és I tartók esetén, követve a tényleges geometriát, és a program adta lehetőségeket.
 - Előnye: látványos a modell 3D nyomtatásakor.
 - Hátránya: lassú a program futtatás, különösen, ha földrengés teherre vasbeton falakat is tartalmazó modellünk van. Későbbi módosítása a több szakaszra bontás miatt igen nehézkes.
 - A tört tengely olyan igénybevételeket kelthet a szerkezeten, ami a feszített, előregyártott gerendák beépítésekor nem jön létre. Ezt a 10. pontban az Sz-10-E6 számpélda elemzésekor mutatjuk be.
 - Nem javasolt a változó magasságú gerenda használata a modellben.

- Konstans keresztmetszet, és feszített tartóknál korrigált merevség:
 - Változó magasságú tartót egyenletes magasságú tartóval helyettesítve a tartó támaszközének harmadában számítható magasságot vehetünk figyelembe. Például támaszainál 94 cm, középen 130 cm magas tartó esetén $(130-94) \times 0,67 + 94 = 118$ cm. Lásd Sz-10 E7 példát;
 - A repedésmentes keresztmetszetből a programok által automatikusan számított lehajlások az inercia felülírásával korrigálhatók, amennyiben a terhek gyakori kombinációjára $L/500$ -nál nagyobb lehajlások adódnak. A korrekciós szorzó egyenlő az gyakori teherkombináció okozta alakváltozása osztva a támaszköz/500 értékével.

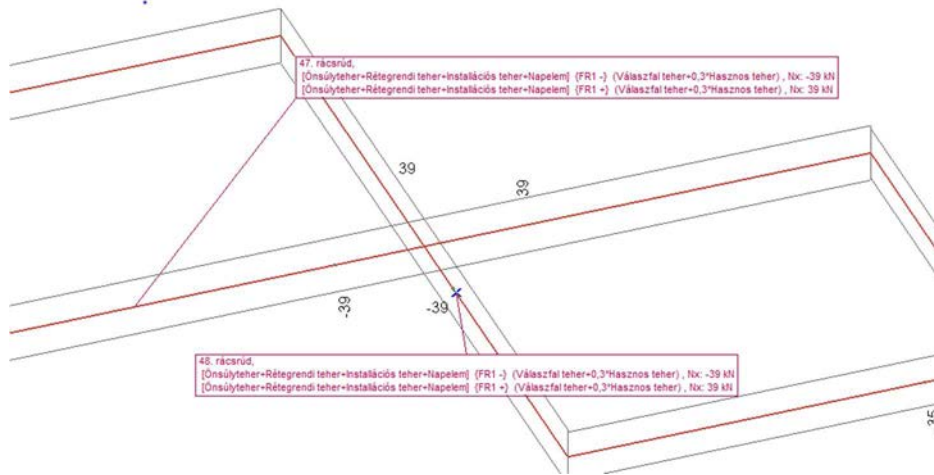
d) Kör keresztmetszetű keresztátlós feszítőrudak modellbe illesztése szeizmikus teher esetén

Jellemzően alkalmazott szelvény d16, d20 és d25. Nem lehet csak húzott, hanem csak húzott-nyomott rúdként figyelembe venni. A problémát az okozza, hogy csak húzásra működő elemmel a földrengés számítás nem végezhető el. Részletes bemutatása a 10. pontban és az Sz-10 A1 mellékletben.

A kialakult szakmai gyakorlat szerint úgy járunk el, hogy

- A modellbe rácsrúd elemként tesszük be;
- Önsúly terhet nem szabad rátenni;
- A kapott normálerő kétszeresére kell a húzott rudakat ellenőrizni.

Figyelem! A teherbírás ellenőrzésekor a húzott rudak menettel gyengített feszültség-keresztmetszetét szabad csak számításba venni!



1. ábra: Tető rácsozás húzott pótátló rudakkal (jellemzően d16-28 mm)

Sz-10 E1 példa d25-ös rudjainak adott részletén +39 és -39 kN erő ébred. Egy rúdban így $2 \times 39 = 78$ kN húzás keletkezhet. $78 \text{ kN} / 21,5 \text{ kN/cm}^2 = 3,62 \text{ cm}^2$. S235 anyag esetén M24 menet d28-as betonacélból állítható elő, de S355 anyag esetén d25 is megfelelő.

e) Zárt szelvényű, egymást toldó lemezzel keresztező merevítőrudak

Húzást és nyomást is fel tud venni. Ez esetben arra kell figyelemmel lenni, hogy a folytonos és a toldott rúd kihajlási hossza teljes hossz fele a merevítés síkjában. A merevítés síkjára merőlegesen a kihajlási hossz a teljes rúdhossz.

A toldott rúd számításakor a keresztező húzott rúd megtámasztó merevítő hatása csak akkor működik hatékonyan, ha nagy a húzóerő. Ha egy rúd húzásra-nyomásra van tervezve, akkor a nagy karcsúság miatt húzásra kicsi benne a feszültség, és így kicsi a merevítő hatása is. Ezt nemlineáris vizsgálattal lehetne pontosan megmondani, ami nem reális elvárás egy csarnok vizsgálatakor.

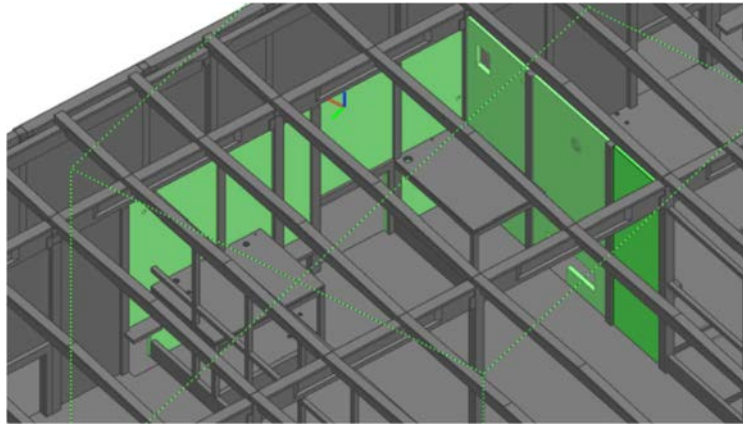
Ennél a konstrukciónál az is probléma, hogy az egyik rúd közepén toldva van. Ha egyszerű ütköztetett hegesztett kapcsolat van, akkor az inercia kicsit változik azon az arasznyi szakaszon, és nem kell a gyengítéssel foglalkozni. Ha homloklemez kapcsolatot van (zártszelvénynél ez kevésbé jellemző, de egy-egy protézissel megoldható), akkor is gyengítetlen keresztmetszetként lehet számítani. Ha azonban csomólemez, nyírt csavaros toldás készül, akkor nyomásra „biciklilánc” alakul ki. Ez a megoldás nem ajánlott!

f) Vasbeton falak

Akár merevítési célból, akár más okból, építik be, a szerkezet erőjátékában részt vesz, ha hozzákapcsolódik a tartószerkezeti vázhoz. Elsősorban a szilárd földemes részek épített falai tervezetten részei a merevítésnek. A vasbeton vagy falazott tűzgátló falak általában nem részei a csarnok merevítésének, a számítás során mégis figyelembe veendőek, amennyiben szeizmikusan nincsenek elválasztva a tartószerkezeti vázától. Például az alábbi csarnokban a zölddel kiemelt tűzgátló falak a tető ezen részét vízszintes teherre (szél, földrengés) gyakorlatilag végtelen merevvé teszik, amivel a tetőmerevítés számítása nehezen kezelhetővé válik.

Amennyiben a földemekeket alátámasztó vagy tűzgátló falak a szerkezet csavarási középpontjától távol helyezkednek el aszimmetrikus elrendezésben, a szerkezet többi merevítését úgy kell

kialakítani, hogy a földrengésből adódó csavaró hatást minél inkább csökkentjük. Ennek érdekében törekedni kell a tömegközéppontra nézve centrálisan szimmetrikusan merevítő szerkezeteket elhelyezni.



2. ábra: Belső vasbeton tűzfalak (zölddel jelölve)

g) Tető rácszat kialakítása

A szokásos csarnokoknál a végfalaknál több oszlop van, esetleg még függőleges síkban rácszást is kap, úgy az nagyobb merevséggel bír, mint a köztes csarnok-szakasz. Amennyiben a rácszat erős szelvényekből áll, a rácszat a köztes szakasz szél és földrengés terheit kiviszi a csarnok végeire, és minél erősebb szelvényekből áll, annál inkább. A tetőszerkezet kilendülése egyre kisebb lesz, és a csarnok hosszában az elmozdulás egyenletesen változóvá válik, nem tér el hirtelen váltással a végfalak kimozdulása a szomszédos raszterektől. Ha a tetőrácszat kisebb **szelvényű rudakból készül, a tető kilendülése a szélső és mellette lévő pillérsornál nagy eltérést** eredményez. A következmény az, hogy a kemény rácszat nagy támaszközü rácsstartóvá válik, magas acélszerkezet igényel, sok helyszíni munkával, lassan készíthető kapcsolatokkal. Ugyanakkor a köztes pillérek kis hajlítógénybevételűt kapnak, és az alapozás nyomatóki terhelése is kisebb lesz. Magas, ugyanakkor rövid csarnoknál a merev rácszat gazdaságos megoldást ad, míg hosszú és nem túl magas csarnokoknál összességében gazdaságtalan szerkezetet eredményez.

A tető rácszása a fentiek szerint összekapcsolja és korlátozza a pillérek felső pontjának elmozdulás különbségét. Ennek hiányában megnőnek az alakváltozás különbségek és ezzel együtt a gerenda-pillér kapcsolati erők is. A merevségkülönbségből adódó elmozdulás különbségek adott esetben kevés kapcsolatra hártják ezeket az erőket, aminek a felvétele a szokásos acél dornis kapcsolatokkal nehézségekbe ütközhet.

Tetőt merevítő rácszás hiányában a tető deformációi hatással vannak a burkolatra is. A burkolat a saját síkjában nyírási deformációt szenvedhet és lecsúszhat a támaszáról. A trapézlemez burkolat megengedhető alakváltozása a szélteherre, és a földrengés teher hatására nem tisztázott. Erre vonatkozóan a trapézlemez gyártó/forgalmazó cégeknek nincs adata, és kísérletekre alapozott tanulmány sem fellelhető. Meghatározandó feladat lenne, hogy mekkora deformációt visel el a szélteherre, vagy földrengés esetén kilendülve, a szelemenekhez, illetve peremgerendákhoz rögzítetten.

Visszatérő kérdés, hogy lehetséges-e a trapézlemez burkolat figyelembevétele merevítés szempontjából. Korábban voltak erre gyártói tervezési adatok, de ilyen most nem elérhető. Vannak kutatások a BME Hidak Tanszékén is a témában, melyek az mutatják, hogy számottevő

merevítő hatása lehet a trapézlemez fedésnek. Azonban itt figyelembe kell venni, hogy milyen elemeket kapcsolunk össze. A kísérleti és gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a hasonló merevségű elemekből kialakított rendszerek működőképesek. Azaz a trapézlemezek a hidegen hajlított vékonyfalú szelemeneket képesek hatékonyan merevíteni kihajlás ellen megfelelő rögzítés esetén, és ilyen esetben a földrengéssel szemben is számottevő merevítő hatással rendelkeznek. Melegen hengerelt acélgerendák vagy vasbeton gerendák esetén annyira nagy a merevségkülönbség az elemek között, hogy a trapézlemez nem képes megbízható módon merevítő hatást kifejteni.

h) Dilatációs szakaszok hossza

A dilatációs szakasz hosszát több tényező befolyásolja, kiemelten a

- Zsugorodás;
- A hőtágulás mértéke, és a
- Merevítések helyzete az épületben.

Előregyártott szerkezeteknél a zsugorodás a beépítés idejére nagyjából lejátszódik, általában nem kell figyelembe venni. Ez nem vonatkozik nagy monolitikus felbetonokkal beépített szerkezetek esetére, például kéregbetonos földem szerkezetre, vagy monolit felbetonnal ellátott TT paneles földemekre.

Általánosan javasolt dilatációs szakasz 45-50 m, de bizonyos esetekben 140 m-ig is el lehet menni. Egyszerű szerkezetű, temperált, de legalábbis zárt raktárszerkezeteknél a 80-120 m a szokásos dilatációs hossz. A teljes meteorológiai hőingadozásnak kitett szerkezetek esetében (-25 °C és +25 °C között) a 45-50 m-es hosszat csak igen indokolt esetben, és részletes elemzést követően lehet tervezni. A vizsgálatnak ki kell terjednie a teherbírási és kiemelten a repedéstágassági követelmények igazolására is.

MSZ EN 1991-1-5:2005 szerint egyéb adatok hiányában a külső hőmérséklet -15 °C és +35 °C között, a belső hőmérséklet +20 °C és +25 °C szélső értékekkel veendő figyelembe, de a belső hőmérsékletet a technológiai igények jelentősen módosíthatják. Az építési állapotot +10 °C értékkel érdemes felvenni. Javasolt a kivitelezés menetében a valós hőmérsékleti értékek figyelembevétele különösen a dilatációs csomópontok részleteinél (pl. oválfuratban a csavar helyzete, saru pozíció), illetve a csomópont zárás időpontjának meghatározásánál. *Például téli kivitelezés esetén meghatározható, hogy a fix kapcsolat, vagy egy merevítés rögzítése csak a csarnokszerkezet térelhatárolását követően +10 °C belső hőmérséklet elérését követően történjen meg, vagy ha nyári tűző napsütésben épül a szerkezet, és +30-40 °C fölé melegszik a szerkezet, akkor +10-20 °C között kell rögzíteni a fix kapcsolatokat.*

- Zárt épületek esetében tanácsos általánosan +/-10 °C hőmérsékletváltozást figyelembe venni, de +/-15 °C is lehetséges is (zárt, fűtetlen terek);
- Nyitott épületekben ennél magasabb értékek várhatóak, és erősen függ az építési hőmérséklettől, valamint a csomópontoknak, és a merevítések zárásakor mérhető hőmérséklettől.

A szerkezet hőmérsékletváltozásra történő viselkedését 3D modellen történő számításokkal minden esetben javasolt vizsgálni, az alábbi hosszak feletti egységek esetén mindenképpen ellenőrizni kell:

- Zárt, fűtött: 90 m
- Zárt, fűtetlen: 60 m
- Nyitott csarnok: 45 m

A hatályon kívül helyezett MSZ 15022/7-86 szabvány 5.1. pontja döntően tapasztalati alapon hőszigetelt épületek esetén 50 m-t, hőhatásnak közvetlenül kitett szerkezet esetén

30 métert határozott meg dilatációs távolság maximumának. Megfontolandó ajánlása az 5.2. pontban a hőmérséklet ingadozástól védett szerkezettel összeépített, az időjárási hatásoknak közvetlenül kitett elemeken (pl. erkélylemez, párkány, attikafal) osztó dilatáció kialakítása és a csatlakozó szerkezeten repedéskorlátozó vasalás elhelyezése. Amennyiben az osztóhézagok távolsága a 6 m-t meghaladja, az esetben részletes számítás szükséges.

A jelenleg hatályos EC nem határoz meg konkrét dilatációs távolság maximum értékeket, csak a hatások vizsgálatát és a szerkezet megfelelő viselkedését követeli meg.

A pontos vizsgálat nehézsége, hogy a generál tervezéskor nem ismert, gyártmánytervezéskor is csak becsülhető az összeszerelés időszakában a külső hőmérséklet. A beépített elemek középhőmérséklete a csomópontok rögzítés előtt -5 °C és $+25\text{ °C}$ várható, nagyobb épület esetén egységenként változhat is.

Az üzemelés hőmérséklet:	nyitott szerkezet esetén	$-15\text{ °C} - +25\text{ °C}$
	zárt, fűtetlen térben	$+5\text{ °C} - +25\text{ °C}$
	zárt, fűtött térben	$+15\text{ °C} - +25\text{ °C}$

A merevítő elemek (acél rácsok, vasbeton falak) igen kedvezőtlen hatásúak lehetnek, amennyiben adott irányú hőmozgás szempontjából nem a dilatációs egység közepe táján, nem annak középső negyedében helyezkednek el, mert a végeken elhelyezkedő merevítésekben nagy igénybevételek keletkezhetnek.

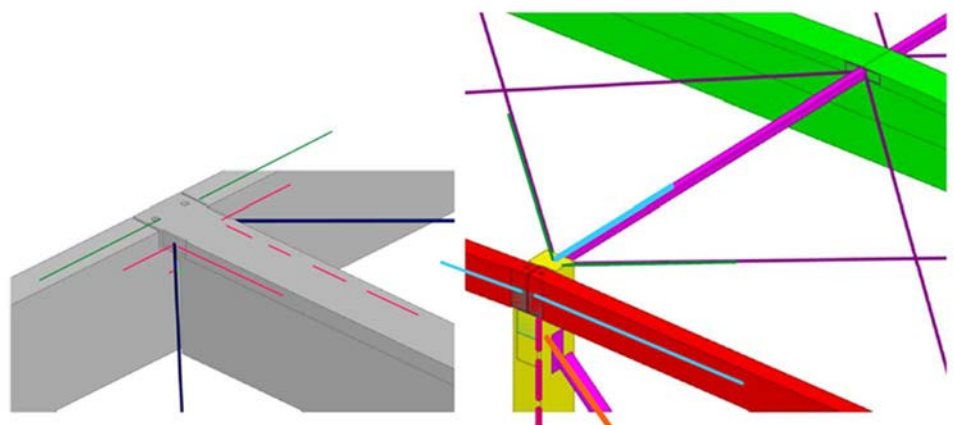
i) Dilatáció kialakításának módja

Eldöntendő, hogy szerkezet-kettőzéssel készül, vagy csúszo kapcsolat kialakításával. **Fontos szempont, hogy a tűzvédelmi fejezet erről miként rendelkezik.** Amennyiben kikötés, hogy valamely rész omlása nem járhat a másik rész omlásával, úgy csak a szerkezet duplázásával tervezhető a létesítmény. Amennyiben ilyen kikötés nincs, úgy csúszo kapcsolat is alkalmazható. Részletesebben lásd 7.5. pontban.

j) A tartószerkezet csomóponti térbeliségének kezelése

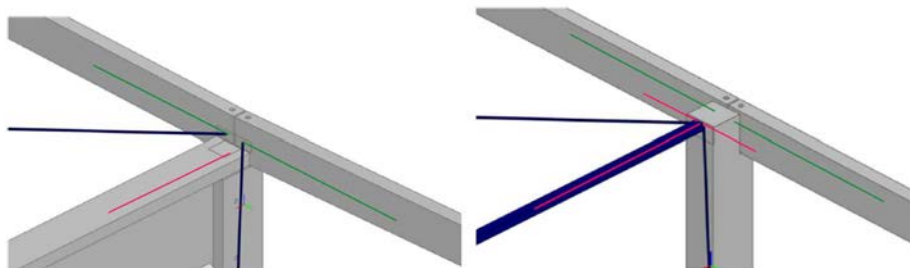
A modellek az egyszerűsítés miatt olyan csomópont pozíciókat használnak, amik az erőjáték egésze szempontjából (alapozás igénybevételei, pillér befogási igénybevételei, gerendák mezőközepén az igénybevétele) jellemzően helyes eredményt adnak. Azonban bizonyos esetekben a részleteknél nagyságrendi eltérés is lehet. A végeselemes modellek felépítésénél a csomópontok térbeli helyzetét úgy kell definiálni, hogy az helyesen tükrözze a várható erőjátékot. A csomópontok gyakran külpontosan helyezkednek el a tartószerkezeti elemek tengelyvonalaéhoz képest, ami megnövelheti az igénybevételeket, különösen a hajlító nyomatékok és a csavaró nyomatékok tekintetében. Ez a növekmény esetenként meghatározó lehet a méretezés szempontjából. Amennyiben ennek modellezése nehézkes, a hatásokat egyedileg kell figyelembe venni.

Az alábbi ábrákon a fő elemekben az igénybevételek a differenciája nem számottevő, de a kapcsolatok esetében, vagy egy vasbeton elem végének kialakítása szempontjából már lényeges lehet.



Erő átadás csappal

Erők eredőinek térbelisége

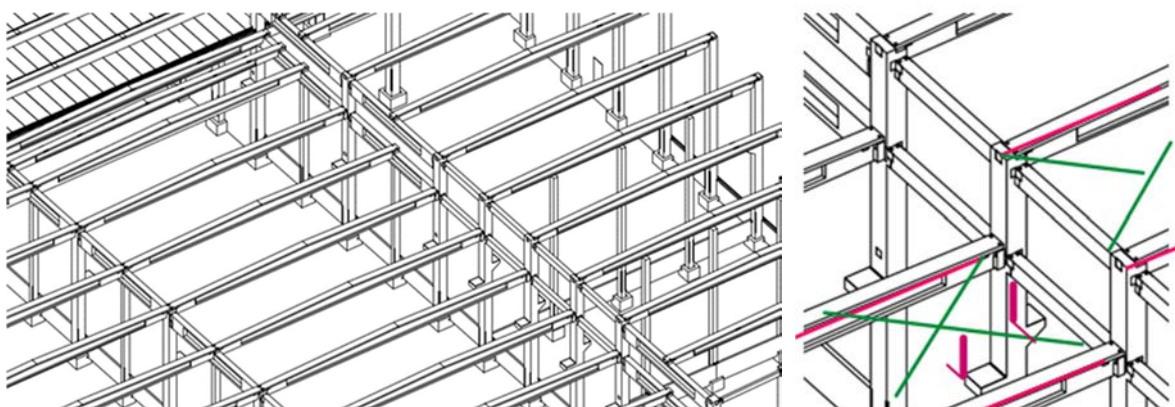


Erő átadás helyszíni hegesztett acél kapcsolattal és csappal

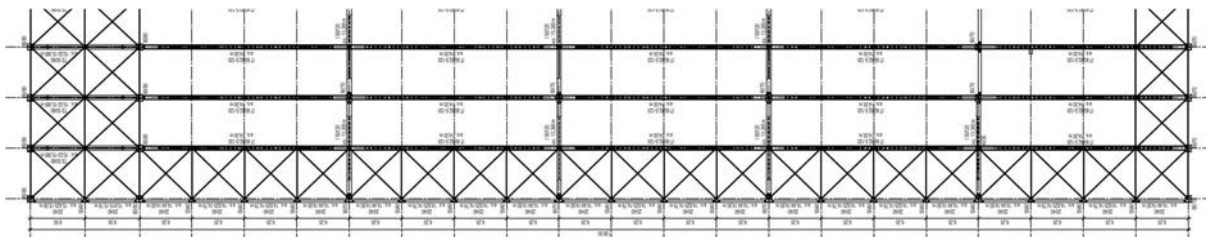
Erő átadás helyszíni hegesztett acél kapcsolattal és csappal

3. ábra: Csarnok tető 3d részletek

A gyakorlat arra szorítkozik, hogy a csomópontba befutó szerkezeti elemeket és azok végein a rögzítés megfelelőségét ellenőrzi. Ez az acélszerkezet tervezésből átvett metódus azt feltételezi, hogy a rúderők eredői egy pontban metsződnek. Ez a vasbeton csarnokok esetében ritkán valósul meg. Gyakran nem egy pontban, és nem ritka, hogy nem is egy síkban hatnak az erők.



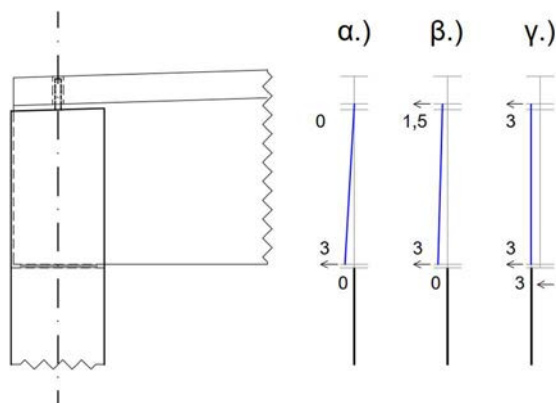
4. ábra: Tetősíkban ugráló csarnokszerkezet 3d nézetek



5. ábra: Tetősíkban ugráló csarnokszerkezet tető felülnézet

A modellben nem helyezkedhet el egy síkon a rácszat, a térbeliséget külpontosságokkal követni kell. A pilléreket a külpontosságokból és a síkváltásokból összetett hajlítási és csavarási hatás éri. Vannak olyan részek, amiket a generál statikus tervezőnek, és van, amit csak a gyártmánytervezőnek kell elemeznie és ellenőriznie. Ennek a tervezői feladatmegosztásnak a korrekt meghatározása nem lehetséges. Irányelvként megfogalmazható, hogy amely külpontosság vagy térbeli síkváltás a tartószerkezeti elem fő igénybevételeit (normálerő, nyíróerő, hajlítónyomaték és különösen kiemelten a csavarónyomaték) több, mint 10 %-kal módosítja a központosan bekötött, azonos síkban futóan modellezett szerkezet eredményeihez képest, annak követése generál statikus tervezői feladat. A csomópontok közelében lévő szerelvények, vasbeton szerkezeti részek vasalása, annak kialakítása generáltervezővel konzultálva jellemzően gyártmánytervezői feladat.

Szelemenek mozgási lehetősége a villás támaszoknál



6. ábra: Szelemen, vagy főtartó villás támaszban

- α: alul nagy mozgóképességet kis ellenállással biztosító alátét, felül a csap kiöntve
- β: alul nagy mozgóképességet kis ellenállással biztosító alátét, felül a menetes szár leszorítva
- γ: alul a támasz elmozdulhat, vagy kis ellenállást fejt ki, felül a csap szabadon elmozdulhat

3.2. Tartószerkezeti geometriai meghatározása

Az alábbiakban összefoglaljuk a javaslatainak egy modell elkészítéséhez, mely nemcsak az gyártmánytervező számára előnyös, de a generáltervező munkáját is megkönnyíti, gyorsítja. Célunk a megfelelő geometria meghatározására, (hogyan és mit modellezünk és mit nem) illetve a szerkezeti elemek megfelelő beállítása.

3.2.1. Előregyártott kehely modellezése, nem javasolt modell

Előregyártott kehelynyak modellezése nem szükséges, de nem is okoz problémát. Modellezhető a kehely befoglaló méretével azonos keresztmetszetű rúdként (7. bal ábra). A rúdelemként modellezett kehely a szerkezetet globális merevségét csökkenti. A felső épületrészhez tartozó rezgésalakok tömegrészese csökken, a kehelynyak modellben szereplő jelentős tömege miatt. A kehelynyakak s nagy merevségük miatt nem mozdulnak meg, és így a rezgésalakokhoz tartozó tömeg nehezen éri el a 90 %-ot. Ez kiküszöbölhető a kehely felső síkja alatti tömegek figyelmen kívül hagyásával, lásd következő pontban a javasolt módszert.

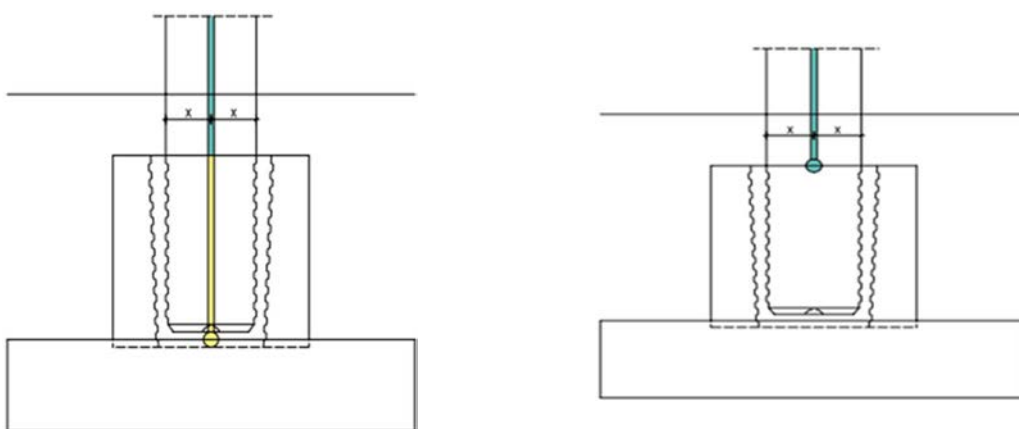
Magyar ajánlások hiányában gyakran előforduló hiba a túl kicsi kehelymagasság, amin a gyártmánytervezés folyamatában már nem, vagy alig lehet változtatni. Javasolt a kehelymagasság méretfelvétele (DafStb Heft 399 S.64-66 és a DIN 1045 S.237) alapján:

- Ha $M_{Ed,i}/(N_{Ed,j} \cdot d) < 0,15$, akkor a kehelymagasság minimum $(1,5 \cdot d + 10 \text{ cm})$;
- Ha $M_{Ed,i}/(N_{Ed,j} \cdot d) > 2$, akkor a kehelymagasság minimum $(2 \cdot d + 10 \text{ cm})$;

Közte interpolálni lehet az 1,5-2 szorzót, és ahhoz adandó a +10 cm;

- Ahol „d” a pillér adott irányú szélessége;
- A nyomaték és normálerő összetartozó értékek (pl. maximális nyomatékmal egyidejű normálerő). Az X és Y irányból számítható értékek közül a maximumot kell felvenni kehelymagasságnak 5 cm- kerekítéssel;
- A 10 cm az alaptömbbe történő 5 cm-es bebetonozásából, és a pillértalp alatti 5 cm szintezési és aláöntési lehetőségéből adódik;
- Minimális kehely mélység 50 cm.
- Minimális kehelyfal vastagság 20 cm. A belső fala jellemzően bordázott, a teherátadás a bordázott pillérvégről a kehelymagasságában átadódó.

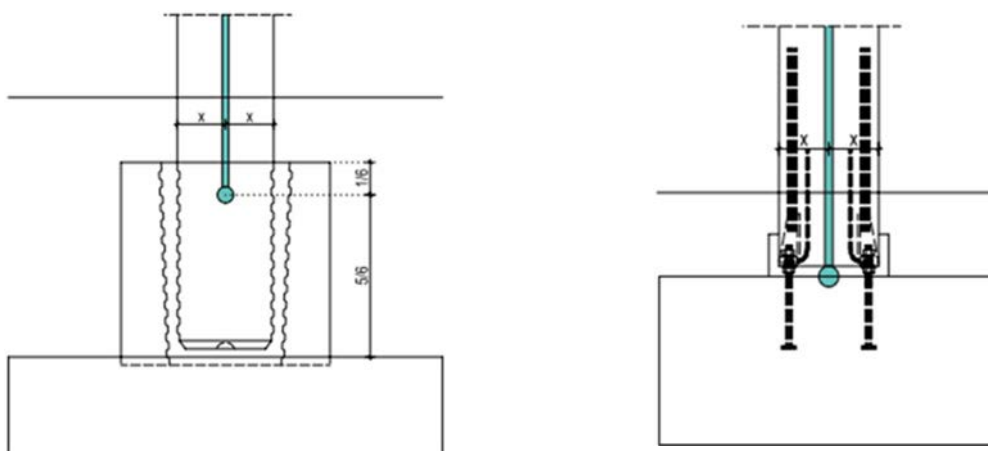
3.2.2. Előregyártott és monolit vasbeton pillér modellezése



7. ábra: Nem javasolt modell

Kehelynyakba fogott előregyártott pillér esetén a pillér befogási pontja a modellben legyen a kehely felső síkján (2. jobb ábra), vagy kehely magasságának 5/6-od részében (8. bal ábra). Oszloppapucs és monolit vasbeton pillérek esetén a befogási pont az alaptest felső síkja (8. jobb ábra).

A pillér felső pontjának magassága a térbeli modellben igazodik az előregyártott szerkezet, földem magassági szintjéhez, javasolt a gerenda feltámaszkodási pontját vagy súlyvonalát modellezni. Változó keresztmetszetű pillérek esetén a pillér törtvonalú modellezése szükséges a külpontos terhelés miatt, melyre az Axis számítási mellékletben adunk megoldást. Lásd Sz-10 E3 mellékletet, valamint 7.3. pontot.



8. ábra: Javasolt modell

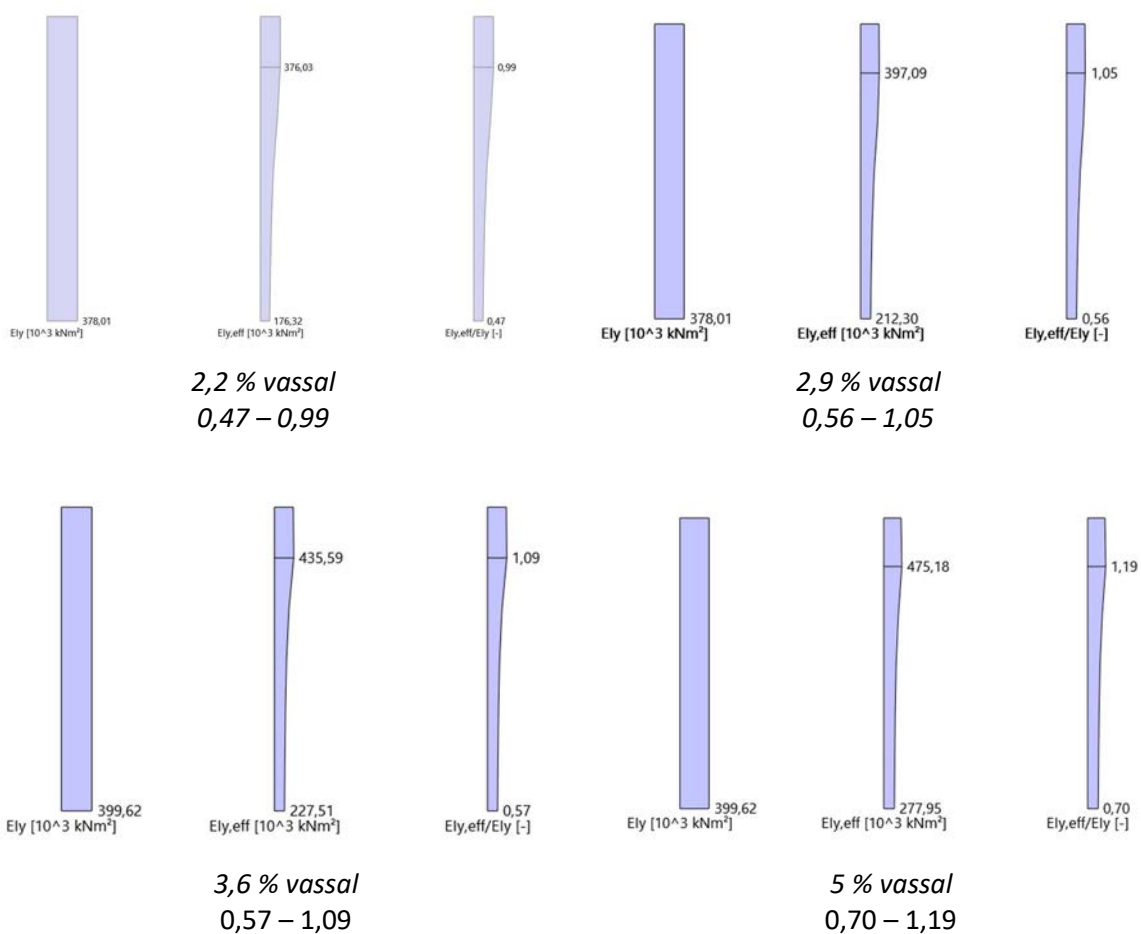
Pillér alsó csomópont támaszmerevség beállításra Axis számítási mellékletben adunk példát. A támaszok merevségénél fontos szempont, hogy a keretpillérek elsőrendű igénybevételei a támasz merevség és a pillér merevség arányában oszlanak meg. Végtelen merev támaszok esetén csak a pillér merevség befolyásolja az igénybevételek eloszlását, melyet a támaszok lágyítása jelentősen befolyásolhat. Javasolt támaszmerevségek: Cölöp alapozás esetén a befogás merevsége végtelennek vehető fel, pontalap esetén $1E +6$ kNm/fok ($1E +10$ kNm/radian) javasolt érték. Lásd még 3.4. pontban a függőleges merevség beállítására vonatkozó javaslatot.

Olyan épületbővítés esetén, ahol a korábbi épület alapozása nem lett méretezve a bővítés terheire, az alapozás automatikusan nem alkalmas a megváltozott nyomatók felvételére. Megvizsgálható egy olyan mellé építés, ami felhasználja a meglévő alaptesteket, de nem ad át rá nyomatót, csak normálerőt. Amennyiben a vertikális erők felvételére alkalmas a meglévő alapozás, akkor az új pilléreket a bővítés vonalán javasolt nagyon lágy, vagy csuklós támasszal feltételezni. A keret többi pillérjére, valamint a tető merevítésére ilyenkor többlet igénybevétel jut ahhoz képest, mintha egységesen befogott pillérek készülnek. Meg kell vizsgálni a bővítési vonal alakváltozásait is, mivel az új szerkezet nem ütközhet a meglévővel. Szükség esetén függőleges síkú merevítést kell alkalmazni. Az is egy lehetőség, hogy az új épületrészt a meglévővel teljesen egybeépítjük, ha az alkalmas, vagy alkalmassá tehető erre. Lásd még **Sz10-E2** programot.

A pillér merevség beállítására az Eurocode 50 %-os merevségcsökkentést tételez fel figyelembe véve a keresztmetszet berepedését dinamikus hatás esetén. Ehhez az alábbi megjegyzéseket tesszük.

Megjegyzés: Az 50%-os csökkentésben benne van földrengés esetén berepedt keresztmetszet miatti inercia csökkenés. A vashányadtól ez a redukció alig függ, hiszen a merevségben a beton mérete a domináns. A második feszültségállapot inerciájából nem érdemes kiindulni, mert a húzott betonacél merevítő hatását érdemben nem veszi figyelembe.

A lecsökkentett merevség az alakváltozásokat növeli. Kedvező lecsökkent terhek esetén, a földrengés teher is csökkenhet, mivel a válaszspektrum diagrammon a platótól elmozdulunk jobbra. Az EC8-ban erről nincs konkrét adat. Az acél-beton kompozit rendszerhez van erre képlet, ami 1 alatti szorzót ad. A normál vasbeton oszlopokban sokkal kisebb a vashányad, így a közelébe sem kerülhet 0,8 körüli értéknek. Kollár László a 0,5-ös adat használatát javasolja. Amennyiben a pillér meg van feszítve, és repedésmentes marad földrengés esetén is, akkor vehető 1-nek. A 2-3 %-os vashányadú, nem feszített előregyártott vasbeton pillérek esetén a 0,60 szorzó alkalmazása reális.



9. ábra: Sz-10 A1 példa inercia szorzó változása $E \cdot I_{y,eff} / E \cdot I_y$ (nem feszített 60x60 cm, C40/50)

Megjegyzés 3.2.1. és 3.2.2. pontokhoz:

Ha modellezik a kelyhet és az alaptestet, akkor azt a valós méretekkkel kell megtenni, különben a vízszintes terhek felvétele nem lesz helyes. Ha lágyabb a szerkezet, akkor könnyen lehet, hogy a földrengés terhét alábecsüli a modell. Az aljzatlemez megtámasztó hatását nehéz modellezni. Ha el is van dilatálva a padlólemez, akkor is van egy megtámasztó hatása. Emiatt inkább a 3.2.2. pontban bemutatott megtámasztásokat célszerű használni. Helyes stratégia lehet, ha a földrengésvizsgálathoz külön modell készül, es az általános vizsgálathoz egy másik modell. Önmagában az nem probléma, hogy

a 90% csak az alapozással jön össze, mert a pillérekben lévő igénybevételek akkor is helyesen jelennek meg.

3.2.3. Előregyártott lábazati panelek

Általános esetben a lábazati panelek modellezése nem feltétlenül szükséges. Csak kehelyre letámaszkodó és kibillenés ellen rögzített esetben nem javasolt a modellbe szerkezeti elemként betenni. Alapozás méretezéshez koncentrált teherrel helyettesíthető. A rezgésalakok tömegrészesedésének problémája hasonló, mint a kehely modellezése esetén. A szerkezet befogási szintjén megjelenő terhek, tömegek nem vesznek részt a vázszerkezet rezgésében, viszont csökkentik a valódi rezgésalakok tömegrészesedését. Összeségében a lábazati panel bonyolítja a modellt, növeli a számítási időt, de nem ad érdemi információt a szerkezet dinamikai vizsgálatához, és a statikus vizsgálathoz is csak lokálisan.

A lábazati panelt és kapcsolatát a vasbeton pillérhez méretezni kell a földnyomás felvételére, amennyiben a szintkülönbség nagyobb, mint 50 cm. Ezt meghaladó mértékű szintkülönbség esetén, különösen a falhoz közeli nagy padló terhelések (pl. raktárak koncentrált polcláb terhei) a panel deformációját és közvetve a padló megsüllyedését okozhatják. A földnyomásból származó nyíróerőt a pillér és kehely méretezésnél figyelembe kell venni. Szükség lehet erre pl. dokkolóaknák környezetében, vagy terep lejtés esetén.

Mélyebben lévő külső térszín esetén nyugalmi földnyomással kell számolni a pilléreken, mivel a támasz folyamatos elmozdulása nem csökkenti a talajnyomást, ahogy azt az aktív földnyomás esetén feltételezzük. A panelek számítási modellbe történő beillesztése továbbra sem szükséges, a pillérekre működtetett teherpanelen változó felületi teherként, vagy változó vonalmenti teherként helyettesíthető. (Lásd: számítási mellékleteket.)

3.2.4. Előregyártott tetőgerendák

Amennyiben a gerenda méretezése nem a térbeli modellben történik és a gerenda hajlítási merevsége nem befolyásolja a szerkezet viselkedését, javasoljunk minden összetett geometriájú (változó magasságú, kidobozolt, bordázott) gerenda helyettesítését egy azonos tömegű, állandó keresztmetszetű tartóval. Ennek eredményeként a számítási modell mérete csökken.

Változó magasságú tetőgerendákat javasolt egyenes tengelyvonallal modellezni. Törtvonalú modellezés esetén kialakuló „terpesz-hatás” következtében a várt viselkedéstől eltérő vízszintes erők ébredhetnek. A vízszintes erő mértéke függ a gerenda tengelyvonal lejtésétől és keretpillér hajlítási merevségétől (hossz, keresztmetszet, rugalmassági modulus) (Lásd Sz-E 6, 7 mellékleteket).

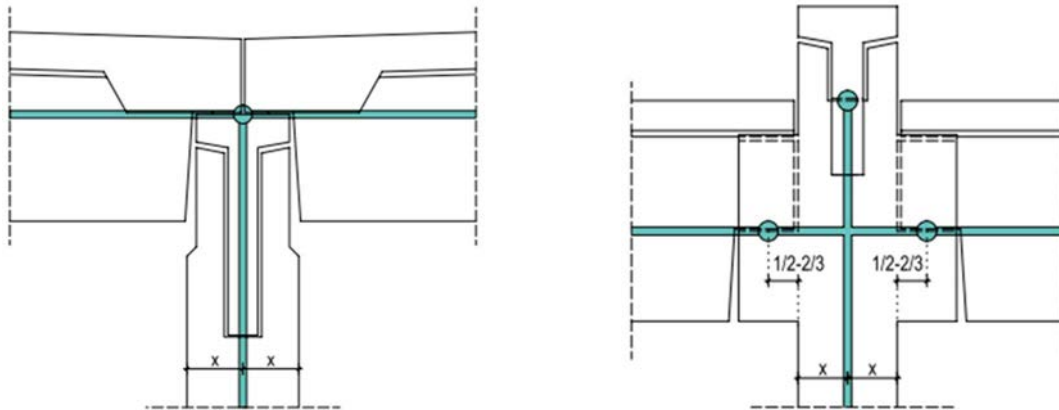
Lejtésben fektetett, párhuzamos övű gerendák a statikai modellben is lejtésben kell, hogy szerepeljenek, a helyes pillérhosszok és erőbevezetés helye miatt.

Főtartó és szelemen kialakítás esetén a gerendák tengelyvonala a valóságban nincs egy síkban, de a modellben javasolt egy síkban modellezni. Ez a közös sík a főtartó felső síkja, vagy a szelemen feltámaszkodási magassága legyen. Ha eltérő síkba kerül a főtartó és a szelemen akkor a szelemen síkjában felvett szélrács a főtartó függőleges síkú hajlításából nyomó- vagy húzóerőket vesz át a főtartó nyomott övétől, ezáltal torzítva a gerenda igénybevételeit. Ezen kívül a merevítés csavarást eredményez a főtartó-pillér kapcsolatban.

A feszített tartóknál, a szokásos keresztmetszeteknél és támasz rögzítés esetén **a csavarónyomaték** felvételére igen korlátozottan van mód. **Ezt a hatást lehetőség szerint kerülni kell.**

A feszített tartóknál, a szokásos keresztmetszeteknél és járatos támasz rögzítés esetén a csavarónyomaték felvételére nincs mód. A szelemen fent leírt síkba rendezése mellett a térbeli modellben érdeme a gerenda egyik végén nulla merevséget kell beállítani a csavarásra, a másik végén pedig kicsi merevséget érdemes alkalmazni. Itt megjegyezhetjük, hogy a nemetschek-frilo feszített tartó méretező program nem is számol csavarási igénybevétellel. Ezt a hatást inkább minimalizálni igyekszünk,

vagy elkerüljük, ami egyébként általános elv más nem feszített vasbeton gerendáknál is. Amennyiben a főtartóra csak egy oldalról terhel szelemen, akkor a támaszt úgy kell kialakítani, hogy az a főtartó tengelyére essen.



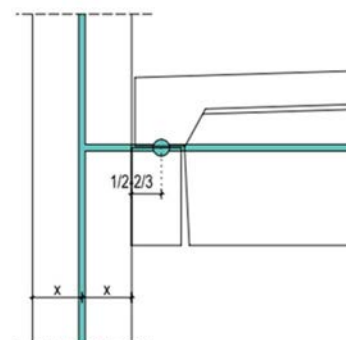
10. ábra: Szelemen, főtartó és pillér kapcsolat modellezése

Konzolra támaszkodó gerendák esetén fontos a konzolok modellezése a pillérekre jutó külponos terhelések okozta nyomatékok figyelembevétele miatt. Míg a fent bemutatott szelemen-főtartó problémánál viszonylag kis erők adódnak át, és a külponosságból adódó csavaró hatás hatékonyan csökkenthető szimmetrikus kialakítás és kis befogási merevség mellett, addig a főtartó nagy támaszerejéből nagy nyomatékok adódnak a külponos feltámaszkodás miatt. Jelentős eltérés lehet központosan átadott támaszerő és a külponosan átadott támaszerő igénybevételei között a pillér és az alapozás szempontjából is.

A konzol síkja lehet a gerenda tengelyvonalaiban, kinyúlására a javasolt érték: $1/2$ pillér km. plusz $1/2 - 2/3$ konzol hossz.

Lásd még részletesen a 3.5.1. pontot, továbbá az

M-7.3. mellékletet, az **Sz-10 E3 és E4** számításokat.



11. ábra: A modell konzolhossz

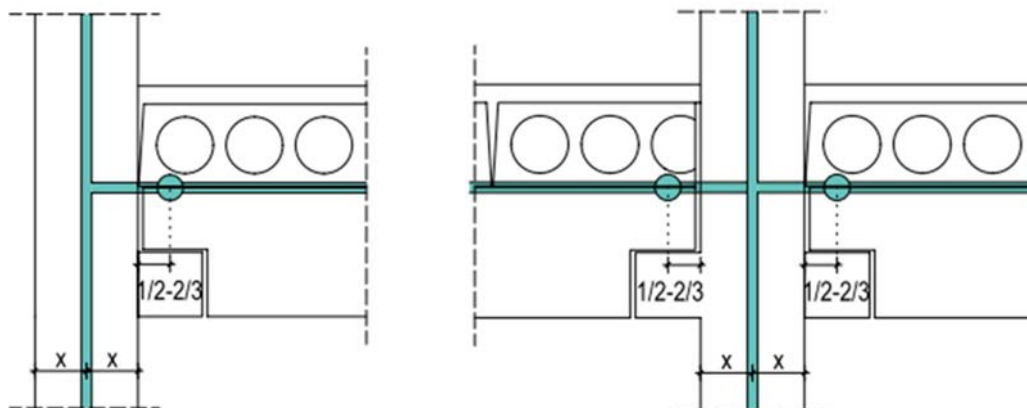
a pillér fél oldalmérete plusz a rövidkonzol fele-kétharmada

Kiemeljük, hogy a számítási modellben az előregyártott gerendák kapcsolataira feltételezhető, hogy a kezdőpontban csuklók az y és z tengely körüli elfordulási lehetőséggel, a végpontban gömbcsuklók legyenek. Azok a gerendák, amelyek végpontjai csak függőleges síkban csuklósak a végpontjaikon vízszintes síkú befogási nyomatékot vesznek fel. Ez a nyomatékfelvétel a pillérek befogási igénybevételeit csökkentheti. Azon gerendák, melyeknek mindkét vége csukló, de egyik vége sem gömbcsukló, csavarást vesznek fel. Ezt a csavarási igénybevételeit a gerenda kapcsolatánál, vasalásánál nem lehet kezelni a korábban bemutatott okokból, a keretpillérek igénybevételei pedig torzulnak, a biztonság kárára csökkennek.

A pillérek és gerendák cső-tüske kapcsolatainak elmozdulásra történő valós viselkedését a teljesen merev csomópont nem modellezi helyesen. Amennyiben ezt közelíteni szeretnénk, javasolt félmerev kapcsolati elemet beépíteni $1.0E+5$ kN/m kezdeti- és rezgésimerevséggel. A megengedett relatív elmozdulás pillér-gerenda között 3 mm. Az általános tervezői gyakorlatban ezt nem használják, csuklónak tételezik fel.

3.2.5. Előregyártott elemes vasbeton födémek

- Előregyártott födémgerendák és körüreges födémpanel alkotta födémeket egy síkban javasolt modellezni. Ennek oka az egyszerűség és az ellenőrizhető viselkedés. Több síkban szereplő szerkezeti elemek esetén különös figyelmet kell fordítani a síkeltérés okozat igénybevételek helyességének ellenőrzésére (csavarás, hajlítás, nyírás, normálerő). Az **Sz-10 A1; A2 ; B ; C** mellékletek ezen szerkezeti rendszerek modellezését mutatja be három módszerrel. A födémét héj elemként, diafragmaként vagy helyettesítő rácsostartóval modellezi. Ezek részletes bemutatását a 10. pont mintapéldái tartalmazzák.
- Födémgerendák tengelyének a modellben a gerenda felső síkját, tehát a födémpanel feltámaszkodási felületét célszerű megadni. Ennek oka, hogy a födém kilendülő tömege (födémlemez középvonala) és a tényleges erőbevezetés helye (konzol felső sík) között egy jó közelítés. A födémlemez tengelye a kilendülő tömeg helyzetét jobban közelíti, de a szerkezetet lágyítja, a konzol felső síkon modellezett födém esetén ugyanez a hatás fordított.



12. ábra: A rövid konzolok mérete és magassági elhelyezkedése a modellben

- Amennyiben a tervező a körüreges födémpaneleket is modellezni szeretné – pl.: koncentrált terhelés, kiváltás stb. miatt, javasolt a födémgerendákkal egy síkban felvenni a középsíkját. A panel és födémgerenda kapcsolata csuklós.
- A födém tárcsahatásának egyszerű figyelembevételére alkalmas a diafragma alkalmazása, amely nem engedi a födém síkjában torzulni, a pillérek és merevítőfalak között az igénybevétel eloszlás - merevség arányában - a valós viselkedést követi amennyiben a tárcsamerevség helyesen van felvéve. Hosszú, de keskeny födémek esetében a födémek alakváltozása már hatással lehet az igénybevétel eloszlásra a merevítő elemek között. Lásd az MSZ EN 1998-1 :2008 4.3.1.

(4) Ha az épület födém-tárcsái síkjukban mereveknek tekinthetők, minden födém tömege és tehetetlenségi nyomatéka a tömegközéppontba koncentrálható.

MEGJEGYZÉS: A tárcsa akkor tekinthető merevnek, ha a tényleges síkbeli hajlékonyságával modellezve, a vízszintes rugalmas alakváltozások várhatóan sehol sem haladják meg több mint 10%-kal a merev tárcsa feltételezésével számított elmozdulások abszolút értékét szeizmikus tervezési állapotban.

A modellezési problémára a mintapéldák bemutatása során részletesen kitérünk (diafragma alkalmazása, a súly nélküli monolit lemez és fiktív rácsozás lehet alternatíva).

- A födém a pillér környezetében kivágva kell modellezni (ne kapcsolódjon a pillérhez a födémlemez; a terheket a valóságban is a födémgerendák viszik), így a födém és a gerenda nem zavarja össze egymás igénybevételeit.
- A födém tárcsa modellezhető a födémgerendák között kialakított, a födém síkban elhelyezett helyettesítő rácsozással is. A rácsozás merevségét összhangba kell hozni a vasbeton födém merevségével, amit egy külön modellben lehet a legegyszerűbben kalibrálni. A merevség mellett a tömeget is azonosra kell venni. A diafragmához hasonlóan a rácsozás sem engedi a födém síkjában torzulni. Előnye, hogy a födémperemen keletkező normálerőkből a koszorúvasalás számolható, hátránya a modell plusz, nem valóságos elemeinek beépítése.
- A tárcsa és pillérek falak, merevítő rácsozások kapcsolatának méretezésekor figyelembe kell venni az MSZ EN 1998-1:2008, és az azt módosító MSZ EN 1998-1:2004/A1:2013 szabványok előírásait.

3.2.6. Monolit vasbeton födémek

Előregyártott födémgerendák és monolit vasbeton lemez alkotta födémek esetén, amennyiben a födém geometria nem bonyolult, a térbeli modellben a födémlemez javasolt teherpanellel és felületi teherrel helyettesíteni. Ez gyorsítja a számítást, egyszerűsíti a modellezést, és kiküszöböli gerenda-lemez eltérő síkban lévő tengelyvonalának/középsíkjának a problémáját. A teherpanelt a monolit lemez teherhordási irányai szerint kell beállítani, így a födémgerendákra jutó terhelés jól közelíti a tervezett viselkedést. Lásd 10. pontot és Sz-10 A1,2 mellékletet.

- Födémgerendák tengelyének a modellben a gerenda felső síkját, tehát a monolit lemez feltámaszkodási felületét célszerű megadni, lásd 2.1.5 pont.
- Amennyiben a födémlemez kialakítása indokoltá teszi, a héjmodell is alkalmazható. Mivel a héjmodell az épület térbeli modelljébe építve jelentős igénybevétel torzulásokat tud okozni, sok esetben a biztonság kárára, ezért az alábbiakra különös figyelmet kell fordítani:
 - Födémgerendák igénybevételeit ellenőrizni kell, hogy helyes alakúak, a tényleges támaszviszonyokat tükrözve jelentek meg. Célszerű 2-3 gerenda igénybevételeit kézi számítással is ellenőrizni;
 - Befogott tartóvégekre külön figyelni kell, hogy az a valós szerkezeten létre jöhet-e a számított igénybevétel, vagy csak részleges befogás tud megvalósulni?
 - A rövidkonzol nyíróerők miként jelennek meg?
 - Indokolatlan csavarási igénybevételek és nyomatók (gerendán és pilléreken) nem léptek-e fel a hibás tartóvégi kapcsolatbeállítás miatt?

3.2.7. Monolit vasbeton falak, kéregfalak

- Mivel a monolit födémrel ellentétben a legtöbb vasbeton fal helyes igénybevételei a térbeli modellből nyerhetők csak ki, javasoljuk a térbeli modellben szerepeltetni őket.
- A falak miatt kialakuló nagyon merev épületrészekkel a csarnok többi részének kapcsolata igen sok problémát vet fel, mivel egyébként a szerkezeti rendszer kifejezetten lágyan viselkedik. A földrengés teherből keletkező hatásokat ezek a falak „magukra húzzák”, és ezzel számottevően növelik a tetőrácsok igénybevételeit, miközben tehermentesítik a befogott oszlopokét. Ez a viselkedés arra irányítja rá a figyelmünket, hogy a konstrukció meghatározásakor olyan megoldásokat érdemes választani, ahol a vasbeton falak egyenletesen oszlanak el az alaprajz mentén. A funkcionális igények azonban gyakran nem ebbe az irányba mutatnak. Ilyenkor a vasbeton falakkal hasonló merevségű rácsos

merevítést érdemes betervezni a függőleges síkokba úgy, hogy a szerkezet csavarási merevsége az épület súlypontjának a közelében legyen. Ezzel a megoldással nem csak a tetősík merevítését lehet tehermentesíteni, de a csavaró hatások csökkentése miatt a felveendő igénybevételek nagyságát is.

3.2.8. Monolit vasbeton lépcsők

- Az általános kialakítású lépcső legegyszerűbb modellezése megoldható a fogadó előregyártott szerkezetre jutó vonalmenti vagy koncentrált terhek szerepeltetésével a megfelelő tehercsoportokban. A lépcső nem bonyolítja a modellt, nem vesz fel olyan vízszintes erőket, melyre sem a lépcső szerkezete, sem alapozása, vagy kapcsolatai nincsenek méretezve. Hátránya, hogy a tervezőnek egy külön a lépcső méretezéséhez készített modelltől, vagy kézi számításból kell kinyernie a megfelelő igénybevételeket, melyeket a biztonsági tényezőkkel csökkentve kell a térbeli modellben szerepeltetnie, vagy a terheket kézi módszerrel kell kiszámítani.
- A lépcsők egyszerűen helyettesíthetők törtvonalú rúdelemmel, melyre felhelyezhetők az önsúly és hasznos terhek. A rúdelemeket a térbeli modellben úgy kell kialakítani, hogy azok kapcsolatai csak akkora vízszintes erőket vegyenek fel, melyre azok méretezve is lesznek (alapozás, pihenőlemez, érkező lemez). Merev támaszok esetén az épület vízszintes terheiből a lépcsőkarok több száz kN nagyságrendben is felvehetnek vízszintes erőket, mely igénybevétel átadása szerkezetileg nincs kezelve, a vázszerkezet többi eleménél pedig igénybevétel csökkenést eredményez a biztonság kárára. A valóságban is megtörténik ez az erőfelvétel, amennyiben ez nincs kezelve a kapcsolatok megfelelő mozgási szabadságával. Ezért, ha a modellbe a lépcsőt beépítik, akkor merev támasz feltételezését nem javasoljuk. Legegyszerűbb, és előregyártott lépcsőkaroknál a viselkedést is legjobban közelíti, ha a lépcső terheit a pihenőkön vonalmenti teherként határozzuk meg.

3.2.9. Előregyártott szerkezettel együttdolgozó vagy arra terhelő vasbeton támfalak

Előregyártott pillérekkel összevasalt monolit vasbeton támfal héjelemmel történő modellezése esetén a héjelem és előregyártott pillér kapcsolatát javasolt élmenti csuklóval vagy több csomópontra felosztott pont-pont kapcsolati elemmel helyettesíteni, így a kapcsolati vasalásra jutó nyíró és normálérők is számíthatóak. A héjelem beállításánál fontos, hogy az a valós teherátadást modellezze. A héj és alsó támaszának kapcsolata ne vegyen fel olyan igénybevételeket, melyre az nincs méretezve, ezáltal csökkentve a pillére vagy kehelyre jutó igénybevételeket. Egy másik fontos kérdés, hogy a héj és annak kapcsolata fel tudja-e venni azokat az igénybevételeket, melyeket pl. földrengésből kap a fal síkjában. Ez tervezői szándék kérdése is: ha akarjuk használni a merevítésben ezeket a falakat, akkor méretezni kell rá. Ha nem akarjuk, akkor viszont el kell választani a **modellben és a valóságban is**.

3.2.10. Kiegészítő acélszerkezetek

- Az attikartartó konzolokat rúdelemmel javasolt modellezni, a teherpanelt a szendvicspanel felső síkjáig fel kell vinni, hogy a szélteher a megfelelő felületen és magasságban hasson. Ez különösen automatikus szélteher generálásnál fontos. Ha a program lehetőséget ad arra, hogy külön rúdelem beépítése nélkül az attikára jutó terhet figyelembe vegye, akkor az a modul is használható;
- Az előtetőket tényleges geometriájuk alapján kell felvenni a modellbe (kapcsolati elem pillér síkig, befogási viszonyok, pontos geometria, függesztési pontok, teherpanel egyedi magassága terepszint felett.) Nem javasolt koncentrált teherrel helyettesíteni ULS kombinációban. Földrengésre történő vizsgálat esetén kedvezőbb csak az önsúlyával a

pillér tengelyében megadni a terheléseket, mert a rezgésvizsgálat kedvezőtlen lehet, ha az előtetőnek a modellben nem oldjuk meg a merevítéseit is;

- Szélrácsok okozta igénybevételek a szelemenekben és a szegélygerendákban felvehető cső-tüske kapcsolattal, de max. 100 kN határig. Ennél nagyobb igénybevétel esetén a csomópont acéllemezes megerősítése szükséges. Ez elsősorban a helyszíni szerelési munkákat lassítja és drágítja meg;
- Hosszkötések bekötési pontjainál vizsgálni kell, hogy a pillérben okoz-e nyírást, közvetlen a támaszba köt-e be, és a szegélygerendákban okozott normálerő felvehető-e?
- Géptartók szerepeltetése (szélteher, hőteher, rögzítés gerendához,): térbeli modellben nem javasolt a tetőgépkeretet szerepeltetni, célszerű és elégséges csak a gép + platform teher önsúly értékét megadni;
- Külső lépcsők modellezése: javasolt csak a teher megadása (állandó és hasznos külön bontva)

3.2.11. Darupálya acélszerkezete

Darupálya gerendák modellezése:

- Ha a darus cégtől a konzolteher adott, akkor a darupályát nem javasolt modellezni;
- Ha a daru gyártójától a kerékterhek adottak, akkor javasolt (többtámaszú hatás csúszó kapcsolat, teherátadás helye, nyomaték a konzolon, fixpont) a pálya beépítése a modellbe;
- A modellbe illesztés módjára a 10.1. pont-ban ismertetett Sz-10 D daruzott program ad útmutatást.

Tehermegadás hatása a modellre (részleteit lásd 3.3.8. pontban):

- Földrengés esetén csak a daru önsúlya és a gyakori teher hat, de pályánként csak egy-egy, a Tervező által választott helyen. Mindenképpen kerülendő egyidejűleg több ponton szerepeltetni.
- Daruterhek szétválasztása ULS és földrengés esetére;
- Generál tervezői adat, hogy hány daru kerül egy hajóba, azok milyen módon terhelhetnek együtt, milyen közel kerülhetnek egymáshoz.

3.2.12. Teherhordó vagy vázkitöltő téglafalazatok

- A falazat merevítő hatásának figyelembevétele:
 - Ha a számítások során nem vesszük figyelembe, akkor a valóságban el kell választanunk a vázszerkezettől, ami műszakilag nehezen valósítható meg;
 - Abból is számítási és modellezési nehézség adódik, hogy a falazatok merevsége és viselkedése eltér a vasbeton szerkezetektől, ugyanakkor így is nagy hatása lehet az erőjáterekre;
 - Ha kifejezetten merevítési céllal építik a téglafalazatokat, betartva az EC8 erre vonatkozó előírásait a merevítő hatást figyelembe kell venni.
 - Mindazonáltal, ha csak nem kifejezetten merevítési céllal építik a téglafalazatokat, a merevítő hatásának figyelembevételét nem javasoljuk, viszont a falat szeizmikusan el kell választani a tartóváztól. Ha ez nem történik meg, a fal merevítő hatása kedvezőtlen igénybevételeket és elmozdulásokat eredményezhet a szerkezeten.

- Amennyiben előbbi szerint kezeljük, akkor kilendülő tömegként viselkedik, amit a vasbeton szerkezet támaszt meg. A helyettesítő tömeg megadása földrengés vizsgálatkor fontos. Függőleges teherként szerepelnie kell a modellben. Meg kell határozni, hogy hol adódik át a teher, és ad-e át függőleges nyomást a pillérnek.
- A modellek viselkedését az Sz-10 E5 és Sz-10 E5_M programok szemléltetik.

3.3. Teherfelvétel

3.3.1. Állandó terhek

Ide tartoznak a vázszerkezet elemei és burkolatai, épített rétegrendek, földnyomás (ha van), de minden más esetleges teher.

Burkolati terhek annyi teheresetben szerepeljenek, amennyi éppen szükséges az áttekinthetőség és ellenőrizhetőség érdekében (1 teher is elég lehet, ha nincs sokféle teherpanel). lehetőség szerint össze kell vonni, de a felbetont célszerű az egyéb burkolati rétegektől külön megadni.

3.3.2. Esetleges terhek

Esetleges – egyidejűleg is működő teher: installáció, napelem és válaszfal.

A függesztett installációs teher felvétele: amennyiben építető nem határozza meg, úgy trapézlemez tetőnél 30 kg/m^2 felvétele javasolt. Gyakori az 50 kg/m^2 meghatározása, amibe egy közbelső szilárd födémnél az átlagos álmennyezet és elektromos plusz gépészeti szerelés terhe is belefér. A megoszló terhelés pontosítása mellett fontos a bordákra jutó terhelések ellenőrzése, mivel elsősorban a trapézlemez bordáira jelenthet mértékadó helyzeteket, és nem a vasbeton szerkezetekre. Részletesen lásd 4.5. pontot

Például a 30 kg/m^2 terhelés egy átlagos szelemen esetén $6 \text{ m} \times 24 \text{ m} \times 30 \text{ kg/m}^2 = 4\,320 \text{ kg}$ Ez 4,3 tonna összerterhet jelent, egy pillérre $2 \times 4,3 \text{ t} = 8,6 \text{ t} = 86 \text{ kN}$, ami messze elmarad a szokásos installációs terhek mértékétől, hiszen az eseti nagyobb gépterheket ezen felül, külön határozzák meg.

A hasznos terhek külön csoportban legyenek (iroda, raktár, daru). Parciális terhelést csak abban az esetben szerepeltessünk a komplett modellben, ha van értelme, különben áttekinthetetlen tehermennyiség és kombináció alakul ki. Célszerűbb monolit födém esetén a parciális terhekre történő méretezést külön födém számítás keretében végezni.

Nem járható tetők hasznos terhe a komplett modell szempontjából nem mértékadó, téves tehercsoport alakulhat ki. Az egyidejűségi tényezők miatt a hóteher a mértékadó. Az adott elemnél (pl. TR lemez) a járhatóság vizsgálata külön végzendő el.

3.3.3. Szélteher

A szélteher szabvány szerinti felvétele igen összetett feladat. A méretező programok ezért tartalmaznak olyan modulokat, amely az épület alakjának, kubusának ismeretében a ható erőket automatikusan generálja. A teendők ennek segítségével az alábbiak:

- Teherpanelek megfelelő felvétele. Egyes programok kezelni tudják az attika megoldásokat is. Lásd: mintapéldákat az AXISVM programmal;
- Az automatikus tehergenerálást követően fontos a generált teher ellenőrzése;
- Tisztázni kell, hogy belső szélteherrel kell-e számolnunk. Az épület ismeretében a nyitott, vagy részlegesen áttört, egyidejűleg nyitva tartott nagyméretű kapuk felületeinek mértékétől függően kialakulhat belső szélnyomás, amely lehet pozitív, kifelé irányuló és negatív, befelé irányuló;
- Előtető szélteher panel egyedi magasság terepszint felett;

- Oldalain nyitott épület szélterhelésére a szabadon álló tetőkre vonatkozó szabályok érvényesek.

3.3.4. Hóteher

A bonyolult hózug képzések miatt javasolt teherpanelek használata, de természetesen önállóan is képezhetőek. Arra figyelni kell, hogy tört vonalú tartók esetén a teherpanelekből a hózug teher nem mindig megfelelően alakul ki. Amennyiben tört vonallal vittük fel a modellbe, úgy a töréspontoknál a teherpanelt is meg kell osztani.

Különösen veszélyes helyzet adódik ott, ahol nagy felületű magasabb lapostetős csarnok mellett egy 2-3 m-el alacsonyabb csarnokrész helyezkedik el, pláne, ha az uralkodó szélirányban van. Ekkor kisebb, sorozatos havazás esetén is a szél nagy mennyiségű havat tud a csatlakozásnál felhalmozni. Amennyiben a havazásokat váltakozva napos és szeles időjárás követi, a hózug térfogatsúly az 5 kN/m^3 értéket is meghaladhatja, és akár 10 kN/m^2 hóteher is kialakulhat. Erre a veszélyre a műszaki leírásban is fel kell hívni a figyelmet, és a letakarítás szükségességére az üzemeltető figyelmét fel kell hívni.

Rendkívüli hóteherrel építési állapotban nem célszerű számolni, annak letakarításával lehet kalkulálni, de erre a kivitelező figyelmét fel kell hívni.

3.3.5. Ütközési terhek

Az ütközést rendkívüli teherként kell kezelni.

Meg kell határozni, hogy mely szerkezeti elemek érintettek, milyen erőhatás érheti az elemet és mely pontján. A csarnoképületeknél tipikusan a pillérek veszélyeztetettek targoncával történő ütközésre. Az ütközés magassága $0,75 \text{ m}$, és hatóerejére a targonca bruttó súlyának (önsúly + megengedett terhelés= W) ötszöröse! A szerkezet egészére egyszerre csak egy ilyen teher hatást kell figyelembe venni. Amennyiben az oszlopokat ütközésvédelemmel látták el, az esetben is javasoljuk a $5W$ erőre megfeleltetni az oszlopokat, mert az ütközésvédelem jellemzően csak kisebb erőhatások ellen ad védelmet. Lásd MSZ EN 1991-1-7:2015 4.4 (1) és ehhez NA3.4. és a (megjegyzés: „Azonban bizonyos esetekben ennél nagyobb vagy kisebb értékek alkalmazása lehet célszerű”). Míg egy FL1 targonca-osztálynál ez az teherérték $(21+10) \times 5 = 155 \text{ kN}$ nyírást és $155 \times (0,75+0,50+0,25) = 232 \text{ kNm}$ hajlítónyomatékot generál, addig egy szokásos FL4-es magasraktári targoncánál ez már $(60+40) \times 5 = 500 \text{ kN}$ nyírást és $500 \times 1,5 = 750 \text{ kNm}$ nyomatékot jelent.

A lábazati paneleket, különösen annak kapcsolatait az $5W$ erőre nem lehetséges méretezni. Ez esetben az ütközésvédelem a kisebb sérülések elleni védelmet biztosítja. Amennyiben a megütött lábazati panel leeshet, úgy azt olyan módon kell megvédeni, hogy az balesetet ne okozhasson, vagy az ütközésvédelmet kell $5W$ erőre méretezni.

A témát jól összefoglalja a [28] 14.2. fejezet, valamint ennek az első kiadásának (2006) a 7.5. táblázata. A targoncák adatait az MSZ EN 1991-1-1:2005 6.3.2.3. pontjában, kivonatolva a [29] 3.3.1.2. fejezetében is megtalálhatjuk.

3.3.6. Hőmérsékleti teher

MSZ EN 1991-1-5 szabvány vonatkozik rá. A szabvány 3.(2). pontja szerint követelmény, hogy a hőmérsékleti hatások nem okozhatnak túlzott feszültségeket a szerkezetben. A kedvezőtlen hatások ellen vagy dilatációs szakaszokra bontással, vagy a hőmérsékleti hatásokból származó igénybevételekre tervezett szerkezetekkel és csomópontokkal kell védekezni. A szabvány ugyanakkor részletesen csak a hidakra vonatkozóan rendelkezik. Különösen figyelni kell fűtetlen csarnokok esetén, illetve nyitott vagy részben nyitott színeknél.

Amennyiben a rúdelemeknél a keresztmetszet y , vagy z irányában jöhet létre hőmérséklet különbség, az elem hajlása és esetleg csavarodása eredményez igénybevétel növekményt.

Lásd még a 3.1./h pontot.

Tájékoztató adatok:

Az építési hőmérsékletet tervezési stádiumban +10 °C-ra javasolt felvenni. Amennyiben ennél pontosabb várható adat áll rendelkezésünkre, akkor azt is használhatjuk, illetve használni is kell. Nyáron a szerkezet szerelés hőmérsékletnek +20 °C-t, télen 0 °C-t tételezhetünk fel. A fűtetlen, de zárt csarnok üzemi hőmérséklete télen +5 °C alá nem szokott süllyedni, és nyáron sem emelkedik +25 °C fölé. Nyitott épületnél a gerendaelemek keresztmetszeti átlagában az üzemi hőmérséklete télen akár -15 °C-ra is süllyedhet, ugyanakkor nyáron sem emelkedik +25 °C fölé.

Ezen hatással összefüggésben lásd még a 7.5. fejezetet.

Említést érdemel a technológiai hőmérsékleti adat. Üzemi épületeknél ennek várható maximális, illetve minimális értékét a technológiai tervezőtől kell beszerezni. Jó összefoglaló található a [28] 10. fejezetében.

A szerkezet fűtött, vagy legalábbis zárt tereiben elhelyezkedő szerkezeteihez kapcsolódó külső szerkezeteket (előtetők, külső folyosók és közlekedők, attikák) a fő szerkezet dilatációjánál sűrűbben kell dilatálni. Javasolt a 12 m-t osztótávolságot nem túllépni. Amennyiben ennél ritkábban dilatáljuk, úgy a külső szerkezetet és a fő szerkezethez való kapcsolatait a külső szerkezet hőmozgásából ébredő igénybevételekre is méretezni kell.

3.3.7. Szeizmikus teher

A teherfelvétel az épületre és a földrengés helyétől függő jellemzők meghatározásával történik.

- Gyorsulás agR m/s^2 , vagy a geotechnikai jelentés tartalmazza, vagy EC-8 NB1 táblázatának helységi listája alapján vehető fel. A Magyar Mérnöki Kamara által agR -re vonatkozó 0,7-es redukció szorzójának alkalmazására vonatkozóan lásd az 1.1.2. pontban leírtakat. Amennyiben a S, TB, TC, TD értékeiben változtatni szükséges, azt meg kell tenni;
- Magyarországon függőleges spektrummal nem kell számolni;
- Amennyiben helyi spektrummal rendelkezünk, akkor az jellemzően gazdaságosabb megoldást ad;
- Épület fontossági tényező (γ_1), táblázatból. A segédletbe tárgyalt épülettípusnál általában $\gamma_1=1$, de ipari és mezőgazdasági csarnokoknál érdemes megvizsgálni, hogy fenn áll-e a $\gamma_1=0,8$ alkalmazásának a feltétele;
- Talajtípus: geotechnikai jelentés tartalmazza, A-E, Type 1 vagy A-E, Type 2, összesen 10 típus;
- Véletlen külpontosság figyelembevétele, amennyiben mérvadó lehet;
- Duktilitás;
- Elmozdulási viselkedési tényező (q) során EC8-1 3.2.2.5 (3) P meg kell határozni. Különböző anyagokra és szerkezeti rendszerekre vonatkozóan az EN 1998 szabványsorozat különböző részeiben található. Ezen típusú csarnokokra javasolt értéke: 1,5
- Viselkedési tényező (q_d) során meg kell határozni alapján. Ha más nincs előírva, akkor azonos (d)-vel. EC8-1 4.3.4. (1) P. (3) P
- A lengő tömeg definiálása során el kell választani a szerkezet lengető és lengő részeit. Jellemzően a csarnokrendszerrel az alaptest és a kehely a lengető, az ezek feletti a lengő tömeg.

3.3.8. Daru teher

A terhelés a tapasztalatok szerint csak a kiviteli tervezés végső fázisában lesz kellően pontos, tipikusan csak a daru beszerzésekor végleges. A daruk által keltett erőhatások erősen függenek a konkrét típus műszaki paramétereitől, de annak kiválasztása jellemzően csak a kivitelezés előrehaladott fázisában történik meg. A fékezőerő és az oldallökő erő nagyban függ az elektronikai vezérléstől, és a daru önsúlya is termékfüggő. A korszerű híddaruk által keltett vízszintes erőhatás töredéke a régi időkben gyártott darukénak, ezért különös körültekintéssel kell eljárni, ha valahol régi darut építenek be.

Javasolt az alábbi adatok beszerzése a koncepció, vagy engedélyezési fázisban

- Névleges emelési kapacitás;
- Egy hajóban elhelyezendő daruk száma (tervezés időszakában, illetve távlatilag);
- Daru önsúlya.

Kiviteli tervi fázisban (Lásd M-2 melléklet TT-1.5c):

- Kerekek tengelytávolsága;
- Keréknyomások önsúlyból;
- Keréknyomások dinamikus hasznos teherből;
- Horizontális oldallökő- és fékezőerők kerekenként;
- Ütköző erők.

Szempontra a daruterhek szétválasztása ULS és FR kombinációk esetén. A daru ütközési terhe rendkívüli teher, és a pálya lerögzítésénél hat. Ez tipikusan a darupálya dilatációs hosszának a közepénél lévő oszlopoknál van.

Földrengési hatásvizsgálat esetén a daru vízszintes terhe ne szerepeljen a terhek között (nincs ütközés és fékezés a földrengés pillanatában).

3.3.9. Építőipari mérettűrések figyelembevétele

A tervezés menetében az MSZ 24803-7:2024 szabvány szerint történhet meg (Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai, 7. rész Előregyártott vasbeton szerkezetek; MSZ 24803-7:2024) a mérettűrések figyelembevétele. Tervezőnek meg kell határozni a követelményszintet (ALAP – NORMÁL - MAGAS - KÜLÖNLEGES) a szabvány „A” melléklet szerint. A tervezés menetében a meghatározott követelményszinthez tartozó mérettűréseket figyelembe kell vennie, egyrészt a csomópontok kialakításakor, másrészt az igénybevételek számításakor, amennyiben az érdeemben befolyásolhatja az igénybevételeket. Lásd még 7.8. pontot.

3.4. A lefuttatott számítások eredményeinek kiértékelése

3.4.1. Első futtatások

a) Célszerű a modell felépítését követően csak a szerkezet önsúlyával, és a réteg terhekkal elvégezni egy számítást, melynek során le kell ellenőrizni a terhek megfelelő szétosztását kell a teherviselő elemeken, továbbá kiemelten az alábbiakat:

- Az alakváltozás állandó terhekre;
 - Összhangban vannak-e a várt értékekkel az alakváltozások alakja és mértéke?

- Elmozdulások alapján nincs-e modellezési hiba (kiugró, nem kompatibilis elmozdulás)?
- A mérvadó lengésalakok esetén tapasztalható-e bárhol külön mozgó szerkezeti elem és a kilendülés alakja a várható elmozdulásokat követi-e?
- A gerenda, és oszlop elemek támaszainál a nyomatóki és nyíróerő igénybevétel a támasz tényleges kialakításának megfelelő-e?
- A csavarónyomatéki ábra értékelése a hibafelismerés miatt fontos. Amennyiben itt nem várt érték jelenik meg, az arra utalhat, hogy a gerenda megfogási viszonyait nem helyesen adja vissza a modell csukló beállítása. Javasolt, hogy csavarónyomatékot csak az L gerendák, vagy kifejezetten aszimmetrikusan terhelt fordított T gerendák esetén engedjünk meg a modellen, de még ezen esetben is célszerű lehet, ha csak magát az elemet és támaszát külön vizsgáljuk erre a hatásra, és a komplett modellt csavarásmentesen építjük fel.
- Földrengés rezgésvizsgálatánál az első 5 rezgésalak elemzése. Van-e „elszabadult” elem, vagy elemvég?
- Valóban olyan jellegű igénybevételeket rajzol ki, mint amire számítottam? Az igénybevételi ábrák alakja egyezik-e a feltételezett, tervezett viselkedéssel, csomóponti kialakítással szerkezeti elemenként?
- Csomópontok befogási viszonyainak ellenőrzése (hajlítás, csavarás, nyírás) – ábra alakja?

b) Előzőeket követően tegyük rá a teljes függőleges terhelés (installáció, hasznos terhek)

- Ellenőrizzük SLS terhelés esetére az alakváltozásokat és a támaszsüllyedéseket;
- A támaszsüllyedések alapján állítsuk át a megtámasztások jellemzőit végtelen merevről rugalmasra, írjuk be a támaszok rugóállandóit;
- A rugalmas támaszokkal számítsuk újra a modellt.

3.4.2. Az adatfelvitel folytatása

- a) Szélteher felvitele, illetve annak generálása, a terhek megfelelő szétosztása a teherviselő elemeken;
- b) Ezt követően ismételten célszerű a szélterhekre történő elmozdulások elemzése (mérték, irány, alak);
- c) Hóteher felvitele, illetve annak generálása, a terhek megfelelő szétosztása a teherviselő elemeken;
- d) Automatikusan generált meteorológiai terhek ellenőrzése. Fontos, hogy a könnyen kontrolálható elemeknél (szelemenre jutó hózug nélküli hóteher, a hózugteher alakja és szélsőértéke, a homlokzaton lévő saroktól 3 raszterre lévő pillérre jutó szélnyomás stb.) manuális ellenőrző számításokat is végezzünk;
- e) Tehercsoportok és kombinációk ellenőrzése. Figyelni kell a hasznos terhek egyidejűségére;
- f) Ellenőrizzük, hogy nagyságrendileg helyesek-e az igénybevételek. Erősen javasolt a fő tartószerkezeti elemek igénybevételeinek kézi számításon ellenőrzése. Kiemelten az
 - Általános, hózug nélküli szelemen M_{Ed} , V_{Ed} kontrollálását;
 - A szerkezeti elemek megfelelőségének ellenőrzésére (pillérek nyomatókai, nyírásai);
 - Vannak-e befeszült elemek, kiugró igénybevételek vagy reakciók;
 - A csúszó kapcsolatoknál a mozgás mértéke kezelhető-e;

- A mozgások okozhatnak-e kárt a másodlagos szerkezetekben (homlokzat burkolatok, válaszfalak, szerelt elemek, nem teherhordó tűzfal elemek stb.)
- A tetősíkú merevítés részét képező elemek (szelemenek, peremgerendák, acélrudak) kapcsolatainak vizsgálata. **Alábbi kapcsolati erőket meghaladó esetben részletes csomópont terv szükséges kiviteli tervi szinten:**
 - Peremgerenda 1 csapos kapcsolattal. Tartós vagy ideiglenes teherre 70 kN, szeizmikus teherre 45 kN ;
 - Peremgerenda 1 csap plusz hegesztett kapcsolattal. Tartós vagy ideiglenes teherre 250 kN, szeizmikus teherre 170 kN.

Ebben a témában „ Nevesincs erők, avagy a statikai tervezés vakfoltjai - A normálerők figyelmen kívül hagyásának ára és következményei” [40 : Szabó Péter ASA] szakirodalomból :

„A földrengésre való méretezés bevezetése után az oszlopok keresztmetszetei jellemzően nem változtak, így a keletkező többleterőket acél hosszmerítések és vasbeton merevítőfalak veszik fel. Ezek a merevítések raszter vonalakba koncentrálnak a tetősíkban ható erőket. Ha azonban az oszlopok keresztmetszetét növelnék hosszmerítés és szélrács nélkül, a szerkezet lágyabb lenne, kisebb normálerőkkel és egyenletesebb tehereloszlással.

„..... A gyártók a hagyományos, évtizedek alatt kialakult 20, vagy 25 mm-es átmérőjű betonacél dornis pillér-gerenda kapcsolatokkal kalkulálnak. Az épület részletes statikai modellje (melyet jellemzően csak a projekt elnyerése után kap meg az előregyártó) gyakran rámutat arra, hogy a tetősíkban fellépő erőhatások 10–30-szorosan meghaladják a dornis kapcsolatok teherbírását (600-1200 kN-os peremgerenda erők is előfordulnak), így elengedhetetlenné válnak a hegesztéses kapcsolatok. Ezek kivitelezése jelentős többletköltséggel jár.”

„További probléma, hogy ha a hegesztett pillér-gerenda kapcsolatok nem az elfordulási pontban kerülnek kialakításra, akkor a kéttámaszúan megvasalt tetőgerendákban nem kívánt nyomatékok keletkeznek a tartóvégeken, ami a tartóvég erőjátékában statikai szempontból nem kezelhető. A főtartók és szelemenek gyakran fél magasságban kiharapott véggel készülnek, azért, hogy elhelyezéskor a súlypontjuk kissé a feltámaszkodás alatt legyen (egyébként elbillenhet!), ez azonban megnehezíti a szerelvények optimális elhelyezését. Sok esetben a gerendák felső síkjai kerülnek összehegesztésre lemezekkel, ami tovább korlátozza a statikailag ideális kapcsolati kialakítást.” Részleges befogás alakul ki.”

- A problémák kezelésére vonatkozóan [40] javaslatait is felhasználva:
 - Megfelelő pillérméretek felvétele kellően lágy tetősíkú rácsozattal;
 - A kapcsolati csapok átmérőjének növelése (d32 vagy d40 mm), ami 80 mm-es gégecső hüvelyt tesz szükségessé. Ez hatással van a vasbeton elemek geometriai méreteire, pl. peremgerenda vastagsága 30 cm;
 - Hegesztett kapcsolatok tervezése S355 anyagok felhasználásával;
 - Több mezős szélrácszat kialakítása;
 - A rácsozat bentebb helyezése a szerkezet peremétől. Lásd Sz-10 A1 mintapéldát.

3.4.3. Az oszlopok bevasalását követően berepedt keresztmetszetekkel karakterisztikus szélteherre elmozdulás számítás

Különösen magas csarnokok esetén kell ezt a vizsgálatot elvégezni, mert az előző pontok szerinti számítási eljárások repedésmentes keresztmetszetekkel történnek. A javasolt 0,50-szörös (vagy 0,60-szörös) merevségi szorzó egyszerűbb, nem magas csarnokoknál jó eredményt adhat, de magas csarnokoknál lényegi eltérés lehetséges!

- a) Szélteher képzése X és Y irányban;

- b) Minden oszlopot be kell vasalni. Nem elégséges egy oszlopon megnézni, hogy a pillér teherbírásra bevasalható-e.

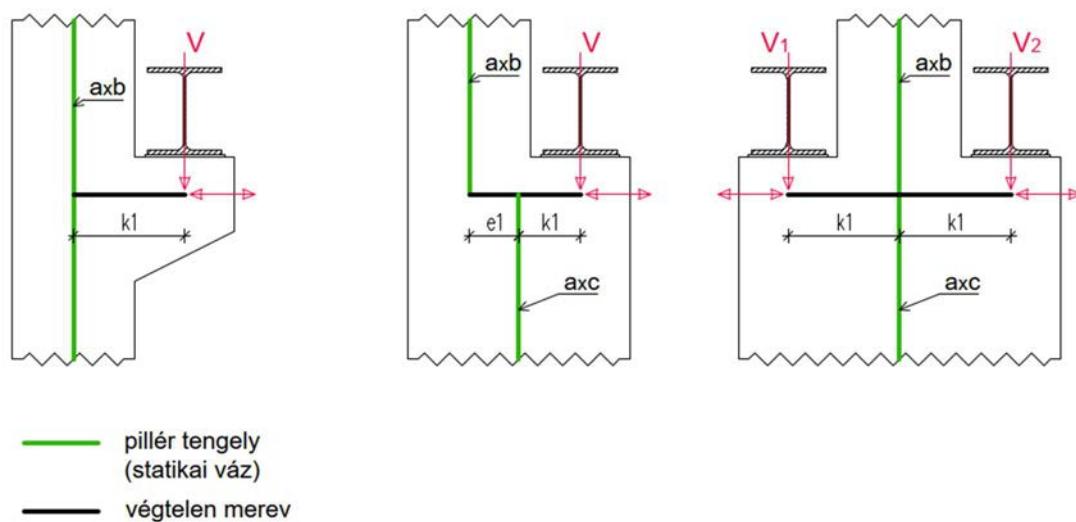
3.5. Mintapéldákban bemutatott fontosabb modell elemek

A példák AXISVM programmal készültek. A modellezett esetek ismertetését, az eredmények kiértékelését részletesen a 10. pont tartalmazza. A tartalomjegyzékben a mellékletek felsorolásában szereplő adat és eredményfájlok az MMK-TT honlapjáról letölthetők. Ezen pontban csak az általános szempontokat és fontosabb következtetéseket ismertetjük.

3.5.1. Konzolok, földemtárcsák megadás

- a) Ahol a pillérekre a gerendák rövidkonzolokkal kapcsolódnak, ott a modellben ezt szerepeltetni kell. Méretére és helyére a 3.2. fejezet ad iránymutatást. A konzolt lehet rúdelemként, vagy merevtestként is beadni. A darupályák konzolja, ha a pálya is modell elem, akkor rúd elemként, ha csak pillérrre ható terhelést adunk meg akkor végtelen merev testként határozandó meg. Az oszlop tengelyéhez kapcsolódó egyéb konzolok végtelen merev elemmel modellezendők. Lásd Sz-1 A1, Sz-10 daruzott, Sz-10 E4

- b) Darupályák terhének felvétele, modell tengelyek alternatívái:

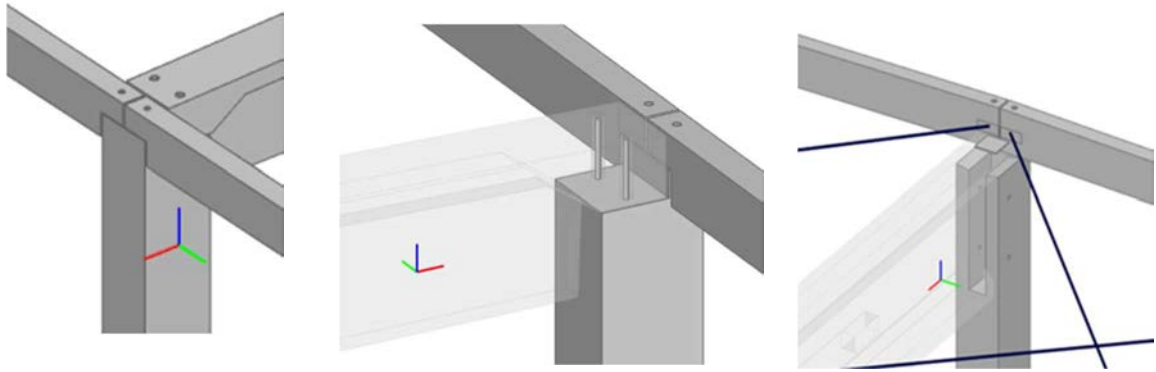


13. ábra: Pillér tengely és rövidkonzol modellezése darupálya esetén

VM: végtelen merev test, vagy rúdelem (ha a pálya is a modell része).

A pálya és a vasbeton szerkezet kapcsolatának pontos modellezését lásd 10. pont mintapéldájában.

- c) Nem célszerű rövidkonzolt tenni oda, ahol a gerenda pillérek tetejére terhel akkor sem, ha két gerenda és /vagy a pillér oldalán van. Például alábbi esetekben sem:



14. ábra: Peremgerendák elhelyezkedése, mely esetekben nem javasolt rövidkonzolt modellezni

Elegendő a csatlakozó szerkezeteket az oszlopra központosan feltenni.

d) Lemezek, födémelemek modellezése

Lásd még a 10. pontban a mintapéldák ismertetésében és az axis fájlokban (**Sz-10 A; B; C; és D**):

- **A:** verzió: önsúly nélküli vékony köztes vb. lemezfödém héjelemként meghatározva, a teher a gerendára közvetlenül megadva, nem teherpanellel;
 - A1: a tetősíkú rácszás a peremektől elhúzott;
 - A2: a tetősíkú rácszásnak része a peremek vb. gerendái;
- **B:** verzió: Minden teher teherpanellel megadva terhel a gerendára, a modell diafragmával merevítve;
- **C:** verzió: köztes födémtárcsa rácsostartóval helyettesített, a teher a gerendára közvetlenül megadva.

e) A jellemző csapos kapcsolatoknál a rúdelemek egyik végén gömbcsuklót kell megadni a csavarónyomatékok keletkezésének kizárása céljából. A másik vége x,y csuklós legyen.

f) Az „L” alakú gerendák esetén a csavarási nyomaték felvételét kezelni kell.

- Egyik módszer, hogy csak a palló és a felbeton súlyából keletkező nyomaték felvételére méretezzük a kapcsolatot. A lefogás kettős csavarszárakkal, vagy egyedi hegesztett lefogással történhet. A hasznos terhekből keletkező a nyomatékokat egyéb módon kell felvenni. Amennyiben a körüreges födémpanel „L” gerendákra terhel, a csavaró nyomatékokat, mint terhet a modellbe fel kell rakni. Lásd 104. ábrát.
- Megoldás az is, ha a hasznos terhekből keletkező csavarónyomatékokat a koszorú és a födém monolit összekapcsolásával már „központosítjuk”.

g) Amennyiben a csarnokot **hőmérsékleti teherrel nem** terheljük, akkor teherpanellel javasolt a terheket felvinni. A födémet „üres”, szerkezet nélküli diafragma helyettesíti. Földrengés vizsgálat elvégezhető.

h) Amennyiben a csarnokra **hőmérsékleti terhet is igénybe kell helyezni**, akkor vékony (max. 10 cm vastagságú), önsúly nélküli födémmel javasolt modellezni. A terheket vonalmenti teherként közvetlenül a gerendákra kell felvinni. A földrengés vizsgálat ez esetben is elvégezhető.

i) Diafragmát alkalmazó modell esetén a szerkezetre hőmérsékleti terhet NEM szabad feltenni.

j) A vékony lemezes modell hasonló eredményt ad födém koszorúerőkre, mint a rácsos modell.

k) A tetőfödém a 3 verzió közel azonos rúdezőket ad a szerkezetet merevítő rácszatba.

3.5.2. A födémhárcsa modellek alkalmazási jellemzői

Az **Sz-10 A1, A2** és **B** példák bemutatására került a födémek eltérő modellezésének módja, és a 10. fejezetben a példák is ismertette lettek, részleteiben lásd ott.

a) Javasolt a vékony lemezes, lemez önsúly nélküli, teherpanel nélküli modell használata, mert

- Hőteherrel terhelhető;
- Az elmozdulásokat leginkább közelíti a valós viselkedéshez;
- A koszorú erők értelmezhetőek.

Hátránya, hogy a terhek felrakása és módosítása lassú.

b) A diafragmás modell jellemzői

- Teherpanellal terhelhető;
- Végtelen merevsége miatt az elmozdulásokat a vb. födém síkjában tévesen kicsire adja;
- A zárófödémén földrengés teherre az elmozdulások mindhárom modellnél közel azonosak, de szélteherre az elmozdulások a várható ténylegesnél 20-40 %-kal, nyomatékokra 10 %-kal kisebbek;
- Amennyiben vannak falak és egyéb függőleges síkú merevítések, akkor határozottan ezekre viszi ki az erőket, és ezért a pillérek igénybevétele a valóságosnál kisebb lesz.

A szerkezet hőteherrel nem terhelhető.

4. Födémek, födémrendszerek

Míg a 3.2. fejezet a födémrendszerek modellezési tulajdonságait ismerteti, jelen fejezet a tervezés és beépítés egyéb jellemzőit emeli ki.

4.1. Nem feszített kéregfödém

Ez a rendszer előregyártott kéregpanelből és felső monolit vasbeton rétegből áll. A födém alsó-és nyírési vasalását az előregyártott kéregpanel tartalmazza, valamint ebben a rétegben helyezik el az egy darab felső és két darab alsó szálból, továbbá az ezeket összekötő ferde szálból álló rácsos tartó alsó két vas. Jelen segédletnél az egyszerűség kedvéért ezt a hegesztett armatúrát **trigon**nak nevezzük. A kéregpanelek közötti átkötő vasalás és födém felső vasalása a monolit rétegben szerepel. Ezt a típusú födémrendszert építési állapotban minden esetben előre meghatározott pontokban, vonal mentén alá kell támasztani! A rendszer ellátható külön átszűrődési (esetenként nyírési vasalással), így alkalmassá tehető pontszerű alátámasztásokra történő feltámaszkodásra is.

A trigon az alábbi funkciókat tölti be:

- Biztosítja a kéregpanelek hajlítási merevségét manipuláció és az építés állapot során;
- A paneleket a trigonoknál előre meghatározott pontokban emelik;
- Felső vasalás pozícióját a trigonok magassága határozza meg, mivel a felső vasakat közvetlenül a trigonokra szerelik;
- Az előregyártott és a helyszíni beton között a súrlódás és a trigon vasalás is biztosíthatja a csúsztató nyíróerő közvetítését. A súrlódás mellett ezzel biztosítjuk az előregyártott és monolit vasbeton rétegek közötti együttműködést. Ezek vagylagosak: vagy a betonrétegek közötti tapadó-súrlódó hatásra méretezünk, vagy a nyírési vasra. A kettő nem összegezhető, mert az alakváltozásaik nem kompatibilisek. Bizonyos esetekben nyírési

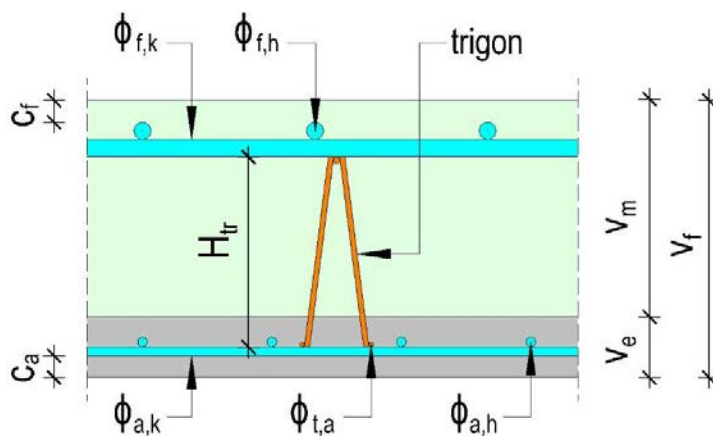
vasalásként méretezett szerkezet. Ezek méretezése és ellenőrzése nem része a segédletnek.

4.1.1. Kéregpanel minimális vastagságának és a trigon magasságának meghatározása

- A kéregpanel vastagságának az alábbi feltételek mindegyikét teljesítenie kell:

$$v_e > c_a + \phi_{a,k} + \phi_{a,h} + 10 \text{ mm}$$

$$v_e > c_a + \phi_{a,k} + \phi_{t,a} + 15 \text{ mm}$$



15. ábra: Kéregpaneles födém metszete

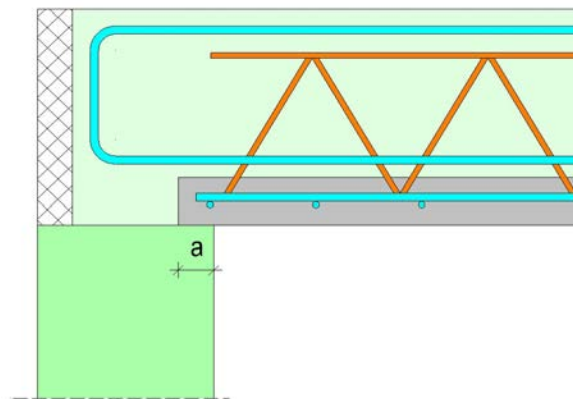
Jelmagyarázat:

- $\phi_{f,k}$: felső vasalásban a keresztirányú vas átmérője
 - $\phi_{f,h}$: felső vasalásban a hosszirányú vas átmérője
 - $\phi_{a,k}$: alsó vasalásban a keresztirányú vas átmérője
 - $\phi_{a,h}$: alsó vasalásban a hosszirányú vas átmérője
 - $\phi_{t,a}$: trigon alsó szálának átmérője
 - H_{tr} : trigon magassága
 - c_a : betontakarás a kéregpanel alján
 - c_f : betontakarás a kéregpanel alján
 - v_e : előregyártott vasbeton kéregpanel vastagsága
 - v_m : monolit vasbeton réteg vastagsága
 - v_f : födém teljes vastagsága.
- A trigon magasságának meghatározása: $H_{tr} < v_f - c_a - \phi_{a,k} - c_f - \phi_{f,h} - \phi_{f,k}$
 - Kiegészítő megjegyzések:
 - Az előregyártott vasbeton kéregpanel vastagsága általában 6-7 cm között 0,5 cm-es lépcsőkben változhat, de ez gyártónként eltérő lehet;
 - Hűtő-fűtő mennyezeteknél a kéregpanel alján lévő betontakarás értékét a beépítendő szerelvények tovább növelhetik.

4.1.2. Kéregpanel felfekvése

- Az alátámasztás anyagától függően a javasolt felfekvési hossz az alábbi:

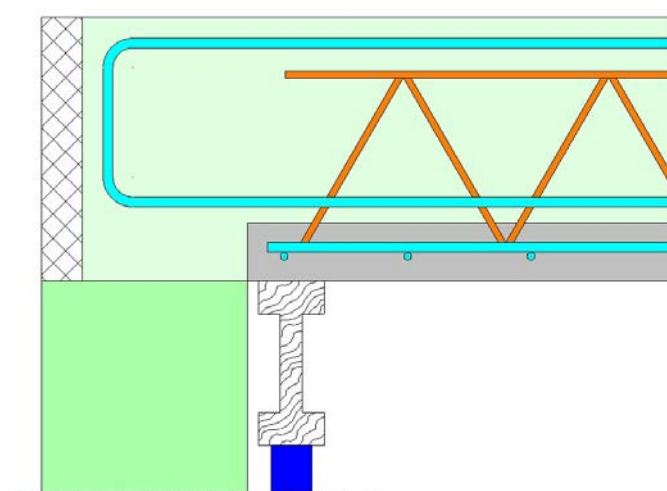
Alátámasztás anyaga	a [mm]
<i>acél vagy vasbeton</i>	50
<i>falazat</i>	70



16. ábra: Kéregpanel közvetlen felfekvése gerendára

Ezt a típusú alátámasztást célszerű alkalmazni előregyártott elemekre (pl. falra, gerendára) való felfekvésnél.

- A kéregfödémeket nem javasolt felfektetni monolit vasbeton szerkezeti elemekre annak érdekében, hogy az alátámasztó szerkezet vasalásának folytonossága biztosított legyen, így ebben az esetben ideiglenes alátámasztást kell alkalmazni. Erre külön méretezési szabály van az előregyártott szabványban (MSZ EN 13747:2005+A2:2010 szabvány E fejezete (*Detailing of support joints and anchorage of reinforcement of composite slabs*), mivel nyírásra könnyebben fel tud repedni és a trigon sincs ideális helyen (pozíciója és iránya is esetleges) a nyíróerő felvétele szempontjából.



17. ábra: Kéregpanel alátámasztása dúccokkal

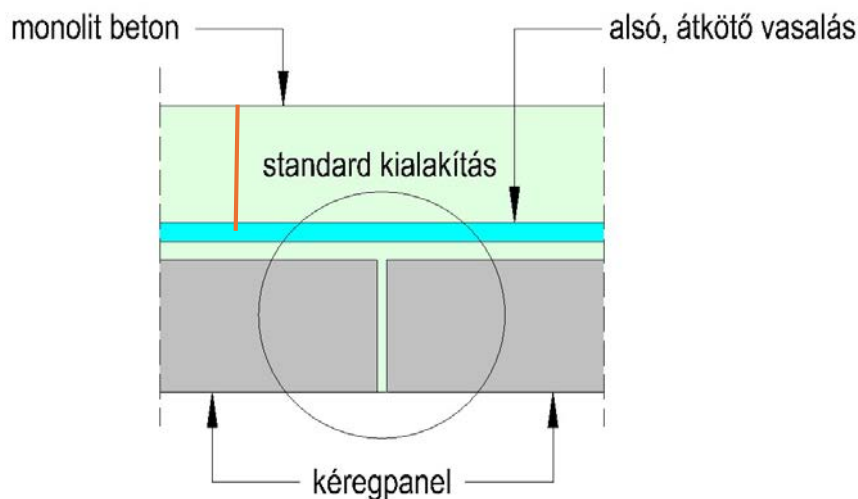
Mindkét kialakításnál a nyírási teherbírás igazolása szükséges!

4.1.3. Kéregpanel mérete és kiosztása

A kéregpanel hossza az feltámaszkodás felvételétől függ, maximális szélessége 2,40 m, mely az elem szállíthatósága miatt alakult ki. A kéregpanelek között célszerű 0,5 cm elhelyezési hézagot kialakítani a gyártási és elhelyezési pontatlanságok miatt. A támaszköz a monolit vasbeton födémeknél szokásos módszerrel számítandó.

4.1.4. Nyomott kapcsolat kialakítása

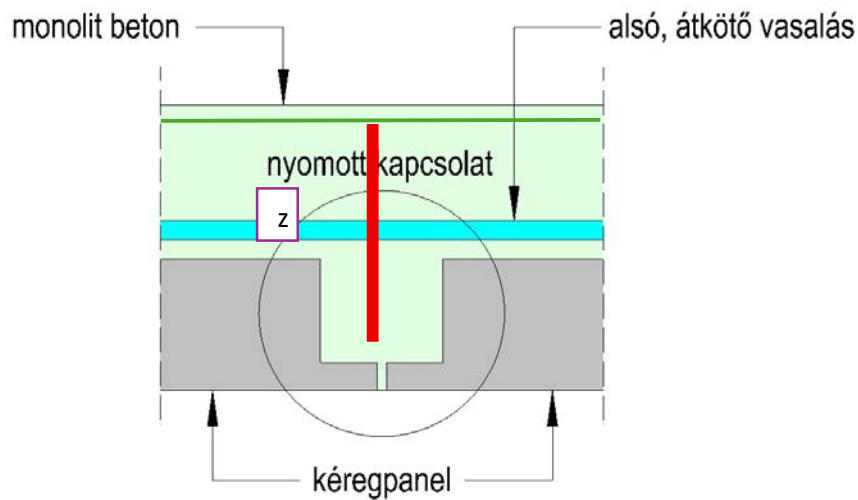
A födém azon részein, ahol az előregyártott kéregpanelekben nyomás ébred, ott az elemek találkozásánál biztosítani kell az egyenletes erőátadást, mely a standard kialakítással **nem** megoldható:



18. ábra: Kéregpanelek találkozása, csak alul húzott, redukált magasságú nyomatéki teherbírással

Javasolt figyelembe venni azt, hogy az illesztésnél az alsó toldóvas alapján számítható nyomatéki teherbírásnál lényegesen kisebb (akár 50%-a) az, amit a szerkezet károsodás nélkül viselni képes. Ennek oka, hogy az illesztésnél a hirtelen bekövetkező inercia csökkenés miatt a feszültségek koncentrálnak.

A felső vasalásból számítható nyomatéki teherbírás növelése érdekében ezeken a részeken olyan méretű nyomott kapcsolatot kell kialakítani, mely a monolit réteg öntése során helyszíni betonnal kiönthető. Ez szükséges feltétele annak, hogy ezt a kéregpaneles födémeket monolit vasbeton födémként lehessen számolni.

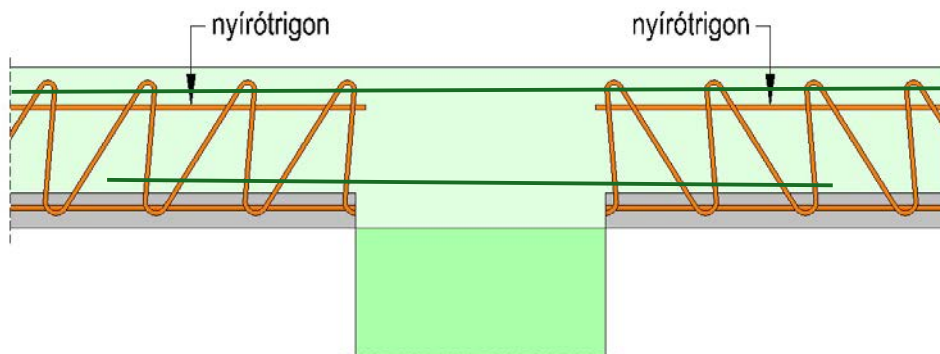


19. ábra: Kéregpanelek találkozása felső háló esetén alul redukált magasságú, felül húzott z karral számított nyomatéki teherbírással

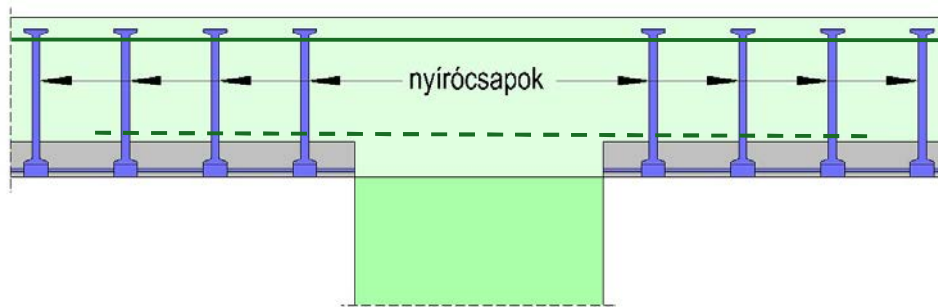
Betonvastagság monolit része a kivastagodó zónában (pirossal jelölve) dolgozik, így alkalmas harántirányú konzol képzésre. Pontos kialakítása gyártmányfüggő, nem generáltervezői meghatározás. Mindkét esetben elengedhetetlen az alsó, átkötő vasalás alkalmazása!

4.1.5. Átszűrődási elleni vasalatok

Lehetőség van arra, hogy a betonelemgyártó üzemben a kéregpanel gyártása során elhelyezzék az átszűrődási tönkremenetel elkerüléséhez szükséges vasalatokat. Két típusuk terjedt el: **nyírótrigon** és **nyírócsap**. Tapasztalataink szerint a nyírótrigonokat könnyebb elhelyezni a gyártásnál, mint a nyírócsapokat, illetve nagyobb teherbírást lehet velük elérni a (rejtett) gombafejes födémeknél.



20. ábra: Nyírótrigonok alkalmazása



21. ábra: Nyírócsapok alkalmazása

A nyírótrigonokat/nyírócsapokat gyártó- és szállító cégek, amelyek honlapjain ehhez szükséges tervezőprogramokat is lehet letölteni lásd [27] szakirodalomban.

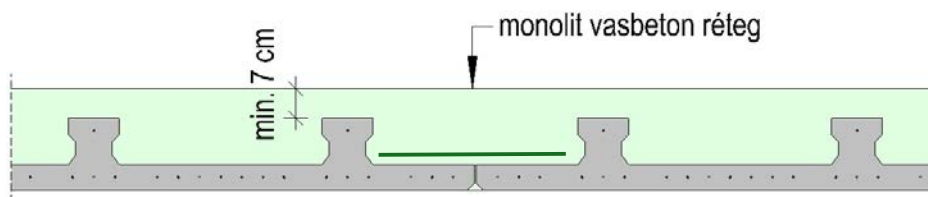
4.2. Feszített felülbordás kéregfödém

Ez a födém típus extrudálással (csavarsajtoltos) készül. A technológia meghatározza, hogy a beton viszonylag érdes, ami jó együttműködést biztosít a monolit betonnal, de trigont nem lehet benne elhelyezni.

Ennél a rendszernél is a monolit vasbeton réteg a födém teherbírásának elengedhetetlen része, azonban a két ütemben betonozott felületek közötti együttműködést a trigon helyett a felülbordák biztosítják, mely a kéregpanel felületének érdesítésével tovább növelhető. Ezt nagyobb teherbírású födémeknél a jelentős nyíróerő (csúsztatós) miatt minden esetben vizsgálni szükséges. Kéttámaszú, többtámaszú és befogott statikai modellnél is használható, természetesen a negatív nyomtér felvételéhez szükséges vasalásokat a helyszíni betonnak kell tartalmaznia. Az elem 80 mm-es minimális felfekvési mérete minden tipikus támaszközre alkalmazható.

Az elemek a feszítés következtében felhajlással érkeznek az építés helyszínére, melynek mértékét több tényező befolyásolja. Az építési állapot a panel számára az esetek többségében mértékadó lehet, mely a friss betonozás során kialakuló túlzott mértékű alakváltozásban nyilvánul meg. Ezen a mezőközépen elhelyezett vonalmenti alátámasztással lehet segíteni. Lehetőség szerint az áttöréseket úgy kell kialakítani, hogy azok ne essenek bordákba, de minden esetben igazolni kell a megfelelőséget, hiszen az áttörések az elem merevségének, továbbá az elvágott feszítőbetétek a teherbírás csökkenését okozzák. Nagyobb födémáttöréseknél szükségessé válhat a monolit födém szakaszok beiktatása a kéregpanel rendszerbe.

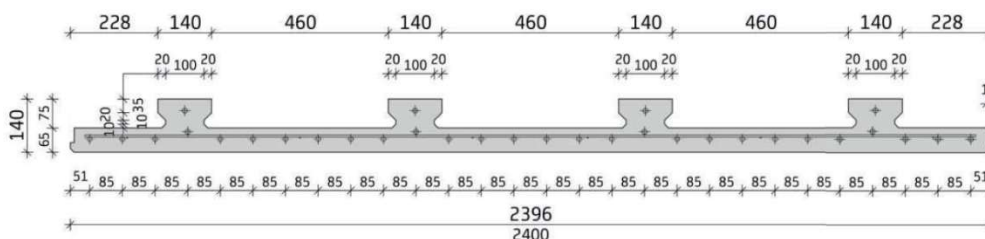
Javasolt a födémvastagság meghatározásánál arra is tekintettel lenni, hogy a bordák feletti monolit sáv minimum 7 cm-es vastagságú legyen.



22. ábra: Feszített, felülbordás, előregyártott kéregpanel rendszer

4.2.1. Egyes keresztmetszetek jellegzetességei és az betonelemgyártó cégek által készített dokumentumok elérhetőségei

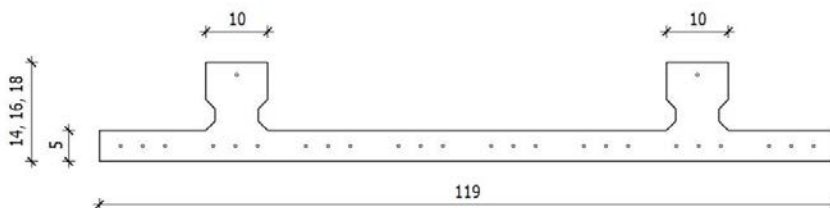
- ASA Építőipari Kft. által gyártott 14 cm magasságú, felülbordás zsalupanel (gyártó termékpalettáján megtalálható 11 cm, 16 cm és 20 cm magasságú elem is):



23. ábra: AFB 65+75 jelű zsalupanel

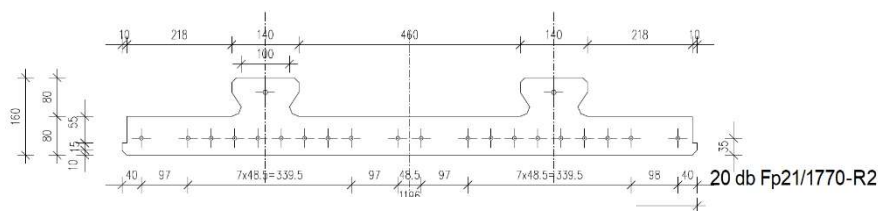
A gyár trigonrácsos feszített panelt is készít maximálisan 12 m hosszba, 2,4 m szélességgel.

- Ferrobeton Zrt. által gyártott felülbordás zsalupanel:



24. ábra: Zsf jelű zsalupanel

- SW UMWELTTECHNIK Magyarország Kft. által gyártott 16 cm magasságú felülbordás zsalupanel:



25. ábra: Bp16/C jelű zsalupanel

- PREbeton Zrt. által gyártott feszített kéregpanel trigon ráccsal és nem felülbordával készül. Szélessége 1195 mm, magassága 140 mm, pászmszám 16-18 db/panel

Előregyártó cégek által készített katalóguslapok / segédletek elérhetőségei:

- **ASA:** <https://www.asa.hu/wp-content/uploads/2024/04/katalogus.pdf>
- **Ferrobeton:** <https://ferrobeton.hu/images/upload/content/1493/files/ZSAF.pdf>
- **SW:** https://dms.sw-umwelttechnik.at/storage/3753/Felulbordas_zsaluzopanel.pdf
- **PREbeton:** <https://prebeton.hu/projects/market/uploads/docs/90/hu/684c0331bed842.-prebeton-termekek.pdf>

4.3. Körüreges födempalló

Az előfeszített üreges födempallók jellemzően extruderes (csavarsajtolásos) eljárással készülnek (ettől eltérő a Spancrete[®] cég technológiája, melynek hazai gyártása 2008-ban megszűnt). Eltérő terhelésű, vastagságú és támaszközű födémek készíthetők vele. Ezek az előregyártott elemek a beépítés után azonnal terhelhetők, önmagukban állékonyak, így nincs szükség monolit vasbeton rétegre a teljes teherbírásuk eléréséhez, továbbá helyszíni alátámasztást sem igényelnek. Azonban ahhoz, hogy merev tárcsaként működjenek az így kialakított födémek, az MSZ EN 1998-1:2008 5.11.3.5.(3) szerint a felbeton jelentősen tudja növelni a tárcsa merevségét. A szabvány 5.10.(1) és (2) pontjai 7 cm vastag és a minimális vashányaddal vasalt felbeton teljesíti a födém-tárcsa követelményei, vagy amennyiben azt az igénybevételekre megfelelően tervezték meg. A tárcsa a szabvány 4.3.1.(4) megjegyzése szerint akkor tekinthető síkjában merevnek, ha a tárcsa tényleges hajlékonyságával számolva az alakváltozások nem haladják meg több mint 10%-kal a merev tárcsa feltételezésével számított elmozdulások abszolút értékét.

Kivitelezési okokból (a panelek felhajlása miatt) az EC által javasoltnál nagyobb szerkezeti vastagságot célszerű felbetonnal betervezni, lásd 4.3.1. pontot. Ez a réteg jelentősen meg tudja növelni a födém-tárcsa merevségét, és a nyomatéki teherbírását. A magyar gyakorlatban sajnálatosan nem alkalmazzák a pallók megnövelt nyomatéki teherbírását és hajlítási merevségét a cégek méretezési táblázatait, az egyedi méretezés pedig túlmutat a mindennapi mérnöki gyakorlaton. Példát az USA gyakorlatából lásd [11] 6. kiadás 2-31/34 fejezetében.

4.3.1. Födém szerkezeti kialakítása

A födempallók készülhetnek felbetonnal és felbeton nélkül, de a fugák kibetonozása és a bekötővasalás elhelyezése mindkét esetben elengedhetetlen.

A felbeton alkalmazásának előnyei:

- Egyenletes teherelosztás;
- Nagyobb fokú tárcsahatás;
- Kiegyenlíti a szerkezet szerelési egyenetlenségeit;
- Kiegyenlíti a palló felhajlása miatti geometriai eltéréseket.
- A segédlet összeállítói a felbeton alkalmazását javasolják.

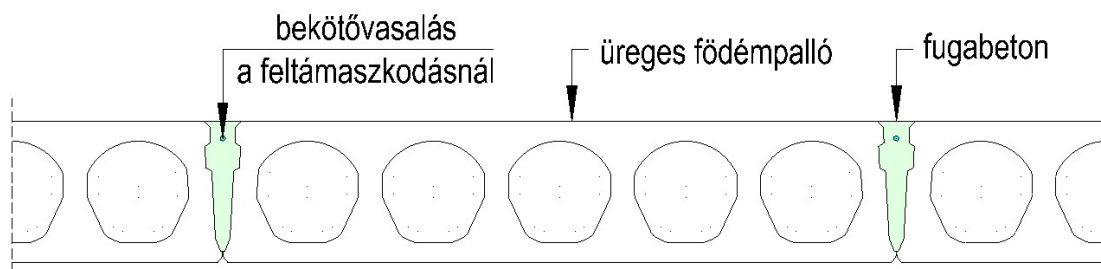
Amennyiben az igénybevételek erre lehetőséget adnak, akkor felbeton nélkül:

- A felület kiegyenlítésének kezelése szükség esetén biztosítható, de erre technológiai utasításban rendelkezni kell;
- A fuga kitöltés minőségére kiemelten figyelni kell annak érdekében, hogy a tárcsahatás kialakulhasson. Ehhez javasolt zsugorodásmentes esztrich alkalmazása;
- A tárcsamerevséget igazolni, a koszorúval (előregyártott vasbeton peremmel) megvalósuló abroncsatást biztosítani kell;
- Becsülhető nyírás teherbírás a tárcsa síkjában a következő táblázat adatait használva:

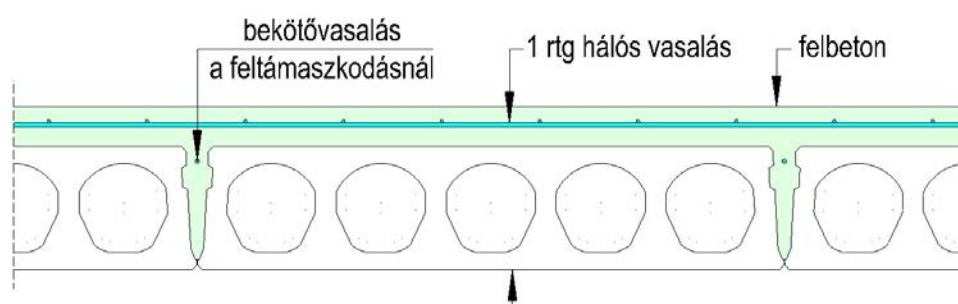
Födém vastagsága mm	Nyírás teherbírás a tárcsa síkjában kN/m
200	17
265	23
300	26
400	36
450	41
500	46

2. táblázat: Körüreges födempallók becsült tárcsasíkú nyírás teherbírása

A palló effektív hasznos fuga magassága [mm] x ($u \geq 0,10 \text{ N/mm}^2$) x 1000 mm / 1000 [kN/m]



26. ábra: Üreges födémpanel felbeton nélkül



27. ábra: Üreges födémpanel vasalt felbetonnal

A felbeton javasolt vastagsága

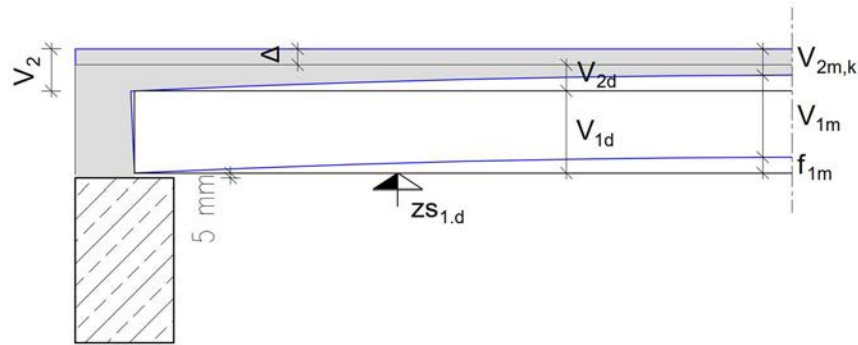
Az eltérő felhajtások miatt csak kis támaszközön (4-5 m alatt) és hálós vasalás alkalmazása nélküli esetben javasolt 5 cm felbetont tervezni (lásd még 4.3.1. pontot).

Különösen nagy felhajlás fordulhat elő, ha a panel alkalmazhatósági támaszköz tartományában a határérték közelében vagyunk. Például egyik nagyobb hazai gyártó katalógusának adatai szerint az alábbi pallóvastagság és támaszköz esetén a várható felhajlások:

Palló vastagsága (mm)	Támaszköz (m)	Felhajlás (mm)
200	7-8	7-13
320	9-11	15-20
400	9-14	15-25

3. táblázat: Körüreges födémpallók várható felhajlása

A háló az átfedések miatt minimum $3d$ vastagságot foglal el, így a $3 \times 8(d) + 15$ (betonfedés) = 39 mm, az egyéb pontatlanságok miatt gyakran 45 mm-t, vagy akár $3 \times 8(d) + 15 + 10 = 49$ mm-t jelent a tervezett 50 mm betonvastagságból még akkor is, ha a háló betontakarása alul a pallóra felfektetve nulla. A kialakult gyakorlat szerint a hálók alá betonacél távtartót nem tesznek, bár ez a toldásoknál az erőátvitelt bizonytalanná teszi. 15 mm alsó betontakarással számolva ez esetben $15 + 3 \times 8 + 15 + 15 = 69$ mm, illetve $15 + 3 \times 8 + 25 + 15 = 79$ mm adódna.



28. ábra: A felhajlással kialakult helyzet

z_{s1d} : tervezett palló zsalusík

v_{1d} : tervezett palló vastagság

f_m : palló tényleges felhajlása

v_{2m} : felbeton tényleges vastagsága

v_2 : tervezendő felbeton vastagság

f_{s1d} : tervezett felbeton felső sík

v_{2d} : szokásosan tervezett felbeton vastagság

v_{1m} : palló tényleges vastagsága

Df : szintkülönbség

Mindezek miatt **6 m-nél nagyobb támaszköz, hegesztett hálós vasalás esetén minimum 7 cm, 8 m-nél nagyobb támaszköznel 7-8 cm felbeton tervezendő!** Szerelt hálós vasalás esetén az átfedések hatásának elmaradása miatt a felbeton vastagsága a hálós vasalás esetén ajánlotthoz képest 10-15 mm-el mérsékelhető. A tervezett vastagság a támasznál, a minimálisan szükséges 50 mm vastagság a támaszköz közepén adódik ki.

4.3.2. Pallók felfekvése

A pallóvégi felfekvés meghatározásánál az építési mérettűréseket figyelembe kell venni, de javasolt az elem hosszának 1%-át felvenni, de minimum 10 cm-t, ugyanakkor 12 cm-nél többet nagyobb pallóhossz és pallómagasság esetén sem alkalmaznak.

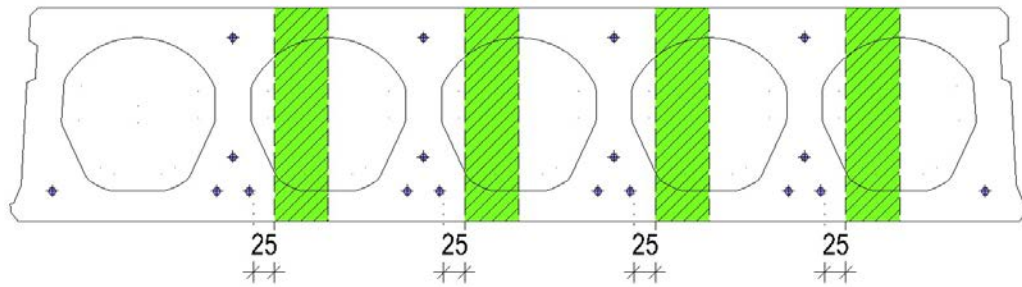
A fektetése jellemzően 5 mm vastag Neoprén gumiszalagra történik, de alkalmazható 10 mm vastag H25 habarcterítés is. Utóbbi csarnokszerkezeteknél nem gyakorlat.

Az elemet a hossz tengelyével párhuzamosan falra vagy gerendára 1-2 cm-nél nagyobb mértékben nem szabad felfektetni!

4.3.3. Hosszvágás általános szabályai

A pallókat állandó keresztmetszettel 100-170 m hosszú soron extrudálják. Ezen a hosszon a palló keresztmetszete és vasalása azonos. Az így elkészített ágyon a palló az igényeknek megfelelő hosszúságú elemekre darabolható. Utólagos hosszvágással az 1 200 mm-es standard szélességi méret bizonyos szabályok betartásával csökkenthető, melyek a következők:

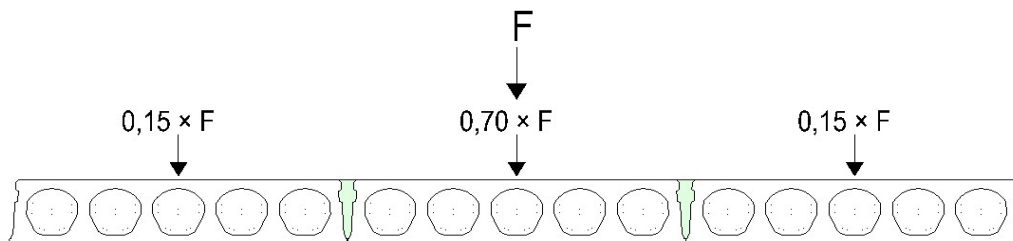
- A körüreges födémeket a bordákban és az üregek felén túl nem lehet elvágni, illetve amennyiben a maradékot is beépítik, úgy a felénél túl lógó részt is le kell vágni. Tipikusan felezik, vagy ha nem, akkor a felénél kisebb rész hulladék;
- Vágást követően a feszítőpásmákon minimum 25 mm-es betonfedésnek maradnia kell.



29. ábra: Keresztmetszet vágási tartományai

4.3.4. Keresztirányú együttdolgozás

A gyártók segédleteiben sok esetben megtalálható az alábbi ábra, miszerint amennyiben a fugabeton minősége eléri a C20/25-ös nyomószilárdsági értéket, akkor a keresztirányú együttdolgozást bármely két panel között figyelembe lehet venni, melynek értelmében a palló a terheinek 15-15 %-át a vele szomszédos paneleknek át tudja adni. Ez a szakmai gyakorlatban elterjed.



30. ábra: Keresztirányú együttdolgozás

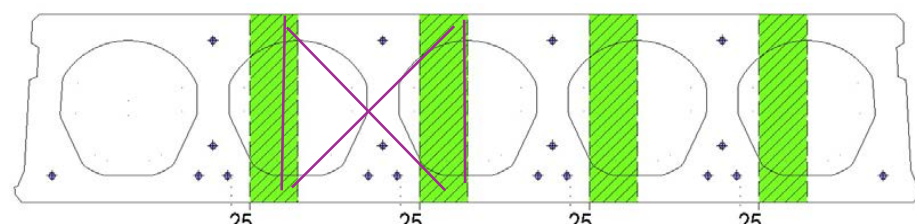
- A támaszközeli tehermegosztásra vonatkozóan az „**Előregyártott betontermékek. Üreges födémpanelek MSZ EN 1168:2005+A3:2011 (E)**” szabvány részletes útmutatást ad a támaszköz, a terhelt panel pozíciója és a teher helyzetének függvényében. C3 mellékletét érdemes megemlíteni, ott részletes diagramok foglalkoznak ezzel.

4.3.5. Áttörések

Ha az áttöréseket úgy alakítják ki, hogy azok nem okozzák a feszítőpázmák és bordák sérülését (csak az üreget érinti), akkor az elem teherbírása nem csökken.

Beépítés és fuga kibetonozást követően pázmáktól 2,5 cm-rel távolabbi zónák fúrhatók, ez a palló gyöngítését nem okozza. Amennyiben az áttörés a pázmákhoz 2,5 cm-nél közelebb van, a tartósságot befolyásolja.

- A nyomatéki teherbírás a sértett borda teljes alsó pázmaszáma/summa pázmaszám arányában csökken. Például: ha az alábbi panelnél



31. ábra: Pázmakép a palló áttörés figyelembevételénél teherbírás számításához (példa)

a lila kereszttel jelölt borda kiesik, akkor az alsó 14 pászmából 3 vágva lesz, így $M_{Rd,Red} = M_{Rd} \times (14-3) / 14 = 0,79 M_{Rd}$. A nyomatéki teherbírás gyengülése, a pászma lehorgonyzási hosszán értendő, azaz pl. egy 30 cm-es furat $90 + 30 + 90 = 210$ cm hosszön gyengíti a nyomatéki teherbírást.

- A nyírási teherbírás a megszakított borda számának arányában csökken, fenti példában 6 bordából 1 kiesik, így $V_{Rd,Red} = V_{Rd} \times (6-1)/6 = 0,83 V_{Rd}$.

A gyengítés értelemszerűen az adott pozícióra jellemző, azaz a mező közepén kieső borda nem befolyásolja a támasznál a nyírási teherbírást, míg a támaszközeli borda kivágása nem érinti a mezőközépi nyomatéki teherbírást.

Ellenkező esetekben statikai számítással kell igazolni a palló megfelelőségét.

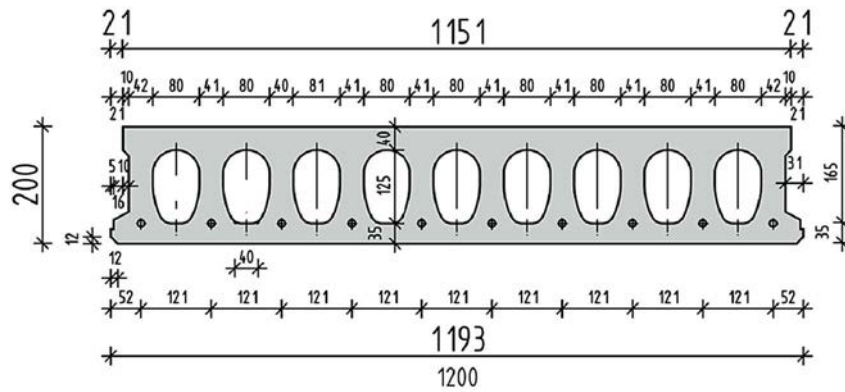
4.3.6. Egyes keresztmetszetek és a betonelemgyártó cégek által készített dokumentumok elérhetőségei

Az egyes gyártók termékeinek nyírási teherbírása erősen eltérő lehet, így erre figyelni kell, mint korlátra és lehetőségre. Mindig célszerű ellenőrizni, hogy az értékeket repedésmentes vagy berepedt keresztmetszet figyelembevételével határozták-e meg. A gyártók változatos, de kellően részletes adatokat közölnek. Az M_{Rd} és V_{Rd} értékein túl gyakran a repesztő és a dekompressziós nyomatéki értékeket is megadják. Alább példák a táblázatok adatsorainak fejlécére minta különböző gyártók esetében (lásd fejezet végén a letöltések elérhetőségeit).

Típusjel	Pászma (db)	Önsúly (kg/m ²)	Repszto Dekompressziós nyomaték		Határnyomaték		Határ nyíróerők		
			M _{cr} (kNm)	M _{co} (kNm)	M _{Rd} (kNm)	z (mm)	V _{RdI} (kN)	V _{RdII} (kN)	
Elemtípus	Vasalás	Tömeg kg/m ²	Teherbírás EC szerint		Akusztika				
			M _{Rd} kNm	V _{Rd} kN	R _w dB	L _{w'} dB			
Elemjel	Feszítőpászma	Födém tömeg			Födém teherbírás				
		kg/m ²	kg/fm	m ³ /m ²	M _{Rd} kNm	V _{Rd1} kN	V _{Rd2} kN		

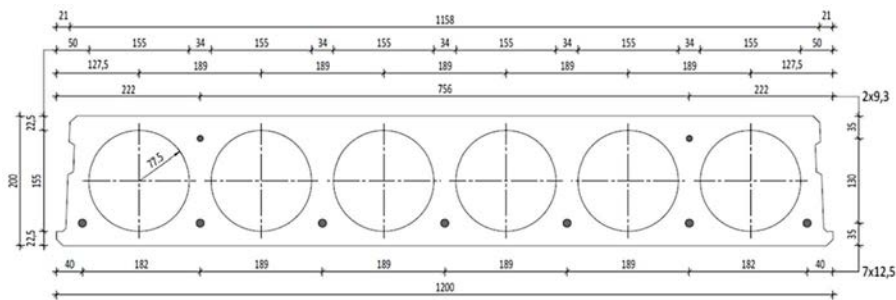
Az alábbiakban csak a 20 cm magasságú paneleket szerepeltetjük, természetesen a gyártók katalógusaiban és termékvalasztékában ettől eltérő magasságú elemek is megtalálhatók. Az eltérő üregtípusok a gyártási technológia miatt alakultak ki. Jellemzően az ovál üreges panelek nyírási teherbírása 15-25%-kal magasabb, mint a kör üreggel gyártott termékeké. Értelemszerűen előbbiek önsúlya is nagyobb 15-20%-kal.

- ASA Építőipari Kft. által gyártott üreges födémpanel:



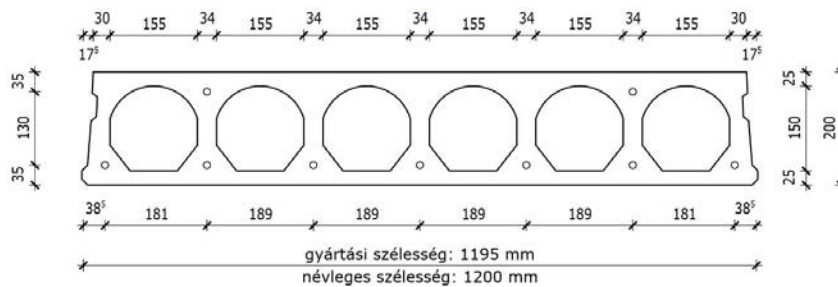
32. ábra: HCS födémpalló

- Épszerk-Pannónia Invest Építőipari Kft. által gyártott üreges födémpanel:



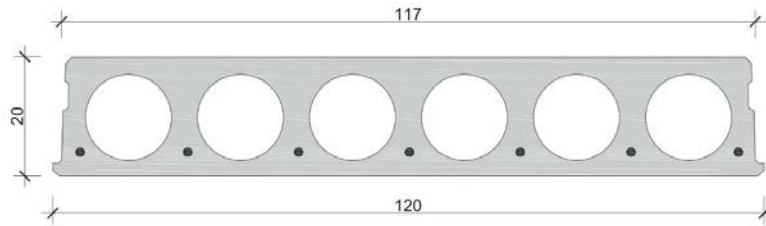
33. ábra: EHC födémpalló

- Ferrobeton Zrt. által gyártott üreges födémpanel:



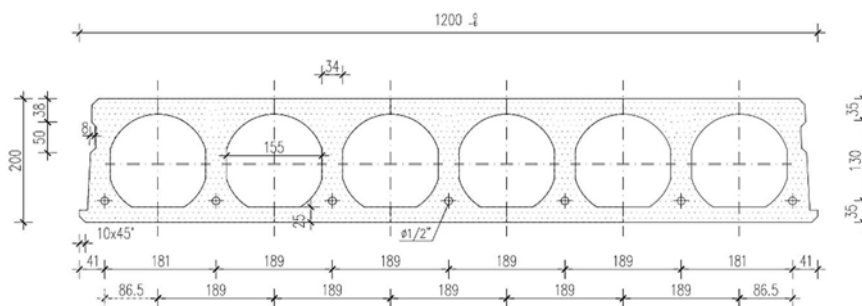
34. ábra: FF födémpalló

- Leier Hungária Kft. által gyártott üreges födémpanel:



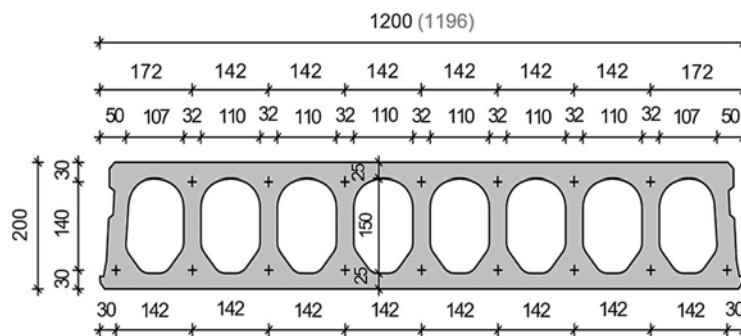
35. ábra: LÜF födémpalló

- SW UMWELTTECHNIK Magyarország Kft. által gyártott üreges födémpanel:



36. ábra: MF födémpalló

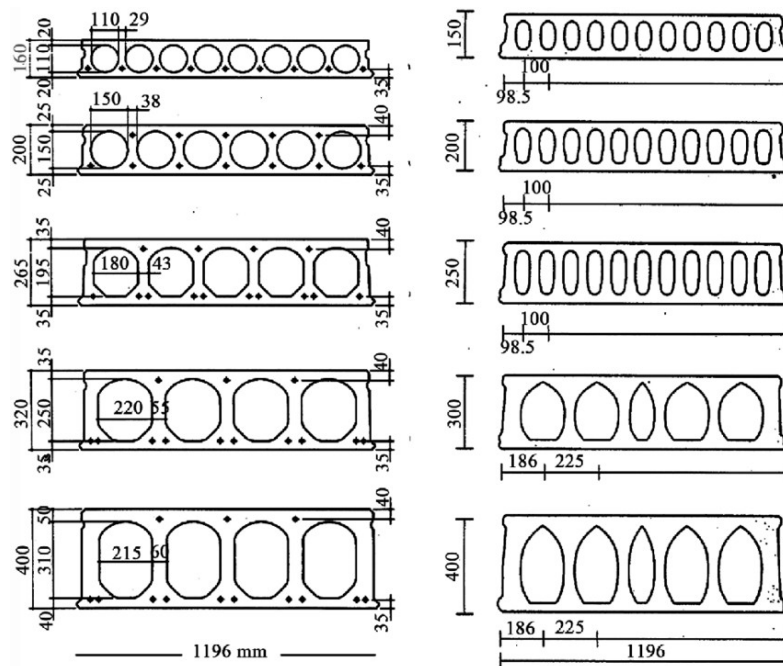
- Viastein Kft. által gyártott üreges födémpanel:



37. ábra: HD födémpalló

- Előregyártó cégek által készített katalóguslapok / segédletek elérhetőségei:
 - ASA Kft.: <https://www.asa.hu/wp-content/uploads/2024/04/katalogus.pdf>
 - Ferrobeton Zrt: <https://ferrobeton.hu/korureges-fodemek>
 - Leier: <https://www.leier.hu/hu/termek/leier-ureges-fodem-pallo-luf>

- SW Umwelttechnik: <https://www.sw-umwelttechnik.hu/termekek/foedemrendszerek/koeruereges-foedempanelek#>
- Épszerk-Pannónia Invest Építőipari Kft.:
https://epi.hu/storage/2117/650c59b34bf2d_Tervezesi_es_alkalmazasi_utmutato_Feszitett_korureges_fodempanel-EHC.pdf



38. ábra: Üregalak két fő típusai

Mint az ábrából is látszik, a keresztmetszetek igen változatosak. Vannak vastag bordás, nagyobb önsúlyú, így nagyobb nyírési teherbírású termékek, és vannak könnyebbek, kisebb nyírési teherbírással. A tervezőnek ezek lehetőségeit mérlegelnie kell a termék választásakor. Amennyiben a palló típusának választásakor a nyírési teherbírásnak jelentősége volt, arra a műszaki leírásban célszerű felhívni a figyelmet. A kivitelezés során természetesen más gyártók termékei is beépülhetnek. A generál statikus tervező kontrollja ezért fontos a gyártmánytervezési fázisban.

4.4. TT-panel

A TT-panel két darab alsó bordából és azokat összekötő lemezből áll, melynek segítségével egyirányban teherviselő feszített, alubordás vasbeton födém alakítható ki. A TT panelek alkalmazásának előnye 14 m feletti támaszköznel, nagy nyírési/hajlítási igénybevételnel és koncentrált terhelésnél, továbbá nagyobb födémáttöréseknél mutatkozik meg igazán.

4.4.1. TT-panel szerkezeti kialakítása

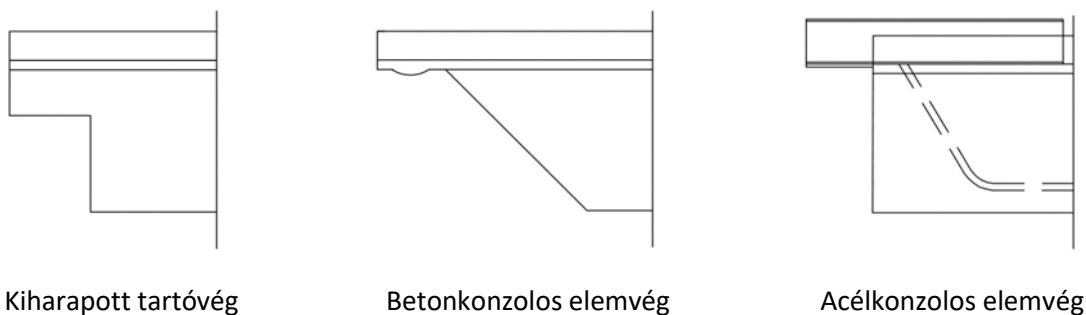
A paneleket önállóan is be lehet építeni (pl. záró- vagy tetőfödémnél), ugyanakkor a kiálló kengyelezés lehetővé teszi a felbetonnal együttműködő födém szerkezet kialakítását. A monolit vasbeton réteggel a panel teherbírása és merevsége tovább növelhető. Lehetőség van a panel felső felületének érdesítésére, ezáltal nagyobb tapadási érték érhető el a különböző időpontban betonozott

felületek között. A felbeton vastagságának meghatározásánál a feszítésből származó felhajlást is figyelembe kell venni. Erre vonatkozóan generál statikus tervezőnek valamely gyártóval a tervezés folyamatában konzultálni kell.

A panel fél elemként is gyártható, amelyet célszerű szimmetrikusan kialakítani és két TT-panel közé helyezni, ezáltal a szerelés közbeni állékonysága biztosítható. Azonban aszimmetrikus elemek ideiglenes megtámasztását külön rendelkezésben elő kell írni.

A nagy szerkezeti magasság orvoslására készülhet kiharapott tartóvéggel, így a födémgerenda alsó síkja a TT panel alsó síkjával egy síkba hozható. A merev acélbetétes változat abban az esetben igazán előnyös, ha TT panel felbetonnal készül. Ez esetben a szerkezeti magasság még tovább csökkenthető.

Bár a megoldások költségvonzata - szigorúan csak a TT panel gyártási költségeire koncentrálva - fordítottan arányos a konzol magasságával, az épület egészére vonatkoztatva már kedvezőbb összköltség is kiadódhat. A szerkezet választásakor mindig a komplex költségek legyenek a generáltervezés irányadó mutatói.



Kiharapott tartóvég

Betonkonzolos elemvég

Acélkonzolos elemvég

Típus acél konzol elemvégre

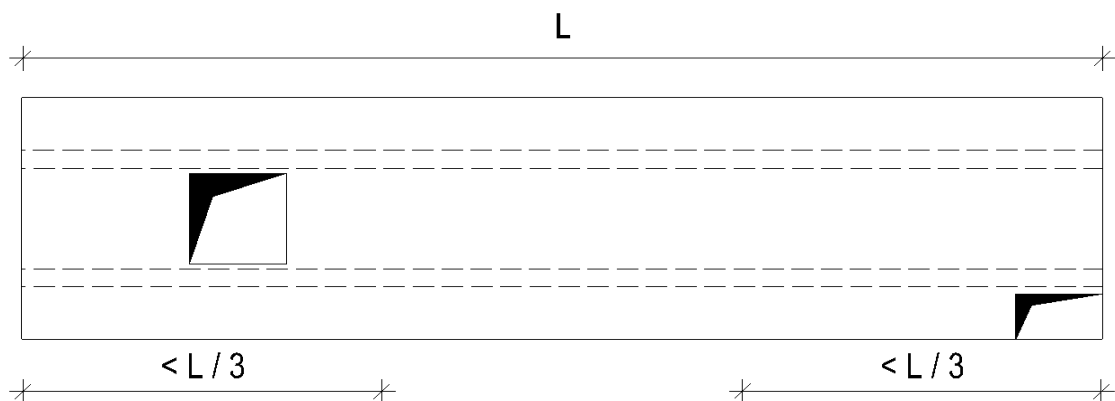
pl. Pfeifer PS-A 65-160 kN nyírési teherbírasi tartományban; Peikko TWIN Konsole

39. ábra: TT panel tartóvég kialakítások

A kiharapott tartóvég általában egy köztes és költségghatékony megoldást ad, mert a kiharapás illeszkedhet a fordított T mestergerenda vállához (lásd 4.4.4.).

4.4.2. Áttörések a felemezen

A födémáttöréseket úgy kell kialakítani, hogy azok ne essenek bordákba és lehetőség szerint a panel két végén $L/3$ távolságon belül helyezkedjenek el:

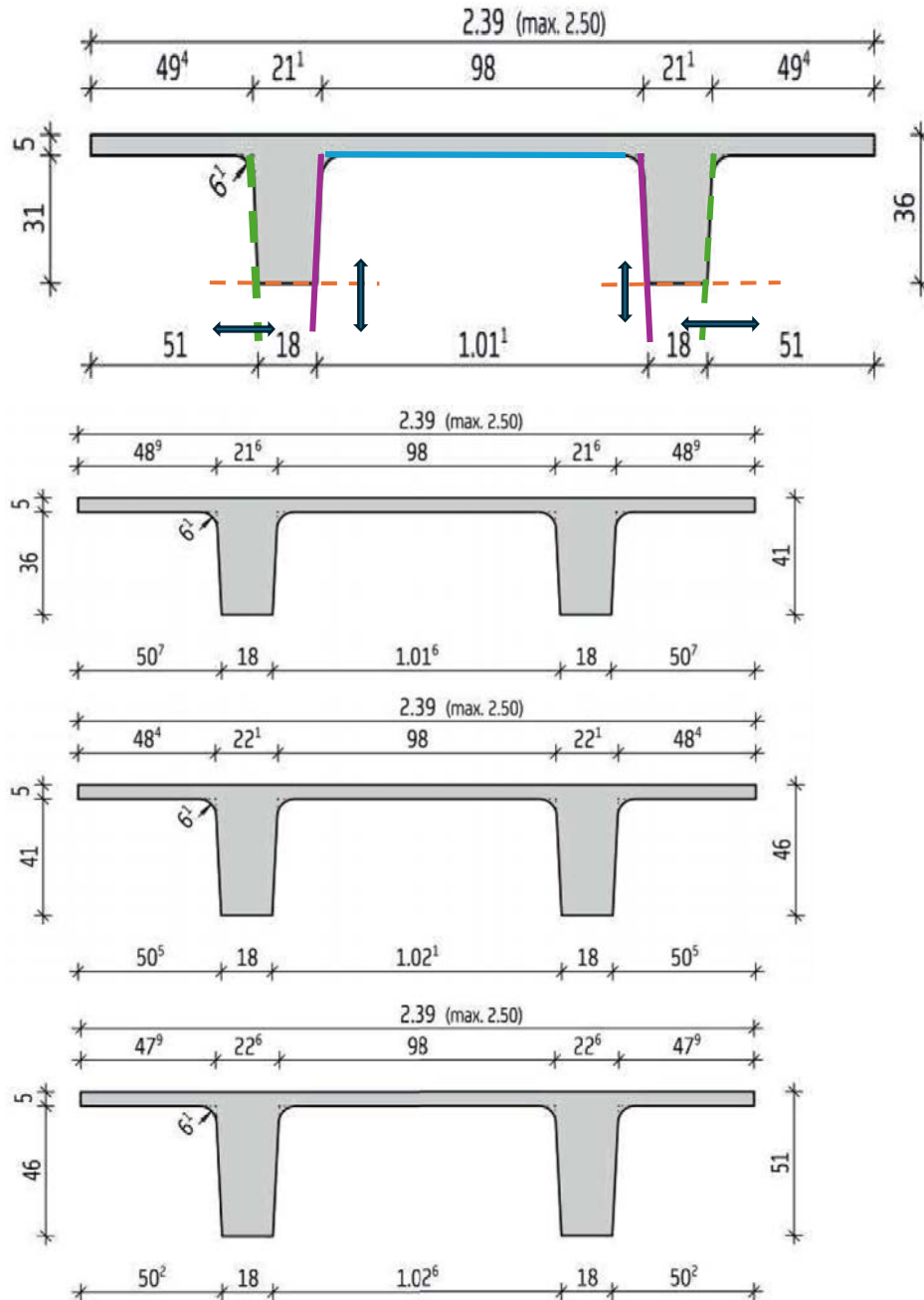


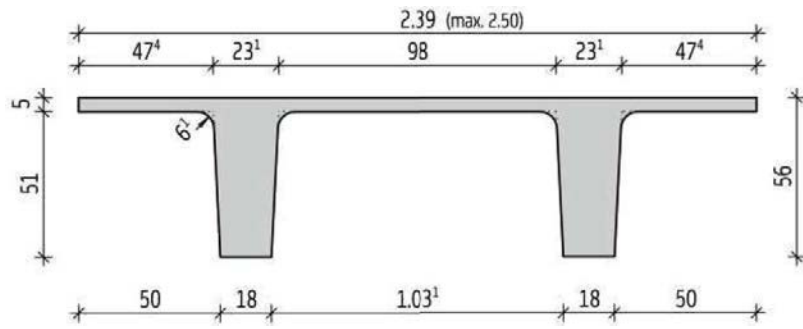
40. ábra: Áttörések kialakítása

4.4.3. Betonelemgyártó cégek sablonjai

A sablonok jellemzően úgy vannak kialakítva, hogy a két borda belső síkja fix (alább **lilával jelölve**), és a zsalumag tetejével (**kék**) egy fix elemet képez. A külső oldalak (**zöld szaggatott**) és a fenék (**narancs szaggatott**) mozgatható az ábrán is jelölt módon. Az első ábra a méretek változtathatóságát mutatja, amely jellemző a zsalurendszerekre.

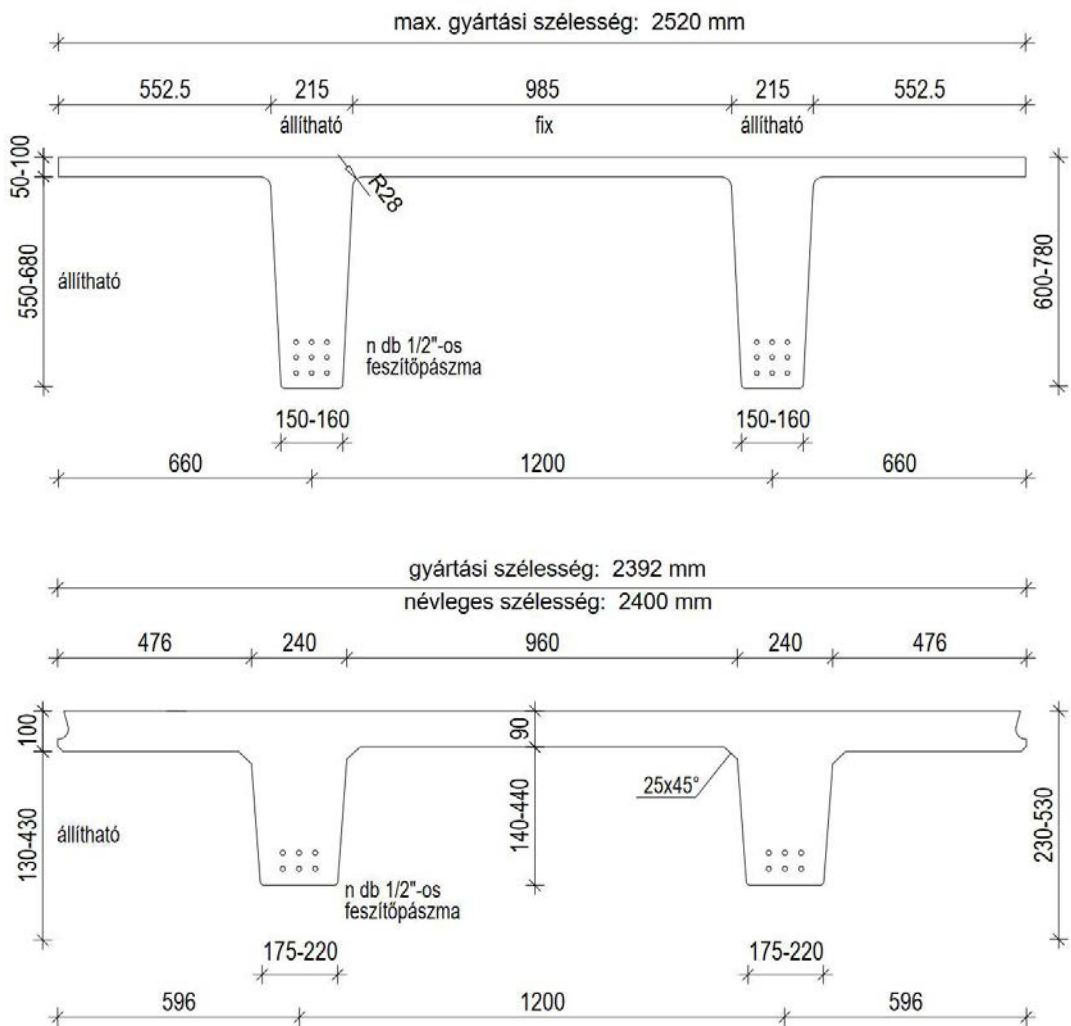
- ASA Építőipari Kft. által gyártott TT-panelek:

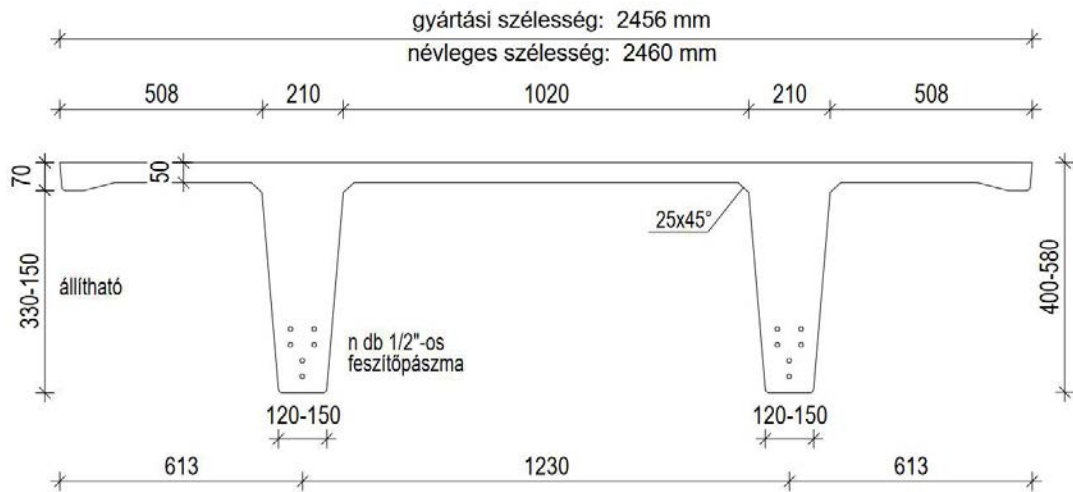




41. ábra: TT panelek keresztmetszeti méretei (ASA)

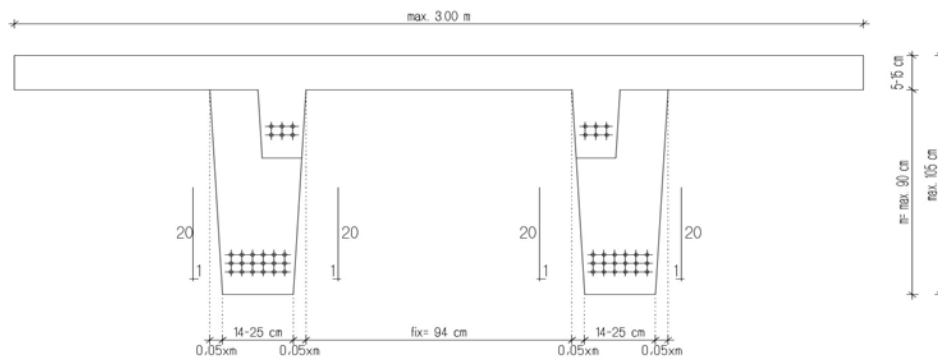
- Ferrobeton Zrt. által gyártott TT-panelek:





42. ábra: TT panelek keresztmetszeti méretei (Ferrobeton)

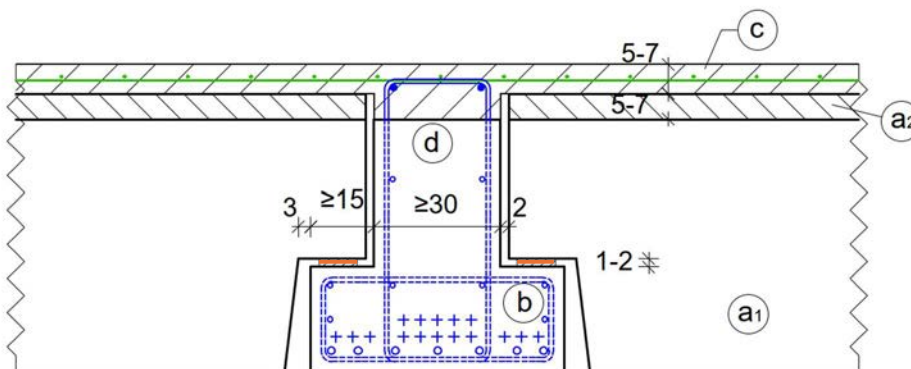
- SW UMWELTTECHNIK Magyarország Kft. által gyártott TT-panelek:



43. ábra: TT panelek keresztmetszeti méretei (SW)

4.4.4. Lehetséges rögzítési megoldások, kapcsolatok

- a) Amennyiben összefüggő monolit fejlemez építenek, úgy az alábbi csomópont keletkezik:

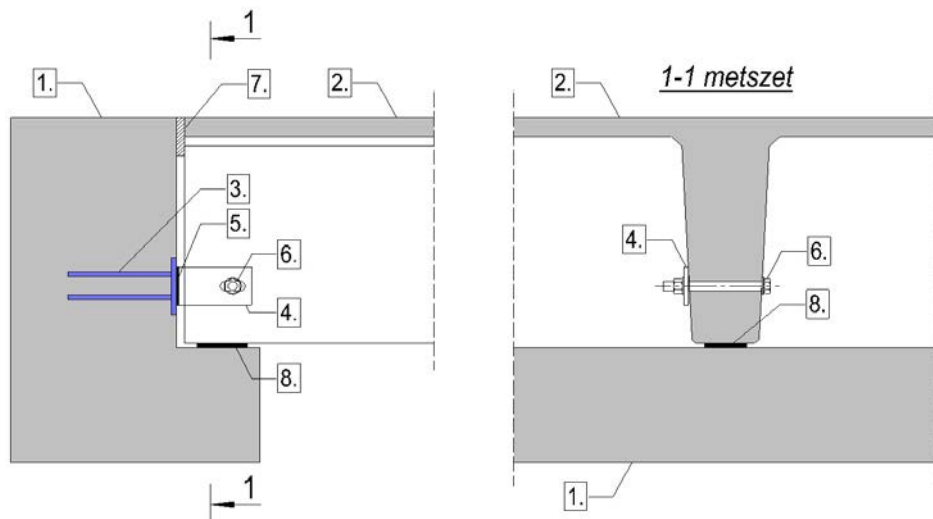


44. ábra: Beton konzolos, felbetonos TT panel támaszkodása invert T gerendára

ahol **a₁**. TT panel gerince; **a₂**. TT lemeze **b.** inverz T gerenda, jellemzően feszített **c.** monolit felbeton **d.** gerenda durvított felülete.

Figyelni kell arra, hogy a **TT** panel támasza alá olyan kiegyenlítő lemezt kell tenni (narancs színnel jelölve), amely biztosítani tudja a **TT** panel támaszának szögforgásából keletkező eltolódást, mert a **TT** panel részlegesen sem lehet befogott, a fejlemez felső síkjánál el kell tudni fordulnia. Ettől eltérő megoldást mutat lentebb a 4.4.4. fejezet ábrája, ahol a monolit fejlemez dilatált. Egy szokványos neoprén gumilemez (pl. Capribelt „C” típus) ezt a mozgást nem tudja felvenni, erre a szerkezeti kapcsolatra mozgásra alkalmas szendvicslapot kell betervezni.

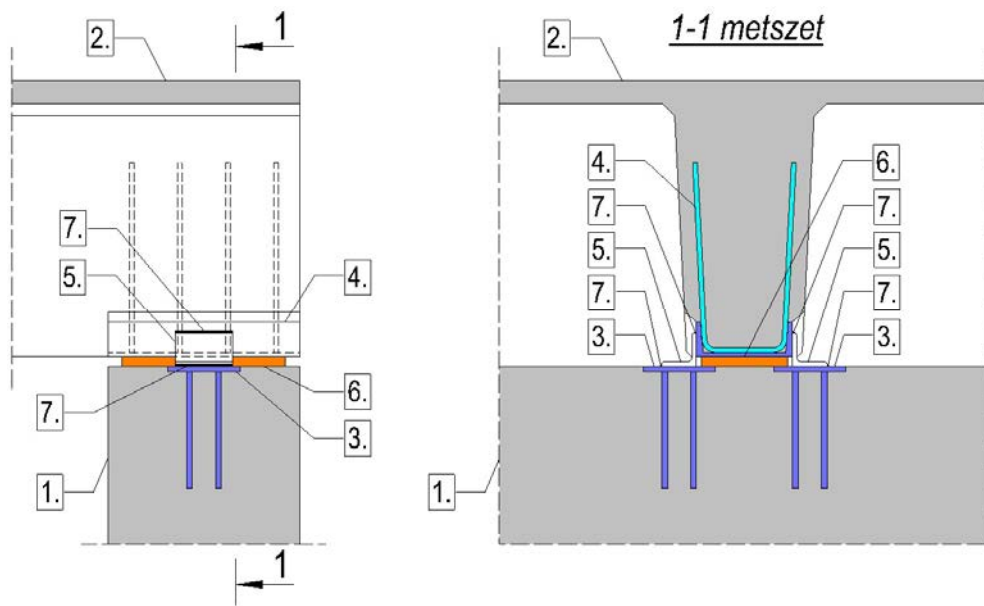
- b) L alakú gerenda és TT panel kapcsolata, amikor a mestergerenda monolit beton részének nincs kapcsolata a fejlemezzel. A forgási középpont a támasz Neoprén lemeze, így a 7. elemnél számottevő mozgás alakulhat ki. Amennyiben dilatált monolit fejlemezt építenek, úgy az alábbi csomópontok keletkeznek:



45. ábra: Szerkezeti kialakítás oldalnézetben és metszetben

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1. - Előregyártott vasbeton gerenda | 5. - Hegesztési varrat |
| 2. - Előregyártott vasbeton TT-panel | 6. - Csavar |
| 3. - Bebetonozott szerelvény | 7. - Acéllemez |
| 4. - Acéllemez oválfurattal | 8. - Neoprén saru |

Négyszög gerenda és TT panel kapcsolata:



46. ábra: Szerkezeti kialakítás oldalnézetben és metszetben

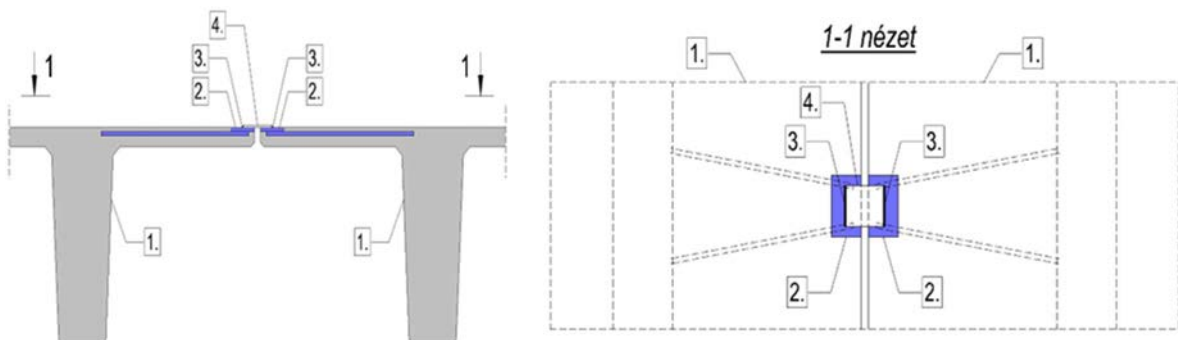
- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. - Előregyártott vasbeton gerenda | 2. - Előregyártott vasbeton TT-panel |
| 3. - Bebetonozott szerelvény | 4. - Bebetonozott U-profil bekötőláb |
| 5. - Acéllemez oválfurattal | 6. - Neoprén saru |
| 7. - Hegesztési varrat | |

c) Tárcsásítás felbeton nélkül

A TT paneles födém tárcsásítása abban az esetben, ha nem készül a monolit felbeton. Ez zárófödémek esetén vagy gyorsrampás parkolóháza födémeinél jellemző megoldás.

TT panelek közötti kapcsolat:

- Hagományos megoldás:

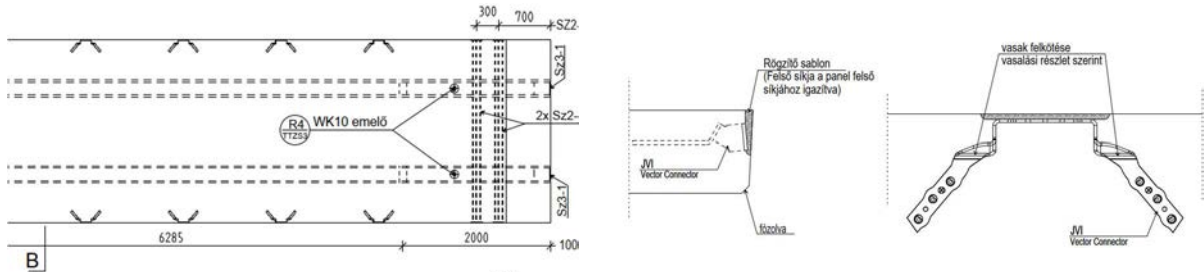


47. ábra: TT paneles födém tárcsásítása felbeton nélkül metszet és felülnézet

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. - Előregyártott vasbeton TT-panel | 2. - Bebetonozott szerelvény |
| 3. - Hegesztési varrat | 4. - Acéllemez |

- Korszerű, földrengésre is bevizsgált kapcsolat:

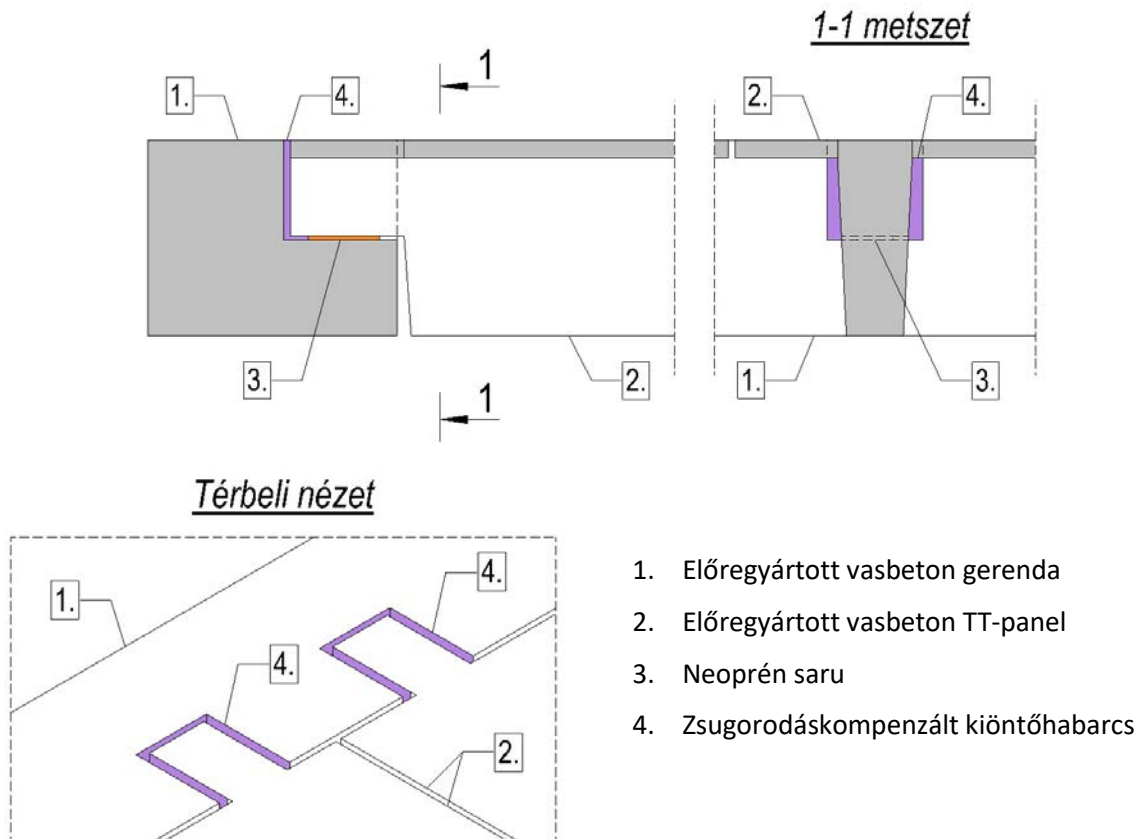
A **JVI**® rendszere korrózióálló, ciklikus terhelésre is megfelelő, ezért alkalmas burkolatok nélküli (pl. parkolóház rendszerek) födémek tárcsásítására. A rendszer nem csak a födém síkjában, hanem a síkra merőlegesen is terhelhető. Tájékoztató értékek egy kapcsolatra: nyírási teherbírási a födém síkjában 47 kN, síkra merőlegesen 19 kN ; <https://jvi-inc.com/product/shearandalignment>).



JVI Vector Connector VC4 típus

48. ábra: TT paneles födém tárcsásítása felbeton nélkül JVI elemmel

d) Gerenda és kiharapott tartóvégű TT panel kapcsolata:



49. ábra: Felbeton nélküli TT panel dilatált kapcsolata

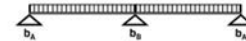
4.5. TR lemezcsödém

Csarnokrendszerek lefedésénél elterjedt szerkezeti megoldás a vasbeton szelemekre rögzített, leggyakrabban kb. 150 mm magas trapézlemez. A különböző gyártók egymástól eltérő méretező táblázatokat és segédleteket biztosítanak a tervezőknek. Ezek szakirodalmi ismertetésétől eltekintünk, a honlapokon elérhetőek. (Lásd 10. pontot.) Alábbiakban a tervezéssel kapcsolatos olyan egyéb információkra hívjuk fel a figyelmet, amelyeket figyelembevétele javasolt a tervezés során.

Figyelemmel kell lenni arra, hogy az elterjedt német DIN táblázatok megengedett terheléseket tartalmaznak (**zulässige Flächenlast** = megengedett felületi teher), ami a mi fogalmaink szerinti karakterisztikus tehernek felel meg. Amennyiben a teherbírásra a kívánt biztonság nem nagyobb, mint $1,5 \times 1,1 = 1,65$, használat során $1,15 \times 1,1 = 1,265$, továbbá a teher minden mezőben egységesen hat.

Példa alább az igen elterjedt TR150-0,88 háromtámaszú lemez táblázatából részlet:

Hoesch Trapezprofil T 150.1 Positivlage



Zweifeldträger, zulässige andrückende Flächenlast zul q [kN/m ²]																										
Stützweite L[m]	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00			
t ₀	g	max f	Endauflagerbreite: b ₁ = 90 mm						Zwischenaflagerbreite: b ₂ ≥ 160 mm																	
0,75	10,7	*	3,88	3,62	3,41	3,22	2,96	2,67	2,43	2,22	2,03	1,88	1,73	1,60	1,49	1,39	1,30	1,22	1,15	1,08	1,02	0,96	0,91	0,87	0,82	
		L/150	3,88	3,62	3,41	3,22	2,96	2,67	2,43	2,22	2,03	1,88	1,73	1,60	1,49	1,39	1,30	1,22	1,15	1,08	1,02	0,96	0,91	0,87	0,82	
		L/300	3,88	3,62	3,41	3,22	2,96	2,67	2,43	2,22	2,03	1,88	1,73	1,60	1,49	1,39	1,30	1,22	1,15	1,05	0,95	0,87	0,79	0,73	0,67	
		L/500	3,88	3,62	3,41	3,22	2,96	2,67	2,34	2,02	1,76	1,54	1,35	1,20	1,06	0,95	0,85	0,77	0,69	0,63	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	
0,88	12,6	*	6,16	5,62	5,12	4,67	4,29	3,92	3,56	3,24	2,97	2,72	2,52	2,33	2,16	2,01	1,88	1,76	1,66	1,56	1,47	1,39	1,31	1,24	1,18	
		L/150	6,16	5,62	5,12	4,67	4,29	3,92	3,56	3,24	2,97	2,72	2,52	2,33	2,16	2,01	1,88	1,76	1,66	1,56	1,47	1,39	1,31	1,24	1,18	
		L/300	6,16	5,62	5,12	4,67	4,29	3,92	3,56	3,24	2,97	2,72	2,52	2,33	2,10	1,87	1,68	1,51	1,37	1,24	1,13	1,03	0,94	0,86	0,79	
		L/500	6,16	5,62	5,12	4,49	3,81	3,23	2,77	2,39	2,08	1,82	1,60	1,42	1,26	1,12	1,01	0,91	0,82	0,74	0,68	0,62	0,56	0,52	0,47	

In den Belastungstabellen sind zwei Kriterien beachtet:

>Die γ -fachen Schnittgrößen sind nicht größer als die aufnehmbaren Schnittgrößen. Unter Berücksichtigung der Anpassungsrichtlinie zur DIN 18 800 Stahlbauten Teil 1-4/11.90 (07.95) gelten folgende Sicherheitsbeiwerte: Tragsicherheit: $\gamma = 1,5 \cdot 1,1 = 1,65$
Gebrauchstauglichkeit: $\gamma = 1,15 \cdot 1,1 = 1,265$
Bei den Belastungstabellen ist diese Forderung in Zeile* eingehalten.

Belastungstabellen nach DIN 18 807 Hoesch Trapezprofil

Info 4.3.4 D

2008. febr.

A gamma tényezőzős erők (felületi nyomás pozitív fektetés irányával) nem nagyobbak, mint a megengedett erők. Figyelembe véve a DIN18 800 1-4/11.90 (07.95) acélszerkezetekre vonatkozó adaptációs irányelveket, a következő biztonsági tényezők érvényesek: Teherbírás: $\gamma = 1,1 \times 1,5 = 1,65$; Használati állapot: $\gamma = 1,15 \times 1,1 = 1,265$.

Lásd a [38] szakirodalom 6. oldala DIN 18807 szerinti: Használhatósági határállapot: a meglévő rugalmas belső erők 1,0-szerese vagy 1,15-szerese \leq megengedett belső erők / 1.1 Teherbírás vizsgálat: a meglévő törőterhelés és a maradó tartónyomatékkal rendelkező belső erők 1,35-szerese, vagy 1,5-szerese / 1.1.

Mindezek miatt a táblázatokat csak előválasztásra és kontrollra javasolt használni.

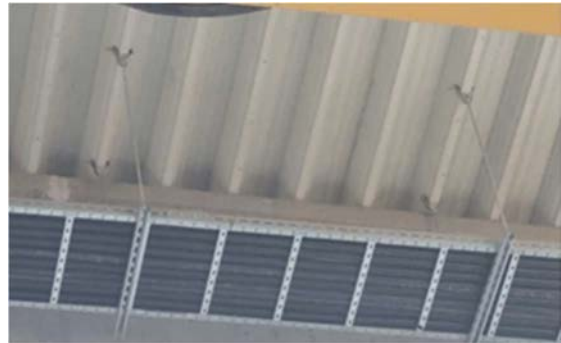
4.5.1. Általános tervezési szempontok

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a trapézlemez bordák külön-külön dolgoznak, és a számítás során így is kell figyelembe venni az igénybevételeiket. Ezt a jellemző tulajdonságát nem lehet figyelmen kívül hagyni. Különösen problémás a megoszló terhelések (felületi vagy vonalmenti) nagyvonalú kezelése abban az esetben, amikor a terhek a valóságban konkrét bordákra terhelnek. Ilyen például a függesztett installációk vonalmenti terhelésként megadott terhelése. Az ellenőrzésnél erre figyelemmel kell lenni. A megépült szerkezeteknél az átadás előtt a műszaki ellenőr kérheti a bordákra kiterjedő igazolást. Ennek nehézsége abban rejlik, hogy a jelenlegi gyakorlat szerint a gépészeti és elektromos szereléskor a függesztésre vonatkozóan nincsenek utasítások, így esetenként kedvezőtlen szituációk keletkezhetnek.

Alább megvalósult példa:



Ø 150 sprinkler csövek függesztései



Rézkábelek tálcában

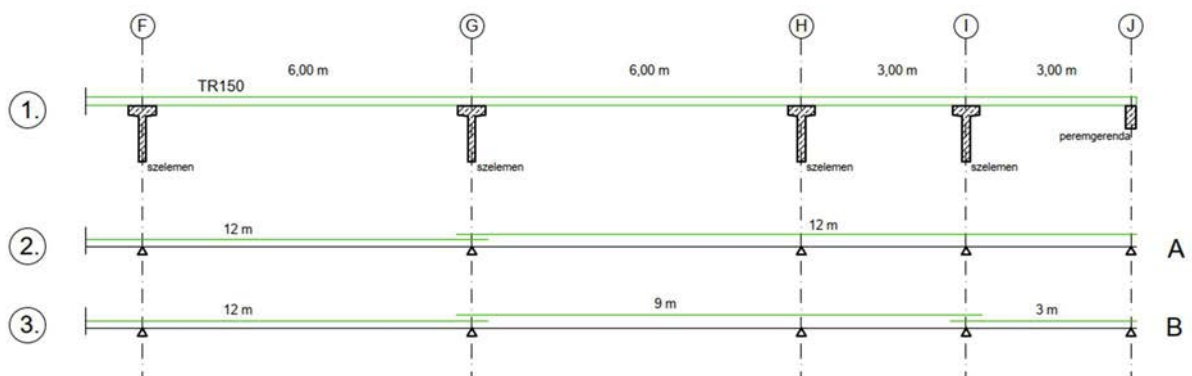
50. ábra: TT panelre függesztett installációk

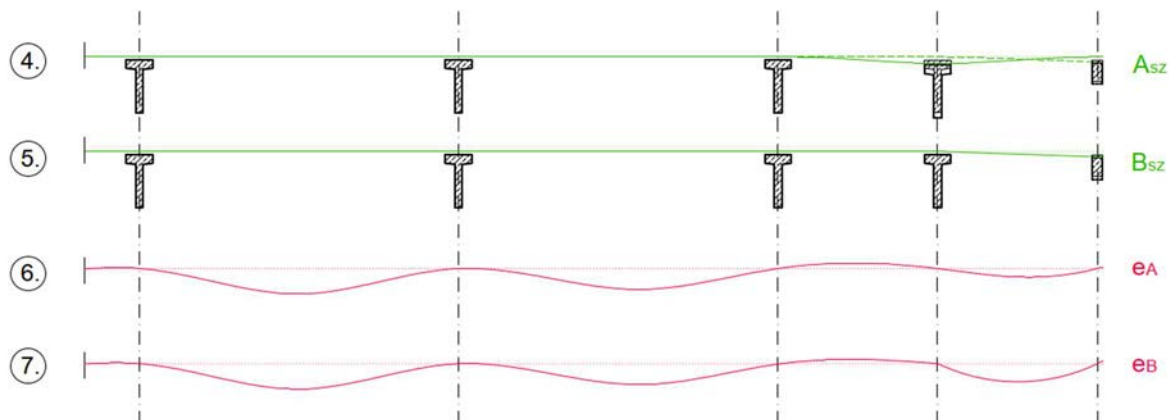
Különösen javasolt gépészeti központok és azok kimenetei, elektromos elosztók környezetében erre figyelemmel lenni, és esetlegesen nagyobb teherbírású TR lemezeket, vagy azok duplikálását tervezni ezen területekre.

A széles fejű szelemeneknél (öv, vagy gerenda szélesség TR lemez alatt a felfekvés nagyobb, vagy egyenlő mint 50 cm) a TR lemez elméleti támaszköze ésszerűen 25 cm-el csökkenthető (pl. 6 m tengelytávolság esetén $L_e = 5,75$ m).

A szelemen sűrítésnél abban az esetben, amikor a TR lemez szélső támasza (J) közties pillérekkel sűrített kiosztású peremgerenda, akkor a szélső támasz alakváltozása a nullához közelít. A probléma már szerelés során jelentkezhet, mert a feszített szelemenek felhajlása elérheti a 3-4 cm-t, de a szélső peremgerenda szerelési magasságában is lehet pontatlanság. Ennek eredménye az, hogy a 12 m-es TR lemezek vagy nem ülnek fel a szélső támaszokra a fektetés során, vagy felülnek rá, de az első szelemenre (I. raszter) nem fekszenek rá. A 3 m-es szélső mezőn nem, vagy csak nehézkesen lehet a TR lemezt lehajlítani. Nagy hózug teher esetén (akár 4-5 kN/m² karakterisztikus értéke is lehet) a szelemen lehajlása kis TR lemez támaszközön következik be, a sűrített szelemen miatt nagy görbülettel. Ez esetben a tervezőnek mérlegelnie kell, hogy a szélső 3 m-es mezőben a TR lemez kéttámaszú kialakítású legyen (alább 5. kiosztás). Ez mind a szerelés során, mind a végállapotban kezelhetővé és ellenőrizhetővé teszi a szerkezet viselkedését.

Számítást lásd 4.5.2. pontban.





51. ábra: Trapézlemezektől eltérő fektetése hógúgos részekben szelemensűrités esetén

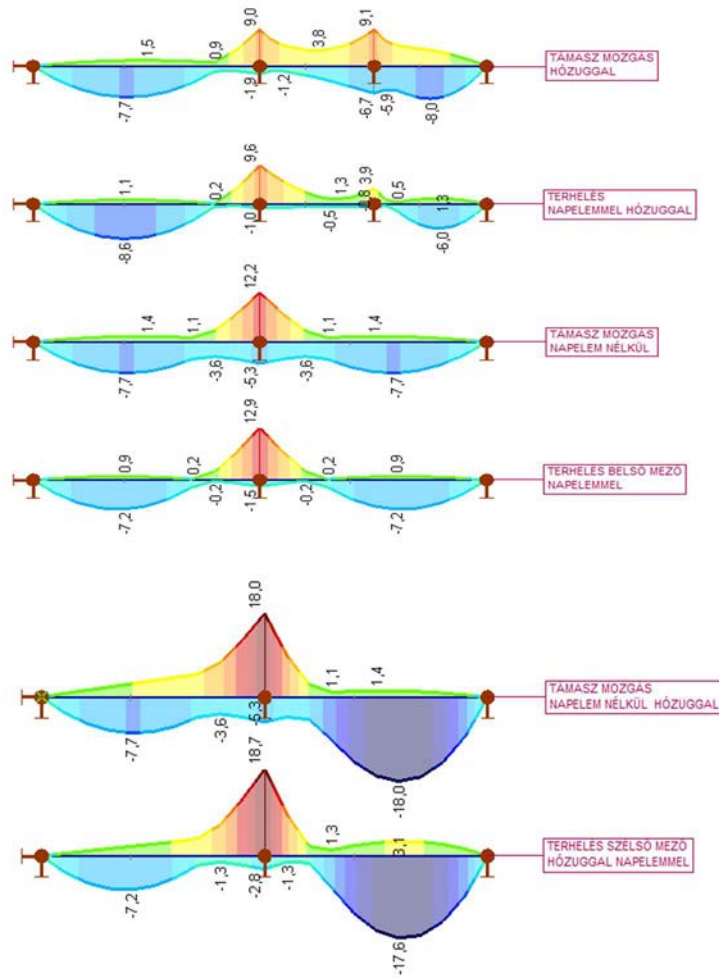
Fektetés módjai és a szerkezet viselkedése az ábra számozásának sorrendjében:

- ② TR fektetése 12-9-3 m hosszokkal (átfedések plusz értendők)
- ③ TR fektetése 12-12 m hosszokkal (átfedések plusz értendők)
- ④ TR lemez alakja fektetéskor. I. felhajlás, J. raszter építési pontatlanság 12-12 m TR hosszak esetén
- ⑤ TR lemez alakja fektetéskor. I. felhajlás, J. raszter építési pontatlanság 12-9-3 m TR hosszak esetén
- ⑥ TR lemez alakja hóteherre 12-12 m TR hosszak esetén
- ⑦ TR lemez alakja hóteherre 12-9-3 m TR hosszak esetén

A függesztett installációs teher esetleges jellegűnek minősül. A számítások során 50 kg/m^2 érték esetén annak 60 %-százalékát, 30 kg/m^2 -et javasolunk állandó teherként figyelembe venni ($\psi_2 = 0,50$). Megvalósult épületeknél a valóságos terhelést is megállapíthatjuk, de minimum 20 kg/m^2 figyelembevétele ez esetben is javasolt.

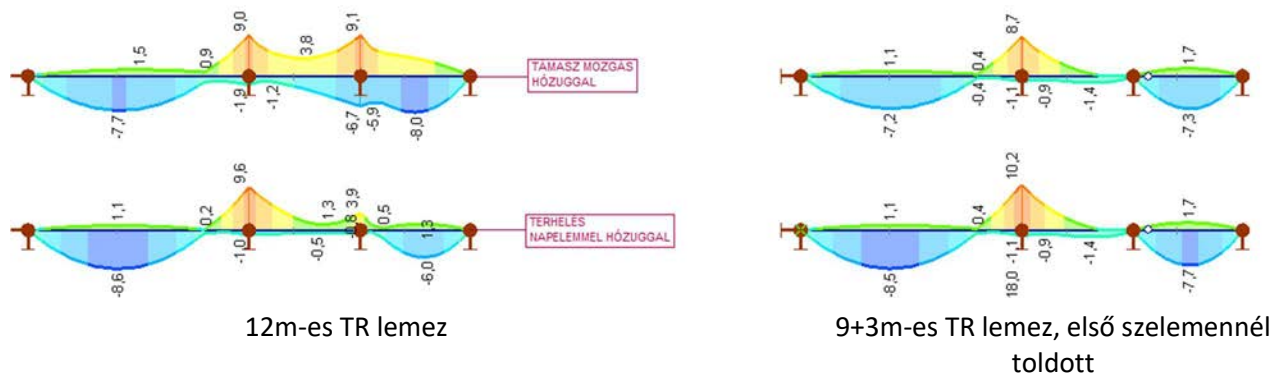
4.5.2. A szelemen sűritésének hatása a trapézlemez igénybevételeire

A hógúgteher esetén a támaszmozgást, vagy szerelési pontatlanságot is figyelembe véve az alábbi igénybevételek keletkezhetnek.



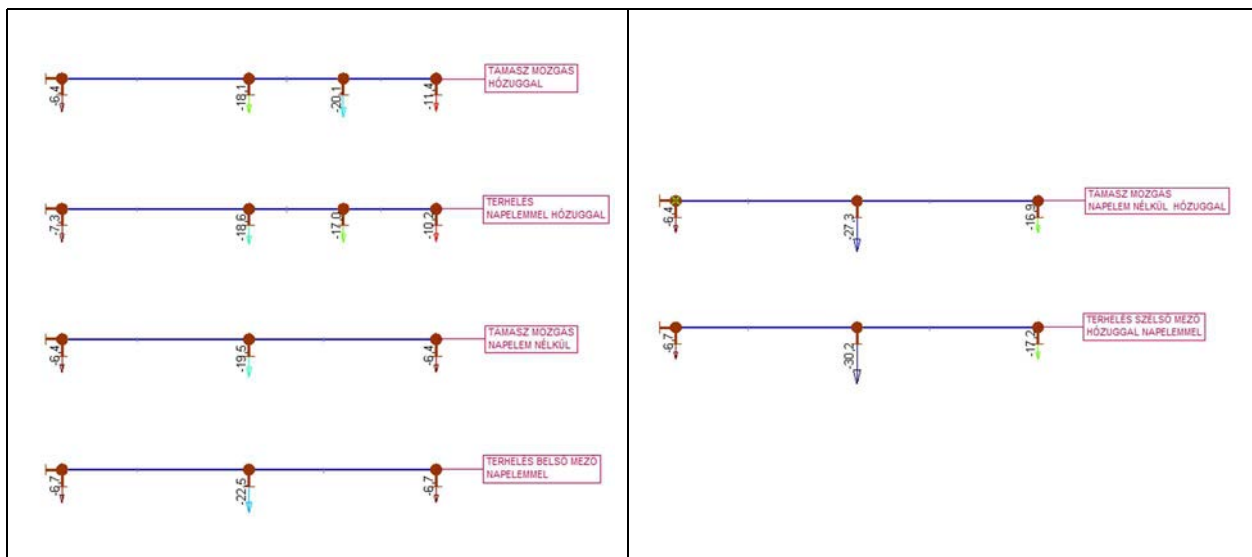
52. ábra: Igénybevételek változása szelemen sűrítés esetén

A TR igénybevételei sűrítés esetén nem lesznek nagyobbak, mint a hózug nélküli belső mezőben, míg sűrítés nélkül a növekmény kb. másfél-kétszeres lesz.



53. ábra: Hajlítónyomatékok változása trapézlemez szélső mezőben megváltoztatott szabása esetén

Szélső mezőben kéttámaszú kialakításnál a TR lemez igénybevételei alig változnak, ugyanakkor a szerelést megkönnyíti, a pontatlanság és szelemen felhajlás következményeit kezelhetővé teszi.



54. ábra: Támaszreakciók változása trapézlemez szélő mezőben megváltoztatott szabása esetén

Előzőek értelemszerűen a szelemenekre ható terhelés vonatkozásában érvényesülnek. A másfélszeres terhelés ugyanazon méretű szelemennel már nem vehető fel számottevő alakváltozás nélkül.

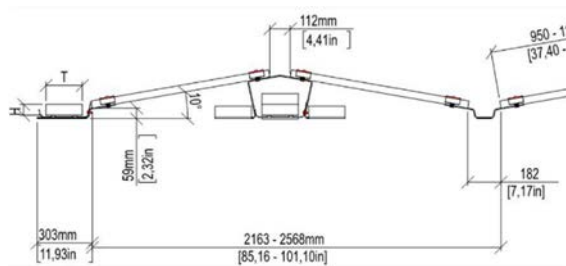
Általános helyeken egyenletes szelemen kiosztásnál a TR lemezek többtámaszúsága miatt a szelemenek mértékadó terhelését a támaszköz 1,15-szeresével kell számítani. Ezt generál statikus tervezőnek tartóméret választásnál és a szelemenek igénybevitelének megadásánál figyelembe kell vennie. Ez abból adódik, hogy a 3 támaszú tartónál azonos támaszköz esetén $0,4qL-1,2qL-0,4qL$ a támaszreakciók szorzója, és az $1,15qL$ figyelembe veszi a végtámaszok részleges befogását, redukálja az $1,2$ -t $1,15$ -re. Például 6 m-es szelemen kiosztás esetén az 1 kN/m^2 hőteherből $1,15 \times 6,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ kN/m}^2 = 6,9 \text{ kN/m}$.

A főtartóknál amennyiben csak egy szelemen(pár) terhel rá, ugyancsak $1,15$ felületszorzóval kell kalkulálni a megoszló terheléseknél (pl. szelemenek 6 m-ként, a főtartó 12 m-es). Amikor harmadaiban vagy negyedeiben terheli szelemen (pl. szelemen 6 m-ként, a főtartó 18 vagy 24 m-es), akkor a felületszorzó lehet $1,0$.

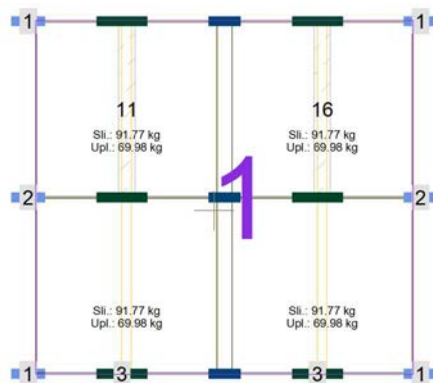
4.5.3. A napelem terhelések hatása a vb. vázra és a trapézlemezre, valamint a függesztett installációs terhelésre

a) Napelem terhelés figyelembevétele

A napelem szerkezetei nem megoszlóan terhelik a tetőt, hanem foltonként. Alábbi példa esetén:

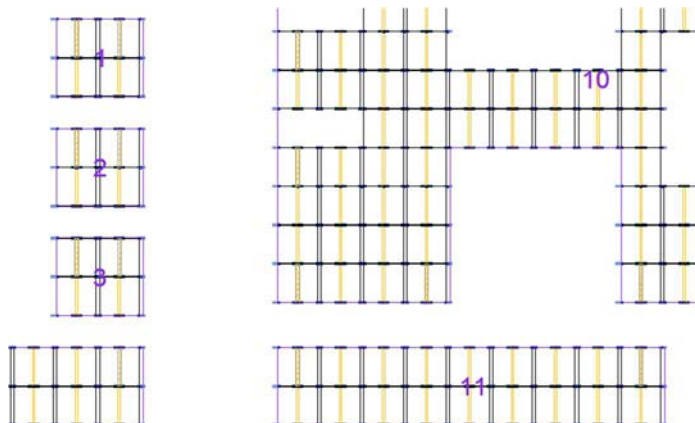


55. ábra: Jellemző metszet



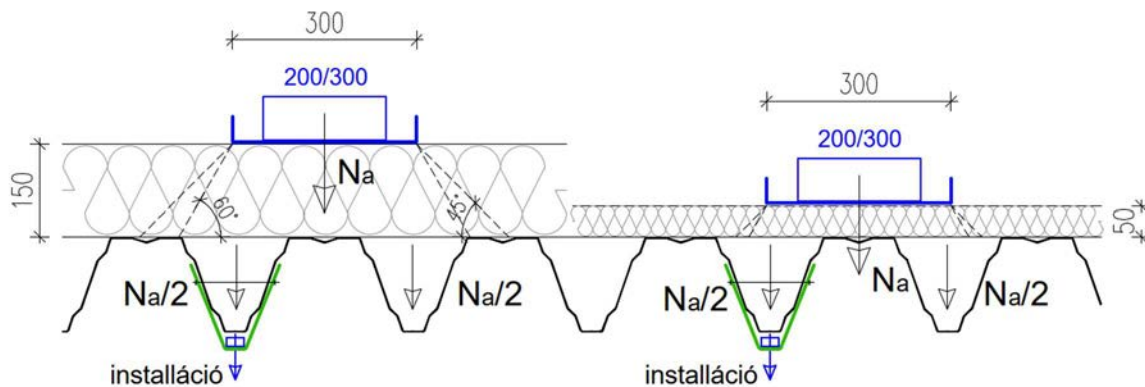
Kb. 2,2 m x 2,2 / 1,1 m mezőkben 1-3 db balansz, és 11-16 db sávyszerű

56. ábra: Minimális súlyú, de nem ragasztott módon rögzített napelem blokk terve



57. ábra: Tényleges napelem kiosztásra példa a bevilágítók és egyéb felépítmények figyelembevételével

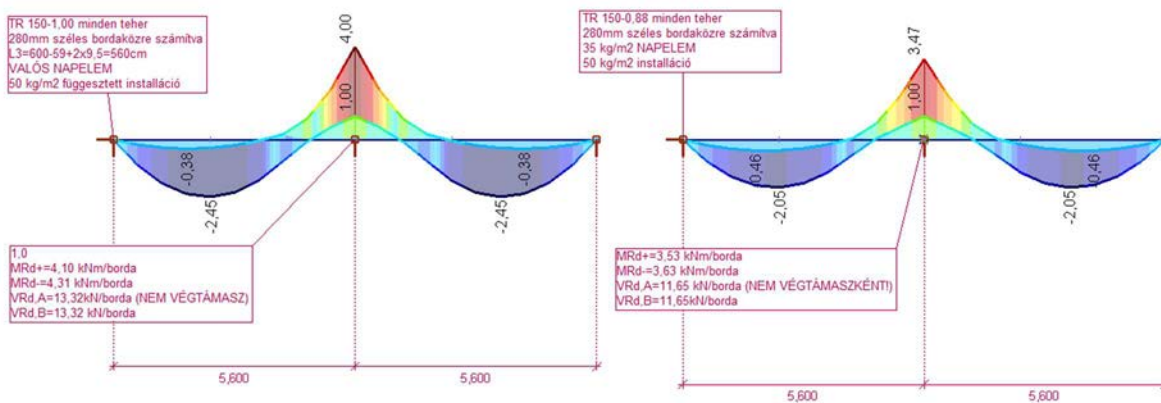
Egy-egy beton balanszelem súlya 9-10 kg. Ebből 1-6 darabot helyeznek el a sarkokon, de bizonyos esetekben, ahol nagy a szélhívás értéke ezeket sávyszerűen is elhelyezik. 5 cm vastag hőszigetelés esetén (fűtetlen csarnok) a teher csak 2 bordára osztható el, 15-16 cm vastag hőszigetelés esetén maximum 3 bordára, de biztonsággal ez esetben is csak 2 bordára.



Bordateher = $0,35-0,50 N_a + inst.$

Bordateher = $0,50 N_a + inst.$

58. ábra: Napelem letalpalás 20x30 cm-es felületen terhének szétosztása a TR bordákra

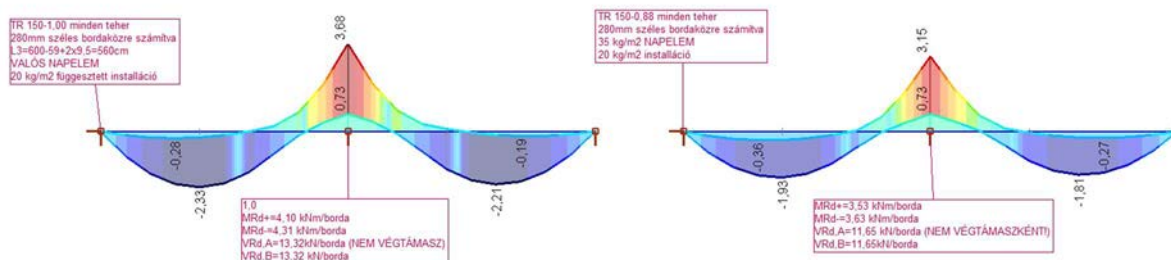


Valós napelem teherrel

35 kg/m² napelem teherrel

59. ábra: Valós napelem teher és 35 kg/m² megoszló terhelés hatásai

A tényleges igénybevétel bordákra számítva 15-20%-kal magasabb, mint megoszló teherrel számítva, ami már a TR lemezvastagság növelését, vagy a függesztett installációs teher csökkentését tételezi fel a napelemekkel terhelt felületen.



60. ábra: Valós napelem, 20 kg/m² installációs 35 kg/m² napelem, 20 kg/m² installációs

b) függesztett installációs terhek

A függesztett installációs teher értékét 20 kg/m^2 -re korlátozva érhetjük el azt, hogy a valós napelem terhelésre a TR lemez akár a $0,88 \text{ mm}$ lemezvastagsággal megfeleljen. A tetők területének nagyobb részén egyébként valójában nem is nagyobb ennél a függesztett teher. Utólagos telepítésnél ezt tételesen ellenőrizni lehet és kell is.

Következtetés: tervezés fázisban nem feltétlen elegendő a 35 kg/m^2 napelem terheléssel számolni, amennyiben a szélszívás elleni védelmet leterhelő betonnal tervezik megoldani.

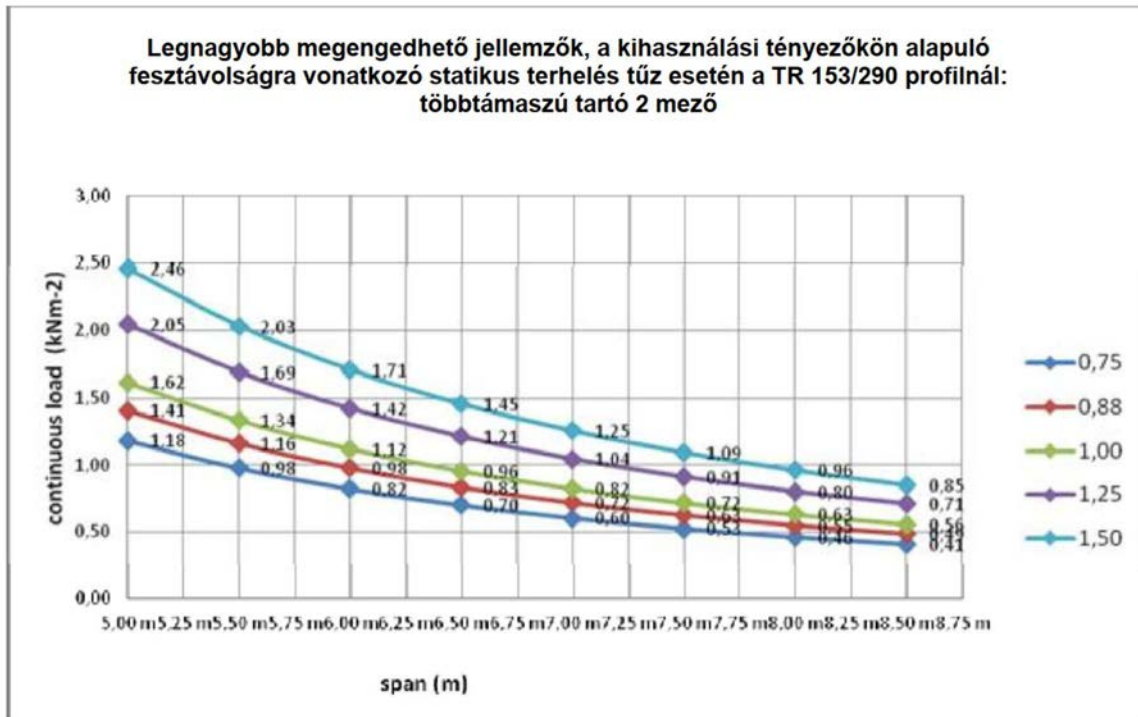
- Célszerű 50 kg/m^2 napelem terhelést, továbbá a szokásos 50 kg/m^2 függesztett installációs terhet figyelembe venni, de csak a TR lemez kiválasztásánál, a szelemenek és egyéb szerkezetek terhelését elégséges kalkulálni a szokásos 35 kg/m^2 napelem terhelési értékkel.
- A napelemmel terhelt részekben javasolható a függesztett installációs teher mérséklése a tényleges terhelésekre, amely jellemzően nem nagyobb, mint 20 kg/m^2 . A napelemeket 50 kg/m^2 értékkel javasolt figyelembe venni.

c) Vasbeton szerkezeteknél a TR lemez jellemzően nem része a merevítésnek, míg bizonyos szerkezeti elemekre acélszerkezetű csarnokoknál ekként kezelik. Az épület merevítésben történő részvétele ugyanakkor a TR rögzítése miatt nem elhanyagolható, mivel bordánként $1,5\text{-}3,0 \text{ kN}$ normálerő felvételére is képes. Ez folyóméterenként $5\text{-}10 \text{ kN}$ -t jelent. Például a 6 méterenként elhelyezett homlokzati pillérsűrítés esetén ez $30\text{-}40 \text{ kN} / 6 \text{ m}$ -re adódik, ami a szélnyomás felvételére általában elegendő. Ezen teherbíró képesség a később részletezendő tűzhatás elleni védelemben is fontos tényező. Az egész épület számítása során ezzel a teherbírással nem számolunk, mivel figyelembevételére szabványos eljárás nincs. A valóságos szerkezet viselkedésében ugyanakkor ez megjelenik. A rezgésvizsgálatkor a TR lemezt rúgók modellezésével lehet figyelembe venni, lásd Sz-10-A1 mintapéldát.

Megjegyzés: 2008 előtt magyarországi mérnöki gyakorlatban (szeizmikus teherrel nem volt kötelező számolni) a tervezett csarnokszerkezeteknél elterjedt tervezési gyakorlat volt a tetőrácsozat hiánya, és a TR lemezek ezen tárcsasíkú nyomási teherbírásának figyelembevételére a homlokzati osztópillérek megtámasztásához. Ennek elméleti alapját a [38] részletesen kifejti.

4.5.4. Trapézlemez viselkedése tűz hatására

A TR lemez viselkedése és szerepe tűzhatás esetén nem tisztázott egyértelműen, lásd 7.1. pontot. Kevés számú valós tűzterheléses vizsgálat alapján különböző extrapolálások készültek eltérő elméleti számításokkal. Tervezőként ezen táblázatokat és minősítéseket lehet figyelembe venni, lásd [4] [30] és [31] szakirodalmakat. Fontos megjegyezni, hogy ezek a minősítések mindig konkrét rétegrendekre és konkrét trapézlemez gyártmányokra vonatkoznak. A tervezés első fázisában, amikor ezek még nem ismertek, elegendő annak kontrolálása, hogy az adott szelemen távolságokra, tető terhelésekre és tűzvédelmi határérték követelményekre van-e minősített rétegrend és termék. Ezt az építész tervezővel közösen kell ellenőrizni. Amennyiben szükséges, akkor még ebben a tervezési fázisban kell a szelemen kiosztást módosítani, mert ez kihat/hat a szerkezet rendszerének választására (rövid-, vagy hosszúfőtartós) is.



61. ábra: Részlet a [31] -szakirodalomból

Az ábra csak a teherbírás jellegének bemutatását szolgálja, a [31] szakirodalom szabadon felhasználható, de csak **egészében**. Részletesen lásd ott.

4.5.5. Trapézlemez viselkedése földrengés és szélteher esetén

Vertikális terhekre a TR lemezek működése kellő mértékben kikísérletezett, és számítási eljárásokkal alátámasztott. Ugyanakkor a szerkezet komplett rendszerében történő viselkedése számítási modellekben nem kezelhető. Ennek oka, hogy bordaírányban relatíve nagy merevségű (szélszívás és a széleken a tűzhatásból eredő nyíróerő felvételére méretezett rögzítés az előző 4.5.3.c szerint 5-10 kN/m nyíróerő felvételére alkalmas) míg a bordákra merőlegesen nincs értékelhető teherbírása. Bár a FEM szoftverek tudnak orthotrop merevséggel számolni, de ezt racionálisan nem lehet beépíteni a számításba. Célszerű teherpanelt használni, és külön ellenőrizni a trapézlemez.

Az Sz-10 A1 modellt lefuttatva úgy, hogy a szelemeneket 6 m-ként összekötjük a TR lemezt húzásra-nyomásra működő helyettesítő acélrudakkal, az abban ébredő normálerő $20-42 \text{ kN} / 6\text{m} = 3-7 \text{ kN/m}$ húzó-nyomó igénybevétel, ami kb. azonos azzal, amit a TR lemez és annak szokásos rögzítése a nyírási tönkremenettel szempontjából károsodás nélkül elvisel. Ilyen mértékű erőhatás nem csak szeizmikus teherből, hanem szélterhelésből is keletkezhet.

A TR lemez rögzítését a horizontális szélterhelésből eredő nyíróerőt és a szélszívásból származó felszakítóerő együttesét kell ellenőrizni, amennyiben egyéb támasztórudat nem használunk. Ezért is javasolt 24 m feszítávolságnál és felett a szelemenek öveinek megtámasztása támrudakkal a tetősíkú szélrácsához rögzítve.

4.6. A szilárd födécek összehasonlítása

SZILÁRD FÖDÉCEK ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA				
Födém-típusok	Nem feszített kéregfödém	Feszített felülbordás kéregfödém	Üreges födempalló	TT panel
Alaprajzilag	maximális rugalmasság	rugalmas	korlátozottabb	korlátozottabb
Teherviselés iránya	egy- és kétirányban*	egyirányban	egyirányban	egyirányban
Kialakítható-e többtámaszú födémmező?	igen	igen	nem	nem
Terhelhetőség	nagy	közepes	közepes	nagy
Egyéb megjegyzések	-----	-----	nyírási teherbírása korlátozott, ellenőrzésére kiemelten figyelni kell	-----
Áttörhetőség	szabadabb	szabadabb	kötöttebb	kötöttebb
Alátámasztás építési állapotban	sűrűbb alátámasztás	ritkább és esetenként elhagyható alátámasztás	alátámasztásra nincs szükség	alátámasztásra nincs szükség
Helyszíni élőmunka igénye	magas / 60%-os a födém készü-ltsége	magas / 60%-os a födém készü-ltsége	alacsony / 85-90%-os a födém készü-ltsége	alacsony / 90%-os a födém készü-ltsége
Elemsúly	125 kg/m ² - 250 kg/m ²	160 kg/m ² - 240 kg/m ²	235 kg/m ² - 625 kg/m ²	255 kg/m ² - 510 kg/m ²

4. táblázat: Szilárd födémek összehasonlítása

*- A lágyvasalású kéregpanelek többirányú teher-viselése eléggé kérdőjeles. Kísérleti tapasztalatok alapján nem megbízható. Lásd 4.1.4 pontot.

5. Építési állapot vizsgálatának szempontjai

5.1. Kiviteli tervfázis

5.1.1. Építési állapot vizsgálatai, az építéstechnológia átgondolása, annak ismerete kiviteli tervfázisban

Általános elvárások az [1] 10.2.4. bekezdésében van meghatározva. „A kiviteli terveknek a gyártók, szerelők, építők számára a gyártmányterv, a technológiai terv, a segédszerkezetek terveinek elkészítéséhez, illetve a megvalósításához szükséges és elégséges minden közvetlen információt, utasítást tartalmaznia kell, ...”

Generál statikus tervezőnek a [1] 10.6.5. pontja szerint az építési állapottal foglalkoznia kell.

„Az építéstechnológiára vonatkozó tervezői előírások, követelmények meghatározása (nem a technológiai terveket helyettesítendő).”

Jelen fejezet az [1] -ben megfogalmazott követelmények teljesítéséhez kíván támpontokat és segítséget adni.

Az építési állapotok vizsgálatát elemcsoportonként kell átgondolni. Általános, egyszerűbb csarnoképületeknél az alábbi kérdésekre a válasz lehet triviális is lehet, de a generál statikus tervezőnek jeleznie kell, ha az alábbiak teljesítése szokványos módon nem lehetséges.

1. Az elhelyezett elem önmagában állékony-e?
2. Az elem, amire a szóban forgó elemet ráhelyezik, állékony-e, meg van-e támasztva?
3. Az újabb elem elhelyezésével az első elem továbbra is állékony-e vagy ideiglenes gyámolításra van szükség?
4. Az egymásra helyezett elemcsoport ebben a megváltozott állapotban továbbra is állékony-e?
5. Az elkészült épülethez az építési terhekre önmagukban állékonyak-e?

5.1.2. Terhek és hatások az építési szakaszban

Az elkészült és hosszabb-rövidebb ideig önállóan funkcionáló szerkezeti részeket is vizsgálni kell az adott állapotban érvényesülő hatásokra. Ezeket a vizsgálatokat célszerű mielőbbi fázisban, indokolt esetben egy szabadon választott betonelemgyártó szaktervezőjét bevonva elvégezni. A feladatmegosztással kapcsolatos feltételeket szükség esetén szerződésben célszerű rögzíteni. Az egyes feladatoknál jelezzük, hogy az a generál- (G) vagy a gyártmánytervező (Gy) elsődleges feladata. Lásd még a feladatmegosztást részletesen tárgyaló 9. fejezetet.

5.1.2.1. Esetleges terhek

Építési felszerelések vagy építési anyagok felhalmozása. Szükség esetén ezek korlátozása előírható.

- Betonozás terhei, jellemzően kéregpanel esetén. Számítása monolit szerkezetekhez hasonlóan történik. (Gy)
Kéregpanelnél vizsgálni kell, hogy építési állapotban szükséges-e dúcolni, ha a dúc az alatta lévő födémről indul, akkor annak szilárdságát, lassú alakváltozását, ha talajról indul annak tömörségét ellenőrizni kell. (Gy). A generáltervező feladata a szerkezetválasztásnál van (G);
- Gépek (Gy);
- Állványok, dúcok (Gy).

5.1.2.2. Meteorológiai terhek

Klimatikus, időjárási és az ezektől függő hatások esetén ideiglenes állapotokban figyelembe vehető, hogy a vizsgált időszak rövidebb névleges időtartama miatt azonos előfordulási gyakorisághoz kisebb karakterisztikus érték tartozik. Teherbírési határállapotban ezt az MSZ EN 1991-1-6:2007 az átlagos visszatérési periódus hosszának csökkentésével éri el.

Három hónapnál rövidebb névleges építési időtartam esetén egyes hatások évszaktól vagy más rövidebb idejű meteorológiai sajátossággal való összefüggést is figyelembe lehet venni. (pl.: a kizárólag nyári időszakra kiterjedő építési munkáknál Magyarországon nem kell hőteherrel számolni. Ugyanakkor mérlegelni kell az építési munkák bármilyen okból történő jelentős elhúzódnásának vagy

félbeszakadásának ilyen jellegű következményeit. Célszerű, ha a tervező a tervezett építési időtartamot/időszakot a megrendelő adatszolgáltatása alapján a tervdokumentációban is feltünteti.

- Hőmérsékleti hatások, hőmozgások

Mindig az adott projekthez kapcsolódóan egyedi mérlegelés kérdése a szerelés évszakának ismeretében ezt figyelembe vesszük-e a tervezés során. Általános a 10 °C napi átlaghőmérsékletből kiindulva az attól való eltérésre (melegedés és hűlés) méretezni. Amennyiben dilatációt tervezünk a szerkezetbe, a hézag pozíciójának beállítását például már célszerű igazítani az építéskori hőmérsékletre. Például egy +/- 10 mm-es mozgáslehetőségre, +10 °C építési hőmérséklettel tervezett kapcsolatnál, ha a szerelés +25 °C napi középhőmérsékletnél történik, akkor +5/-15 mm mozgáshoz kellhet állítani a kapcsolatot. Az is megoldás lehet, ha a tervezés során a mozgási hézagot úgy tervezzük, hogy – 10 °C -on szerelve is lehetősége legyen tágulni a +25 °C-ra (zárt csarnok), illetve +25 °C-on szerelve lehetősége legyen -20 °C-ra lehúlnie (nyitott csarnok, szín).

- Hóteher

Építési állapotban olyan szerkezeti elemeken is megjelenhet hó, illetve hózugteher, melyen végleges állapotban nem. Ilyenkor, mint klimatikus eredetű hatás karakterisztikus értéke csökkenthető. A csökkentés alapja a rövidebb átlagos visszatérési periódus, amelynek javasolt hosszát az MSZ EN 1991-1-6:2007 az ideiglenes állapot fennállásának névleges időtartama függvényeként adja meg. A hóteher s_n csökkentett és s_k karakterisztikus érték hányadosa a visszatérési periódus hosszának függvényében vehető figyelembe.

Névleges építési idő	Átlagos visszatérési periódus (év)	s_n/s_k =hóteher csökkentő szorzója
$t \leq 3$ nap	2	nincs adat
$3 \text{ nap} < t < 3$ hónap	5	0,59
3 hónap $< t < 1$ év	10	0,72
	50	1,00

5. táblázat: Hóteher csökkentő tényezője építési idő függvényében építés állapotában

Építési állapotban, előírt hóeltakarítás esetén elegendő a fenti érték 30%-át figyelembe venni, de ennek szükségességét a műszaki leírásban jelezni kell.

Szóba kerülhet még a jegesedés is, különösen karcsú szerkezetek esetén, de ezen épülettípusnál ez nem mértékadó.

- Szélteher

A szél hatása ideiglenes, építési állapotban a véglegestől lényegesen eltérő és esetenként jóval kedvezőtlenebb körülményeket idézhet elő.

Építés közbeni állapotban egyes belső szerkezeti elemek ideiglenesen külső elemmé válnak, és szélterhet kaphatnak (pl.: építés közben szabadon álló fal, még be nem burkolt csarnok esetén) Az ilyen szerkezeteknél az átmeneti állapot vizsgálatához az aktuális alak és méret szerinti c_{pe} külső alaki tényezőt kell figyelembe venni. Ennek vizsgálata, és a szükséges teendők meghatározása elsődlegesen gyártmánytervező feladata, de a problémára a generál tervezőnek is fel kell hívni a kivitelező és gyártmánytervező figyelmét a műszaki leírásban.

Ha dinamikai vizsgálatra nincs szükség, az építés ideiglenes, rövidebb időszakú jellege miatt a szélesség, mint klimatikus hatás karakterisztikus értékét rövidebb visszatérési periódus alapján is fel lehet venni. Az MSZ EN 1991-1-6:2007 főszövegének ajánlása szerint azonban - földrajzi elhelyezkedéstől és időjárási viszonyoktól függetlenül – a szélesség figyelembe veendő értéke 3 hónapnál rövidebb építési időszak esetén sem lehet kisebb, mint $v_{b0} = 20$ m/s. Javasoljuk előregyártott vasbeton váz szerelésekor $v_{b0} = 20$ m/s szélesség figyelembevételét. Ez $\sim 0,70$ teherszorozót eredményez. Alakváltozást, amennyiben a szereléstechológia indokolja ennek karakterisztikus értékére kell vizsgálni.

5.1.2.3. Szeizmikus teher

Indokolt esetben szeizmikus hatásokra a vizsgálatokat szerelési állapotra is végre kell hajtani. Ez esetben szeizmikus teherre építési állapotban, a még meg nem merevített csarnoknak is meg kell felelnie. Az építési állapot egy ideiglenes állapot, ezért javasoljuk a vízszintes gyorsulás értékét egy $\gamma_1 = 0,7$ értékkel csökkenteni. A γ_I - fontossági tényező, építési állapotban II. kategória ($\gamma_I = 1$) helyett 0,8 -ra felvehető. Tehát $a_g = \gamma_1 \cdot \gamma_I \cdot a_{gR}$ $a_g = 0,70 \times 0,80 \times a_{gR} = 0,56 a_{gR}$

Használhatósági határállapotra (korlátozott károk követelményére) építési állapotban a vasbeton csarnokot nem kell ellenőrizni. Lásd M-5.4. mellékletet.

5.1.2.4. Rendkívüli terhek

- Ütközés teher. Más jellegű, mint végleges állapotban, mivel a csarnokban daruk, teherautók közlekednek. A tervezés során figyelni kell arra, hogy labilis elemek a szerelés aktuális elemének elhelyezése után nem maradhatnak fenn) (Gy);
- Építési felszerelések, vagy építési anyagok kivételes mértékű felhalmozódása;
- Rendkívüli szélhatások (kezelése az építési sorrend helyes meghatározásával);
- Építési állapotban, rendkívüli teherre nem kell használhatósági határállapotban vizsgálni a szerkezetet.

5.1.3. Teherkombinációk

Határállapotként vizsgálandó a *teherbírasi határállapot*, amit az adott, részben elkészült szerkezet statikai modellje, geometriája és szilárdsági jellemzői alapján kell végezni.

Vizsgálandó továbbá a használhatósági határállapot,

- Karakterisztikus (ha a károsodás a használhatóság szempontjából irreverzibilis) és/vagy
- Kvázi-állandó (ha a határállapot esetleges kisebb átlépésének nincs irreverzibilis használati következménye, a hatás megszűnését követően használható) hatáskombináció.

Példaként említhető a szállítás vagy beemelés során olyan mértékű repedéstágasság kialakulása, amely bár záródik, de vizuálisan maradandó (szerelés során nedvesség hatására látványosan meg is jelenhet). Építési fázisban karakterisztikus szélteherre a szerkezet kilengését bevasalt, berepedt keresztmetszetekkel kell ellenőrizni, mert kialakulhat a repedések nem tökéletes záródása esetén maradó alakváltozás.

A használhatósági követelményeket a végleges szerkezetre vonatkozó feltételek szerint kell felvenni, illetve azokban külön meg kell állapodni.

Biztonsági tényezők – Építési állapot

Teherbírési határállapot számítása ideiglenes tervezési állapotban

Építés közbeni hatások tervezési értékei teherbírési határállapotban (MSZ EN 1990:2021)					
Tervezési szituáció	Állandó hatások G_d		Esetleges hatások Q_d		Rendkívüli vagy szeizmikus hatások
	Kedvezőtlen	Kedvező	Kiemelt	Többi egyidejű hatás	
Ideiglenes	$\gamma_{G,sup} \cdot G_k$	$\gamma_{G,inf} \cdot G_k$	$\gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \gamma_0 \cdot Q_k$	-
Rendkívüli	$G_{k,j}$		$\gamma_1 \cdot Q_k$	$\gamma_2 \cdot Q_k$	A_{Ed}
Szeizmikus	$G_{k,j}$		-	$\gamma_2 \cdot Q_k$	A_{Ed}

6. táblázat: Építés közben a hatások tervezési értékei **teherbírési** határállapotban

Építés közbeni hatások tervezési értékei használatossági határállapotban (MSZ EN 1990:2021)			
Hatáskombináció	Állandó hatások	Egymástól független esetleges hatások	
		Domináns hatás	Többi hatás
Kvázi állandó	G_k	$\gamma_2 \cdot Q_k$	$\gamma_2 \cdot Q_k$
Karakterisztikus		Q_k	$\gamma_0 \cdot Q_k$

7. táblázat: Építés közben a hatások tervezési értékei **használatossági** határállapotban

5.1.4. Tervezői feladatok tervfázis szerinti bontása

Szereléstechnológiai terv **nem része a generáltervező munkájának**, de az általános generál statikai műszaki leírásnak ki kell térnie az előregyártott szerkezet szereléstechnológiájára, különösen, ha az a szokásostól eltérő megoldásokat tartalmaz. Ez tervfázisonként eltérő részletettségű. A koncepció tervtől indulva a tender és kiviteli terv felé haladva a leírás egyre részletesebb kell legyen, és egy átgondolt, teljes, koherens és árazható műszaki megoldást kell tartalmaznia. A leírás alapján a kivitelezés ütemezésére gyakorolt hatását -ha van ilyen - is figyelembe tudja venni a kivitelező. A megadott műszaki megoldástól az előregyártó később eltérhet, de csak abban az esetben, ha az általa javasolt megoldását generál tervezővel egyezteteti. Az áttervezés vonzatai gyártmánytervezőnél jelennek meg, abban generáltervező csak véleményez.

A gyártmánytervezés során készítenő műszaki leírásnak már ki kell térnie az elemcsoportok szerinti szerelési technológiára, szerelési sorrendiségre, szerelési korlátokra, ideiglenes dúcolatokra, megtámasztásokra, illetve kiegészítő monolit szerkezetek esetén – pl.: ideiglenes dúcok alaptömbön - azok terveit is meg kell adni.

5.1.4.1. Szerelési biztonság

Generál statikus tervezői feladat felhívni a figyelmet azokra az építési állapotokra, amelyek mindenképpen elkerülendők, vagy előállása esetén megtámasztást esetleg egyéb épülettömbbel való kapcsolódást igényel. Néhány példát mutatunk a következőkben erre:

- Ilyen lehet pl. a nagyméretű csarnokokban tűzfalak elhelyezésének kérdése, mely végállapotban alig, ha egyáltalán kap terhet, építési állapotban azonban szélteher is terheli, hajlítási igénybevételt generálva a falat határoló pillérekre és azok alaptestjeire.

- Hasonló példa egy hosszú főtartós csarnok vázszerkezet, ahol a szabadon álló pillérekre elhelyezett főtartó, mint egy magasan lévő vitorla viselkedik, hajlítva –jelentős mértékben – a pillért és terhelve az alaptestet.
- Példa továbbá a végállapotban kétoldalról terhelt födémgerenda, ami szerelési állapotban egy adott pillanatban csak egyik oldalról kap(hat) terhet, így ekkor csavarásnak van kitéve, amit kapcsolati szinten (lecsavarozott túske) vagy ideiglenes dúcolattal kezelni kell. Ez a kérdés végállapotban is felmerülhet.
- Épület részegységének példája lehet a raktárcsarnokoknál általánosan alkalmazott fejépület, mely egy, vagy két közbenső födémrel épül. Végállapotban a födém tárcsaként működik és hatékonyan közvetíti a vízszintes hatásokat a merevítő magokra, az épület állékony. Építési állapotban ugyanakkor a födém elemes szerelését követően, amíg a tárcsásítás (pl.: felbetonnal) el nem készül, a vízszintes hatásokat a részegységek maguk viselik. Ez olykor kritikus lehet. Generál-statikustervezői feladat ezen kritikus állapotok átgondolása, bemutatása [1] 10.6. 5. pontja szerint. Az ideiglenes merevítő rendszer meghatározása és megtervezése a (Gy) feladata.

5.1.4.2. Tartalmi követelmények – részletezettség

a) Koncepció tervfázis

- Általános leírás az előregyártott szerkezet szerkezeti rendszerével és összeszerelésével kapcsolatban,
 - Helyszín körbejárhatóság, daruzhatóság vizsgálata;
 - A maximális hosszúságú/magasságú/szélességű elem szállíthatóságának vizsgálata, illetve ezek szempontjainak figyelembevétele;
 - A lerakodás, illetve beemelés helyigénye biztosítható-e;
 - Elemtömeg-tartomány általános meghatározása.
- Szerelés szempontjából fő kritikus elemek érintve, azok szerelésére szöveges, koncepcionális megoldási javaslattétel.

b) Építési engedélyezési tervfázis

- Általános leírás az előregyártott szerkezet szerelésével kapcsolatban,
 - Helyszín körbejárhatóság, daruzhatóság vizsgálata;
 - Elemtömeg-tartomány általános meghatározása;
 - Koncepció felvázolása a vázszerkezet szerelési sorrendiségére;
 - Esetleges sorrendiség megadása.

c) Tender (pályázati) tervfázis

- Leírás az előregyártott szerkezet összeszerelésével kapcsolatban,
 - Helyszín körbejárhatóság, daruzhatóság vizsgálata;
 - Elemtömeg-tartomány meghatározása elem kontúrtervek alapján;
 - Konkrét szerelési sorrendiség meghatározása (épületegységek sorrendisége, szerelési irány(ok), dilatációk), amennyiben valamely generáltervezői megfontolásból releváns;
 - Kritikus építési állapotok felsorolva, azokhoz számítás készül. A számítás dokumentálásának szükségessége a tervezési szerződés megállapodása szerint:

- Szükséges elemekbe kerülő szerelvények meghatározva;
- Ideiglenes támaszok eltávolításának ütemezése, műszaki követelmények meghatározása;
- Falak ideiglenes támasztásának szükségességére szöveges meghatározása.

d) Kiviteli tervfázis

- Leírás az előregyártott szerkezet összeszerelésével kapcsolatban:
 - Helyszín körbejárhatóság, daruzhatóság vizsgálata (G, Gy);
 - Elemtömeg-tartomány meghatározása elem zsaluzási tervek alapján (G);
 - Konkrét szerelési sorrendiség meghatározása (épületegységek sorrendisége, szerelési irány(ok), dilatációk), amennyiben generáltervezői szempontokból ez releváns (G);
 - Kritikus építési állapotok felsorolva, azokhoz számítás készül. A számítás dokumentálásának szükségessége a tervezési megállapodás szerint:
 - Megfelelőség igazolása mind teherbírási, mind használhatósági határállapotokra;
 - Kapcsolatok kialakítására műszaki megoldás a konkrét elemkontúrt figyelembe véve (a „csavar típusa” gyártmánytervezői feladat). Lásd [1] 10.9.4.2. 5. pontja

„Csomópontok tervei:

Feltüntetve valamennyi a megvalósíthatóságot igazoló megadó lényeges kapcsolat, kapcsolóelem elkészítéséhez szükséges részletes kialakítását, méretét, anyagminőségét, átmérőjét, hosszát, az esetlegesen az elkészítéséhez szükséges szabványhivatkozást, a beépítés helyét pozíciószámát.”; (G)

 - Esetleges monolit segédstruktúrák zsaluzási és vasalási terveinek elkészítése, kapcsolati részletekkel (G);
 - Szükséges, elemekbe kerülő szerelvények meghatározva (G + Gy);
 - Támaszok kivételének időpontja, műszaki követelménye meghatározva (Gy);
- Szerelés szempontjából fő kritikus elemek felsorolva, azok szerelésére vonatkozóan a kivitelezés lehetőségeit figyelembe vevő konkrét szerelési megoldás munkahézagokkal, részletes szerelési sorrendiséggel megadva, amennyiben releváns (G), majd (Gy);
- Falak ideiglenes megtámasztására figyelemfelhívás, amennyiben az építést lényegileg befolyásolja (pl. belső tűzgátló falak építése nyitott csarnok esetén) (G), majd részleteiben (Gy);
- Tervek alapján pontos mennyiségi kiírások anyagminőséggel, darabszámokkal, mennyiségekkel.

5.1.4.3. Leírás elemcsoportonként – Tervezői feladatok

A műszaki leírásban elemcsoportonként javaslatot kell adni az építés módjára abban az esetben, ahol ez kritikus lehet. A fejezet tartalma kiegészítés az általános generáltervezői gyakorlatokhoz, az általános „szokásos” részek nem elhagyhatók.

Felsorolás a teljesség igénye nélkül, a fő elemtípusok listázva. Egy adott projektnél a tervezőnek a valós elemcsoportok alapján kell a szerkezetet vizsgálni. Például:

a) Kehelynyak elhelyezés – különleges intézkedést nem igényel

- A kehelynyak és oszlop közötti kiöntő beton szilárdsága és környezeti osztálya meghatározandó;
- Utasítás az alul kiálló kengyelek sarkában elhelyezendő hosszvasról. Ezt a vasat a kiviteli tervnek kell tartalmaznia, nem a gyártmányterv része. Lásd 6.5.2 pontot.

b) Pillér

- Magasságtól függően ideiglenes megtámasztást igényelhet;
- Vizsgálni szükséges a szabadon álló pillér megfelelőségét a ráhelyezett főtartóval és/vagy szelemennel. Amennyiben szükséges, akkor ideiglenes dúcolás vagy sodronyos András-kereszt merevítés meghatározása. Figyelemfelhívás műszaki leírásban(G), megtervezése gyártmányterven (Gy);
- Pillérpapucs– Kapcsolódó szerkezetek vizsgálata:
 - Kiöntő anyag minőségét, szilárdságát generál statikusnak meg kell határozni;
 - Utasítás a végleges csomópont kialakításának legkésőbbi időpontjáról (pl.: melyik szerkezeti elem elhelyezése előtt);
- Pillérek toldására 20-22 métert meghaladó épületmagasság esetén kerülhet sor. Erre vonatkozó iránymutatás a 5.2.1.1.4 fejezetben részletezve.

c) Födémgerenda – féloldali terhelésre támasz csavarás elleni megfogása

- Felbetonos födém esetén ideiglenes állapot vizsgálata betonozásig, beton szilárdulásig;
- Lecsavarozott túske csomópontot meg kell határozni (G);
- Ideiglenes dúcolás (gerenda támasz közelében, vagy födém dúcolás mezőben) Kiviteli terven műszaki leírásban a szükségességét jelezni kell (G), gyártmányterven pontos tervi meghatározás (Gy);
- Gerenda helyszíni beton nélküli keresztmetszetként ellenőrizendő építési teherre (födémelemek önsúlya, betonozás terhe, friss beton önsúlyterhe teljes felületen megoszló teherként).

d) Szelemen

- Általános esetben, generál tervezői oldalról külön utasítást nem igényel;
- Kardosság vizsgálata (gyártmánytervező);
- A 24 m-es és ennél hosszabb szelemeneket a támaszköz fele tájékán támrudakkal a tető rácsozáshoz ki kell támasztani.

e) Peremgerenda

- Külön utasítást generál tervezői oldalról az elhelyezés módjára vonatkozóan nem igényel.

f) Tető átfogóan: tető szerelés menete a tetősíkú szélrács elhelyezéséig

- Síkbeli rácsos tartó kialakításához szükséges helyszíni hegesztés mennyiségét generál tervezőnek a költségvetés kiírásban meg kell adnia;
- Síkbeli merevítés időbeliségéről tervezői utasítást kell adni. Milyen építési fázisig kell a teljes merevítésnek elkészülnie? (pl.: homlokzati burkolat kezdéséig)

g) Lábazati elem

Építés módjáról utasítás szükséges (G + Gy): kétoldali egyenletes feltöltéssel méretezve. (Csak külső-, vagy csak belső oldali feltöltés nem lehetséges).

- Generál tervezői oldalról külön utasítást nem igényel, amennyiben a generál statikai terveken fel van tüntetve, hogy kétoldali egyenletes feltöltéssel kell építeni. Terveken javasolt megjegyzést feltüntetni, hogy "egyoldali feltöltés esetén Tervező értesítendő";
- Kétoldali egyenletes feltöltés generál tervezői utasítás szerint, amennyiben ezt a szintmagasságok indokolják. A feltöltésre jellemzően az előregyártott elemek lehelyezését követően kerül sor, a gyártmánytervi részletet és műszaki leírást a generálkivitelező nem használja.

h) Dokkoló

- Külön utasítást generál tervezői oldalról nem igényel.

i) Körüreges földémpalló

- Külön utasítást generál tervezői oldalról nem igényel.

j) Kéregpanel

- Nem feszített vasbeton gyártmány esetén a kéregpalló helyszíni beton nélküli keresztmetszetként ellenőrizendő építési teherre (födémelem önsúlya, betonzás terhe, friss beton önsúlyterhe teljes felületen megoszló teherként);
- Szükséges dúcolási utasítás meghatározandó (G + Gy):
 - A dúcolás tengelyében a dúcokra átadódó folyóméter teher megadandó;
 - A dúcolat letámasztásának megfelelőségét kivitelező és műszaki ellenőr ellenőrzi; A palló építési fázisban rugalmasan ágyazott többtámaszú tartóként méretezendő.

k) Lépcső

- Külön utasítást generál tervezői oldalról nem igényel.

l) Homlokzati szendvics szerkezetű fal – monolit szerkezet részeként

- Elemek közötti fugaanyag minimális szilárdságának meghatározása;
- Elemenkénti ideiglenes támasztópontok száma (pl.: kettő felső, kettő alsó) és helyei meghatározandók;
- Ideiglenes támaszhoz vízszintes dúc igénybevétele (reakció) meghatározandó;
- Dúcolatok elbontásának időbeliségére vonatkozóan tervezői utasítást kell adni; Milyen építési fázisig kell a dúcoknak bent maradniuk (pl.: kapcsolódó födém betonzilárdság).

m) Homlokzati szendvics szerkezetű fal – burkolatként; vázszerkezethez kapcsolva

- A tervezési fázisban eldöntendő, hogy a falak az épület merevítésének részét képezik-e, vagy sem;
- Vázszerkezethez való kapcsolati csomópontok és anyagszükséglet megadása (esetleges mozgási lehetőségek/szükségletek megadása kültéri szerkezeteknél);

- Statikai szempontból, ha szükséges a panelek egymáshoz kapcsolása; annak igénybevételei és a kapcsolat módjának megadása;
- Alsó és felső fúga anyagminőségének (szilárdságának) megadása.

n) Belső teherhordó (tömör) fal

- Ideiglenes támaszok meghatározása, illetve támasz igénybevételek megadása (Gy);
- Elhelyezéskor ideiglenes támasztási szükségletek megadása (Gy);
- Alsó és felső fúga anyagminőségének (szilárdság; zsugorodáskompenzált) megadása (G).

o) Kéregfal, pakett fal

- Falra ható lemez igénybevételek (kN/fm) és szükséges felületi vasmennyiség megadása (G);
- Szükséges felületi pótvasalások meghatározása (G);
- Ideiglenes támaszok meghatározása, illetve támasz igénybevételek megadása (Gy);
- Kitöltő beton anyagminősége (első sorban szilárdság, szemcseméret) (G).

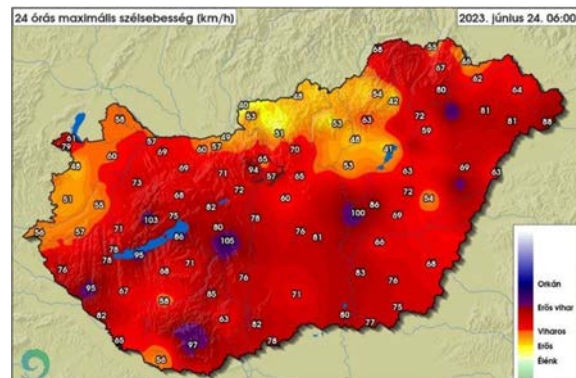
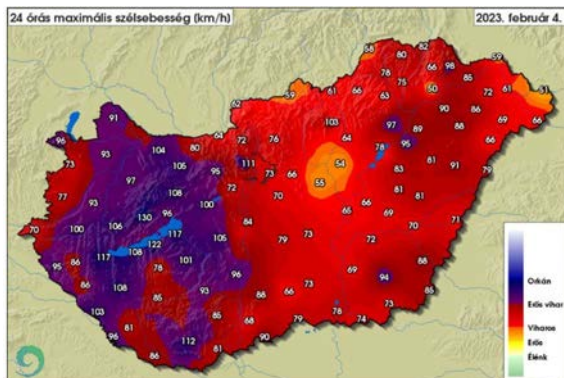
p) Födémek szerelése a felbeton öntéséig, merevítő magokkal való kapcsolásig

- Szükséges dúcolatok megadása, illetve a tervezés során alkalmazott statikai modell megadása (két, három, vagy többtámaszú tartóként méretezett elem) (G).

q) A végleges acél merevítés elhelyezéséig szükséges ideiglenes merevítések.

- Karakterisztikus szélteher előfordulása esetén a főtartók és szelemenek felhelyezhetők-e, és ha nem, akkor a szükséges építés közbeni ideiglenes merevítésre a kiviteli terv műszaki leírásában utalni kell, például a pillérek oldalirányú megtámasztása dúccokkal, vagy ideiglenes acélsodrony keresztmerevítésekkel. A merevítés, megtámasztás konkrét meghatározása nem képezi a generál statikus feladatát. Az ideiglenes merevítés részleteit gyártmánytervező adja meg. Vizsgálni kell, hogy karakterisztikus szélteherre a pilléreken elhelyezett főtartók és szelemenek milyen elmozdulása várható.
- Az építés sorrendjét meghatározza-e az építés közbeni állékonyság biztosítása, például
 - A merevítő fal építésének ütemezését;
 - A végleges acél merevítés beépítésének időpontját;
 - Amennyiben vannak, akkor a belső tűzgátló falak építésének módját, szakaszosságát.

Példaként két 2023-as magyarországi széltérkép (tél és nyár):



(forrás: https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek_tanulmanyok/index.php?id=3397)

A szabvány szerint a szélsősebesség kiindulási értéke $23,6 \text{ m/s} = 85 \text{ km/óra}$, amely az ország területének nagy részén előfordulhat. A viharos idő (a szélsősebesség nagyobb, mint 66 km/óra) gyakorisága $60\text{-}70$ alkalom/év.

A kivitelezői ajánlattétel előtt az építtetőnek és/vagy a gyártmánytervezés mielőbbi szakaszában az építés ütemezését, a kivitelezés elvárt sorrendjét a gyártónak meg kell adni (kezdő raszterek, az előrehaladás várható, vagy kért sorrendje).

5.2. Gyártmánytervezési fázis tervezői szempontjai

Ebben a pontban a gyártmánytervezés szakaszában az építési fázis során figyelembe veendő tervezői szempontokat, valamint ezek generál tervezésre gyakorolt visszahatásait tárgyaljuk. Építési fázis alatt értendő a gyártás, kitárolás, szállítás, ideiglenes deponálás (amennyiben a beemelés nem közvetlenül a szállítójárműről történik), beemelés és a szerkezet készre szereléséig húzódó folyamatot. Az itt tárgyalt esetek figyelmen kívül hagyása a gyártóknál vagy kivitelezőknél jelentkező, előre nem számolt plusz költséget és határidő teljesítésében problémát jelenthet.

5.2.1. Pillérek tervezési szempontjai

5.2.1.1. Hosszú-karcsú pillérek jellemzői

A szerkezeti elem méretezésénél figyelmen kívül hagyhatók a másodrendű hatások, amennyiben karcsúsága nem nagyobb mint, λ_{lim} ahol:

$$\lambda_{lim} = 20ABC / \sqrt{(n)} \quad (MSZ EN 1992-1-1:2010 - 5.8.3.1. (5.13.N) \text{ egy.})$$

Előtervezéshez, ahol az elem vasmennyisége és a kúszás értéke még nem ismert (a tenderbe már a helyesen méretezett pilléreknek kell bekerülniük), használjuk az ajánlott értékeket: $\phi_{ef} = 0,7$; $\omega = 1,1$ valamint $r_m = 1,0$ merevítetlen elem esetén és olyan merevített elemeknél, ahol az elsőrendű nyomatóki igénybevételek leginkább méreteltérésből, vagy keresztirányú terhelésből adódnak.

$$A \times B \times C = 0,7 \times 1,1 \times 0,7 = 0,539$$

$$n = N_{Ed} / (A_c \times f_{cd})$$

ahol N_{Ed} tartalmazza a pillér és a ráhelyezett szerkezetek önsúlyát, valamint az esetleges építési terheket.

Elem karcsúsági értéke:

$\lambda = l_0 / i$, ahol egyik végén befogott pillérek esetén $l_0 = 2 \times l$, és:

$$i = \sqrt{(I_c / A_c)} = \sqrt{[(a \times b^3 / 12) / (a \times b)]} = \sqrt{(b^2 / 12)} = b / (2 \times \sqrt{3}) = 0,289 \times b$$

Amennyiben a pillér karcsúsága nagyobb, mint a λ_{lim} , úgy a másodrendű hatásokat figyelembe kell venni. Ezek a hatások különösen fontosak a hosszú, karcsú pilléreknél.

Számítási példa:

40 x 50 cm keresztmetszetű falvázartó pillér karcsúság számítása peremgerenda elhelyezése után

Egyik végén befogott pillérek karcsúság számítása - Előkalkuláció

Pillér km.-e:

a= 40 cm
b= 50 cm

Pillér hossza:
l= 10 m

Beton minőség: C40/50

$\gamma_c = 1,5$
 $f_{cd} = 26,67 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_{\text{BETON}} = 25 \text{ kN/m}^3$

Pillér határkarcsúsága

$\lambda_{\text{lim}} = 82$
A= 0,7 -re vehető föl
B= 1,1 -re vehető föl
C= 0,7 -re vehető föl
n= 0,017435

Pillér önsúlyból keletkező fajlagos normálerő:
 $N_{G,I} = 50 \text{ kN}$

Pillér tetejére pakolt gerendák önsúlya:
 $N_{G,II} = 18,75 \text{ kN}$

Önsúly jellegű terhek bizt. Tényezője:
 $\gamma_c = 1,35$

Normálerő tervezési értéke:
 $N_{Ed} = 93 \text{ kN}$

Pillér karcsúsága

$\lambda_a = 139$
 $\lambda_b = 173$

Pillér kihajlási hossza:
 $l_0 = 20 \text{ m}$
k= 2

Pillér inercia sugara:
 $A_c = 2000 \text{ cm}^2$
 $I_{c,a} = 416667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,a} = 14,43 \text{ cm}$
 $I_{c,b} = 266667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,b} = 11,55 \text{ cm}$

b) $\epsilon_0 = 2l$

Apilléren a másodrendű hatások figyelembeveendők mindkét irányban!

$l_{\text{max}} = 4,74 \text{ m}$ Zömök pillér max. hossza

Pillér karcsúsága

$\lambda_a = 69$
 $\lambda_b = 87$

Pillér kihajlási hossza:
 $l_0 = 10 \text{ m}$
k= 1

Pillér inercia sugara:
 $A_c = 2000 \text{ cm}^2$
 $I_{c,a} = 416667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,a} = 14,43 \text{ cm}$
 $I_{c,b} = 266667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,b} = 11,55 \text{ cm}$

a) $\epsilon_0 = l$

Apilléren a másodrendű hatások figyelembeveendők az egyik irányban!

$l_{\text{max}} = 9,47 \text{ m}$ Zömök pillér max. hossza

Pillér karcsúsága

$\lambda_a = 49$
 $\lambda_b = 61$

Pillér kihajlási hossza:
 $l_0 = 7 \text{ m}$
k= 0,7

Pillér inercia sugara:
 $A_c = 2000 \text{ cm}^2$
 $I_{c,a} = 416667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,a} = 14,43 \text{ cm}$
 $I_{c,b} = 266667 \text{ cm}^4$
 $i_{c,b} = 11,55 \text{ cm}$

c) $\epsilon_0 = 0,7l$

Amásodrendű hatások figyelmen kívül hagyhatók!

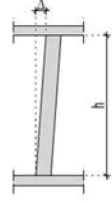
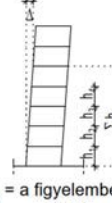
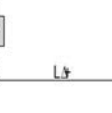
$l_{\text{max}} = 13,53 \text{ m}$ Zömök pillér max. hossza

62. ábra: Pillér karcsúságának számítása peremgerenda elhelyezését követően (excel program-Skalár Kft.)

5.2.1.1.1. Gerendák elhelyezésének feltételei karcsú pillérek

Gyártmánytervezéskor általában 2-2 cm elhelyezési hézagot lehet figyelembe venni. Így a pillérek egymáshoz képest relatív elmozdulása sem lehet nagyobb 4 cm-nél (lásd az alábbi 63 ábra: MSZ EN 13670:2010 10.4.(1) - 2 ábra (a és d) sora és 3. ábra (a) sora) különben a vízszintes teherhordó elemeket nem lehet invazív beavatkozás (vágás vagy a betonfedés lemarása, tüskék levágása és új helyre fúrása nélkül) nélkül elhelyezni. Lásd még MSZ 24803-7:2024 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai, 7. rész Előregyártott vasbeton szerkezetek.

Azokban az esetekben, ha az elemek az MSZ EN 13670:2010 szabvány szerint mérettűrésbe nem férnek bele, de a termékszabványok szerint megfelelnek, számos nap mint nap felmerülő probléma és peres eljárások tárgyát képezik, mivel a megengedett eltérések, tűrések két elem illesztésénél összeadódnak. A szokásosan alkalmazott d63 mm-es bordás acélcső d25 mm-es tuskéval illesztve csak 15 mm mérettűréssel szerelhető össze, függetlenül az alább táblázat megengedő értékeihez képest. ami csak 6 m-nél kisebb pillérmagasság esetén feleltethető meg (10.4.(1) 2. ábra „a” sora.

MSZ EN 13670:2010	Az eltérés fajtája	Leírás	Megengedett eltérés, Δ
10.4.(1) 2. ábra a sora	 h = szabad magasság	Oszlop vagy fal elhajlása egy- vagy többszintes épületekben $h \leq 10$ m $h > 10$ m	Az alábbiakból a nagyobbik érték: 15 mm vagy $h/400$ 25 mm vagy $h/600$
10.4.(1) 2. ábra d sora	 Σh_i = a figyelembe vett szintek magasságainak összege	Oszlop vagy fal helyzete bármely szinten, többszintes szerkezetek alapszintjén felvett függőleges vonaltól n = szintek száma, ahol $n > 1$	Az alábbiakból a kisebbik érték: 50 mm vagy $\Sigma h_i / (200n^{1/2})$
G10.5.(2) 3. ábra b sora	 L	Szomszédos gerendák közötti távolság, megfelelő pontokon mérve	A nagyobbik érték *: ± 20 mm vagy $\pm L/600$, de nem több 40 mm-nél * megj.: Szigorúbb helyzetű tűréseket lehet megkövetelni előre gyártott elemeket alátámasztó oszlopokra és falakra az alátámasztott elem hosszának tűrésétől és az előírt alátámasztási távolságtól függően.

63. ábra: Építési tűrések oszlop, fal és gerenda elemeknél, Forrás: MSZ EN 13670:2010:2010 10.4.(1)

A fenti értékek szigorú követelményeket jelentenek építés közben a pillér felső végének alakváltozás korlátozás szempontjából. A túlzott alakváltozás pl. végállapotban függőleges szerkezettel (acél rácszat, vagy vasbeton fal) merevített magasraktár vagy többszintes monolit merevítőmagos épületek karcsú pilléreire jelenthet fő kockázatot építési állapotban. Ezek végleges állapotban jellemzően normálerővel terhelt, nem hajlított szerkezeti elemek. A hosszított téglalap keresztmetszete a pillérnek a gyenge tengely irányában sokkal kisebb merevséggel rendelkezik, mint az erősebb tengelyre nézve. Más esetben viszonylag sűrű és relatív kis km. pillérek egyben, toldás nélkül kerülnek legyártásra. Gazdasági vagy szilárdsági, esetleg állékonysági problémát okozhat, ha az egy irányban, vagy mindkét irányban karcsú pilléreket alaptestbe befogott konzolos különálló elemként méretezzük építési állapotban.

Az első vagy akár a második esetre is megoldás lehet az oszlopok kikötése vagy kitámasztása építés alatt, amíg a fő merevítő rendszerhez teljes értékűen hozzá nem kapcsolják az elemet. Ez utóbbinak a támrudak hossza ill. rendelkezésre állása szabhat határt.

Másik megoldás lehet olyan többszintes épületek karcsú pilléreinél, ahol végleges állapotban a vízszintes igénybevételeket merevítő mag veszi fel, hogy az építést úgy ütemezik, hogy a pillérek beállítása után az első szintet készre szerelik, valamint az első szintig a merevítő magot és a földemet

kibetonozzák. Így tetőponti elmozdulások is kisebbek lesznek. Ezt az építési folyamatot a számításokkal követni kell, miközben az összes pillér tervét el kell készíteni, nem lehet kifejezetten haladási irányról beszélni. Ezért külön vizsgálni kell a pillér állításakor keletkező hatásokat. Vizsgálni kell a pilléreket szélteherre két oldalirányú támasz esetén úgy, hogy teljes magasságig (vagy meghatározott szintig) a gerendák elhelyezésre kerülnek.

5.2.1.1.2. Ideiglenes támaszok és kihorgonyzások pilléreknél

Gyártmány tervezés során mérlegelni kell a gyártóval, kivitelezővel (vázszerelő) és a generáltervezővel – amennyiben tervező a kiviteli terv műszaki leírásában azt nem jelezte - közösen, hogy szükség van-e a szerkezeti elemet vagy elem csoportot építés közben valamilyen segédszerkezettel megtámasztani. Ideiglenes megtámasztás lehet támasz rúddal, vagy kihorgonyzó kötéllel végezni. Szükség lehet megtámasztásra az alábbi esetekben:

- Aszimmetrikus pillér (egyik oldal hosszú konzol);
- Ferde pillér;
- Karcsú pillér;
- Belső falváz tartó (merevített csarnoknál, végleges állapotban elhanyagolható igénybevételek);
- Tűzfal falváz tartó pillér (a belső falat felépítik a ház burkolása előtt);
- Oszloppapucsos pillér, ha a kapcsolat magában nem felel meg építési állapotra.

Támaszrudak alkalmazása előnyös, ha nincs mód a szemközti oldalakat megtámasztani. Ebben az esetben a rudat húzott és nyomott állapotra is vizsgálni kell. Méretezni kell a támaszrúd - pillér, valamint a támaszrúd – alaptest kapcsolatot is. Húzott rúd esetén az alaptest legyen elég robusztus a húzóerő felvételére az önsúly segítségével. Vizsgálni kell az alapozás elcsúszását is, ha erre a feladatra előregyártott blokkot alkalmazunk, vagy ez kihagyható, ha lehetőség van vízszintes rúddal egy teherbíró alaptesthez visszakötni.

Kapcsolatoknál (fúrt, utólagosan elhelyezett elemekkel) a fő vizsgálandó igénybevétel a nyírás és a húzás, illetve ezek kombinációja. Érdemes a csomóponti kapcsoló elemet a szerkezeti elemek peremétől távolabb elhelyezni a kiszakadás elkerülésére. Szintén kerülni kell a több kapcsoló elem közeli elhelyezését a csoportos kiszakadás veszélye miatt.

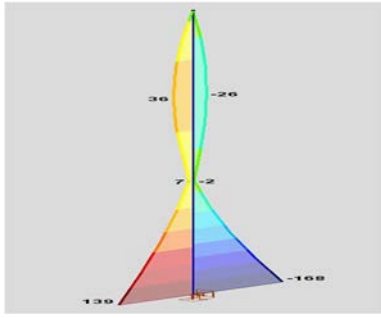
Kihorgonyzásnál a húzott elemek teherbírása mellett a csomópontok húzás-nyírás igénybevételre történő méretezése a feladat. Oszlopok megtámasztásánál érdemes többször is felhasználható kalodás megfogást alkalmazni. Ez esetben kevesebb furatot kell kialakítani az megtámasztani kívánt elem. Ez kevesebb élőmunkával, kevesebb hibás furattal (betonacélt ért) jár, és már a talajon is elhelyezhető.

Különleges esetekben alkalmazható a húzott kihorgonyzás és a nyomott rúd együttes használata.

5.2.1.1.3. Pillér állítása, mint vizsgálandó építési határállapot

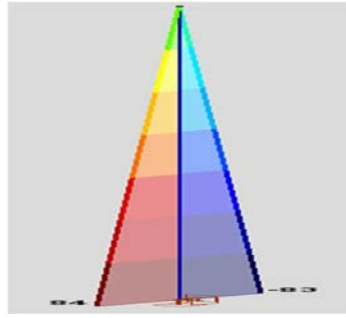
Szintén hosszú-karcsú pillérek vagy egyik irányban jelentősen eltérő merevségű pillérek (de akár előregyártott falaknál is) a hosszvasalás kialakításánál érdemes figyelembe venni az állítás fázisát. Végleges állapotban a befogott keresztmetszetben adódik a mértékadó nyomatóki igénybevétel, az állítás során ez közelebb van az elem súlypontjához, ami jelenthet vasalás többletet vagy a vaselhagyás helyének eltolását. Az ideiglenes tervezési állapot mértékadó határállapota az emelés első pillanata, amikor a végleges állapotában függőleges, de szereléskor és szállításkor vízszintes elemre függőleges támaszerők hatnak.

Vegyünk példának egy alul befogott falváz pillért, tetősíkban szélrács megtámasztással. A nyomatóki igénybevételek alakja és a maximum helye jellegében az alábbi módon alakul:



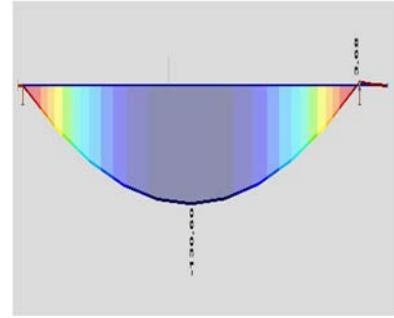
**ULS teherkombináció –
Szélteher**

felállítva. Befogott, vonalmenti teherrel is terhelt, tetőmerevítéssel támasztva



Földrengés teherkombináció

befogott pillér, tömegeből származó erő a tetején hat



**Ideiglenes teherkombináció –
Pillér állítás**

fekvő pillér végénél emelve

64. ábra: Hajlítónyomatéki jelleggörbék az oszlopok elhelyezésekor és a beépítést követően

„Kéttámaszú” konzolos gerenda az építési fázis statikai modellje, dinamikus tényezővel növelt önsúly a teher. A támaszok közül csak az egyik a valós támasz, a földön lévő, amelyik körül a pillér az állítás során el fog fordulni. A másik „támasz” valójában a daru kötele, és az emelés okozza a dinamikus hatást. Amennyiben az emelt elem egyik irányban gyenge (pl. 40 x 80 cm), akkor meg kell akadályozni az emelés során azt, hogy arra az oldalra forduljon, amennyiben csak a nagyobb méret irányában felel meg az emeléskor fellépő igénybevételekre.

A daruval történő megfogás jelentette támasz helyének megválasztásával lehet az erőjátékot befolyásolni. A hosszabb konzol magasabb negatív (ami a pillér felső -kevesebb hosszvasalással rendelkező része), és alacsonyabb pozitív nyomatékot ad. Állításkor a „túl” hosszú konzol nem biztos, hogy hosszvasalás szempontjából gazdaságosabb, mint a rövidebb, továbbá a szerelőknek, és a darusoknak is gondot jelent a hosszú kötelek kezelése (ha pl. egy 18 m-es pilléren $L/5 = 3,6$ m konzolt hagyunk, az a kb. 1 m helyett, közel 5,2 m-rel hosszabb kötelet jelent). Nagy tömegű (> 30 t) pillérek esetén a gyártóval, vagy a szerelő céggel megállapodva lehetőség van egymástól kb. 1-2 m eltolással két emelőcsövet elhelyezni, és a pillért ezek segítségével állítani.

Ellenőrzés során meg kell bizonyosodni, hogy a nyomaték ellenállásra elegendő a lehorgonyzott hosszvas ULS állapotra, és a repedéstágasság határértéken belül mozog-e? Kétséges, hogy a berepedés esetén a repedések a végleges állapot igénybevételeinek hatására bezáródnak-e. A felállított pilléreken eső hatására még a záródott repedések is kirajzolódhatnak, ami a műszaki ellenőrzés részéről problémát okozhat.

Dinamikus tényező figyelembevétele

Daruzáskor emelésnél figyelembe vehető dinamikus tényező $\mu = 1,5$ (MSZ EN 1991-1-6: 2007 NB melléklet NB2 pont) ideiglenes tervezési állapotban.

Pillérek gyárthatósági határai

Előfordulhat, hogy egy elemet valamilyen geometriai vagy súlykorlát, esetleg bonyolultság miatt nem lehet csak feldarabolva legyártani, szállítani vagy helyére emelni (messzire kell benyúlni daruzás esetén). Általában gyártótól függ, hogy mekkora súlyú elemet tudnak biztonságosan gyártani, mozgatni csarnokon belül, vagy mik a kezelés geometriai határai. Bár a kiviteli tervek elkészítésekor még nem állnak rendelkezésre ezek az adatok, néhány mérettel már lehet és érdemes előre számolni.

- A 35-50 t-nál nagyobb súlyú, vagy 24-26 m-nél hosszabb pilléreket javasolt két részben gyártani.
- Hosszabb elemet is lehet közúton szállítani külön engedéllyel, ill. különleges szerelvényel. Ennek méretéről jogszabály rendelkezik (pld: 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet). **Tájékoztatásul a legnagyobb, külön útvonalengedély nélkül szállítható elem hossza: II. Fejezet 5. § (5)***

A járműszerelvény hossz tengelyével párhuzamosan mért legnagyobb távolság:

a) a rakfelület legelső, a vezetőfülke mögötti külső pontja és a járműszerelvény pótkocsijának leghátsó külső pontja között: **16,40 méter**

b) az a) pontban meghatározott távolságból levonva a gépjármű hátsó vége és a pótkocsi első vége közötti távolságot: **15,65 méter**

A legnagyobb még nem túlméretes jármű méretek (erről a 36/2017. (IX. 18.) NFM rendelet 2. § (1)) (<https://internet.kozut.hu/ugyfelszolgalat/utvonalengedely-uvr-e-office/altalanos-tajekoztato/dijak/>) (2025.07.30. hatályos).

A fenti rendelet tartalmazza a részletes szabályozást, alább csak pár lényeges adata (1a. pont):

Szélesség: **2,6 m**

Magasság: **4,0 m**

Hosszúság (nyerges vontatóból és félpótkocsiból álló járműszerelvény): **16,5 m**

5.2.1.2. Pillérek alternatív, nem kehelyből történő indítása

Talpas pillér

Talpas pillérek esetén az alaplemezt és pillért összevasalva és egyben betonozva gyártják. Előnye, hogy nincs szükség kehelynyakra, és ezért gyors a beépíthetősége. Tervezéskor érdemes az előző pontban tájékoztató geometriai méreteket figyelembe venni, vagy érdeklődni a betonelemgyártók gyártási lehetőségeiről és korlátairól.

Pillér papucs

Vannak tervezési helyzetek, amikor a pillér indítása nem oldható meg kehelynyakból. Például magasan van az építéskor várható vízszint és a víztelenítés gazdaságtalan vagy a kehelynyak nem alkalmazható geometriai korlát miatt. A pillérpapucs (másnéven oszloppapucs) megoldást jelenthet ezekben az esetekben. Ez a megoldás pillérek toldására is használható. A pillérpapucsok a tőcsavarokkal azonnali nyomatékbíró kapcsolat kialakítását teszik lehetővé. Az oszloppapucs szerelvényeket az előregyártott oszlopba, a tőcsavarokat az alaptestbe vagy másik oszlopba kell beépíteni. Helyszíni beépítéskor az oszlopokat a tőcsavarokra ültetik. Az alsó anyákkal szintbe állíthatóak, végül az oszlop és az alaptest közti részt kiöntik nem zsugorodó habarccsal. A habarcs megszilárdulása után a kapcsolat nyomatékbíró kapcsolatként működik.

A kapcsolat nyírási igénybevételre különösen érzékeny, mivel hajlított csavarszárakat vesz igénybe. A talp alatti habarcskitöltés, amennyiben az megbízhatóan elkészül a teljes csatlakozási felületen, csökkenti ezt a hatást. A nyírási teherbírást a fogadó elembe (pillér, alaptest) kialakított fészkekbe beülő, az oszlop aljába beépített, abból gyártáskor kiálló acélszerelvényel (HEA... S235 vagy HEB... S355) lehet nagymértékben növelni, ami az alöntést követően, mikor a kiöntő anyag a végleges nyomószilárdság 50 %-át is elérheti (32 MPa ; MSZ EN 12190:2000) már terhelhető.

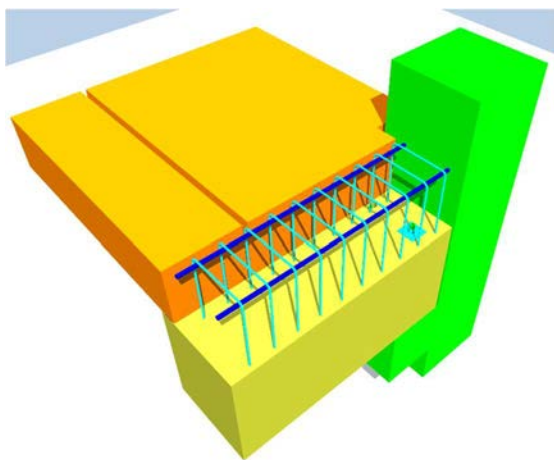
5.2.1.3. Ellenőrzés építési állapotra pillérpapucs alkalmazása esetén

Kézi számítással, és célprogrammal (kapcsolóelem gyártójának ingyenesen letölthető specifikus méretező szoftvere) is ellenőrizhető, a kiöntés nélküli a tőcsavarokon álló szerkezet ideiglenes tervezési állapotban szélteher figyelembevételével.

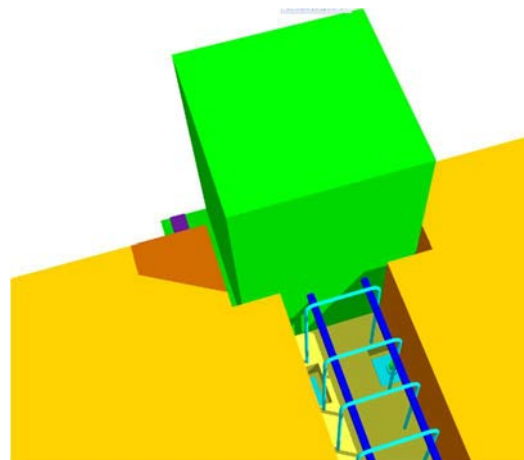
Általában ideiglenes támaszok nélkül is megfelelő a kapcsolat építési állapotra. Viszont pl. falelemek esetén, amikor a beton keresztmetszethez képest kevés tőcsavarral számolunk, és azokat is a rövid oldalra koncentráljuk, akkor a szélteher és a nagy felület miatt szükséges ideiglenes támaszok betervezése.

5.2.1.4. Pillér-gerenda csomópont

Vizsgálni szükséges, hogy le kell-e csavarozni (egyoldali terhelésnél) szerelési és végleges állapotra a kapcsolatot, továbbá a csavarozás fizikailag lehetséges-e (rejtett, vagy kiálló).



65. ábra: A csavar kiállhat, ha nem zavarja a csavar a födémpanel felfekvését



66. ábra: Amikor a födémpanel felfekvését zavarja, akkor azt be kell süllyeszteni

5.2.2. Vízszintes teherhordó elemek tervezési szempontjai

Ebben a részben a födémpanelek, födémgerendák és a tetőgerendák gyártmánytervezői szempontokat vizsgáljuk az építési fázist szem előtt tartva.

5.2.2.1. Feszített elemek gyártása, tárolása és szállítása során fellépő hatások

Ezen gyártási hatások az építési, az építés-szerelési és a végleges állapotra is befolyással vannak. Két gyakran előforduló következmény:

- A szelemenek felhajlása és a peremgerendák fix pozíciója miatt a TR lemezek fektetése;
- A körüreges pallók felbetonjának és burkolatainak kiegyenlítése.

a) Felhajlás gyártáskor

Az elemek felhajlása feszített elemek esetén értelmezhető, és mértéke a feszítési erővel, azaz a feszítési feszültség és a feszítópázmák mennyiségével függ össze. Javasolt, hogy a felhajlás mértéke ne legyen több, mint az elem lehajlása önsúly jellegű terhekre (elem, rétegek, installáció).

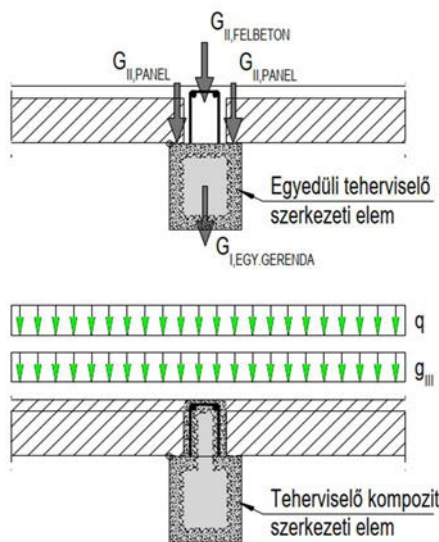
b) Hosszútávú lehajlás és gyártási felhajlás különbsége (pl. 500 mm vtg. födém panelok)

Figyelni kell, hogy a felbeton rövid időn belül felkerüljön, mert idővel a felhajlás növekedhet. Külön problémát okozhat, ha a gyártástól a beépítésig eltérő idő telik el egy adott födémszakasz szereléséig, mert nagyobb fesztávok esetén számottevő felhajláskülönbségek adódhatnak, ami a felbeton kivitelezésekor okozhat problémát.

c) A minimális beton nyomószilárdság a feszítőerő ráengedésekor az előbbiek miatt is érje el a C30/37 (43 N/mm²) szilárdságot.

5.2.2.2. A vízszintes teherhordó elemek építési állapotra vonatkozó sajátosságai

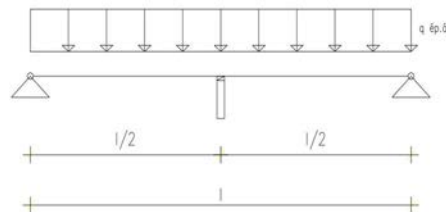
a) Fejlemezes gerenda



Gerenda terhelésének fázisai

Mezőközepén történő alátámasztással való felbeton készítés

4.1 Statikai váz



Folytatólagos, háromtámaszú tartó

(részlet gyártói tervezési segédletből)

Felbeton önsúlya $\gamma_b = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Építés közbeni technológiai teher: $1,00 \text{ kN/m}^2$

Ideiglenes támasz kérepaneloknál

67. ábra

A vizsgálat alapfeltevései:

- Az építés közbeni terhek hatására az alátámasztásnál fellépő negatív nyomaték a panel bordáját elrepesztí, de a panel lemez részének teljes keresztmetszete rugalmas állapotban marad, repedésmentes;
- Az építés közbeni terhek hatására létrejövő alakváltozásokat $l/400$ határértékkel korlátozzuk.

A tervezési segédlet mellékletét képező M-1.2 táblázatok alapján a támaszköz és a kész födémvastagságának függvényében kiválasztható az alkalmazható födémpanel típusa.

Figyelni kell arra is, hogy pl. 15 m magas alátámasztás nem életszerű. Irányelvként javasolt figyelembe venni, hogy 4 m magasságig gazdaságos, 6 m magasságig kezelhető, felette csak erősen indokolt esetben alkalmazható alátámasztás. Az alátámasztás felülete olyan legyen, hogy az építés és szilárdulás fázisaiban a terheket bármely időjárás viszonyok között a megengedett süllyedésekkel viselje.

Az MMK Tartószerkezeti Tagozatának álláspontja szerint műszakilag és gazdaságosság szempontjából megfelelő tartószerkezetű épület/építmény megvalósítására csak tartószerkezeti kivitelezési tervdokumentáció alapján kerülhet sor.

Ellenőrizendő a gerenda

- Féloldalas terhelésre
 - Csavaró hatás figyelembevétele (pl. födémgerenda);
 - Két szomszédos gerenda alakváltozása (pl. összekötésnél, összemerevítésnél).
- Hosszú, karcsú elemek esetén ellenőrizendő
 - Az elemek emelhetősége. Általános, vízszintes irányú, rúd szerű elemet 1-1 helyen, 18-20 m felett már 2-2- helyen fogják meg emeléskor;
 - Kifordulásvizsgálat emelési és építési állapotra (Gy).

A stabilitás veszteséssel járó tönkremeneteli mód jellemzően a keskeny, magas keresztmetszetű és hosszú elemeknél veszélyes. T szelemenek törése beemelés során ritkán, de előforduló eset. Ha stabilitásvesztés nem is következik be, a gerenda kardosodás problémát jelenthet (statikai, szerelési, esztétikai). Célszoftverrel ellenőrizhető a megfelelősége, vagy be kell tartani az ajánlott öv és gerinc geometriai arányokat.

Számítási példa:

A számítás az MSZ EN 1992-1-1:2010 "5.9. Karcsú gerendák kifordulása" pontja alapján készül		
Gerenda hossza (l):	18	m
Csavarásra befogott km.-ek közti távolság végleges állapotba (l_{01}):	18	m
Csavarásra befogott km.-ek közti távolság ideiglenes tervezési állapotban (l_{02}):	18	m
l_{01} középső részén lévő km.-ek	130	cm
Nyomott öv szélessége (b):	50	cm

A számítás az MSZ EN 1992-1-1:2010 "5.9. Karcsú gerendák kifordulása" pontja alapján készül		
Gerenda hossza (l):	18	m
Csavarásra befogott km.-ek közti távolság végleges állapotba (l_{01}):	18	m
Csavarásra befogott km.-ek közti távolság ideiglenes tervezési állapotban (l_{02}):	18	m
l_{01} középső részén lévő km.-ek	125	cm
Nyomott öv szélessége (b):	50	cm

Oldalirányú megtámasztás nélküli gerendák igazolásakor figyelembe veendő oldalirányú eltolódás:		
$L/300 =$	60	mm

Kifordulással kapcsolatos másodrendű hatások figyelmen kívül hagyhatók, amennyiben teljesülnek az alábbiak:		
Tartós tervezési állapotban $l_{01}/b \leq 50/(h/b)^{1/3}$ és $h/b \leq 2,5$:		
$l_{01}/b =$	36	$\leq 50/(h/b)^{1/3} = 36,36$
, és $h/b =$	2,60	$> 2,5$
Nem teljesül!		
Ideiglenes tervezési állapotban $l_{02}/b \leq 70/(h/b)^{1/3}$ és $h/b \leq 3,5$:		
$l_{02}/b =$	36	$\leq 70/(h/b)^{1/3} = 50,91$
, és $h/b =$	2,60	$\leq 3,50$
Teljesül!		

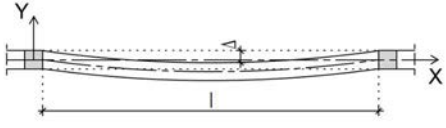
Oldalirányú megtámasztás nélküli gerendák igazolásakor figyelembe veendő oldalirányú eltolódás:		
$L/300 =$	60	mm

Kifordulással kapcsolatos másodrendű hatások figyelmen kívül hagyhatók, amennyiben teljesülnek az alábbiak:		
Tartós tervezési állapotban $l_{01}/b \leq 50/(h/b)^{1/3}$ és $h/b \leq 2,5$:		
$l_{01}/b =$	36	$\leq 50/(h/b)^{1/3} = 36,84$
, és $h/b =$	2,50	$\leq 2,5$
Teljesül!		
Ideiglenes tervezési állapotban $l_{02}/b \leq 70/(h/b)^{1/3}$ és $h/b \leq 3,5$:		
$l_{02}/b =$	36	$\leq 70/(h/b)^{1/3} = 51,58$
, és $h/b =$	2,50	$\leq 3,50$
Teljesül!		

68. ábra: Karcsú gerendák kifordulása (excel program, Skalár Kft.)

b) Kardosodás

A magas feszítőerővel feszített, keskeny gerincű tartókra jellemző torzulás az elem geometriájában. A keresztmetszet függőlegesétől eltérő ferde tárolás "T" ill. "I" kialakítású gerendáknál okozhat ilyen deformációt. Ezeket esetenként még a gyártelepen kezelni tudják, ha még időben észreveszik. Előfordul szállítás közben történő kardosodás is. Végleges állapotban tetősíokban elhelyezett szélráccsal ill. azok csomóponti kialakításával 20-30 mm-ig korrigálható.

MSZ EN 13670:2010	Az eltérés fajtája	Leírás	Megengedett eltérés, Δ
G10.5 G3. ábra (a) sora		Gerendák kardossága (vízszintes irányú egyenessége)	Az alábbiakból a nagyobbik érték: 1. tűrési osztály esetén ± 20 mm vagy $\pm l/600$

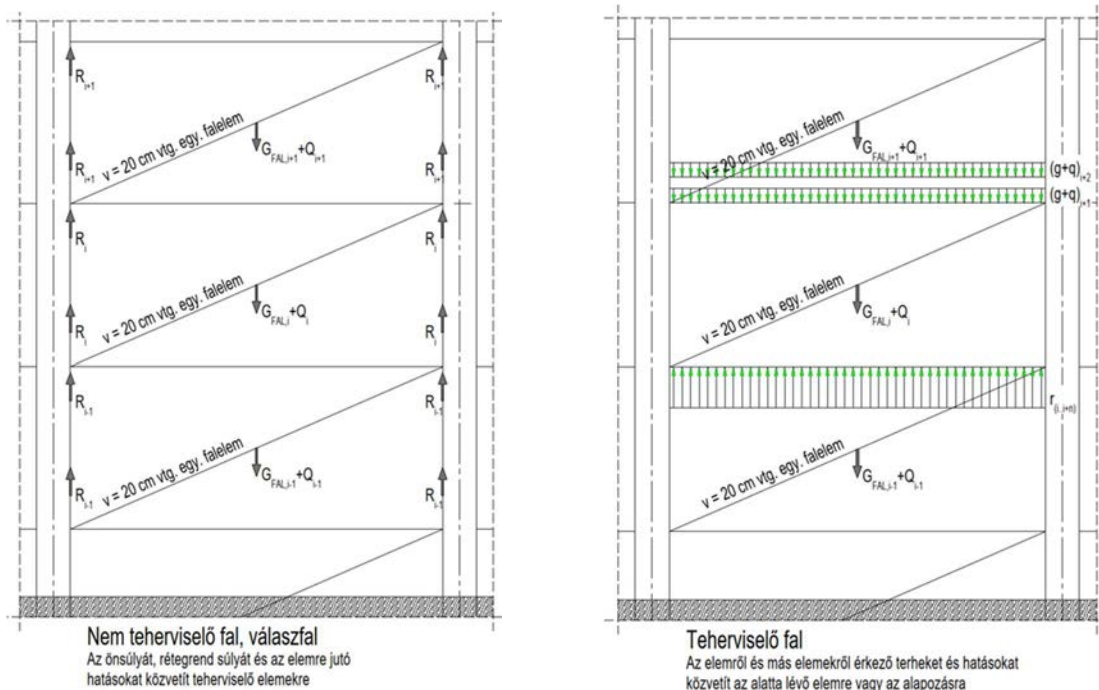
69. ábra: Előregyártott elem megengedett kardosodása, Forrás: MSZ EN 13670:2010

Javaslat: 24 m feletti gerendáknál egyéb okok miatt is egy köztes hosszkötés jellegű merevítőrudat kell beépíteni az elem közepe táján a felső nyomott betonzóna magasságában, és azt a tető merevítő rácsozásához be kell kötni.

5.2.3. Lapszerű elemek tervezési szempontjai

A lábazati-, a tömör- és a pakett falak gyártmánytervezői szempontjait vizsgáljuk az építési fázist szem előtt tartva.

- Kiharapott (nagy áttöréssel rendelkező) elemek mozgathatósága;
- Csomópontok építési állapotban,
 - Kibetonozott kapcsolatokhoz, valamint építés közben száraz szerelési megfogási pontok;
 - Önhordó-e az elem, vagy az egymás fölött lévő elemek egymásra terhelnek (tűzállóság miatt is fontos szempont)?



70. ábra: Nem teherviselő és teherviselő előregyártott válaszfalelem statikai működése

- Dúcoláshoz szükséges szerelvények a pakettfalaknál már a gyártáskor elhelyezendő, mert a vékony kéregbe a helyszínen a rögzítés nehezen kezelhető.

- Maximális elem méret, mint talpas pillérenél;
- Felszakítás, zsaluból történő kiemelés során a dinamikus tényező gyártói tapasztalatok szerint veendő figyelembe, de minimum 1.4, a betonszilárdság minimum C20/25.

6. A tervek formai és tartalmi elvárásai, elemek és csomópontok ábrázolása

Az építészeti-műszaki dokumentáció tartalmára vonatkozó jogszabály a segédlet írásakor a **281/2024. (IX.30.) Korm. rendelet 1. melléklete**. Ennek a rendeletnek az 1.5. pontja a Magyar Építész Kamara és az Magyar Mérnöki Kamara feladatául adja a részletes meghatározásokat. Ez alapján a bevezetőben és a segédlet több pontján hivatkozott és idézett „Magyar Mérnöki Kamara: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata (2017-2023)” [1] ad részletes és kötelezően betartandó meghatározásokat. Jelen fejezet ennek bővebb kifejtése és az abban foglaltak teljesítéséhez minták bemutatása.

6.1. Alapkövetelmények

Minden mérnöki tervdokumentációval, így az előregyártott vasbeton szerkezeteket bemutató tervekkel szemben is alapkövetelmény, hogy áttekinthető és kezelhető formában mutassa be a tervek készítője az ábrázolt szerkezeteket azok számára, akik ezen tervekből dolgozni fognak. Ennek feltétele a szükséges adatok egyértelmű megadása, a szükségtelenek elhagyása mellett. Folyamatos vezérelv kell legyen az áttekinthetőség érdekében a nagy számban ismétlődő tervfeliratok kerülése és az általánostól eltérő esetek kiemelése. Jól elkülöníthető módon szükséges jelölni az előregyártott vasbetonból tervezett elemeket a monolit vasbetonból, vagy egyéb anyagból tervezettektől.

Az épület vázát alkotó elsődleges tartószerkezeti elemekről 3D modell (BIM) készítése javasolt. Lásd 6.4.4. fejezetet a műszaki dokumentálás jelenlegi technológiai szintjéhez igazodva.

6.2. Építési engedélyezési terv

Engedélyezési terv esetén a vonatkozó jogszabályok nem írnak elő kötelező rajzi munkarészt, amennyiben a szerkezeti elemek kellő részletességgel más szakági, jellemzően építész, tervfejezetben meghatározottak. Ezen tervfázisban a Megrendelővel történő előzetes egyeztetés alapján, a kivitelezés mielőbbi elkezdése és az egyértelműsítés érdekében készülhetnek kiosztási-, metszet- és a kritikus, a szerkezeti rendszer megépíthetőségét és működését lényegesen befolyásoló csomóponti tervek az előregyártott vasbeton szerkezetekről. Az [1] 5.6. pontja még nem határozza meg ezen tervfázisra statikai számítások dokumentálásának követelményét, csak azt, hogy készíteni kell. A BIM LOD követelmény sincs meghatározva, de amennyiben készül, akkor általában LOD 200 kidolgozottság a követelmény.

Tervdokumentációt abban az esetben kell készíteni, ha a tartószerkezet mérete és kialakítása az építész dokumentációból nem azonosítható be egyértelműen, lásd: [1] 5.8. pontját. A segédlet tárgyát képező épülettípus esetén az [1] 5.8. követelménye szabatosan csak tervi mellékletekkel teljesíthetők.

6.3. Tender terv

Az MMK [1] nem tér ki a tender (használatos még az ajánlati tervek és versenyztetési tervek megnevezés is) tervek tartalmi és formai követelményeire. Alábbiakban erre teszünk javaslatot, amely a szerzők gyakorlata alapján fogalmazódott meg.

Tender tervfázisban az egyes szerkezeti elemek minden olyan tulajdonságát meg kell adni, ami az árazást befolyásolja. Előregyártott vasbeton szerkezetek esetében ezek az alábbiak:

- Összeállítási tervek kellő részletességgel, amelyből kiderülnek a szerkezeti elemek fő méretei, és megjelölhetők az elemek;
- Beton térfogat;
- Beton szilárdság jel és környezeti osztályok;
- Terhelési térkép;
- Mértékadó igénybevételek megadása elemenként vagy elemcsoportonként;
- Kereskedelemben kapható beépítendő szerelvények (menetes hüvelyek, pillér- és gerendapapucsok, kihajtható tuskézés stb.) olyan részletezettséggel, ami az árazást befolyásolja;
- Minden olyan beépítendő, egyedileg gyártott szerelvény helye és mérete, mely követő szakági munkák csatlakozásához szükséges;
- Különös beépítési követelmények (nehéz megközelíthetőség, különféle helyi korlátozások, a szokásostól eltérő, különleges állékonyságot biztosító ideiglenes ségedszerkezet szükségessége);
- Dokumentált statikai számítás nem készítendő.

6.4. Kiviteli terv

6.4.1. Általános elvárások

A vonatkozó jogszabályok alapján minden olyan építési tevékenység kizárólag kiviteli tervdokumentáció birtokában végezhető, mely tartalmaz előregyártott vasbeton szerkezetet, kivéve a legfeljebb 5,4 m falközű, vagy annál kisebb, előregyártott vasbeton födémmel és falazott falakkal készülő épületeket. A segédlet tárgyát képező épülettípusra így egyértelműen vonatkozik az [1].

„A tartószerkezeti kivitelezési tervdokumentációt olyan mélységben, részletességgel kell kidolgozni, hogy a tervek alapján – funkciójában, megjelenésében, alapvető geometriájában és szerkezeti működésében – egyértelműen csak egy bizonyos végleges létesítmény legyen megvalósítható”. [1]

A megvalósuló szerkezetnek csak egységes felelős tartószerkezeti tervezője lehet. Szokásos gyakorlat, hogy egyes tartószerkezeti részeket szaktervezők, gyártmánytervezők terveznek meg, és bizonyos méretezési kérdéseket is ők oldanak meg eközben. Ez a szaktervezési folyamat visszahathat a teljes szerkezet erőjékára. A generál tervezővel egyeztetve és jóváhagyásával lehet a szaktervezési feladatokat elvégezni, a generál statikus tervezőnek kell megteremteni az összhangot az egyes részek és a teljes projekt között. A generál tervező vállal felelősséget az építmény állékonyságáért, illetve a jogszabályi kötelezettségek teljesítéséért. Az [1] még nem határoz meg ezen tervfázisra LOD követelményt, de BIM alkalmazásakor általában LOD 300 kidolgozottság a követelmény.

6.4.2. Rajzi megjelenítés típusai

Az előregyártott vasbeton szerkezeteket tartalmazó építmények kiviteli tervezése során olyan részletezettséggel kell meghatározni a szerkezet paramétereit, hogy egyértelműen és könnyen elérhetően rendelkezésre álljon minden adat és követelmény, melyeket szükséges figyelembe venni az adott elem geometriai-, csomóponti- és vasalási gyártmányterveinek elkészítésekor.

A kiviteli tervekben (rajzokon, vagy a műszaki leírásban) célszerű jelezni azon paramétereiket, amelyekben a rajzokon láthatóhoz képest eltérni lehetséges abban az esetben, ha gyártmánytervezéskor a végleges pontos számítások alapján ez szükségessé válik. Erre rendszerint a vízszintes szerkezeti elemek (gerendák vagy födécek) esetén van szükség vagy lehetőség. Például gerenda magasság csökkentés/növelés az elem optimalizálása, vagy növelt igénybevételek miatt, gerendák pontos keresztmetszeti beállítása gyártó sablonparkjának megfelelően.

Kiviteli terveknek az előregyártott vasbeton szerkezetekre vonatkozóan tartalmazniuk kell az alábbi adatokat.

Általános	beton környezeti osztályok és minimális nyomószilárdsági osztály
	tűzvédelmi besorolás
Kehely lásd	alsó-felső síkja
	falvastagsága
	alaptömb méretei (kiálló kengyelek)
Pillér	keresztmetszete
	alsó síkja
	konzolok alsó-felső síkja
	darukonzolok pontos geometriája
	attikacsomópont
	oszloppapucskok pontos megjelölése
	koszorúátvezetés csomópontja
	kihajtható tüskézés csatlakozó monolit szerkezetekhez
	merevítő szerkezet csatlakozásához szükséges szerelvények
	szükség esetén élvédelem (felületkezeléssel)
egyéb szerelvényezettségi igény	
Gerenda	keresztmetszete
	alsó síkja
	feltámaszkodási csomópontja
	áttörési igény
	egyéb szerelvényezettség
Födém	födém pontos típusa
	alsó síkja
	vastagsága
	áttörések
Lábazat	alsó-felső síkja
	keresztmetszete
	nyílások és azok csomópontjai
	szerelvényezettség
	hőszigetelés típusa, a betonrétegek környezeti osztályai
Dokkoló elem	magassága
	hossza
	szájszélessége
	beton környezeti osztálya
	szerelvényezettség

* Villámvédelmi adatszolgáltatás átadásra kerülhet az elektromos tervfejezet részét képező villámvédelmi terv formájában is (indokolt esetben a kivezetések iránya is megadható).

8. táblázat: A kiviteli tervek tartalmi követelménye előregyártott elemek esetén

Az előregyártott szerkezeteket alapvetően két rajzi formában lehet megjeleníteni.

- a) Egyéb tartószerkezeti elemekkel együttesen ábrázolva;

b) Egyéb tartószerkezeti elemektől elkülönülten ábrázolva.

Mindkét megjelenítési forma elfogadott. Ezek közül alapvetően az épülettípus, illetve az aktuális megrendelői és társtervezői adatszolgáltatási szint alapján lehet a megfelelőt kiválasztani. A mai eszközökkel (pl. BIM, de egyáltalános CAD programban is) megoldható az utólagos elkülönítés, viszont sokkal hatékonyabb és konzekvensebb a kiviteli tervezés feladata, ha végig egyben kezeli a generál a különböző szerkezeteket. Dokumentálni bizonyos esetekben az elkülönített ábrázolás lehet célszerű.

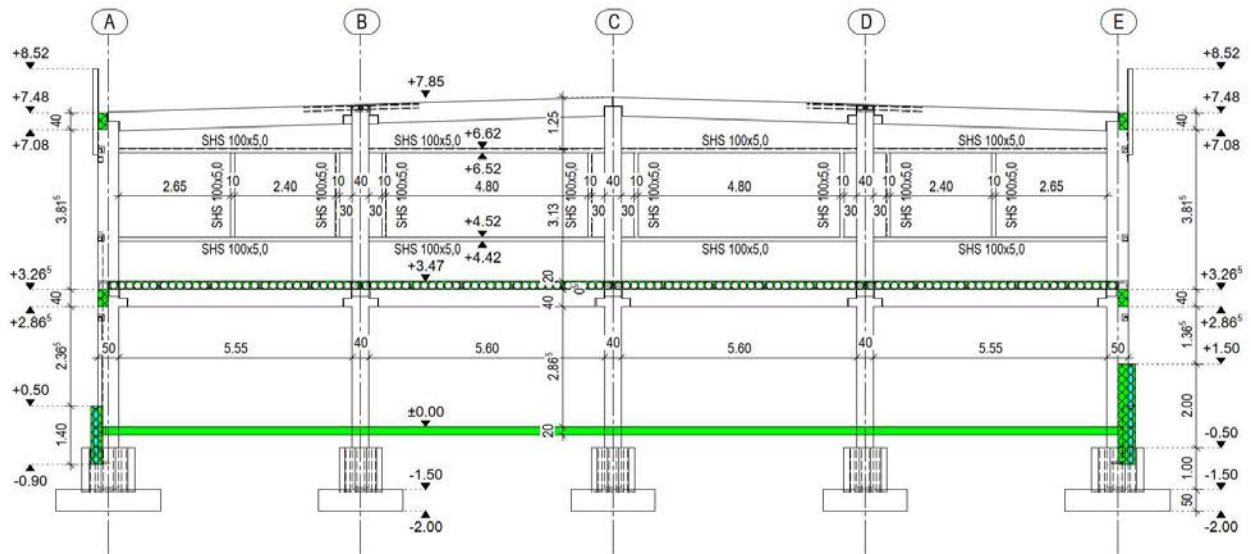
6.4.2.1. Együttes ábrázolás

Ebben az esetben a vízszintes és függőleges előregyártott vasbeton szerkezeti elemek az egyéb tartószerkezeti elemekkel közös tervlapon kerülnek ábrázolásra. Az **M-6.3.** melléklet egy alapozási tervi mintát mutat be, amely szemlélteti a szükséges, az információt nem ismételtető, az eltérő részeket kiemelő rajzi formát. A tervlapokra bontás a monolit és hagyományos szerkezetek esetében megszokott módon magassági- és alaprajzi szempontok szerint valósul meg. Jellemző tervlapok és az azokon magadásra kerülő jellemző szerkezeti elemek:

- Alapozási terv (monolit fejtömbök és talpgerendák, sávalapok, előregyártott vb. kehelynyakak);
- Padlószinti szerkezetek terve (pillérek, padló, lábazati panelek, dokkolók). Ez összevonható az alapozási tervvel;
- Földszint feletti födém terve (födém gerendák, födémpanelek, kiegészítő monolit födémrészek, koszorúk, tartószerkezeti falak és kiváltók);
- További közbenső födémek tervei;
- Tetőszerkezet terve (egy. vb. tartógerendák, tetősíki merevítő rendszerek);
- Metszetek (függőleges merevítés, egyéb csatlakozó kiváltó szerkezetek);
- Összeállítási terv (általános műszaki terv, pozíciós terv). Egyes elemek tervei, ha azok a pozíciós tervekből egyértelműen nem állapíthatók meg. Lásd [1] 10.9.4.2. fejezet.

Együttes ábrázolási mód előnyei:

- Átlátható szerkezeti kapcsolódási pontok az egyéb szerkezettípusokkal;
- Kevesebb tervlap miatt átláthatóbb dokumentáció;
- A mai eszközökkel (pl. BIM, de egyáltalános CAD programban is) megoldható az utólagos elkülönítés. Hatékonyabb és konzekvensebb a kiviteli tervezés feladata, ha végig egyben kezeli a generál a különböző szerkezeteket;
- Generáltervezői szinten egységesebb, a különféle szerkezeti rendszereket egybefogó ábrázolás.



71. ábra: Szerkezetek együttes ábrázolása metszeten

6.4.2.2. Elkülönített ábrázolás

Sok esetben előnyösebb az egyéb szerkezeti elemektől elkülönülten ábrázolni az előregyártott vasbeton szerkezeteket. Ilyen esetekben az előregyártott szerkezetek gyártmányterveire jellemző kialakítással külön tervfejezet készül a tartószerkezeti tervcsomagon belül.

A gyártandó elemek alaprajzi elhelyezkedését mutató kiosztási terv készül a különböző szerkezetípusok mindegyikére külön-külön. Ezek:

- Kelyhek;
- Pillérek;
- Külön az egyes szinti födémgerendák;
- Külön az egyes szinti födémpanelek;
- Tetőszerkezet (főtartó és szelemen ábrázolható külön közös terven, vagy külön).

A kiosztási terveken megjelenített elemek szerelvényezettségét és magassági elrendezését szükség szerinti mennyiségű kiegészítő terven lehet ábrázolni:

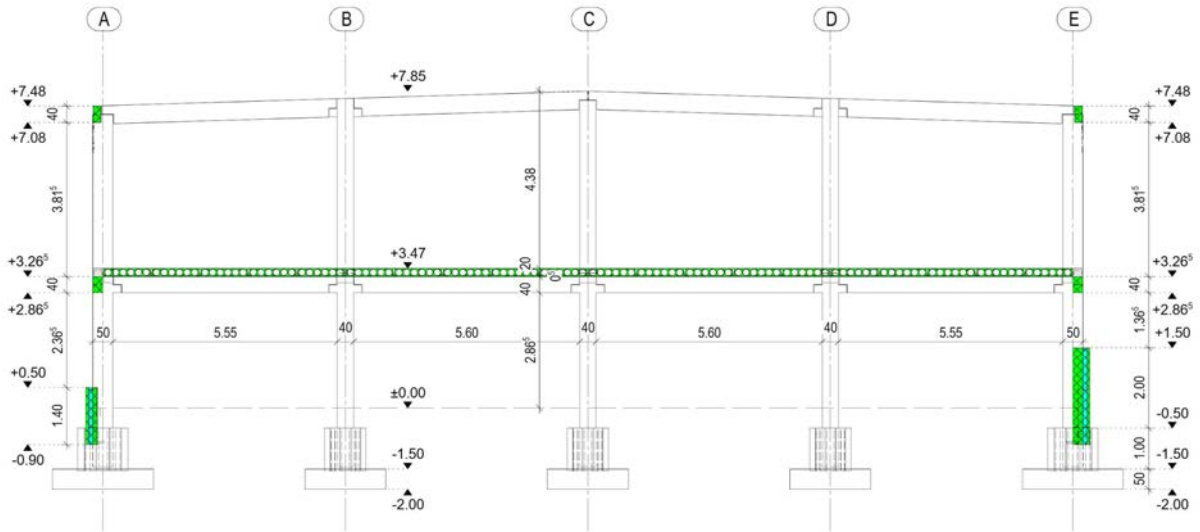
- Elemtervek* (kiviteli terv szintű);
- Metszetek;
- Csomóponti rajzok;
- Szerelvénytervek.

Elkülönített ábrázolási mód előnyei:

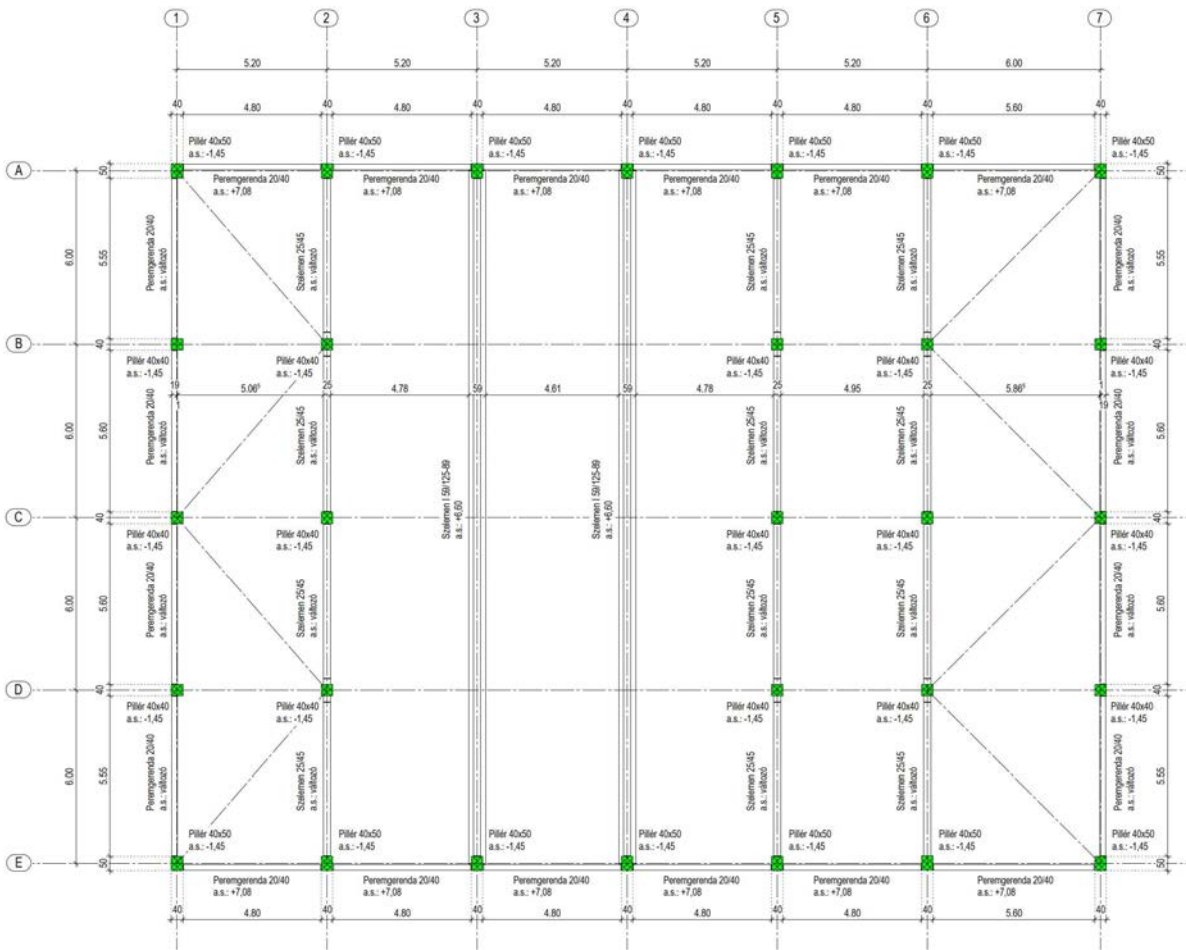
- Véglegesen kialakult egyéb szerkezeti megoldásoktól függetlenül véglegesíthető a kiviteli terv lezárásakor;
- Letisztult adatszolgáltatás előregyártott vasbeton szerkezetek gyártmánytervezője felé;
- Jól szolgálja a tényleges megvalósulás során építés fázisok követését, mert a gyakorlat szerint az alapozási szerkezetek elkészültét követően előállított padló szerkezeti alaprégekről történő előregyártott váz szerelés önálló alvállalkozókkal történik úgy,

hogy az adott területen (épület, épület szakasz, dilatációs egység ...) jellemzően más építési tevékenység nem folyik, sőt biztonságtechnikai okokból nem is folyhat;

- Szerkezettípusonként megbontható tervezési feladat.



72. ábra: Előregyártott szerkezetek ábrázolása elkülönített formában metszeten



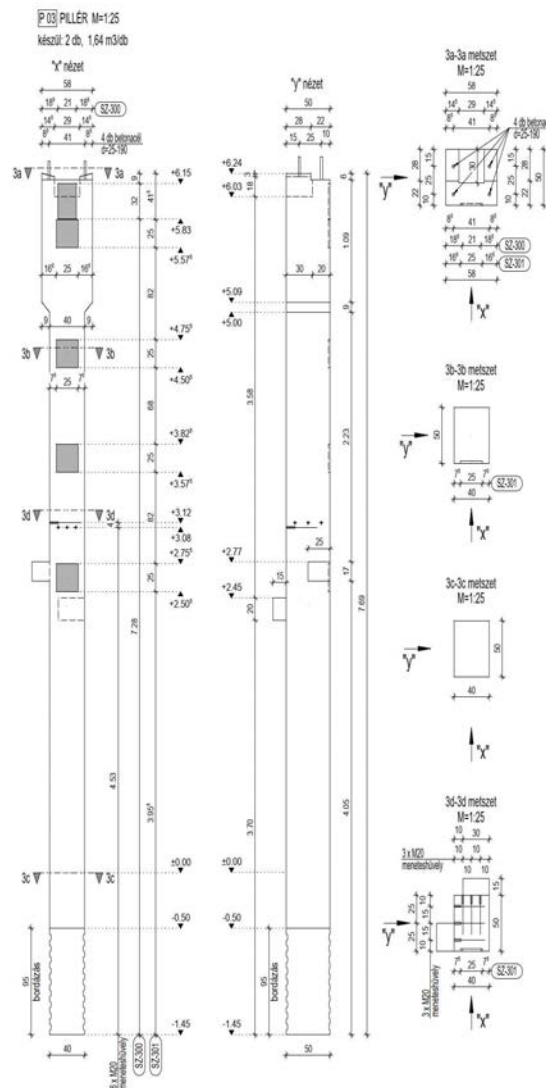
73. ábra: Előregyártott szerkezetek ábrázolása elkülönített formában tetőalrajzon

6.4.3. Elemtervek

A [1] 10.9.4.2. fejezet második pontja szerint az **összeállítási terv (pozíciós terv)**: „*valamennyi elem és a teljes szerkezet összeépítése és geometriai adatai, elrendezése, összeállítása, feltüntetve az egyes elemek anyagminőségének egyértelmű, beazonosítható meghatározását, a figyelembe vett hasznos terheket, az esetlegesen szükséges tűz- és korrózióvédelemre való hivatkozásokat. Az elemterv: "ha azok a pozíciós tervekből egyértelműen nem állapíthatók meg."*

Az előbb megfogalmazottak alapján az egyes elemekről elemterveket olyan esetben célszerű készíteni, amikor a sűrű szerelvényezettségi igény érhetőbben és egyértelműbben megadható az elemeken történő ábrázolással. Ilyenkor ajánlott az elemekhez közel eső rasztertengelyeket is ábrázolni és a szerelvényeket a tengelyekhez képest (is) kótázni. Minden esetben figyelembe kell venni, hogy az elemek csatlakozási csomópontjai a végleges gyártmánytervezéskor módosulhatnak, így kerülni kell azon méretvonalak használatát, amik a módosítható főpontokhoz való távolságokat mutatnak. Ilyen általában a gerendák vége, ugyanis az az elhelyezési hézag módosulásával változhat. Lásd 6.4.6 pontot és kapcsolódó ábrákat.

Összefoglalva: a generál statikus tervnek valamilyen formában minden olyan adatot tartalmaznia kell, ami alapján a gyártmányterv kompletten elkészíthető.



74. ábra: Előregyártott pillér ábrázolása kiviteli terven nézetekkel, metszetekkel és szerelvény pozíciókkal

6.4.4. BIM (Building Information Modeling)

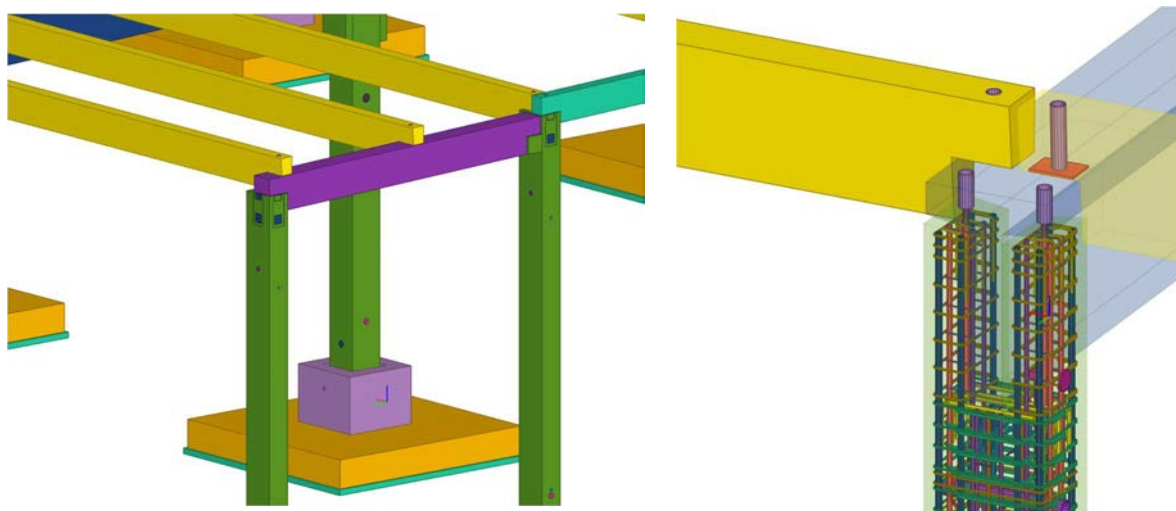
A széleskörű 3D tervezési megoldások alkalmazásával az egyes tervezési szakágak, illetve az építési projekt egyéb résztvevői közti kommunikáció egységesítésére szabványosításra került a modellépítés. Ezen elvek mentén készülő egységes 3D modell elkészítés majd az építmény teljes életútján át történő kezelésének folyamatával foglalkozik a BIM.

A BIM használata a tervezésben nagyobb beruházásoknál elkerülhetetlen, ma már jellemzően az építtető által előírt követelmény. Állami, közbeszerzéses beruházások esetén erről a 31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet az építményinformációs modell (BIM) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről rendelkezik.

Forrás: [31/2024. \(VIII. 22.\) ÉKM rendelet az építményinformációs modell \(BIM\) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről](#) - Wolters Kluwer - Minden jog fenntartva!

Számos előnye miatt a BIM modell kezelésébe fektetett energia megtérül, de a tervezési folyamatban ehhez számottevő plusz munkát kell befektetni a hagyományos tervezési eljárásához képest. Tervezési adatszolgáltatásként is alkalmazható modellek készíthetők, azonban ezzel kapcsolatos kiforrott, szabályozott eljárás hazánkban még nem alakult ki, eseti megegyezés szerint alkalmazható. A hazai gyártmánytervezésben hosszú ideje alkalmazott 3D tervezésnek köszönhetően a közös (kiviteli tervező-gyártmánytervező között) modell alkalmazására az esetek többségében van lehetőség. A különböző építési fázisokhoz tartozó követelményszinteket határoztak meg [33].

- **LOD 100:** Szimbolikus modell, az elemek létezését jelzi, de formájuk, méretük és pontos helyük nem meghatározott.
- **LOD 200:** Vázlatos modell, az elemek hozzávetőleges méretét, formáját és elhelyezkedését mutatja.
- **LOD 300:** Részletes modell, az elemek mérete, formája, elhelyezkedése és tájolása pontosan megfelel a valóságnak.
- **LOD 350:** Építési dokumentáció, az elemek a környező elemekkel együtt, pontosan a helyükön vannak ábrázolva.
- **LOD 400:** Részletes kivitelezési modell, minden kivitelezéshez szükséges információt tartalmaz, beleértve a mennyiségeket, az összetettséget és a gyártási részleteket is.



75. ábra: 3d csarnok részletpilléren acélszerelvényrel, villámvédelmi szerelvényekkel, az elemek vasalásával

31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet az építményinformációs modell (BIM) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről az állami beruházások rendjét szabályozza. A tervezés követelményeinek aktuális meghatározása [1] átdolgozásával folyamatban van.

6.4.5. Raszter

Az előregyártott vasbeton szerkezeteket tartalmazó szerkezetek esetében különösen fontos az előrelátó raszterháló felvétel. Alapvető vezérelv szerint a raszter a főbb (elsősorban függőleges) szerkezeti elemek kitüntetett pontjain (pl. oszlopok tengelyvonalának vízszintes vetülete) átmenő alaphálózat, mely a létesítmény teljes életútján keresztül változatlan kialakításban teszi egyértelművé az egyes elemek relatív pozícióit és segíti a tervezést, majd kivitelezéskor az elemek kitűzését és elhelyezését. Fontos, hogy a raszterosztás, és így a szerkezet kiosztása a lehető legszabályosabb legyen, ami nagyban elősegíti a tervezést, gyártmánytervezést, azok ellenőrzését, majd a gyártást és a helyszíni szerelést is.

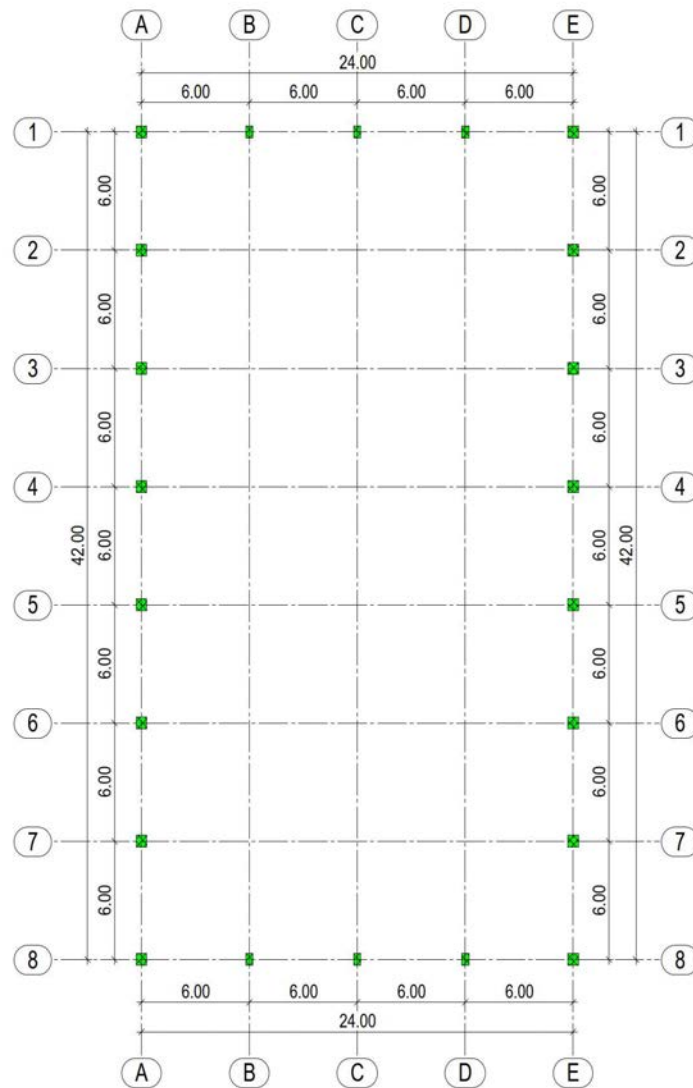
Rendszerint a kétirányú osztású tengelyháló egyik irányú tengelyeit a sztenderd ékezetek nélküli betűkkel, másik irányúakat arab számokkal jelöljük. A két irány jelöléseinek felvételekor érdemes a több tengelyt tartalmazó irányt jelölni a számokkal. Lehetséges a főrasztereket és alrasztereket csoportosítani (A.1, A.2... B.1, B.2; 1.1, 1.2... 2.1, 2.2) azonban szem előtt kell tartani, hogy későbbi tervezési fázisban a szerkezeti rendszer akár módosulhat. Ezért a csoportosítást csak abban az esetben ajánlott használni, amennyiben a vázrendszer kialakítása valamilyen okból kötött.

A raszterosztás felvételekor törekedni kell az egységes osztásközök kialakítására (jellemző raszterosztás a 6 m és 6 m-nek a többszöröse). Kerülendő a felcserélhető méretek egyidejű használata: 4 x 6,32 m, majd 3 x 6,23 m. Raszterközöket 5cm-re kerekre ajánlott felvenni.

A tervlapokon a raszterosztást minden esetben kótázni szükséges! Az egyes szerkezeti elemeket, áttöréseket, szerelvény pozíciókat lehetőleg minden esetben a raszterhez szükséges kótázni, ugyanis ez az egyetlen olyan tájékozási ponthalmaz, ami egységes a szakágak között.

További irányelvek raszter felvételhez:

- A raszterosztást egységesítsük, kerüljük az összekeverhető méreteket;
- A raszter legyen egységes minden tervlapon, tervfázisban és minden társtervezőnél is;
- A raszterközöket minden tervlapon kótázzuk, ellenőrzéshez összkótát is alkalmazunk.



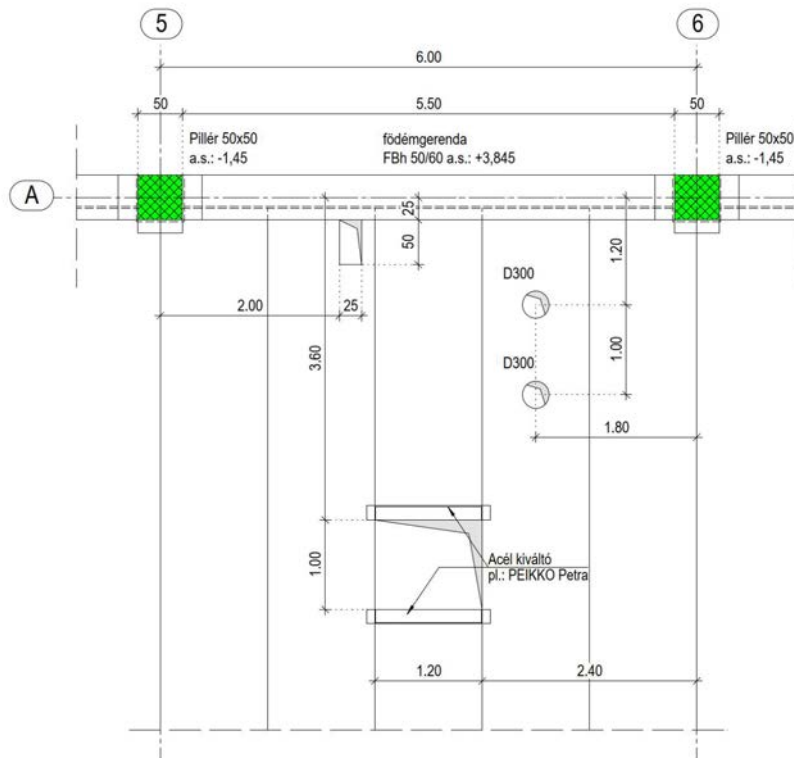
76. ábra: Raszter ábrázolási minta

6.4.6. Áttörések jelölése

A szerkezeti elemekbe kerülő vízszintes áttöréseket (jellemzően gerendaáttörések) alaprajzi elrendezésben, az érintett elemet ábrázoló födémterven, vagy kiosztási terven jelölni szükséges. Szögletes áttörések esetén annak fő pontjait, kör alakú áttörés esetén annak középpontját és átmérőjét szükséges megadni fix elemtől méretezve (lehetőleg raszter tengely).

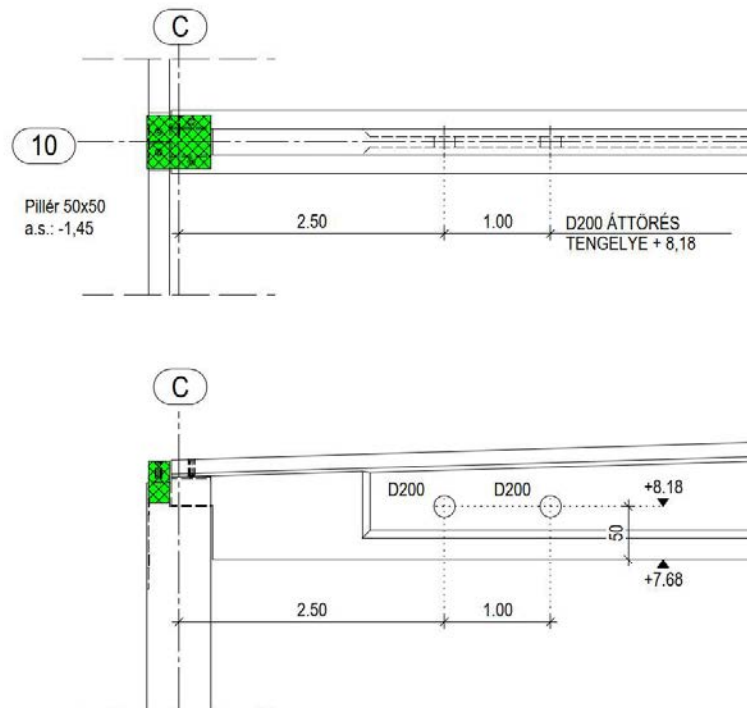
Alaprajzi megadás esetén az áttörések feliratában jelezni szükséges az alsó síkot vagy a tengely magasságát.

FÖDÉMÁTTÖRÉS JELÖLÉSE ALAPRAJZON



77. ábra: Födémáttörés jelölése alaprajzon

GERENDAÁTTÖRÉS JELÖLÉSE



78. ábra: Gerendaáttörés jelölése

6.4.7. Szerelvények megadása

Az előregyártott vasbeton iparágban kétféle szerelvény csoportot különböztetünk meg.

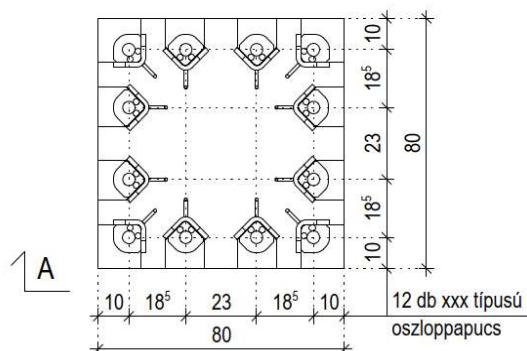
6.4.7.1. Típus szerelvények

Amennyiben kereskedelmi forgalomban kapható szerelvény betervezése szükséges a kiviteli tervben, azt minden paraméterével együtt szükséges megadni. Amennyiben valamilyen paraméter nem kerül megadásra, az azt jelenti, hogy az adott paraméter a teherbírás és megrendelői igény szempontjából nem releváns, így azt gyártmánytervező saját belátása szerint a beépíthetőség, beszerezhetőség, ár szempontok alapján szabadon felveheti.

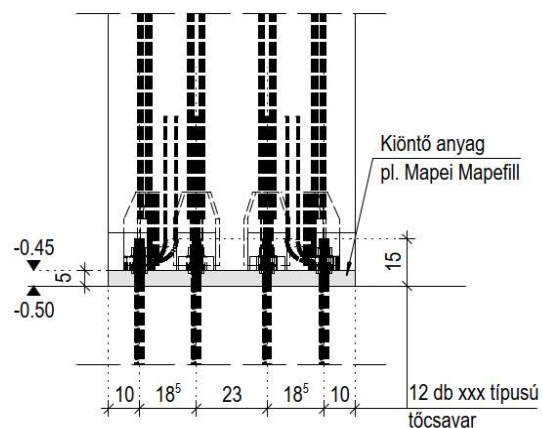
A megvásárolható szerelvények megadásakor jelölni szükséges a típus kiválthatóságát. Külön nyilatkozni szükséges abban az esetben, amennyiben az adott gyártó által forgalmazott elem kötött és annak kiváltása nem engedélyezett, vagy az, ha a kiváltás jóváhagyáshoz kötött. Minden egyéb esetben a kiváltás a paraméterek igazolását követően automatikusan elvégezhető.

OSZLOPPAPUCS MEGADÁSA

ALAPRJAZ

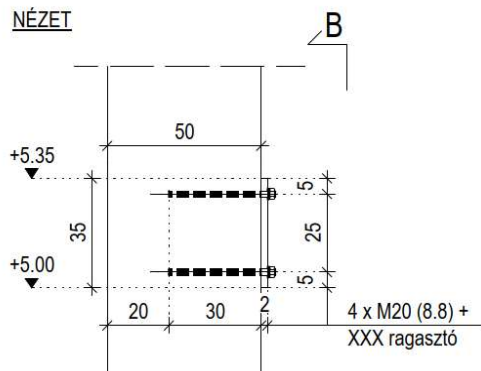


METSZET A-A

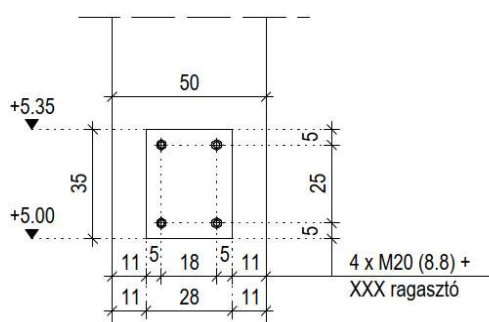


DÜBELEZÉS MEGADÁSA

NÉZET



METSZET B-B



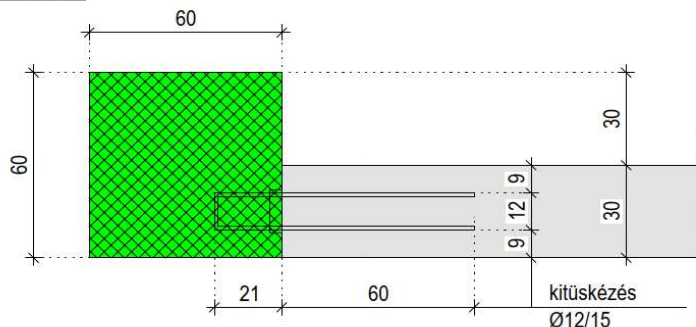
AZ ALÁBBI ADATOKAT SZÜKSÉGES MEGADNI:

- Ragasztó típusa: pl. HILTI HIT RE-500
- Furatmélység: 30 cm
- Furatátmérő: 24 mm

79. ábra: Oszloppapucs és dübelezés megadása

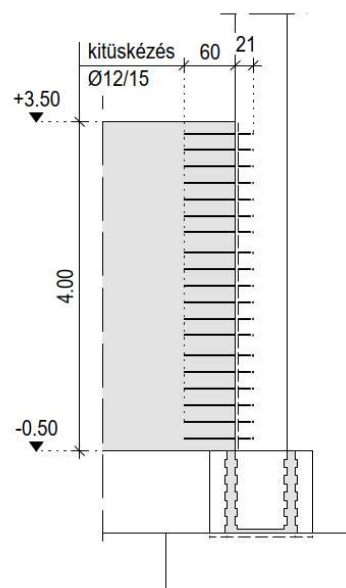
PILLÉR KITÜSKÉZÉS MEGADÁSA

ALAPRJAZ



AZ ALÁBBI ADATOKAT SZÜKSÉGES MEGADNI:

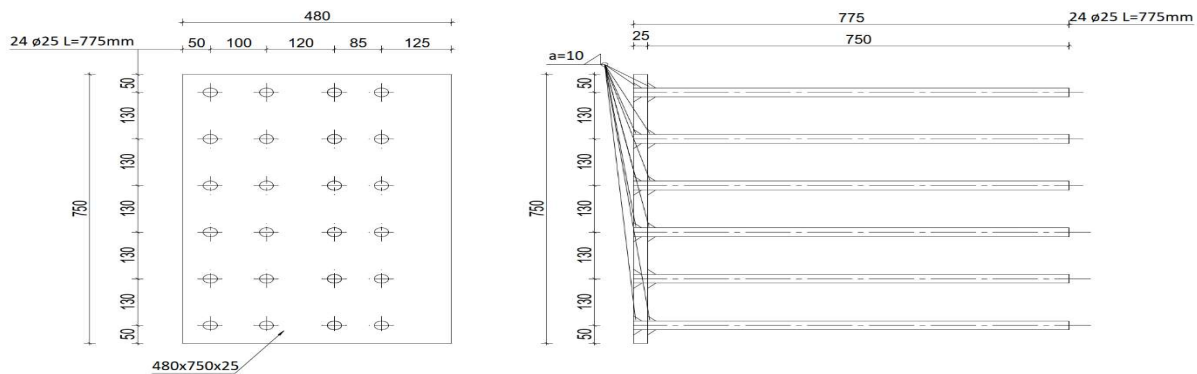
- vasátmérő és osztás Ø12/15
- kiállási hossz a 2. ütemű betonozáshoz pl. 60 cm
- maximális szélesség pl. 12 cm
- kitüskézés hossza pl. 4.00 m



80. ábra: Pillér kitüskézés megadása

6.4.7.2. Egyedi vagy egyedileg, gyártott szerelvények

Egyedileg gyártott szerelvények esetén szükséges megadni az elemek csatlakozó felületének minimális méretét, homloklap minimális vastagságát, lehorgonyzó lábak tekintetében pedig azok méretét-kiosztását és a lehorgonyozni szükséges mértékadó igénybevétel(ek)t.



81. ábra: Egyedi szerelvény kiviteli tervi mintarajza

6.4.8. Elemszámolás a tender és a kiviteli terven

Az előregyártott vasbeton szerkezeteket a beazonosíthatóság és a későbbi hivatkozásokhoz elemjelekkel szükséges ellátni. Alábbi elemszámolásra részletezettség szempontjából két lehetőség van az alábbi alpontok szerint.

6.4.8.1. Elemcsoportok jelölése

Főbb geometriai kialakítás alapján megkülönböztetett elemcsoportokat jelöl a terv. Külön elem jelet csak abban az esetben használ a terv, amennyiben különbözik az elem:

- Geometriai kialakítása (keresztmetszet, hossz);
- Terhelése jelentősen (több mint ± 10 %-kal) eltér az elemcsoport jellemző terhétől. Ilyen esetben javasolt – különösen a gyártmánytervezési fázisban – olyan vizuálisan is megkülönböztethető sajátossággal is ellátni, ami a gyártási és az építési helyszínen, valamint a későbbiekben is megkülönbözteti a vele azonos geometriájú elemtől (pl. egy kisebb átmérőjű csőhüvely, acéllemez szerelvény ...);
- Eltérő elrendezési terven jelenik meg.

Nem szükséges megkülönböztetni az elemeket, amennyiben eltérés csak az alábbiakban mutatkozik:

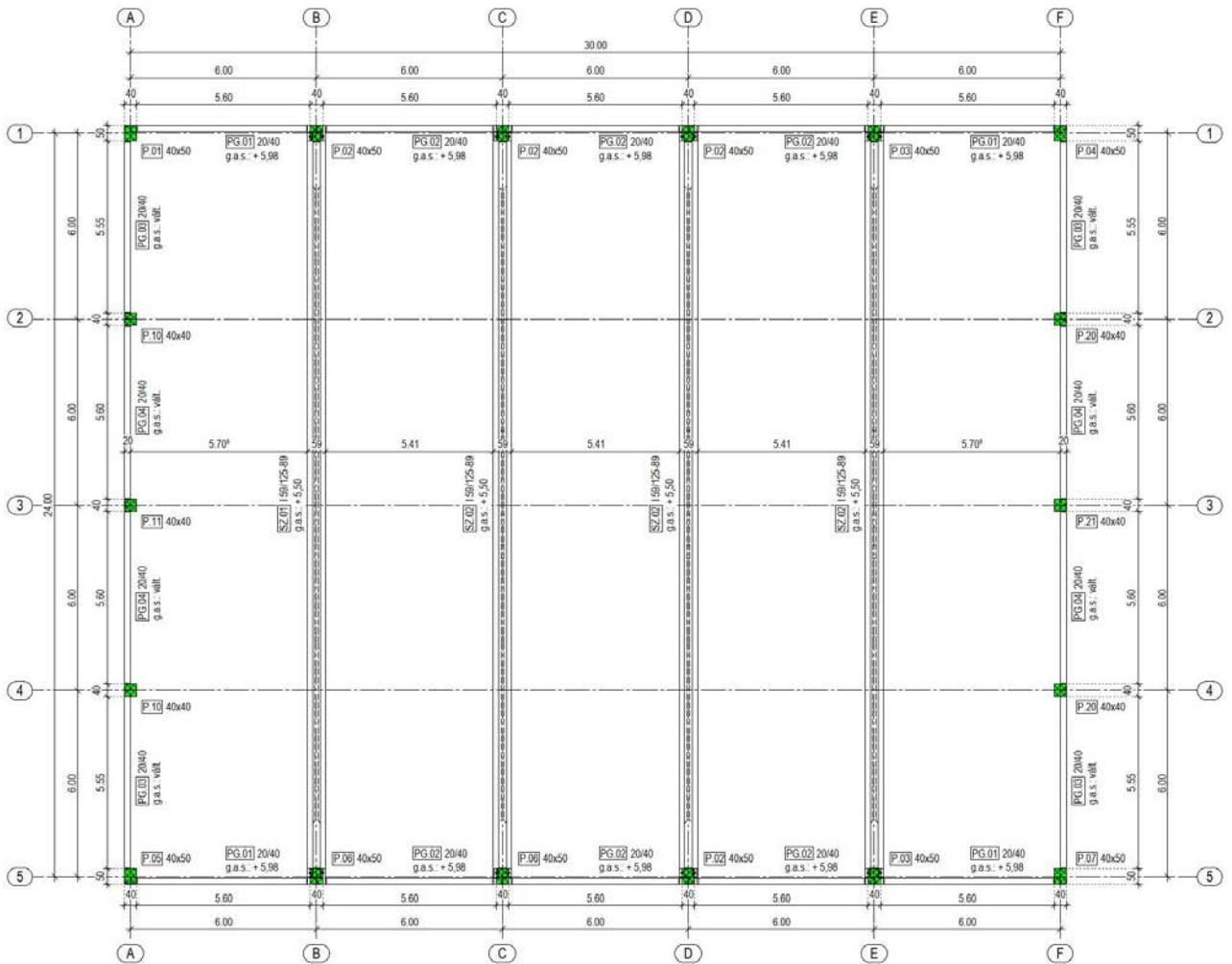
- Szerelvényezettség (de csak amennyiben ez más módon jelölésre kerül!);
- Hosszváltozás csak kismértékű (kisebb mint 5%);
- Elemvégek csak az eltérő csatlakozási csomópontok miatt különböznek.

Ajánlott elnevezési formátum: előtag.elemszám (pl.: FG.01).

Nem szabad a gyártmánytervezésben Magyarországon szinte kizárólagosan használt 4-jegyű elnevezési rendszert használni a generál terveken, mert a későbbi gyártmánytervezés fázisában ez félreértésekhez vezet!

Ajánlott előtagok:

- K: Kehely (pl.: K.01);
- P: Pillér (pl.: P.01);
- FG: Födémgerenda (pl.: FG.12);
- PG: Peremgerenda (pl.: PG.06);
- SZ: Szelemen (pl.: SZ.08);
- FT: Főtartó (pl.: FT.05).



82. ábra: Tetőalrajz kiviteli tervi minta rajza

6.4.8.2. Elemtervi megkülönböztethetőség alapján

Ebben az esetben minden elemet külön elemjellel kell megjelölni, ami bármilyen módon különbözik. Célszerű ebben az esetben is kerülni a gyártmánytervezésben használt 4-jegyű elnevezési rendszert, kivéve abban az esetben, ha a kiviteli tervek készítésekor a gyártó vállalkozó és az általa használt elnevezési rendszer ismert.

6.4.9. Kiegészítő tervi elemek

6.4.9.1. Rajzcímke, rajzpecsét vagy tervpecsét

A rajzcímke (tervpecsét) formai előírásait az [1] 4. pontja A-K. alpontokban és a 10.10. fejezete részletesen tartalmazza. A rajzcímét a hazai gyakorlat szerint a generál tervező (leggyakrabban az építész) készíti el, és küldi meg a szakágaknak. Sajnálatosan rendre nem adhatók meg benne az [1] 4. pontja G. alpontban meghatározott „tervező munkatárs, szerkesztette, ellenőrizte” közreműködők neve. Törekedni kell, hogy bekerüljön. Nem csak felelősség miatt lényeges, hanem a tervezői jogosultság kérelmezésekor ez lehet a kérelem alapja.

Az információk között találhatóak olyan elemek, amelyek a tervhasználat során kiemelt jelentőséggel bírnak, így a tervpecsétben hangsúlyosan érdemes szerepeltetni.

- A létesítmény megnevezése;

- Tervlap száma;
- Tervlap megnevezése;
- Tervlap revíziószáma;
- Tervlap jelen kiadásának dátuma.
- Szakág megjelölése (Tartószerkezeti);
- Tervfázis megjelölése (engedélyezési, tender, kiviteli).

6.4.9.2. Jelkulcs

Az egyes szerkezeti elemek könnyebb elkülöníthetősége és a későbbi félreértések elkerülése érdekében fokozott figyelmet kell fordítani az egyes elemek anyagjelölésére. Az előregyártott- és monolit vasbeton szerkezetek megkülönböztettségéhez külön metszeti jelölést (kitöltés, sraffozás) szükséges használni. Ezt a jelölést a terveken jelkulcs formájában ismertetni szükséges.

<u>ANYAGJELÖLÉSEK:</u>	
Előregyártott vasbeton	
Monolit vasbeton	
Tégla falazat	
Padló	
Hőszigetelés	

83. ábra: Anyagjelölés javaslatok a különböző anyagú szerkezetek megkülönböztettségéhez

6.5. Csomópontok ábrázolása, és jellemző megoldások ismertetése

Ez a fejezet az ábrázolás bemutatásán túl tartalmaz elterjedt csomóponti részleteket, amelyek műszaki megoldásához kapcsolódóan annak kivitelezési és modellezési sajátosságaira is felhívja a figyelmet.

6.5.1. Csomóponti kidolgozottság részletezettsége

Az iparágban bevett csomóponti megoldások léteznek az általában előforduló szerkezeti csatlakozások kialakítására. Olyan esetben, amikor ezektől eltérő megoldást szükséges alkalmazni, vagy amikor a bevett kialakítási módok közül egy bizonyos mód alkalmazása Megrendelői/Tervezői igény, külön csomóponti rajzokat szükséges kiadni.

Fontos tervezési elv a csomópontok tekintetében, hogy a generál-statisztikus tervezőnek az általánostól eltérő csomópontok esetén a rajzi kidolgozottság mellett a csomópont viselkedési módját is egyértelműen és világosan meg kell meghatározni. Ez a rajzi ábrázolást kiegészítve, vagy önállóan szöveges leírás is lehet.

Például:

- Befogott kapcsolat kialakítása szükséges. Gerenda alsó és felső éle is rögzítendő a pillérhez;
- A gerenda pillérhez rögzítésénél csuklót tételeztünk fel, csúszás nem megengedett.

- Amennyiben csuklós csomóponti kapcsolat kialakítása a cél, úgy a gerenda felső felénél az a pillérhez hegeszthető, a gerenda alsó élénél ezért gerendatengely irányú csúszást kell biztosítani;
- A gerenda pillérhez rögzítésénél csuklós kialakítás a cél, a gerenda felső felénél gerendatengely irányú csúszást kell biztosítani, a gerenda alsó támaszvonálánál (vagy annak közeli pontján) ezért fix megfogást kell biztosítani;
- Hőmozgás miatt a csomópontnak X irányba +5/-10 mm-t kell tudnia mozognia;
- Hőmozgás miatt a csomópontnak X irányba +10/-10 mm-t, Y irányba +/-5 mm-t kell tudnia mozognia.

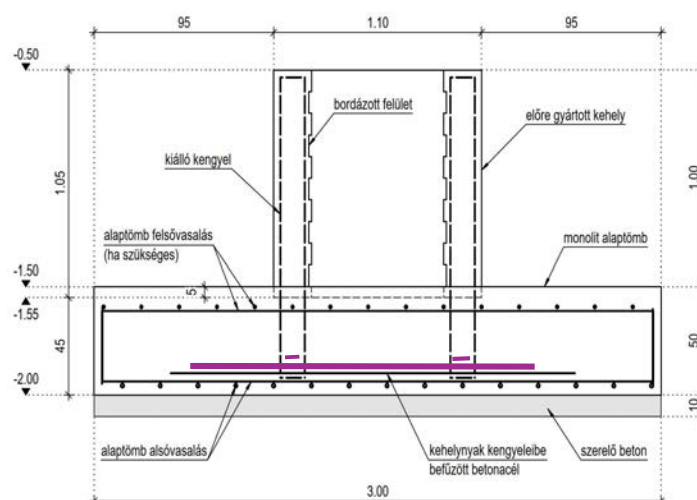
Ezekon a rajzokon meg kell jeleníteni minden olyan szerkezeti elemet, ami a kapcsolat viselkedését tartószerkezeti szempontból befolyásolhatja.

A kapcsolat minden gyártmánytervezésre kerülő eleme esetében meg kell adni a pontos kialakítást (betonacélok átmérője, helyzete, acél szerelvények geometriai méretei, anyaga, hegesztések mérete és egyéb jellemzője), vagy a méretezéshez közvetlenül felhasználható igénybevételeket (pl.: konzolrők, bebetonozott acélszerelvény bekötőlábaira ható erők, tájolótüskére (dorni) ható erő stb.).

Az előregyártott vasbeton vázas épületekben is viszonylag sok egyéb anyagú szerkezeti elem létesül (előtető, kiváltók és egyéb másodlagos tartószerkezeti elemek). Ezen elemeket alapvetően hegesztett-, vagy utólag dűbelezett kapcsolattal lehet a vasbeton elemekhez kötni. Minden olyan esetben célszerű a dűbelezett megoldást választani, ahol nem egységes szerkezeti kiosztás alakul ki (pl.: csak bizonyos pillérekben szükséges nyílaskiváltó) és ezt az igénybevételek, valamint a vasalási rendszer megengedik.

6.5.2. Kehely – alaptömb

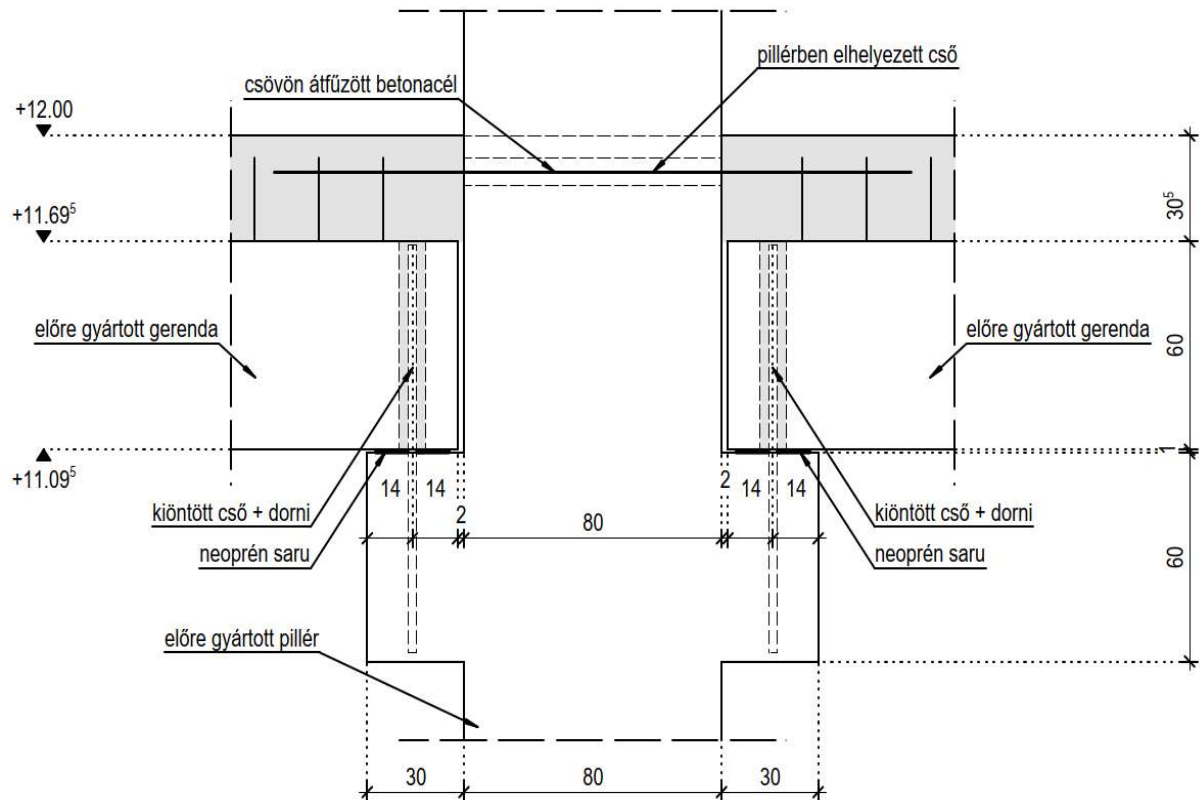
Az előregyártott vasbeton vázas szerkezetek jellemzően vasbeton kehelynyakak segítségével kapcsolódnak a monolit vasbeton tömbalaphoz. A kehelynyakakat az alsó síkon kiálló betonacél kengyelekkel készítik, melyek a tömbalappal való kapcsolatot biztosítják. A kehelynyakat ritkán a tömbalap vasszerelése előtt, vagy közben, az alsó háló beszerelése után szokás elhelyezni. A tömbalapot csak a kehely beállítását követően lehet kibetonozni!



84. ábra: Kehely kengyelezés kiviteli terven megadandó vasalásának ábrázolása

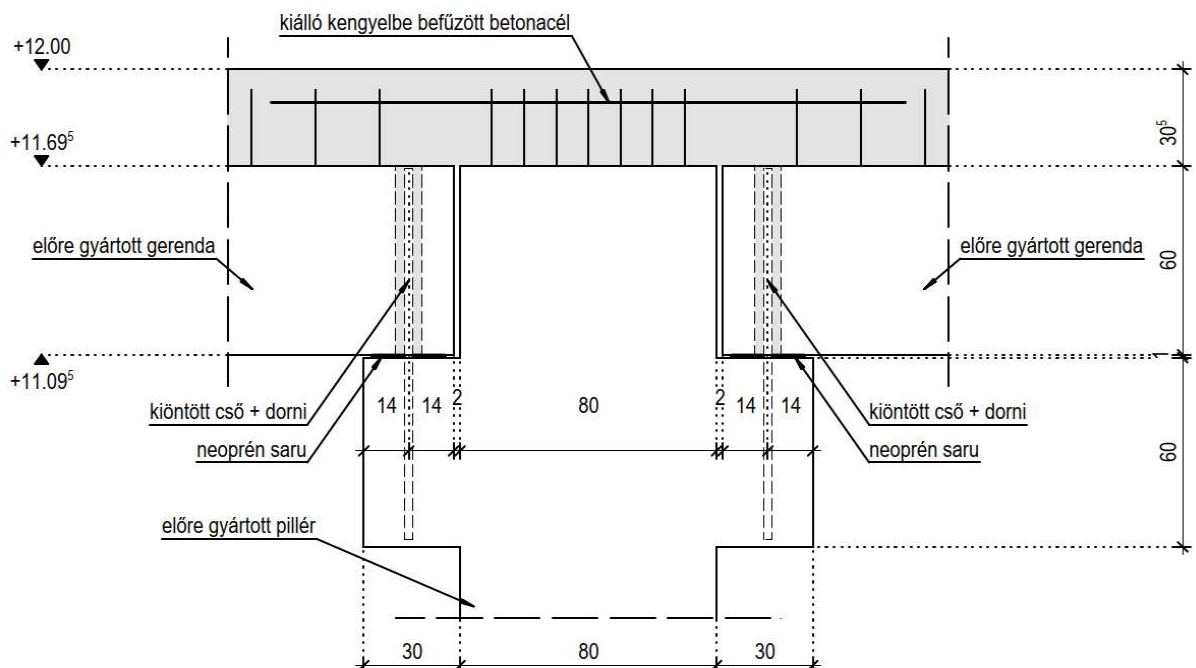
Az ábrán lilával lettek jelölve a kehely kengyeleinek alsó sarkaiba helyezendő vasak. A kehelynyak kengyeleibe befűzött betonacélt a kiviteli terven (**nem a gyártmányterven!**) kell szerepeltetni. Javasolt

KOSZORÚ ÁTVEZETÉS - PILLÉRBE HELYEZETT CSÖVÖN KERESZTÜL



86. ábra: Koszorú átvezetés - pillérbe helyezett csövön keresztül

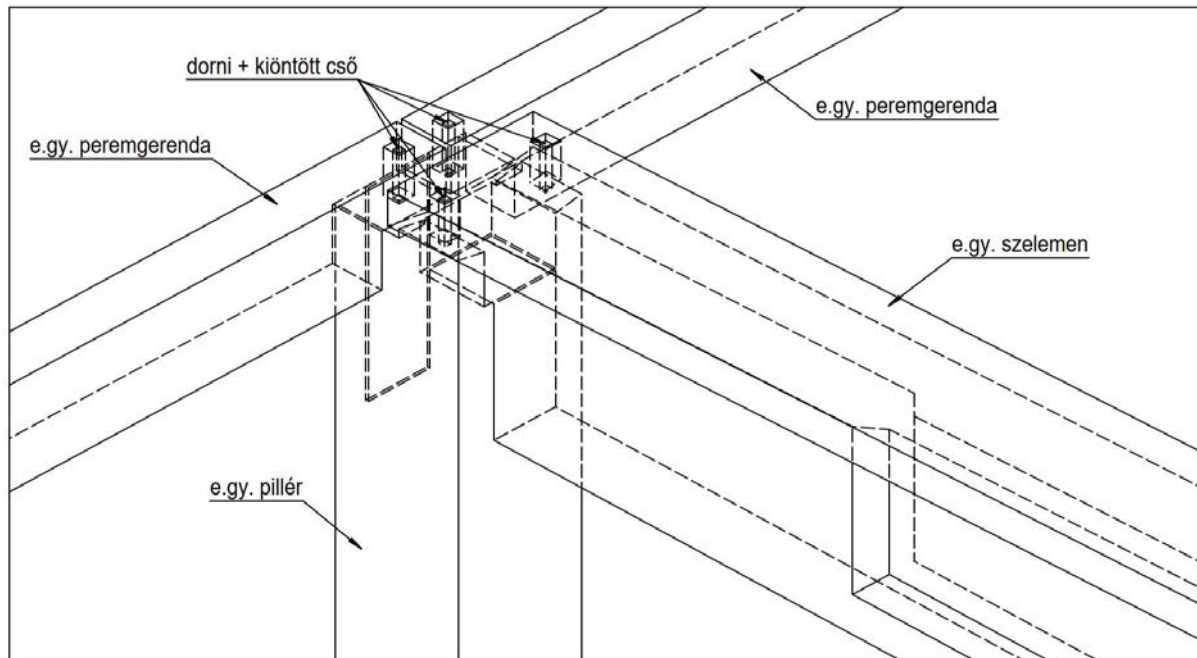
KOSZORÚ ÁTVEZETÉS - PILLÉR TETEJÉBŐL KIÁLLÓ KENGYEL



87. ábra: Koszorú átvezetés - Pillér tetejéből kiálló kengyel

6.5.5. Pillér – tetőgerenda

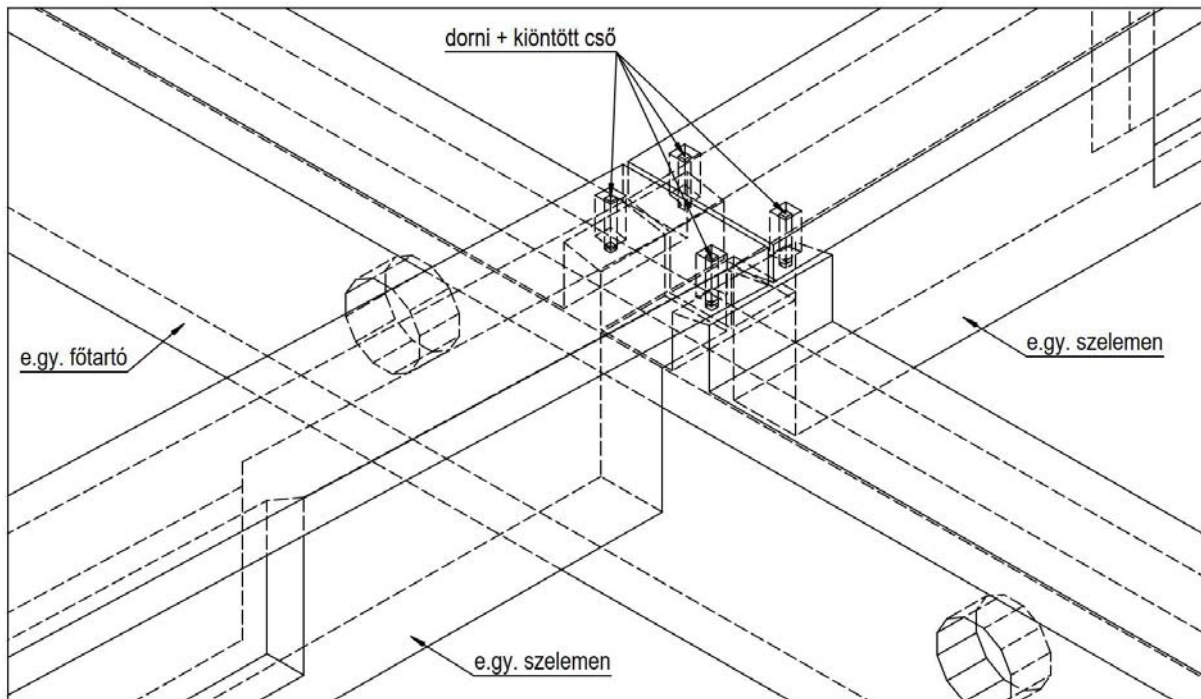
A tetőgerendák jellemzően I-, vagy T- keresztmetszetű gerendák, melyek fogadására a pillérek (gerenda szélességtől függően) villás-, vagy normál konzolos pillérfejekkel készülnek.



88. ábra: Pillérfej peremgerendákkal és beharapott végű főtartóval

6.5.6. Főtartó - fiókgerenda (lágfedés)

A lágfedéssel (acél trapézlemez vagy szendvicspanel) tervezett tetőszerkezetek sok esetben hosszú- vagy rövidfőtartós elrendezésben kerülnek kialakításra. Az ilyen esetekben kialakuló csomóponti megoldás a fiókgerenda végkialakításától, az pedig annak a keresztmetszetétől függ. Fontos minden esetben a kapcsolatot biztosító tájolótüske (dorni) teherbírásának igazolhatósága. Ehhez vagy a méretezést szükséges elvégezni, vagy a méretezéshez használandó igénybevételt kell megadni. Ez a csapos kapcsolat korlátozott teherbírású. Amennyiben szükséges, úgy egyedi acéllemezes kapcsolatot kell tervezni, amelynek a hátránya a magas építéshelyszíni munkaigény, és rossz munkavégzési feltételek (kosaras kocsiban, időjárásnak kitett helyzetben, hegesztési feltételek biztosítása nehézségbe ütközhet).



89. ábra: Főtartó villájába beülő beharapott végű szelemenek kapcsolata.

6.5.7. Főtartó - fiókgerenda (vasbeton födém)

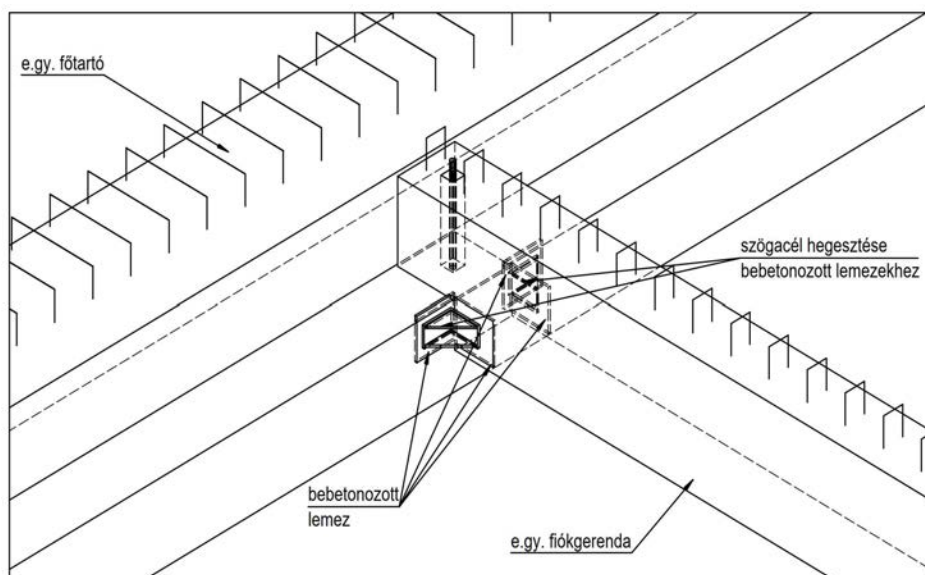
A szilárd (vasbeton) födémek esetén is alapvetően a fiókgerenda végkialakítása döntő a megfelelő csomópont kiválasztásakor.

A fiókgerendák készülhetnek:

- Tömör véggel;
- Kiharapott véggel;
- Acélkonzol alkalmazásával.

A főtartó-fiókgerenda kapcsolódhat azonos felső síkkal (kedvezőbb), vagy egymásra ülés esetén magasabb fiókgerenda felső síkkal.

Aszimmetrikusan terhelt födémgerendák esetében minden esetben meg kell oldani a csavarási igénybevételek átadását a megtámasztó szerkezet felé. Itt általában hegesztéses, vagy dűbelezett kapcsolatokat szükséges kialakítani.

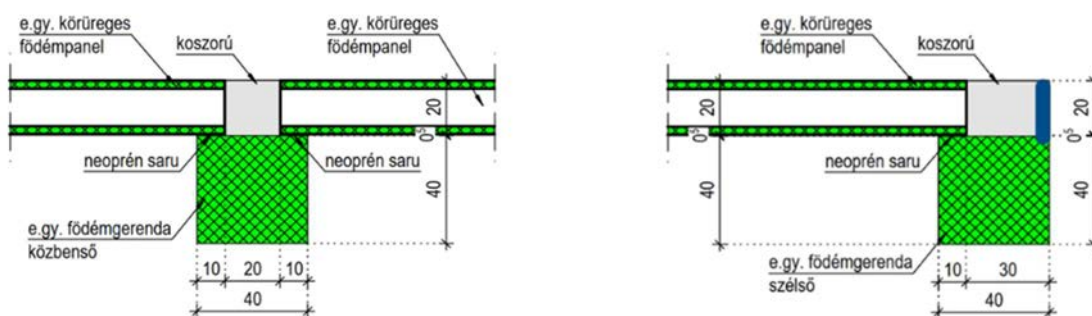


90. ábra: Főtartóra támaszkodó gerenda csavarónyomatékra méretezett kapcsolattal

6.5.8. Födémgerenda – födémpanel

A födémpanelek típustól függően eltérő feltámaszkodási hosszokat igényelnek, jellemzően ez 8-13 cm. A födémgerenda lehet fordított T keresztmetszetű, mely lehetővé teszi a teljesen sík felső síkú előregyártott vasbeton szerkezet kialakítását. Erre célszerű törekedni a felbeton/koszorú készítéséhez szükséges zsaluzások minimalizálása érdekében. Alábbi ábrán késsel jelölt zsaluhéj szerű kialakítás a helyszíni kivitelezést gyorsítja.

FÖDÉMGERENDA - KÖRÜREGES PANEL - TÍPUS 1.



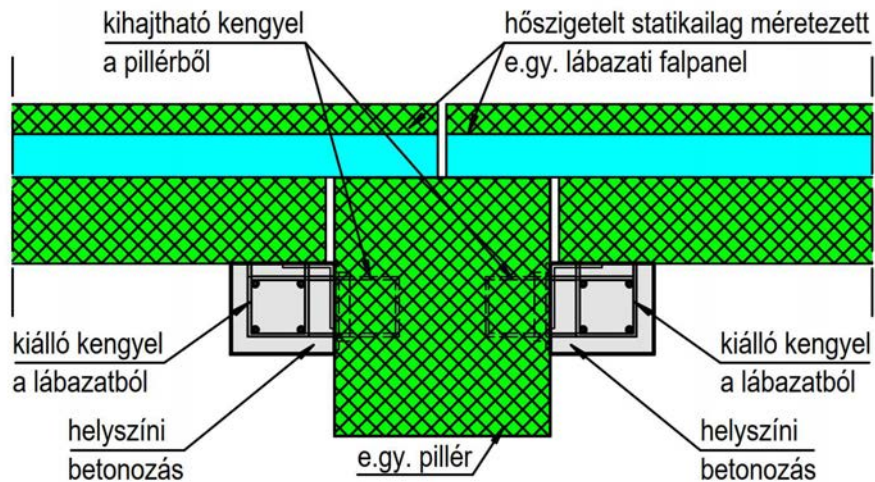
FÖDÉMGERENDA - KÖRÜREGES PANEL - TÍPUS 2.



91. ábra: Körüreges födémpanelek és mestergerendák kapcsolat típusai

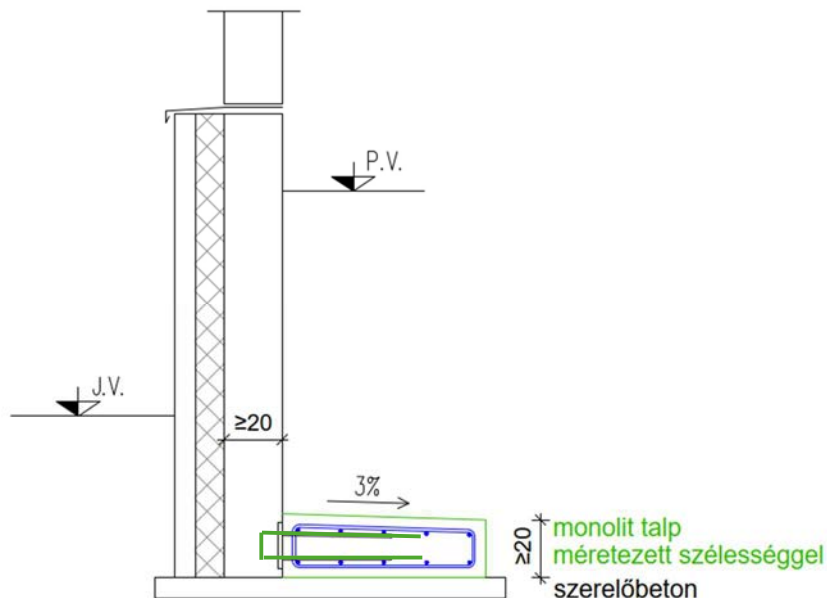
6.5.9. Lábazatok /falak bekötése

Lábazatok lehetnek terheltek és terheletlenek. Utóbbit az különbözteti meg előbbtől, hogy olyan számottevő igénybevétel hat a panelre, amire méretezni szükséges. Ilyen minden olyan elem, ami nem csupán építészeti-térelválasztó funkciókkal bír. Külön figyelemmel kell lenni az eltérő külső-belső síkú épületek esetén földnyomással terhelt lábazati elemek tervezésére. Ilyenkor nem csak a teherhordó kéreg méretét kell ellenőrizni/növelni, hanem a panel bekötését is meg kell tervezni.



92. ábra: Lábazati panel és pillér kapcsolatának vízszintes metszete nagyobb földnyomás esetén

A lábazati panel készülhet szögtámfalas megoldással is olyan módon, hogy a talprészt a helyszínen öntik meg a panel teherhordó részéből kihajtott cipzár vasakhoz kapcsolódóan.

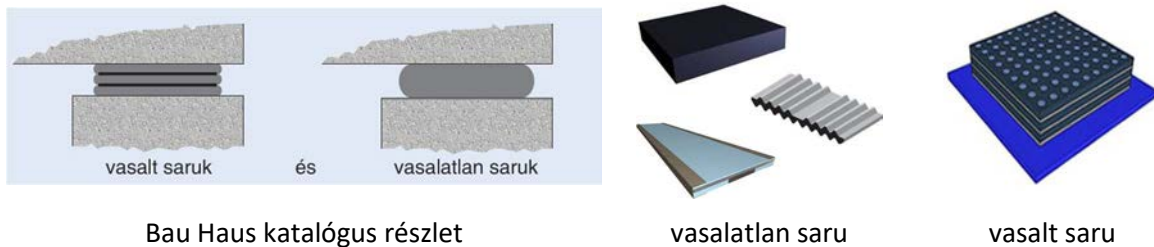


93. ábra: Lábazati panel monolit talplemezzel nagyobb földnyomás esetén

6.5.10. Feltámaszkodási felület

Az előregyártott elemek egymásra fekvésekor – a felületek között a megfelelő erőátadást és a megfelelő felfekvési felületet biztosító – sarulemez elhelyezése szükséges. Ehhez a lemezeknek megfelelő felülettel kell rendelkeznie. Az iparágban általánosan alkalmazott „C” típusú gumilemez 10 mm vastag neoprén gumi alátétlemezek nyomószilárdsága: $\sigma = 15 \text{ N/mm}^2$, szakadó nyúlása több, mint 200%, szakítószilárdsága $6,5 \text{ N/mm}^2$. A „C” típusú gumilemez általában a klóropirén (CR) gumira utal, amely jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint például a kopás-, ózon- és időjárásállóság. Műszaki jellemzői közé tartozik a jó formatartás, a nem túl magas folyáshatár, és az ellenállás az erős lúgoknak. Elektromos szigetelő képessége korlátozott.

Különleges feltámaszkodási igény merülhet fel a dilatációkban. Ilyen pozícióba betervezhető a piacon kapható nagy mozgásképességű dilatációs lemezek. Alkalmazásuk esetén szükséges megadni a beépítendő lemez pontos típusát, vagy annak minden olyan műszaki paraméterét, amit számításba vettünk. Ezek két fő csoportja a vasalatlan és a vasalt saru. Működési elvüket az alábbi ábra szemlélteti.



94. ábra: Vasalt és vasalatlan saruk kialakítása (Bau-Haus katalógus / részletek).

- Vasalatlan saruk 5-10-15-20 mm vastagsággal, $3-15 \text{ N/mm}^2$ megengedett nyomófeszültséggel, 2-4% szögtorzulási képességgel rendelkeznek;
- Vasalt saruk 15-50 mm vastagsággal, $15-25 \text{ N/mm}^2$ megengedett nyomófeszültséggel, 2-4% szögtorzulási képességgel rendelkeznek.

Lásd további adatokat [30] szakirodalomban.

7. Egyéb tartószerkezeti kérdések

7.1. Tűzvédelmi fejezet tartalma

7.1.1. Tűzvédelmi nyilatkozatok

A statikus tervező az engedélyezési terv tűzvédelmi fejezete alapján állítja össze, kitérve az egyes épületrészek szerkezeti elemeire, ami nem a tűzvédelmi szakági fejezet egyszerű tovább küldését jelenti.

Az alábbi adatokat kell meghatározni a tűzvédelmi tervfejezet besorolása alapján például egy tűzszakaszra vonatkozóan (dőlt betűvel szedett rész):

Az előregyártott szerkezeteket érintő épületrészek besorolása: **AK** (alacsony kockázat)

Szerkezet-csoport	Beépített szerkezet megnevezése, típusa	A minősítés alapját képező tűzvédelmi paraméter	Követelmény	Tényleges besorolás minimuma	Rendelet, szabvány	Teljesítés módja
Függőleges teherhordó szerkezet	Előregyártott vb. pillérek többféle keresztmetszettel	Tűzzel szembeni ellenállás	D ; R 30	A1 ; R 30	MSZ EN 1992-1-2:2013	táblázat, számítás
Vízszintes teherhordó szerkezet	Előregyártott nem feszített vb. tető főtartók többféle km-el.	Tűzzel szembeni ellenállás	D ; R 15	A1 ; R 30	MSZ EN 1992-1-2:2013	táblázattal
Vízszintes teherhordó szerkezet	Előregyártott feszített vb. tető szelemek többféle km-el.	Tűzzel szembeni ellenállás	D ; R 15	A1 ; R 30	MSZ EN 1992-1-2:2013	számítással
Vízszintes teherhordó szerkezet	Előregyártott vb. tető peremgerendák, többféle km-el.	Tűzzel szembeni ellenállás	D ; R 15	A1 ; R 30	MSZ EN 1992-1-2:2013	táblázattal

9. táblázat: Tűzvédelmi tartószerkezeti nyilatkozat táblázati minta

ICS: 91.080.40 Betonszerkezetek; 13.220.50 Építőanyagok és -elemek tűzállósága; 91.010.30 Műszaki szempontok

Több tűzszakasz esetén, arra vonatkozó táblázatokkal és csatolt **M-7.1** melléklet szerinti értelmező ábrával kell a határokat jelölni.

Mivel a gyártmánytervezőnek a létesítmény szerkezetéről épületenként, és annak eltérő elemeire {funkció és gyártástechnológia (nem feszített vagy feszített) szerint} lebontott tűzállóságáról nyilatkozni kell, így a generáltervezőnek ugyanilyen részletességgel kell meghatározni a besorolási minimumokat.

Engedélyezési tervfázisban a generáltervező részéről elegendő az engedélyezési dokumentációban a tűzvédelmi szakági tervező által készített tűzvédelmi fejezet dokumentálása. A statikus tervezőnek, amennyiben több tűzszakasz van, fontos az **M-7.1** szerinti szakaszolás ábrázolása is. Be kell mutatni, hogy bármelyik tűzszakasz összeomlása egy másik tűzszakasz állékonyságát nem befolyásolja.

Ajánlati és a kiviteli tervfázisban előzőeken felül kötelező az elemekre, illetve elemcsoportokra vonatkozó lebontás.

A betonszerkezetek tűzvédelmének igazolására vonatkozó szabványok

- Az Eurocode 2: MSZ EN 1992-1-2:2013 (magyar nyelvű, 96 oldal): Betonszerkezetek tervezése. 1-2. rész.: Általános szabályok. Szerkezetek tervezése tűzhatásra, melynek kiegészítése az
- MSZ EN 1992-1-2:2004/A1:2019 (magyar nyelvű, 32 oldal), továbbá az
- MSZ EN 1992-1-2:2024 (angol nyelvű, 90 oldal), valamint a nem szabvány jellegű
- Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek; Katasztrófavédelem TvMI 11.3:2022.06.13. [35]

7.1.2. A szerkezetek megfelelőségének igazolása

Egyszerűbb és gyorsabb a vasbetonszerkezetek tűzhatásra történő megfelelőségének igazolása un. táblázatos módszerrel. A szabvány a tűzállóságra történő tervezést jól foglalja össze a [36] 9. fejezetben. Javasolható, hogy amennyiben a táblázatok által javasolt beton, betontakarás méretek betarthatóak, akkor ezt célszerű követni.

A munkaigényesebb számítási eljárásokkal történő igazolást az esetben alkalmazzuk, amennyiben a táblázatos módszerekkel a megfelelőség nem igazolható. nagy darabszámú, a gazdaságosságot meghatározó szerkezeti méreteket kívánunk használni. Részletes számítással a táblázatokban javasolthoz képest gazdaságosabb megoldásokat is lehet igazolni, de ez az ellenőrzés lényegesen bonyolultabb, ezért nem része az alap tervszolgáltatásoknak.

7.1.2.1. Táblázatos eljárások

A szerkezeti elemek tűzállósága egyszerűbb esetekben táblázatokkal (MSZ EN 1992-1-2:2013 és MSZ EN 1992-1-2:2004/A1:2019) igazolható.

OSZLOPOK

MSZ EN 1992-1-2:2013 5.3. pontja az oszlopok egyszerű táblázatos ellenőrzését tartalmazza, csak és kizárólag **merevített szerkezetek esetére**. Az 5.3.2. „**A**” módszer, a tűzállósági követelménynek megfelelően, a tűzteherre történő kihasználtság, míg az 5.3.3. „**B**” módszer a mechanikai acélhányad ($A_s \cdot f_{yd} / A_c \cdot f_{cd}$) viszonyában határozza meg az oszlop minimális méretét, és a betonacélok minimális takarását. Figyelem! A kilendülő szerkezetek esetére ez nem alkalmazható!

Nem merevített, kilendülő szerkezetek esetén az MSZ EN 1992-1-2:2004/A1:2019 „**C**” melléklete használható, amely a módosított mechanikai acélhányad, a betonacélok darabszáma és kihasználtság függvényében határozza meg a maximális karcsúságokat, kifejezetten csak téglalap keresztmetszetekre és maximum C50/60 jelű beton nyomószilárdság esetére.

Az ellenőrzés elvégezhető szimulációval vagy fizikai kísérlettel is. Ezek költséges megoldások, ezért csak különleges esetekben vagy sorozatgyártás esetén érdemes őket alkalmazni.

Részletes számítással gazdaságosabb megoldásokat lehet igazolni, vagy táblázattal nem igazolható esetekben az oszlop tűzállósága megfelelő is lehet.

FALAK

Az 5.4. pontja a tűzállósági követelménynek megfelelően, a tűzteherre történő kihasználtság viszonyában határozza meg a fal minimális vastagságát, és a betonacélok minimális takarását.

GERENDÁK

Az 5.6. pont 5.5 táblázata a tűzállósági követelménynek megfelelően a gerenda minimális méreteit, és a betonacélok minimális takarását határozza meg vasbeton és feszített vasbeton elemek esetére. Részletes számítással gazdaságosabb megoldásokat lehet igazolni, vagy táblázattal nem igazolható esetekben a gerenda tűzállósága megfelelő is lehet.

TRAPÉZLEMEZ

A TR lemez számítása tűzterhelés hatására membrán elméleten alapul. A TR lemez ponyvaszerkezetként viselkedik tűzhatás esetén, és kötélgörbe szerűn alakváltozó, húzott és nem hajlított elemként veszi fel a terhelést.

Az AcelorMittal SA által közölt, tűzterherre történő ellenőrzés alapján $1,65 \text{ kN/m}^2$ teherből (tipikusan ez adódik tűz esetén figyelembe veendő teherkombinációból) 6 m támaszközön az alakváltozása 38 cm-re adódik membrán elmélettel számolva, tehát a megengedett $L/10$ -re megfelel. A támaszoknál a ponyva hatás miatt számottevő horizontális erő (24 kN/m) terheli a tartószerkezetet, amit figyelembe kell venni nem csak a lerögzítésnél (pl. 2 db M 6,3 mm csavar bordánként), hanem magánál a fogadó szerkezetnél is. A köztes szelemenek esetén a húzóerő tovább adódik a TR lemezen, de a peremgerendák esetében ez a horizontális erő nagy nyomatóki igénybevételt okoz vízszintes síkban, és a támaszrögzítést is ellenőrizni kell a vízszintes reakcióerőre.

A $0,80 \text{ kN/m}^2$ terhelésből kötélgörbével számolva 9 kN/m . Az előző bekezdésben részletezettek szerinti $1,65 \text{ kN/m}^2$ terhelést alkalmazva 19 kN/m horizontális erőt adna, de a számítási eljárások bizonytalanok, és kísérleti eredmények nem lelhetőek fel. Következtetést levonva megállapítható, hogy a TR lemezek lefogását szokásos rétegrendek és 6 m-es szelemenosztás esetén javasolt bordánként legalább $4\text{-}5 \text{ kN}$ nyíróerőre méretezni minden szelemen és peremgerenda felett.

Tájékoztató adat: egy 45 mm hosszú, $4,5 \text{ mm}$ átmérőjű belőtt szeg C40/50 betonban $0,88 \text{ mm}$ TR lemezvastagság esetén $1,5 \text{ kN}$ ($1,5/0,28 = 5,3 \text{ kN/m}$), $1,25 \text{ mm}$ lemezvastagságnál lemeznél $2,5 \text{ kN}$ ($2,5/0,28 = 8,9 \text{ kN/m}$) nyírási teherbírású. A tűzterher nem egyidejű teher a mértékadó szélszívás erővel, így kellő biztonságot ad becslés ellen is.

A trapézelem-gyártók rétegrendekre vonatkozóan adnak ki tűzállóságra vonatkozó minősítéseket (lásd [4] szakirodalom). Részletesen minderről és egyéb tervezési szempontokkal együtt lásd még a 7.3. pontban, továbbá a [28] és [29] szakirodalomban.

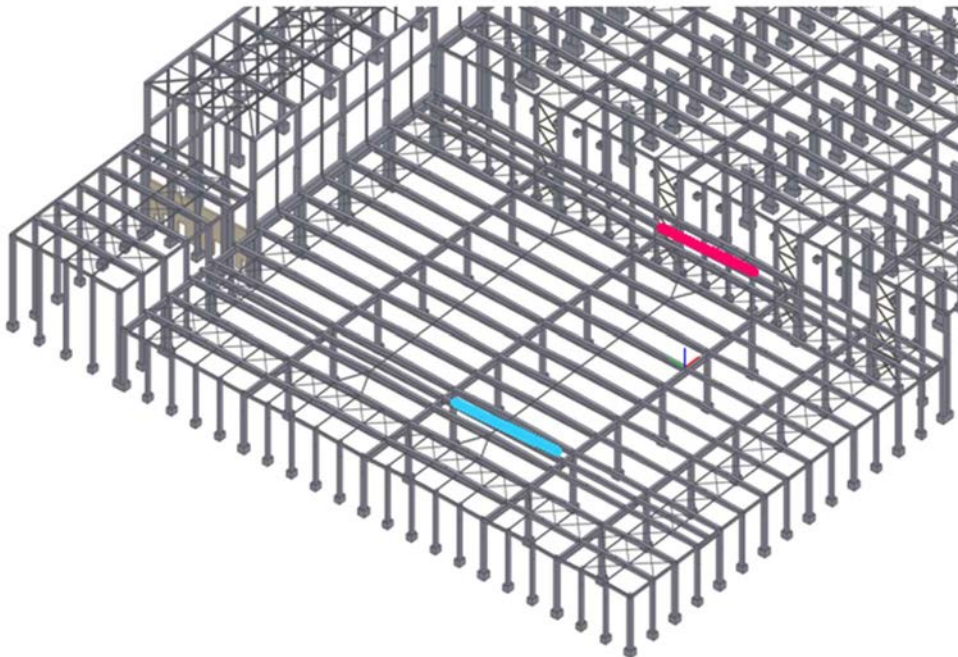
ACÉL SZÉLRÁCS ELEMÉK

A tetősíkú szélrács – továbbiakban tetősíkú merevítés - részben a szélterhek, de elsősorban a földrengés terhek elosztása, a tető tárcsásítása miatt kerül betervezésre. A szeizmikus tervezési helyzet és a tűz, mint rendkívüli tervezési helyzet nem egyidejű tehereset. A rácszat tűzvédelmére abban az esetben van szükség, ha azt nem a földrengésre való tárcsásítás, hanem más szempontok, például a szelemenek, oszlopok vagy más tartószerkezeti elemek merevítése, megtámasztása indokolja, vagy a szélteher felvételében vesz részt. Szélteher esetén is az egyidejűség figyelembevételével kell vizsgálni.

7.2. Szelemenkiosztás javasolt rendje a hózugos, illetve nehéz tetőgépes területeken

- A szelemen tengelyeinek távolsága lehetőleg ne haladja meg a 6 m -t;
- Az általánosan ható, azonos terheléstől kiugróan eltérő részeken a szelemenek sűrítése javasolt, mert egyébként a magas igénybevételi értékhez kell a szelemen magassági méretet megválasztani. Ennek hozadéka, hogy a TR lemez is gazdaságosabban tervezhető, továbbá a szelemenek alakváltozása is kiegyenlítettebb lesz (felhajlás és lehajlás egyaránt);
 - Hózugos részeken a javasolt sűrítés, pl. $3\text{-}3\text{-}6\text{-}6 \text{ m}$
 - Nagy tetőgép teher esetén köztes szelemenek, pl. $6\text{-}6\text{-}3\text{-}3\text{-}6\text{-}6 \text{ m}$;
- Szigorúbb tűzvédelmi követelmények, vagy nagyobb megoszlóan ható tető terhelés esetén a teherbírás tűzterherre csak kisebb mint 6 m -es szelemen távolsággal teljesíthetőek, ami meghatározza az épület rendszerét is (pl. hosszú főtartós rendszer választása javasolt);

- Példa a szelemenek sűrítésére:



Pirossal jelölt köztes szelemensor a hózug teher, a kék pedig a nagy kültéri tetőgép (4-7,5 t/darab, summa 58 tonna) terhek miatt került betervezésre, amivel a szelemen méreteket és az alakváltozásokat kiegyenlítettten lehetett kezelni.

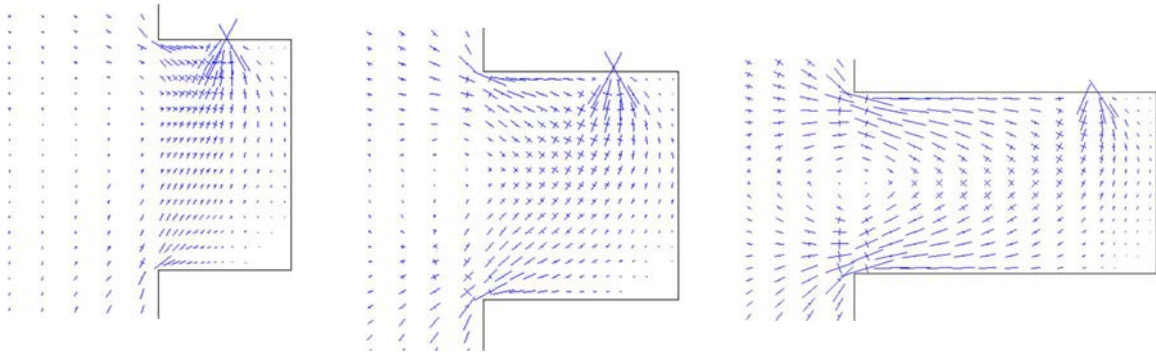
95. ábra: Szelemensűrítések célszerű helyei

7.3. Pillérkonzolok méretfelvétele

Normál, megfelelő méretű vasbeton konzoloknál nem szükséges a felfekvési felületen acél szerelvény beépítése, és a konzol kialakítható a 7.3.1. pont szerint. Dilatációknál, és a kisebb konzolméretek esetén a 7.3.2. szerinti acéllemez beépítésével kell kialakítani a vasalást.

Megkülönböztethetünk, zömök, karcsú és nagyon karcsú konzolokat, mivel ezeket más és más modell alapján kell számítani. Az MSZ EN 1992-1-1:2010 J3 melléklete tartalmaz számítási modelleket, de ettől eltérő konzol hosszak is lehetnek. A szabvány az $ac < 0,50hc$ vagy $ac > 0,50hc$ eseteket különbözteti meg. Átmeneti helyzeteket mutatja az alábbi B és C modell. Amikor $ac > 1,5 hc$ (D. modell), akkor gerendaként kell méretezni.

Az alábbi ábrák a konzolhossztól függően a feszültség trajektóriák változását mutatja be. Ha a konzol rövid, akkor az erő egy szakaszon kifelé vándorol (A, és hasítóerő lép fel a konzol közepmagasságában, amit vízszintes kengyelezéssel kell felvenni. Egy közbenső méretaránynál a belsőerő ferdén az oszlopra irányul (B), míg nagyobb konzolhossz esetén gerendaszerűen működik (C.) Működési modelljeiket mutatják az alábbi ábrák.

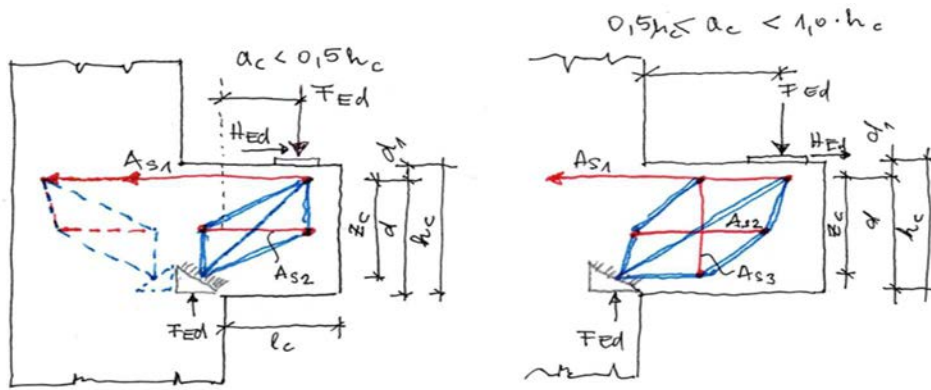


A.

B.

C.

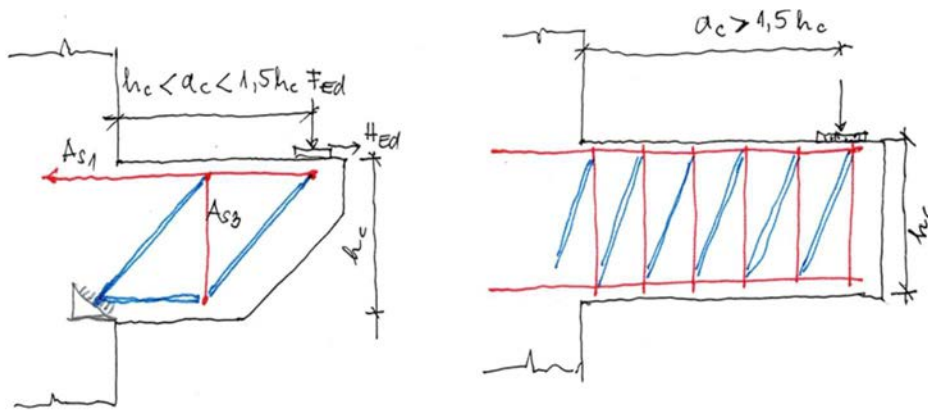
96. ábra: Rövid konzolok feszültség trajektóriái eltérő méretek esetén



A) zömök, ha $a_c < 0,50 \cdot h_c$

B) karcsú, ha $0,50 \cdot h_c < a_c < 1,0 \cdot h_c$

97. ábra: Eltérő konzolkinyúlások rácsostartós modellje 1.



C) nagyon karcsú, ha $h_c < a_c < 1,5 \cdot h_c$

D) gerendaként, ha $1,50 \cdot h_c < a_c$

98. ábra: Eltérő konzolkinyúlások rácsostartós modellje 2.

Számításukról a [3] -ben felsorolt szakirodalmakban található részletes információt. A számítási eljárások és programok nem tartalmazzák azt a valóságban mindig előforduló hatást, hogy az erő nem központosan hat a pillérkonzolra. Az önsúly terhéből gyakran, a hasznos terhekből szinte mindig terheli csavarónyomaték is a konzolt. Ennek hatását a tervezőnek mérlegelnie kell, és figyelembe kell venni a húzott felső vasalás és a vertikális kengyel vasalás meghatározásakor.

7.3.1. Lehorgonyzó acélszerelvény nélküli vasbeton konzol

- Általában a konzol kinyúlása ne legyen kisebb, mint 22 cm, de leginkább javasolt a 25 cm;
- A 22 cm-nél kisebb konzolkinyúlás esetén - a kis terhelésű peremgerendák kivételével - a konzol tetejére a pillérbe hátra horgonyzott acéllemezt kell betervezni;
- Azon konzolok, amelyeknél csúszó kapcsolatot kell kialakítani, a javasolt minimális kinyúlás minimum 25 cm legyen. A konzol tetejére ebben a szituációban is pillérbe hátra horgonyzott acéllemezt, vagy fejes csappal ellátott acélszerelvényt kell betervezni;
- A konzol szélessége ne legyen kisebb, mint 20 cm, csúszó dilatáció esetén 30 cm;
- A sarkokat azok lerepedése ellen biztosítani kell. A teherátadó alátét lemez széle kellő távolságra legyen a beton peremétől, egyéb vizsgálatok hiányában javasolt minimum 5 cm;
- A konzolra az épületmodellből számított horizontális erőt (szélteher, földrengés), de minimum a vertikális hatás 20 %-át figyelembe kell venni. Csúszó kapcsolatnál a sarura megadott jellemzővel lehet számolni. Figyelem: a saru jellemzői idővel változó mértékben romlanak, így az élettartama alatti maximumot kell figyelembe venni, amit a gyártó a Teljesítménynyilatkozatában/Teljesítmény és Megfelelőségi Nyilatkozatában vállal.

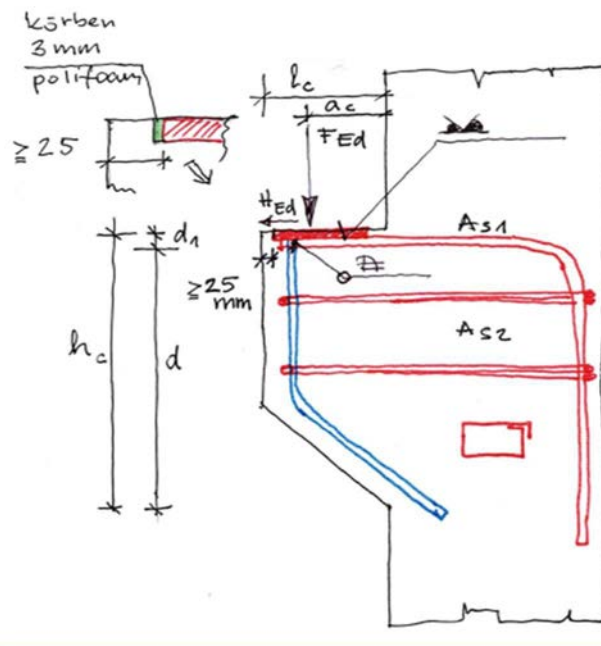
Az **M-7.3** melléklet egyszerűbb esetekre tartalmaz teherbírási és vasalási táblázatot 40, 50 és 60 cm széles pillérekre, 20, 25 és 30 cm-es konzol nyúláshoz kizárólag méretfelvételhez. Kiemelten jelöli az adott teherre már nem bevasalható tartományokat. A konzol korszerű csapos horizontális vasalással is kialakítható, a pillértest öntésétől eltérő ütemben gyártva (előbb vagy később);

- A rövidkonzolokat és a gerendák tartóvégét nem javasolt 75 %-nál jobban kihasználni teherbíráásra, még elméletben szimmetrikus terhelés esetén sem. A számítási eljárások és a méretező programok nem veszik figyelembe azt a valós körülményt, hogy a konzolokra a teherátadás eredője nem a konzol szimmetria tengelyében hat, hanem valamennyi külpontossággal. Például egy 50 cm széles konzolra ható erő 5 cm külpontossággal már 25 %-kal növeli meg a szimmetrikus terheléshez képest a terheltebb oldalra ható erőt, ami a konzol felső húzott és a vertikális vasáiban az adott oldalon többlet feszültséget kelt. Az eredőnek ez a külpontossága könnyen összejön a kétoldali terhelt gerendák hasznos terheinek elhelyezkedéséből, vagy a feszítávolságok differenciájából. Külön mérlegelés tárgyát képezi az egy oldalon terhelt L alakú gerendák támasztó konzolának vasalása, ahol a gerendák lerögzítése már a gerenda csavarónyomatékaira is méretezett. Ez esetben a konzol terhelése olyan mértékben aszimmetrikus, hogy közel duplájára is nőhet a terheltebb oldali konzol vasalásában ébredő feszültség, tehát 80-100%-kal nő a terhelt oldalon. A konzolméretező programok a csavarás figyelmen kívül hagyása miatt a vertikális kengyelek mennyiségét is szimmetrikus teher esetére számolják, bizonyos esetekben akár nulla vertikális kengyellel is megfelelési eredményt adnak. Erre a vasalás kialakításakor figyelemmel kell lenni!

7.3.2. Acélszerelvénnyel kialakított konzolok

- A méretezés elve hasonló a szerelvény nélküli konzolokéhoz;

- Az acélszerelvény széle a konzol szélén legyen, ha mégsem, akkor a konzol szélétől minimum 2,5 cm-re. A szerelvény lemezének éleit az öntést megelőzően 2-3 mm-es polifoam csíkkal kell ellátni a betonperem lerepedése ellen. Lásd alábbi ábra kinagyított részletét. Az USA-ban kifejezetten elterjedt és javasolt megoldás. Minden más olyan esetben is kifejezetten javasolt ezt alkalmazni, ahol
 - A bebetonozott lemezre hegesztéssel rögzítenek acélszerkezetet, mert a művelet során a lemez hőtágulása a betont megrepesztí. Ha azonnal nem is válik le a betonrész, később lerepedhet. Különösen kültéri szerkezeteknél a víz bejutása és a fagy hatása okoz ilyen jellegű károkat;
 - A lemez nagy mérete miatt a betonszerkezettől eltérő hőtágulása lehet.



99. ábra: Acélszerelvényvel kialakított konzol (USA gyakorlat, PCI [11; 12])

7.4. Gerenda áttörése, az áttörés mérete és pozíciója, gerenda támaszkonzol kialakítása

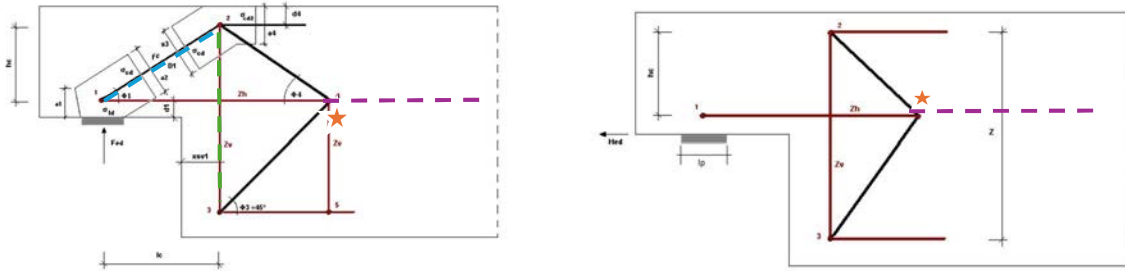
7.4.1. Gerenda áttörése, az áttörés mérete és pozíciója

A tervezés során, már az építési engedélyezési tervfázisban meg kell határozni, hogy a főtartókon és/vagy szelemeneken nagyméretű, a tartómagasság harmadánál nagyobb áttörésekre van-e igény, mert ami ennél nagyobb, az a tartók méretét és ezzel az épület szerkezeti magasságát is befolyásolhatja. A kör alakú áttörés jól kezelhető, amennyiben a lyuk átmérője a lyukasztáznál mért tartómagasság harmadát nem haladja meg.

Az egyszerűbben kezelhető áttörések mintáját lásd az **M-7.4** melléklet szerint. Figyelni kell arra is, hogy a támaszhoz legközelebbi áttörés milyen távolságra lehet a tartóvégtől. A mellékletbe csatolt rácsos- vagy Vierendel-tartó statikai modellel lehet az áttörés vasalását méretezni, de kellő tervezői gyakorlat hiányában feszített tartók esetébe ez nem javasolt. Az ettől eltérő, de el nem kerülhetők áttörésekről már az építési engedélyezési terv fázisban célszerű a gyártmánytervezésben jártas tervezővel konzultálni.

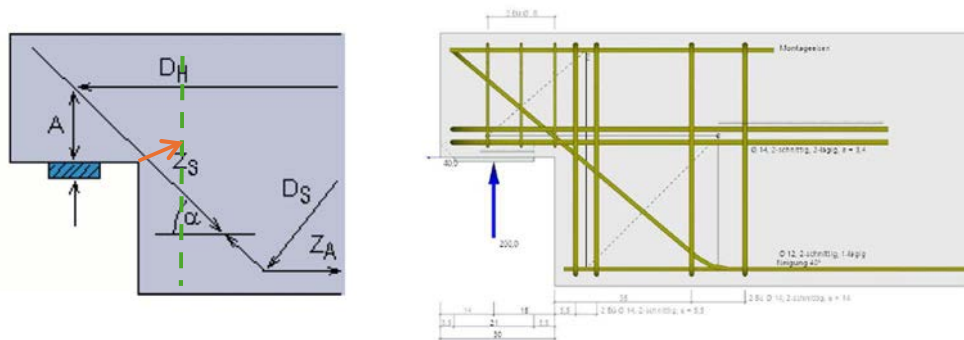
7.4.2. Gerenda tartóvég, támaszkonzol kialakítása

A gerenda támaszkonzolok számításánál és vasalásánál a frilo-nemetschek **b10+** program [15] segédletének az első bekezdés 3. és 4. ábrái alapján javasolt felvenni a modellt.



100. ábra: A vertikális és a horizontális igénybevételek számítási modellje

- A horizontális vasalás lehorgonyzását a csillaggal jelzett 4. ponttól kell számítani (lila szaggatott vonallal jelölve);
- A támaszkonzol önsúly jellegű terhekből gyakran, hasznos terhekből szinte mindig külpontosan kap hatásokat, ami csavaró jellegű igénybevételt okoz. Ezt a hatást a programok és elméletek nem tartalmazzák, de a tervezőnek figyelembe kell venni;
- A horizontális vasalásnak a konzolvégen (1. pont) a konzol teljes szélességében, valamint a felkötővasalásnak a gerenda teljes szélességében kiegyenlítetten kell felvennie a nyomott beton (kék szaggatott vonal) hatását. Javasolt 40 cm, vagy ezt meghaladó gerendaszélesség esetén belső vasakat is elhelyezni a horizontális (1.-4. pont) és a felkötő (2.-3. pont, zöld szaggatott vonal) vasalásba;
- Az alábbi ábra Z_s ferde felkötő vasalás mérsékli a nyíllal jelzett szakaszon a függőleges felkötő vasalás eredőjéig a repedések kialakulását.



101. ábra: Ferde felkötő vasalás modellje

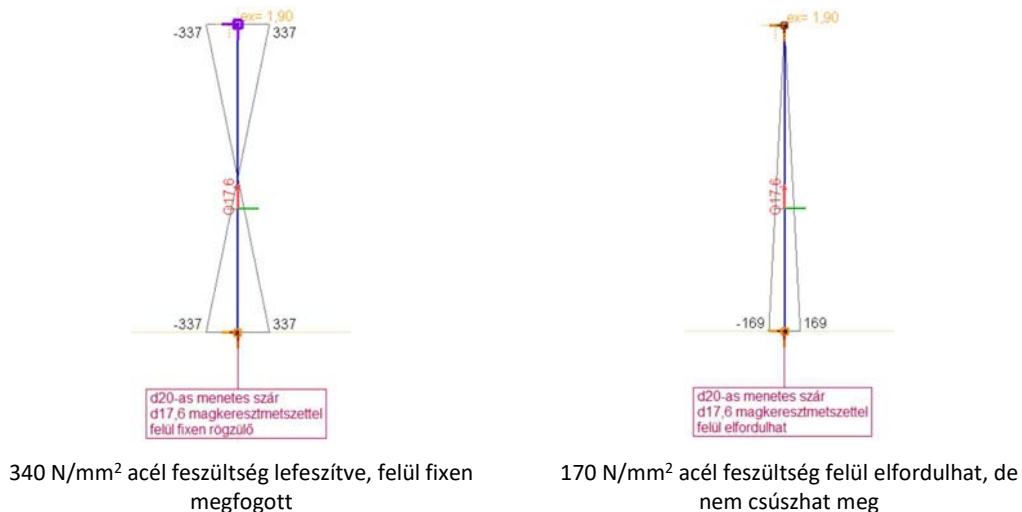
7.5. Dilatációs szakaszok kialakítása

a) A statikai modell és csomópont kialakítás hatása a dilatációs szakasz hosszára

A csomópontok kialakításakor képezhetünk teljesen merev, a csarnok hosszirányában teljesen merev, elmozdulás mentes kapcsolatot, de kialakíthatunk félmerev csomópontot is. Például $\varnothing 25$ -ös betonacél csapos kapcsolatú szelemen 10 mm vastag neoprén lemezre ültetve, a hüvelyt zsugorodásmentes habarccsal kiöntve merev kapcsolatnak minősül. Egy M20-as 200 mm hosszú FeZn menetes szárral lefedített, 10 mm vastag lágyabb alátétlemezen felülő, a hüvely kiöntése nélkül

készülő szelemen rögzítő csomópont kellő mozgási lehetőséget biztosít, amit a kapcsolat felett a trapézlemez és a vízszigetelő PVC is követni tud. Ennek statikai modellje lehet egy adott mozgást biztosító kapcsolat beiktatása. Gazdaságossági kérdés, hogy a sűrűbb lágy kapcsolatok kialakítása nagy dilatációs hosszal, vagy olcsóbb merev kapcsolatok képzése rövidebb dilatációs hosszal a kedvezőbb egyéb műszaki követelményeket is figyelembe véve.

Egy 24 m-es szelemen egyik végén fixen, a másik végén elmozdulóan rögzítve, -8 °C és $+8\text{ °C}$ hőingadozás (fűtetlen raktárcsarnok $+15\text{ °C}$ építési hőmérséklet) esetén $24.000 \times 10 \times 1E-5 = \pm 1,9$ mm mozgást végez, amit 2 darab 250 m szabad hosszúságú M20 lefeszített menetes szár mozgásával és hajlásával vesz fel.



102. ábra: Szelemen rögzítése csúszó tartóvéggel

Az eredményekből látható, hogy nem nagy hőingadozás esetén kellő gondossággal kialakítható a szelemenek egyik végén dilatációs kapcsolat. Ennek következménye azonban, hogy a tetősíkú merevítést egységes tárcsaként nem lehet beépíteni.

Fentiek alapján javasolt a tárgyalta csarnok típusoknál egy-egy dilatációs egységet merev köztes csomópontokkal modellezni.

b) Dilatáció kialakításának módja

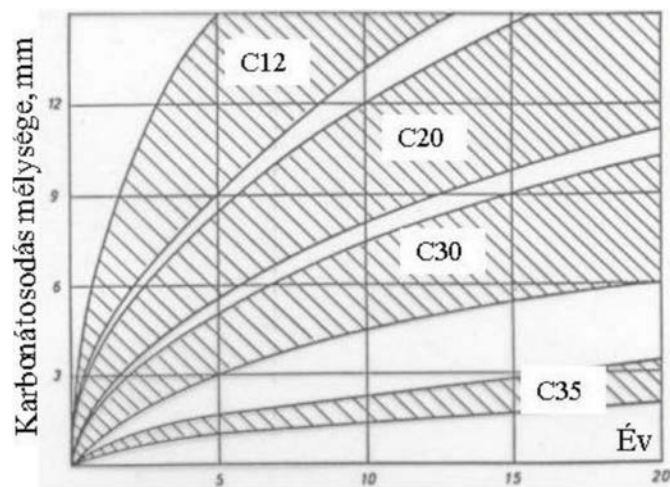
Csúszó kapcsolat esetén generál statikusnak meg kell határozni:

- Az elmozdulás várható mértékét;
- A csúszó kapcsolatra ható vertikális erőt, valamint
- A súrlódási tényező maximális értékét a tervezett élettartam során;
- Míg egy fém a fémen kapcsolat 0,10, addig a beton-neoprén-beton 0,20-0,50 közötti, egy korszerű csúszólemez akár 0,05 értékkel veendő figyelembe;
- A mozgásképesség nagyban függ a saru vastagságától is, erre a saru tervezésekor figyelni kell;
- Csúszó kapcsolatot nem lehet kialakítani tűzszakasz határnál.

7.6. Egyéb követelmények meghatározása

Az épületszerkezetre, illetve annak egyes elemeire a generál statikus tervező fentebb ismerteteken túl további követelményeket határozhat meg, illetve a tervezőnek meg kell határoznia:

- Tartóssági követelmények. Javasolt összefoglaló szakirodalom [34].
 - Kehely vonatkozásában részletesen:
 - Karbonátosodás XC2 (lásd: MSZ EN 4798:2016 29. oldal megjegyzés)
 - Fagyállóság XF1 (belső részeken zárt csarnokban, hőszigetelt lábazat mögött elhagyható követelmény)
 - Kémiai korrózió XA1; XA2; XA3, talajvíz kémhatásától függően
 - Felszerkezet vonatkozásában részletesen
 - Karbonátosodás XC1; XC2; XC3; XC4



0-20 év

103. ábra: A karbonátosodás mélysége az idő és a betonszilárdság függvényében [34]

Az ábrából látható, hogy a jelen segédlet tárgyát képező csarnokszerkezeteknél, ahol az alkalmazott minimális betonszilárdság a pillérek és a peremgerendák esetében C35/45, az egyéb a gerenda elemeknél C40/50 szilárdság, a karbonátosodás a szokásos 25 mm-es betonfedés mellett nagy biztonsággal nem éri el a betonacélokat 50 év távlatában sem. A karbonátosodás sebessége függ a cement típusától és a víz/cement tényezőtől is. Erre vonatkozóan a [42] ad kutatási információkat. A CEM I.-el készült betonok karbonátosodása lassabb, mint a CEM II. és CEM III. cementekkel készült betonoké.

- Fagyállóság XF1; (XF2; XF2(H); XF3; XF3(H) – ritkán/kivételes esetben) (lásd még MSZ 4798:2016 1. táblázat 3. pont. 29. oldal megjegyzés)
 - Kémiai korrózió XA4; XA5; XA6 ritkán előforduló, ipari- vagy mezőgazdasági üzemek, kénes fürdők;
 - Repedésmentesség igénye követelmény-e gyakori terhek esetére.
- Speciális minőségi követelmények, amennyiben ilyen van,
 - Színezett beton;
 - Fehércementtel készülő elemek;
 - Felületében mintázott (lábazatok, homlokzati elemek).

7.7. Peremgerenda alakváltozásának hatása a vízszigetelésre, alakváltozási követelmények

A TR lemezfedés esetén a trapézlemez legszélső bordájának kellően merev támaszra kell felfeküdnie. Az, hogy mi számít megengedhető lehajlásnak, azt a szerkezettervezőnek kell mérlegelnie a csomópont és a szigetelőanyagok ismeretében. A régi gyakorlat (nem volt a szélső trapézlemez borda alatt semmilyen támasztó elem), majd az ezt követően elterjedt megoldás, miszerint a szélső bordát beültették egy U160-as acél gerendába nem bizonyultak elégségesnek. A hideg hatására a rideggé váló, az attika falához erősített szigetelő fólia hullámosodott, majd később a hőteher hatására megrepedezett, elszakadt. A jelenleg szokásosan alkalmazott a 20/45-50 cm-es vasbeton gerenda 6 m támaszköz esetén a tapasztalatok szerint kellő merevségű, és ilyen jellegű károsodás ellen védelmet biztosít.

7.8. Minőségi követelmények kielégítésére vonatkozó szabványok

Javasolt: Építéstechnika 2024.05.11. Rácz Attila Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai-Előregyártott szerkezetek <https://magyarepitemechika.hu/index.php/hirek/epuletszerkezetek-megjelenesi-modjanak-eloirasai-eloregyartott-vasbeton-szerkezetek/>

- MSZ 24803-7:2024 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 7. rész: Előregyártott vasbeton szerkezetek;
- MSZ 24803:2012, Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 1. rész: Általános előírások; valamint azok módosításai és kiegészítései.

8. Műszaki leírás és költségvetés kiírás

A műszaki leírás és a költségvetési kiírás pontos és egyértelmű elkészítése a megvalósítandó projekt elsődleges érdeke. A következő fejezetek bevezető részeiben a teljesség igénye nélkül röviden az adott tervfázis készítésekor követendő főbb tervezői szempontokat, az alpontokban felsorolásszerűen a tartalmi elemeket foglaljuk össze.

8.1. Építési engedélyezési tervfázis

Röviden a tervezési folyamatnak a költségvetés kiírásra ható főbb elemeit foglaljuk össze. Az alábbiak, más szempontokat előtérbe helyezve már a segédlet egyes pontjaiban szerepeltek, szerepelhetnek.

Az építési engedélyezési eljárás során az előregyártott vázszerkezet tekintetében a fő geometriai méreteket meg kell határozni. Nagyon fontos, hogy a megfelelő méretek kerüljenek meghatározásra, mert ha ez nem így történik, és a gyártmánytervezés során derül ki, hogy a meghatározott keresztmetszetek nem bevasalhatóak, akkor az elkészült engedélyezési és kiviteli terveket, illetve akár az építési engedélyt is módosítani szükséges. Ez nagy terhet róhat a generáltervezőkre és az építetőre is.

Az engedélyezési tervfázisban a talajvizsgálati jelentés alapján meghatározásra kerül az alapozási mód. Ezek alapján már eldönthető, hogy az előregyártott vázszerkezet milyen módon kapcsolódik az alapozáshoz, pl. kehelynyakas, talpas vagy talpcsavaros kialakítás. A műszaki leírásban a választott műszaki megoldásra ki kell térni, annak megvalósíthatóságát ellenőrizni kell. Ha a kialakítás talpcsavaros, akkor meg kell határozni az oszloppapucskok típusát. Kehelynyakas kialakítás esetén a kehelynyak magasságát fel kell venni.

A pillér keresztmetszet meghatározása a következő lépés. Merevítőrendszerekkel vagy anélkül, a választott kialakítást figyelembe véve kell a pillér keresztmetszeteket véglegesíteni.

A tetőgerendák magasságának meghatározásakor a gerenda keresztmetszetek és magasságok jó felvétele elengedhetetlen! Ha a gyártmánytervezés során derül ki, hogy a keresztmetszet nem

bevasalható, akkor az hatással van a tető szerkezeti vastagságára, ami építész oldalon az attika vagy a belmagasság változásával járhat. Nem feszített gerendáknál az L/10-12 magassági értéket, feszített gerendáknál az L/20-as értéket célszerű felvenni, melyet méretezéssel kell pontosítani. A segédlet **M-1.2** mellékletének használata javasolt, kiemelten a szelemenek méretfelvételére. Főtartó-szelemen rendszer esetén a főtartó minden esetben igényli méretezést igényel.

A födémrendszer méretezése a rendelkezésre álló teher adatok alapján készül. A födémpanelek kialakításának és típusának kiválasztása a gyártók katalógusai alapján elvégezhető. A födémgerendák keresztmetszeti méreteinek meghatározása a födempallók és a födém rétegrend véglegesítése után történik. A segédlet **M-1.2** mellékletének használata javasolt, kiemelten a mestergerendák (négyzet, fordított **T** és **L**) méretfelvételére.

Lábazati és falpanelek esetében meg kell határozni a szendvicsfalak rétegrendjét, és a kéreg és teherhordó betonszerkezetek környezeti osztályát. A hőszigetelés vastagságának és típusának (zárt, vagy nyitott cellás) megadása építész tervek alapján történik.

Ha a lábazat támfalként működik, akkor a teherhordó réteg vastagságának megadásakor ezt figyelembe kell venni. A leírásban erre a körülményre fel kell hívni a kivitelező és a gyártmánytervező figyelmét.

8.1.1. Építési engedélyezési eljáráshoz készített műszaki leírás minimális tartalma fentiek alapján

- Alapozási mód megadása;
- Pillér keresztmetszetek, méretek;
- Gerenda méretek;
- Födém kialakítási módja, gerendák keresztmetszete;
- Födémpanelek típusa;
- A panelek beépítéskor igényelnek-e közbenső alátámasztást;
- Lábazati panelek rétegrendje és statikai modellje;
- Anyagminőségek;
- Figyelembe veendő terhek tehertérképeken ábrázolva.

(lásd mintát **M-2** mellékletben).

8.1.2. Előzetes adatok megadása költségbecsléshez (amennyiben tervezői szerződésben a Megbízó ezt külön kéri)

- Elem típusa;
- Betonminőség;
- Elem mennyisége (db);
- Elem geometriai méretei;
- Elembe beépítendő szénacél szerelvény;
- Elembe beépítendő speciális elemek mennyisége, típusa.

Elem jele	Beton minőség	Jelleg	Mennyiség	Menny. egység	Jellemző geometriai méretek		
					mag. (m)	szél. (m)	hossz. (m)
Elem típusa							
				db			
				db			
				db			
				db			
Összesen:							

10. táblázat:

Minta táblázat az **M-8.1.** mellékletben.

Egyéb költségvetéskészítő programok előregyártott szerkezetekre vonatkozó tételei nem eléggé kidolgozottak, ezért ajánljuk a csatolt mellékletben szereplő változatot használni.

8.2. Tender tervfázis

A tender tervfázis elkészítésekor a vázszerkezet mennyiségeit pontosítani szükséges az engedélyezési fázishoz képest, amennyiben az készült.

A kiválasztott alapozási módhoz pontosítani kell a kehelynyakak magasságát, a kehelynyakak betonminőségét. Talpcsavaros kialakítás esetén a talpcsavarok típusát és darabszámát is véglegesíteni kell.

A pillér esetében a műszaki leírásban és a költségvetési kiírásban is szerepeltetni kell a pillérekbe beépítendő, szerelvényeket:

- Villámvédelmi szerelvények típusát, darabszámát, a levezető típusát (jellemzően horganyzott, villámvédelmi terv alapján);
- Speciális szerelvények (pl.: kapcsolati sínek, kihajtható kengyelezés szerelvényei);
- Beépített lemez szerelvények anyagminősége, mérete, mennyisége.

A tetőgerendák tekintetében a tender fázisban szintén pontosítani kell az igényeket. Meg kell határozni a beépítendő lemezeket, az esetleges későbbi továbbépítéshez szükséges egyéb beépítendő szerelvényekkel együtt.

Ebben a fázisban már a gépész tervek alapján meghatározandó a tetőgerendákba kerülő áttörések mennyisége és mérete is. Különösen vonatkozik ez azokra, amelyek az **M-7.4** melléklete szerint értelmezve az áttörés tengelyében a tartómagasság harmadánál nagyobbak, továbbá támaszt az abban ajánlottnál jobban megközelítik. Ezeket a tender terveken jelölni kell.

A kiválasztott födémpanelek típusát, a magasságát meg kell határozni a rendelkezésre álló teheradatok alapján. Az áttöréseket – különösen, ha nagy számban előfordulnak – is figyelembe kell venni, amennyiben módosíthatják a födémpanel típusát vagy vasalásának erősségét.

A födémgerendákba kerülő, magasság harmadánál nagyobb, és annak nem a középső harmadban elhelyezkedő áttörések meghatározandók.

MEGNEVEZÉS			MENNYISÉGI FELMÉRÉS											
Elem jel	Beton min.	Megjegyzés	Menny.	Menny. egység	Jellemző geometriai méretek			1 ELEM ADATAI						Összes mennyiség Beton (m3)
					mag. (m)	szél. (m)	hossz (m)	1 elem m3	1 elem t	1 elem m2	Alapmázolt lemez szerelvény (kg/m3)	Betonacél (kg/m3)	Heg. háló (kg/m3)	
KEHELYNYAK														
1100	C 40/50-XC2-16		36	db	1,40	1,40	1,05	1,21	3,02		0,00	300		43,49
1101 - iker kehelynyak	C 40/50-XC2-16		9	db	1,10	1,95	1,05	1,22	3,05		0,00	300		10,98
1103	C 40/50-XC2-16		18	db	1,40	1,40	1,05	1,21	3,03		0,00	300		21,78
1104	C 40/50-XC2-16		13	db	1,10	1,10	1,05	0,76	1,89		0,00	300		9,83
			76	db										86,08
PILLÉR														
3100	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucsos	1	db	0,50	0,75	12,120	4,22	10,55		10,00	275		4,22
3101	C 40/50-XC1-16		11	db	0,50	0,75	13,280	4,63	11,58		10,00	275		50,93
3102	C 40/50-XC1-16		1	db	0,50	0,75	13,280	4,63	11,58		10,00	275		4,63
3103	C 40/50-XC1-16		12	db	0,50	0,75	15,880	5,94	14,85		10,00	275		71,28

105. ábra: Kitöltött költségvetési minta táblázat részlet

Excel formátumban lásd **M-8.3** mellékletet.

8.3. Kiviteli tervfázis

A kiviteli tervfázisban lévő műszaki tartalom azonos a tender fázisban lévő műszaki tartalommal. Itt már csak pontosítása szükséges. Amennyiben ajánlati fázis nem készült, úgy értelemszerűen a 8.2.-al együtt kezelendő ez a fejezet.

A versenyeztetési eljárás során minden olyan információt és műszaki paramétert ismerni kell, ami alapján az lebonyolítható, és a gyártó kiválasztásra kerülhet.

Azért nagyon fontos a műszaki leírás és költségvetési kiírás pontos elkészítése, mert annak hiánya a versenyeztetési eljárás során torz árakat eredményezhet, a kivitelezés során pótmunkák megjelenésével jár, illetve egy nem pontos kiírás versenyelőnyt vagy versenyhátrányt okozhat.

A költségvetés kiírásnak **tartalmaznia kell** a generál statikus tervezővel történő konzultáció, és a gyártmánytervek vonatkozó részei ellenőrzésének és jóváhagyásának tételes kiírását is.

9. Generáltervező és a gyártmánytervező feladatmegosztása a gyártmánytervezés és a kivitelezés folyamatában

A generáltervező egyeztetési és ellenőrzési feladata nem képezi részét a tender vagy kiviteli tervezésnek. Ezt a feladatot külön megbízás alapján végzi a generáltervező. Az előzőekben ezen okból került bele a költségvetés kiírás tételei közé mind a tender, mind a kiviteli tervfázisban, hogy „A költségvetés kiírásnak **tartalmaznia kell** a generál statikus tervezővel történő konzultáció, és a gyártmánytervek vonatkozó részei ellenőrzésének és jóváhagyásának tételes kiírását is.”

9.1. Generáltervező feladatai

a) Tervindító egyeztetésen tervismertetés (tervezés során figyelembe vett elvárások, hatások és megfontolások bemutatása)

A kooperációt a gyártmánytervező kezdeményezi.

- Együttműködés a tervezett szerkezet és a gyártói igények összehangolásában;
- Az adatszolgáltatás megfelelőségének elfogadtatása, illetve a gyártmánytervező további adatigényének megbeszélése a komplett adatszolgáltatás elfogadásához;
- A gyártás és szerelés ütemének egyeztetése;

- Gyártmányterv tervjóváhagyás rendszerének rögzítése (platform, határidők, díjazás).

b) A gyártmánytervezés menetében

A jóváhagyás során az építész, a statikus, továbbá egyéb érintett szakági tervezők együttműködése szükséges. A tartószerkezet működését biztosító szerkezetellenőrzés a statikus tervezői, a geometriai méretek (pl. lábazati gerendák, azok nyílásméretei) építész tervezői, áttörések gépész és elektromos tervezői feladata, és mindezeket az építész generál tervező fogja össze.

- Összeállítási tervek jóváhagyása;
- A gyártmány szerkezeti tervek illeszkedése a teljes tartószerkezeti rendszerhez;
- Az elemek zsalutervének jóváhagyása, amely kiterjed a
 - Geometriára (beleértve az áttörések pozícióját is);
 - A generál tervet érintő szerelvények geometriájára és pozíciójára;
 - A gerenda elemek igénybevételeinek ellenőrzésére. A gerenda elemek gyártmánytervének zsalutervein az elem N_{Ed} , M_{Ed} és V_{Ed} (amennyiben a két végén eltérő, akkor mindkettőre vonatkozóan) értékeit fel kell tüntetni;
 - Anyagminőségek, környezeti osztályok ellenőrzésére a szerkezet végállapotában.
- Az elemek vasalási tervének jóváhagyása nem követelmény, de kiterjeszhető a vasalás egészének ellenőrzésére is;
- Szerelvények terveinek ellenőrzése csak a geometriai adataikra korlátozódik, de kiterjeszhető a szerelvény, és a kapcsolat egészére is;
- Alátétek kiosztási és leszabási terveinek ellenőrzése csúszó kapcsolatoknál:
 - Csúszó saruk Teljesítménynyilatkozatának/műszaki paramétereinek ellenőrzése;
- Csomóponti tervek ellenőrzése: kompatibilitás a generál statikus csomópontokkal;
- Mindezen kiemelteken túlmenően a generál statikus tervező a gyártmányterv egészére vonatkozóan is ellenőrzést végezhet.

9.2. Gyártmánytervező feladatai

- Tervindító egyeztetés kezdeményezése;

Javasolt résztvevők:

- Generál építész tervező;
 - Generál statikus tervező;
 - Műszaki ellenőr;
 - Fővállalkozó építésvezetője.
- Összeállítási tervek készítése és megküldése jóváhagyásra. Ez a tervezés menetében több fázisban (több revízióval) is készülhet, a tervezés előrehaladását követve;
 - A geometria és egyéb kialakíthatósági feltételek felülvizsgálata, a tervezés folyamatában ezek egyeztetése a generál tervezővel. A gyártási és kivitelezési mérettűrések figyelembevétele, azok vonzatainak hatása a generál szerkezetre, kiemelten azok csomóponti kialakítására.
 - Az elemek zsalutervének készítése és megküldése jóváhagyásra.

Tartalmi elemei:

- Geometria;

- Szerelvények pozíciója, lemezvastagsága;
- Statikai számítások a terhek, statikai modellek, igénybevételek részletezésével. Az N_{Ed} , M_{Ed} és V_{Ed} (amennyiben a két végén eltérő, akkor mindkettőre vonatkozóan) feltüntetése kötelező;
- Anyagminőségek, beton környezeti osztályok;
- Az elemmozgatás során betartandó meghatározások (üzemi, szállítási és helyszíni megfogások, emeléstechnika, továbbá az ezekkel egyidejű betonszilárdságok);
- Az elemek vasalási tervének készítése és megküldése generál tervezőnek véleményezésre. Generáltervező részéről a vasalási terv jóváhagyása nem követelmény, de lehetőség.

A vasalási terv tartalmi elemei:

- Armatúra rajz, a sűrűn vasalt részek kinagyított részleteivel;
- Szerelvények tervei;
- Alátétek kiosztási és leszábsási terveinek elkészítése:
 - Anyagminőség, teljesítménynyilatkozat;
 - Csúszó saruk típusa, teljesítménynyilatkozata;
- Csomóponti tervek készítése, melynek alapját a generál statikus kiviteli terve képezi. A generál statikai terv azonban nem helyettesíti a gyártmánytervező által készítendő azon csomópontokat, amelyek a szerelési szakaszban, a szerelést végző cég vállalásának keretében készülnek el. A megvalósítás alapját képező terveket, mintegy befogadva a generáltervező adatszolgáltatását gyártmánytervező készíti el. Kiemelten az alábbiak:
 - Kehelykiöntési terv;
 - Szelemen-főtartó, főtartó-pillérek kapcsolata az alátétek ábrázolásával;
 - Acélszerkezetű kapcsolatok terve, amennyiben benmaradóak, de a szerelés munkafázisának részét képezik. Tipikusan ilyen pl. a pillér-peremgerenda, a szelemen-szelemen kapcsolat, ha hegesztett elemeket tartalmaz;
 - Amennyiben van, úgy a dilatáció csomópontja az alkalmazott szerelvény teljesítményigazolását csatolva.

10. A mintapéldák részletes ismertetése és azok összehasonlító elemzése

A mintapéldák készítésének célja, hogy jellemző szerkezet típusokon bemutassa a gyakorlatban alkalmazott, tervező irodánként nem egy esetben eltérő megoldásokat, módszereket. Bemutassa továbbá a modell kialakítás részleteit, a tehermegadás módját, a kapcsolatok modellezését és az eredmények kiértékelésének módját.

A bemutatott példák igyekeztek nem az „elméletileg ideális” helyzetet bemutatni, mivel ezek a gyakorlatban sem léteznek. Az épületek valamiért nem szimmetrikusak, a szélrácsok nem ott, és úgy vihetők le, ahogy az ideális lenne stb.

Kiemelt szempont volt, hogy a mintapéldák minél pontosabban tükrözzék a valós tervezési helyzeteket, és közvetlenül alkalmazhatók legyenek a szakmai gyakorlatban, ennek kapcsán kerül bevonásra a véleményezésre az Intercad Kft. és Archimage Kft.

A bemutatott példák nem tökéletesek, de ilyenek alkotása nem is volt a szerzők célja, mert a valós tervezési helyzetek nem az ideálkhoz igazodnak. A tervezés során keresni kell a vizsgált szerkezeti elemek viselkedését és igénybevételeit legjobban megmutató modellt, ami nem feltétlen azonos az alapozás, a vasbeton szerkezet egésze, vagy egyes vasbeton és acél elemek szempontjából.

Általános tanácsok a modell építéséhez, és egyéb beállításokhoz fontossági sorrend nélkül

- Az eredmények pontosságának beállítása azért fontos, mert a felesleges tizedesek nem teszik lehetővé, hogy idővel a tervezőben kialakuljon az eredmények nagyságrendjének helyes érzése, és az ellenőrzés során az eredmény nagyságrendileg is rögzüljön. A tartószerkezeti tervezésben három értékes jegy a meghatározó, a negyedik jegy a modellek és anyagjellemzők bizonytalansága miatt már indifferens.

Megejegyzés: valójában már a harmadik jegy is csak dísznek van... Illetve arra jó, hogy a továbbgörgötett számítás még elegendően pontos tudjon lenni.

Javasolt beállítás jelen szerkezettípusnál

- A terhek esetében

- kN, nulla tizedes 215 kN

	MÉRTEKEGYSÉG	TIZ.
Koncentrált erő	kN	0
Koncentrált nyomaték	kNm	0
Vonalmenti erő	kN/m	1
Vonalmenti nyomaték	kNm/m	1
Felületi erő	kN/m ²	2
Hőmérséklet	°C	1
Hőmérséklet-változás	°C	1

- kN/m egy vagy két tizedessel 2,26 kN/m

- Eredmények esetén

- Elmozdulás mm, nulla, esetleg a mozgás kiértékelésekor, ha az eltérés csekély akkor egy tizedes

- Erő kN nulla tizedes

	MÉRTEKEGYSÉG	TIZ.
Eltolódás	mm	0
Elfordulás	mrad	3
Erő	kN	0
Nyomaték	kNm	0
Bímoment	kNm ²	0
Fajlagos erő	kN/m	1
Fajlagos nyomaték	kNm/m	1
Felületi támaszerő	kN/m ²	0

- Nyomaték nulla tizedes

- Vasbeton tervezésnél

Vasátmérő	mm	0
Vastávolság	mm	0
Vaskeresztmetszet	mm ²	0
Vasmennyiség	cm ² /m	0
Nyírási vasalás	mm ² /m ²	0
Repedéstágasság	mm	1
Külpontosság	mm	0
Betonadalek átmérő	mm	0
Nyírási kihasználtság		2
Vasbetonfal-kihasználtság		2
Vasbeton oszlop méretezése (kihasználtság)		2
Alkalmazott vasalás kihasználtsága		2

- A modellkészítés kezdetén el kell dönteni, hogy mi a célunk, minek az eredménye lesz fontos számunkra.

- Amennyiben a vasbeton szerkezetek helyes méretfelvétele és az alapozás méretezése a cél, úgy az alárendelt szerkezeti elemek pontos modellezése nem lényeges. Például:
 - A daruzott csarnok esetén a pálya helyett elegendő annak súlyával és a pilléreknél ható daruteherrel és annak hatásaival számolni;
 - Az előtetők részletes szerkezete helyett annak terheivel, vagy csak a teherpanelek használatához elégséges kontúr elemekkel pótolhatóak.
 - A szelemenek igénybevételeit nem javasolt a 3d modellről levenni, hiszen a pontos eredményhez a TR lemez háromtámaszú modelljét kell felvinni. A helyes teheradat ezért a segédlet 4.5.2. pontja szerint javasolt.
 - Egyes szerkezeti elemek pontos méretezésének csak alapja, de nem teljeskörű és nem feltétlenül helyes adatait szolgáltatja a 3d modell:
 - Cölöpök;
 - Feszített szerkezetek;
 - Darupálya stb.
- Dönthetünk úgy is, hogy „tökéletes” modellt hozzuk létre. Ennek a problémája az, hogy
 - Igen időigényes, a tervezési folyamatba nehezen illeszthető be mind időben, mind tervezési díjban;
 - A kapcsolatok modellezése, hogy az a tényleges működést jól kövesse sokszor problémába ütközik. Párat megemlítve:
 - A körüreges panelek felfekvése invert T és L gerendára;
 - TR lemez többtámaszú működése, mivel a tényleg fektetési tervet nem ismerjük;
 - A támaszok, kapcsolatok részleges befogásának működése, hatékonysága;
 - A padlószerkezet megtámasztó hatása, az alaptestekre ható passzív földnyomás mértéke;
 - Építési hőmérséklet (lehet +25 és -5 °C is);
 - stb.
 - Hamisan keltheti a pontosság érzését.

10.1. Rövid főtartós, részben köztes földémmel rendelkező csarnokszerkezetek számítása végleges állapotban (Rátkai, Styaszny)

Sz-10 példák

A gyakorlatban a tervezők az alábbi **A1**, **A2**, **B** és **C**- módon modellezik a földémeket. A számítási eredményekben mutatkozó eltérések oka a modellek különbözősége, amit a várható eredmény adott részének fontossága indokol.

- Például van-e és ha igen akkor mértékadó lehet-e a hőmérsékleti teher?
- A geometria miatt lényeges szempont a földémtárcsa deformációjának figyelembevétele?
- A koszorúvasalás mennyiségének számítása miként kapható meg?

Előző kérdéseken túlmenően a tervező egyéni megszokásai is közre játszhatnak a modellalkotásban. A bemutatott példákban a változatok különösségeit ismertettük.

A számítások első futtatásánál célszerű végtelen merev támaszok felvétele, majd a kapott eredményeket felhasználva, a tervezett szerkezet várható viselkedése alapján felvenni a rugóállandókat. Például, ha a végtelen merev támasz esetén kapott számításból az alaptestre ható SLS vertikális erő 2.100 kN, akkor a süllyedéseket 3 cm-re korlátozva $2.100 \text{ kN}/0,03 \text{ m} = 70.000 \text{ kN/m}$ függőleges rugóállandót lehet a modell finomításakor felvenni.

Nyomatéki hatásokra a rugóállandó felvétele már nehezebb. Ennek oka, hogy a méretezésnél figyelembe vett mértékadó hatások igen rövid idejűek (mértékadó széllelőkések, földrengés), amikre az alapozás merevebben reagál, mint az a talajfizikai jellemzőkből számítható lenne. A padozat megtámasztó hatása, az alaptestek passzív földnyomással való megtámasztása a szokásos méretező programok által számítható rugóállandóknál a valóságban merevebb megfogást eredményez.

Földrengési terhek modellezése során az elemek hálózásának alkalmazása javasolt a pontosabb eredmények érdekében. Minimum 4 részre, max. 2 m-es szakaszokra osztás javasolt.

Földrengés vizsgálathoz be kell állítani az oszlopok és gerendák merevség csökkenését a keresztmetszetek berepedés miatt. Az, hogy melyik szerkezeti elem esetén melyik merevséget csökkentjük, az attól függ, hogy földrengés tehernél az egyes szerkezeti elemek milyen módon viselik a terhet, és hogy a berepedésnél milyen merevségek csökkennek. Például az oszlop, a gerenda és a lemez főleg hajlítással, így ezeknél az inercia csökkentésének van leginkább hatása (felborító nyomaték ellen az épület, mint egy konzol, vagy keret áll ellen, az oszlopok, mint egy gerenda szálai dolgoznak). Falak saját síkjukban hatékonyak, azaz az inerciájuk az egyes kis részek axiális merevségéből áll össze. Amerikai (USA) szabványok esetén a megadott csökkentő tényezők a normálerő kihasználtság függvényében vannak megadva. Az alapján lehet megadni, hogy miként lehet eltérni a 0,5-ös csökkentő tényezőtől (10 %-os axiális kihasználtság esetén 0,30 $E \cdot I_y$, 50 %-ot meghaladó axiális kihasználtság esetén 0,70 $E \cdot I_y$, közte lineárisan interpolálható).

A csarnokok szerelés pontossága miatt az imperfekció alkalmazását a tárgyalt csarnokoknál nem tartjuk indokoltnak, mert a számításnál figyelembe veendő szerelési hibák esetén a csarnokokat nem lehetne összerakni, mivel a csatlakozó csapoknál a maximális megengedett szerelési pontatlanság kb. 1-1,5 cm. Az EuroCode szerint kell számolni imperfekcióval, a valós csarnokszerkezeteknél ennek azonban jelentősége nincs, és a pillérméretezők ezt a vasalás számításakor egyébként is figyelembe veszi. Ha számolunk imperfekciós teherrel, akkor a keresztmetszet méretezésnél figyelmen kívül lehet hagyni, de ekkor sem lesz benne a globális erőkből a hatása (pl. merevítő rendszerre).

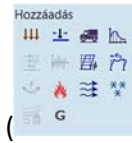
A támaszokat a számítások kezdetekor végtelen merevre célszerű beállítani. Lehetőség van talajrétegződésen keresztül meghatározott merevséggel számolni.

- A cölöpalapozás rövid idejű terhekre végtelen merevnek tekinthető;
- A pontalapoknál sem reális, amit igen rövid idejű terhekre (széllelőkés, földrengés) a talajmechanikai alapján számítani lehet;
- A talajmechanika szerinti átlagos összenyomódási modulusok (E_s) alapján tartós teherre számított süllyedés a tapasztalatok szerint kb. duplája a ténylegesen lejátszódó süllyedéseknek. A padló, valamint az alaptestek passzív földnyomásának hatása sem számítható be a nyomatékok felvételébe, pedig hatásuk nem elhanyagolható. Az alapok lágyságát a megépült szerkezetek szélteherre történő viselkedése nem támasztja alá.

Az előzőktől függetlenül, amennyiben a talajjellemzők alapján a tervező úgy ítéli meg, akkor modellezni kell a talajra terhelő alaptest merevségét nyomaték terhekre.

A változó magasságú feszített T tartók prizmatikusak. Lehet így egyszerűsíteni, csak ekkor fel kell hívni a program felhasználójának a figyelmét erre a közelítésre. Lásd az Sz-10 E6 és E7 példákat.

A mintapéldák egyes pilléreinek alapozási síkja a dokkoló süllyesztékek miatt van lentebb.



Az önsúlyteher egyedileg van megadva. lehetséges a programra bízni ().

Ez esetben nem lehet a földémet kihagyni az önsúly generálásából. Önsúly nélküli fiktív anyaggal kell definiálni a fiktív földémet, ezt követően a programra bízni az önsúly generálást. A tető vonórudak lehajlása és kilengése miatt is felmerül ez a probléma. Megoldás lehet, hogy az adott rudaknak nulla legyen a térfogsúlya.

Rendkívüli hőterhet tartalmaz a modell. Egyes szerkezeti elemeknél ez lehet mértékadó, de a tárgyalt csarnokrendszerek egésze esetén nem, mert:

átlagos rétegrend esetén	$(0,45 + 0,5 \text{ inst}) * 1,35 + 1,5 * 1,0 =$	2,80 kN/m ²
rendkívüli hőteherrel	$(0,45 + 0,50) + 2,0 =$	2,95 kN/m ²
szelemenre számítva	$6 * 2,8 + 5 * 1,35 =$	23,6 kN/m
	$6 * 2,9 + 5 =$	22,4 kN/m

Födémek

Több raszterben futó födémgerendázat esetén a belső gerendákat is ki kell jelölni, nem elég a födém peremet, ellenkező esetben a belső pillérek a födémről függetlenül mozognak, igénybevételük is eltér a valós viselkedéstől.

Falak

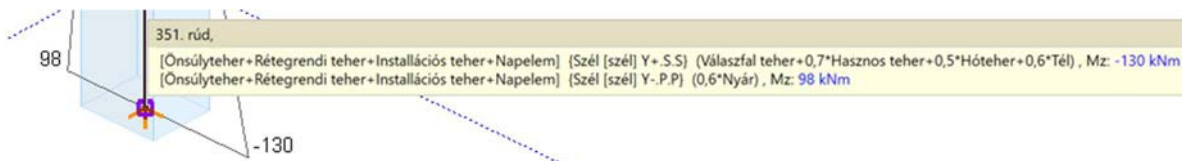
Vasbeton falak modellezésének egyszerű módja a kapcsolódó vasbeton pillérek között kialakított rácsmodell. A teljes modellre jutó globális igénybevételek szempontjából egy megfelelő merevségű rácsmodell azonos eredményeket ad a merev vasbeton falat tartalmazó modellel. A modell azonban alkalmatlan a lokális kapcsolati igénybevételek meghatározására.

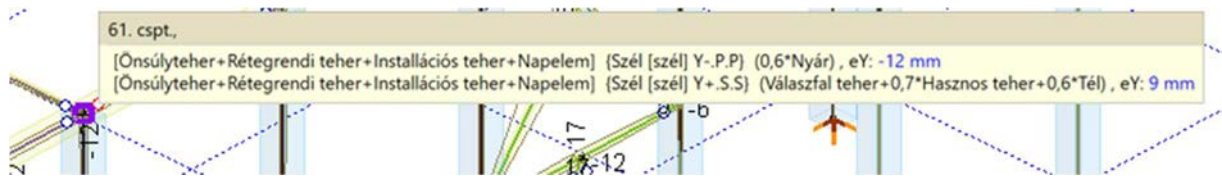
A fal, mint héjelem és előregyártott pillér kapcsolatát javasolt élmenti csuklóval, vagy több csomópontra felosztott pont-pont kapcsolati elemmel helyettesíteni, így a kapcsolati vasalásra jutó nyíró és normálerők is számíthatók. Javasolt a modellben viszonylag ritka hálót generálni (1x1 m, vagy nagyobb), mert különösen a földrengésvizsgálat futtatási idejét feleslegesen megnöveli.

Az attikartartó konzolokat rúdelemmel javasolt modellezni, a teherpanelt a szendvicspanel felső síkjáig fel kell vinni, hogy a szélteher a megfelelő felületen és magasságban hasson. Ez különösen automatikus szélteher generálásánál fontos. Az AXISVM 6 verziójában már beállítható attika a szerkezeti elem teherszámításnál történő figyelembevételére.

Amennyiben lehetőség van rá, gazdaságosabb eredményt ad az EC szerinti ULS (a,b) kombináció használata. Nem magyar beruházó esetén ennek lehetőségét ellenőrizni kell, mert kérheti az ULS alkalmazását.

Másodrendű számításokhoz teherkombináció képzése szükséges.





106. ábra: Kombináció átvétele a 2. rendű számításhoz

SLS karakterisztikus teherkombináció megmutatja, hogy mely értékek adják a meghatározott helyen a maximális pillérinterakciót, illetve tetőponti elmozdulást. Ebből a kívánt teherkombináció előállítható, és a bevasalt szerkezetek 2. rendű számítása már elvégezhető.

Attika szélteher számítása egyszerű beállítással elvégezhető:



107. ábra: Attika szélterhének figyelembevétele a kialakítás függvényében Axis VM teherpanel moduljában

A közbülső födém dilatálva lett, a tető nem. A szélrács a tetőn nem veszi figyelembe a dilatációt (ami szerkezettervezés során a tetőszinten nem is lett megoldva). Ez gyakran szükséges vagy lehetséges megoldás. A csarnokokat nem szükséges dilatálni, mert kellően lágy, míg a közbülső födém merevebb szerkezet és a pillérek befogási pontjához is közelebb van. A pilléreket kis mozgással deformálva is nagy lehet a befogási nyomterék. A tetőszint magasságában történő mozgásnak kisebb hatása van a pillérek befogási nyomterékaira. A mestergerendák csúszó kapcsolata jól és kis költséggel kivitelezhető.

Ha a modellt lefuttatva 90 rezgésalakkból sem hozza a 90%-os tömegrészesedést, akkor az utalhat arra, hogy hiányoznak a modellben nem szereplő másodlagos teherviselő elemek merevítő hatásai. Fiktív rugókkal lehet a másodlagos elemek hatását bevinni a modellbe úgy, hogy maximum 10-20 db rezgésalakkból kijöjjön X és Y irányba a szükséges 90 (95) %-os tömegrészesedés. A TR lemez helyettesítésére javasolt betenni a modellbe összekötő rugókat (a 24m támaszköz feletti szelemennél a támaszköz közepe környékén valóságos rudakat!) Ellenőrizni, hogy a nyomterő nem nagyobb-e, mint amit a szokásos TR rögzítés el tud (kb. 10 kN/m) viselni.

A földrengésre történő futtatás során a nem kimozduló szintet fontos beállítani.

Relatív hibára vonatkozó határértékek, amiket figyelembe kell venni (kizárólag statika számítás esetén, a rezgés számításra ez nem vonatkozik!):

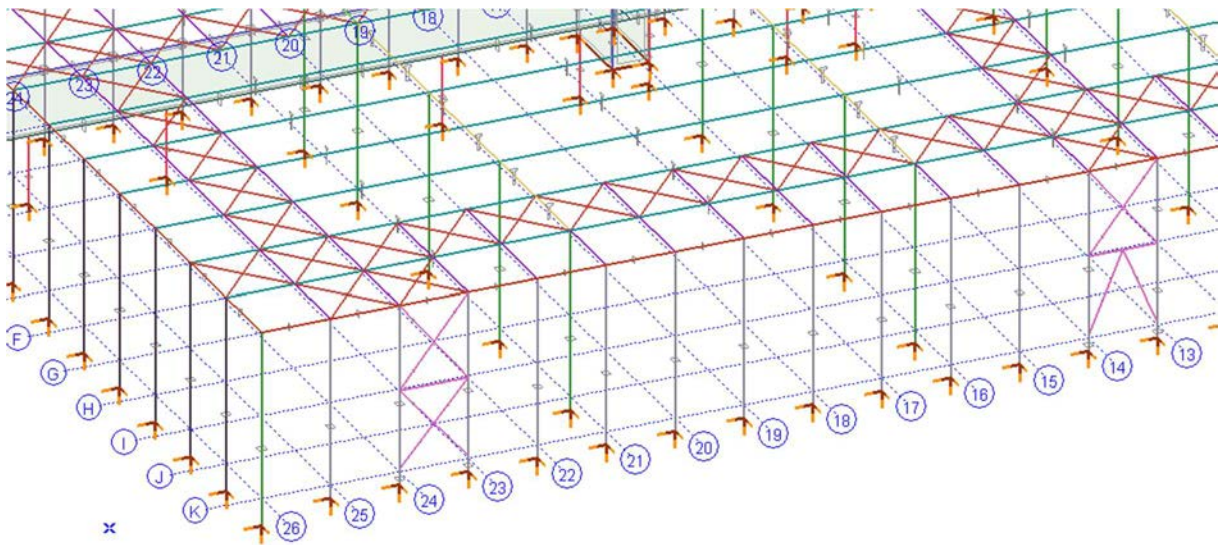
- 1e-8 és ennél még nagyobb relatív hiba utalhat csuklózási problémára;
- 1e-10 és 1e-12 közötti relatív hiba esetén teljesen stabil a modell;
- 1e-10 relatív hiba jó csuklózás esetén is lehet;
- Az is okozhat kissé emelkedett E(ER) értéket, ha valahol nagyon merev elem van. Ez például igen rövid rudat, vagy nagyon kicsi felületelemet is jelenthet;

- Csuklózási probléma: egy csomópontba befutó rudak el tudnak fordulni. Ha globális koordináta-rendszerhez képest kis ferdeségek vannak az adott csomópontba befutó rudakban, akkor ugyan lefuthat a program, de a rendszer közel van az instabilitáshoz. Pl. a csomópontba bekapcsolódó rudak akár csak egyike nem párhuzamos a globális koordináta rendszerrel. Ez esetben javítani kell a csomópont rúdvégéinek modelljét. Lásd részletesen „A modell szingularitásokat tartalmaz, instabil modell” [39] AXISVM példáját.

Sz-10 A1 Köztes vb. lemezfödém önsúly nélküli vékony héjelemként meghatározva

A tetősíkú rácsozásnak nem része a peremgerenda

- A teher közvetlenül van rátéve a gerendára (nem teherpanellel megadva);
- Tetősíkú rácsozat szélektől elhúzva, peremgerenda igénybevétele korlátozott, jellemzően a szokásos csapos kapcsolattal kialakítható;
- A szerkezet hőmérsékleti teherrel terhelhető;
- A tetősíkú szélrácstól lehetőség szerint azon oszlopközben kell folytatni, ahol az a tetőn kapcsolódik. Jelen példa a 14-15 raszteren ezt az esetet, a 24-26 raszteren pedig a funkció miatti kényszerre adott megoldást szemlélteti;

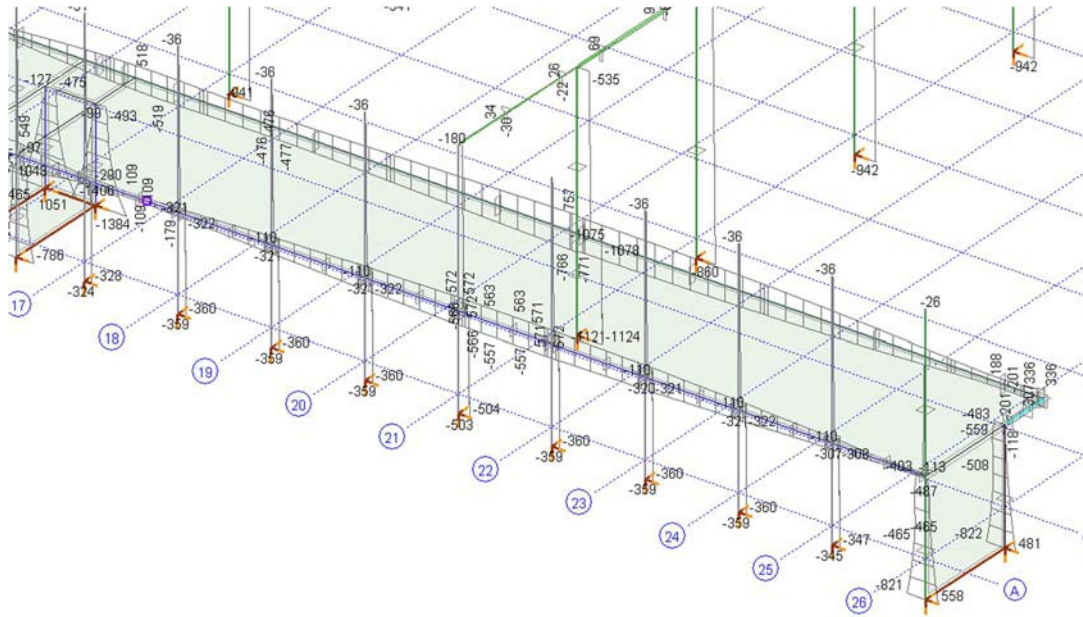


108. ábra: Csarnok modell részlete

- A sűrű oszlopos végfalon a függőleges rácsozás elhagyása célszerű lehet.

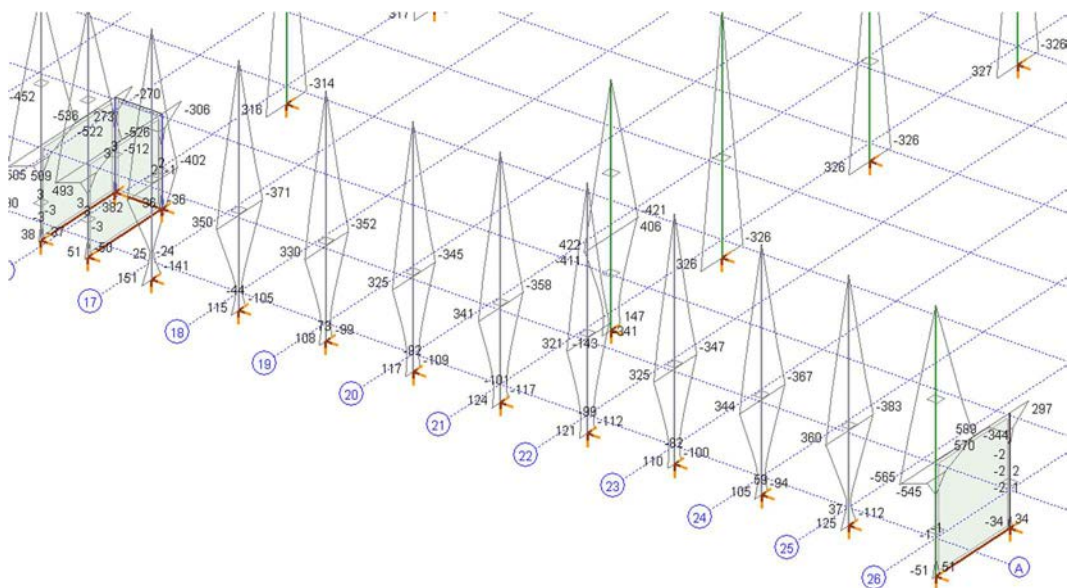
A példa kapcsán bemutatható:

- A födém és a vasbeton falak együttes merevítő hatása számottevő. A födém koszorúgerendájában 700 kN normálerő ébred, amit a koszorúba és a felbetonba tett vasalással és a gerenda -pillér kapcsolatnál a nyomás felvételét biztosító kiöntéssel lehet felvenni.



109. ábra: Normálerő változása a födém koszorúján, csarnok részlete

- A merevítés az oszlopok és így az alapozás igénybevételeit is megváltoztatja.



110. ábra: Pillér nyomaték változása merevített födém hatására, csarnok modell részlete

Amennyiben a födém tárcsa vasalása és részleteinek kialakítása nem követi az erőtérképet, úgy a pillérek és az alapozás sem lesz megfelelő.

A peremgerendákban ébredő normálerő a rövidebb homlokzaton adódik csak olyan mértékűre, ami hegesztett kapcsolatot igényel (+/- 133 kN), a hosszú homlokzaton kisebb, mint 60-75 kN ébred. A mintapéldában a K/8-9 és K/19-20 raszteren szükségesek a peremgerenda csúszós kapcsolatai. Ezek hiányában a peremgerenda a belső rácozás részévé válik, és meg nem engedhető, vagy csak munka- és időigényes kapcsolattal biztosítható normálerők ébrednek a kapcsolatban.

Sz-10 B: Köztes födém nincs szerkezeti elemként meghatározva

Elterjedten diafragmát használ a szakma a modellépítésekor.

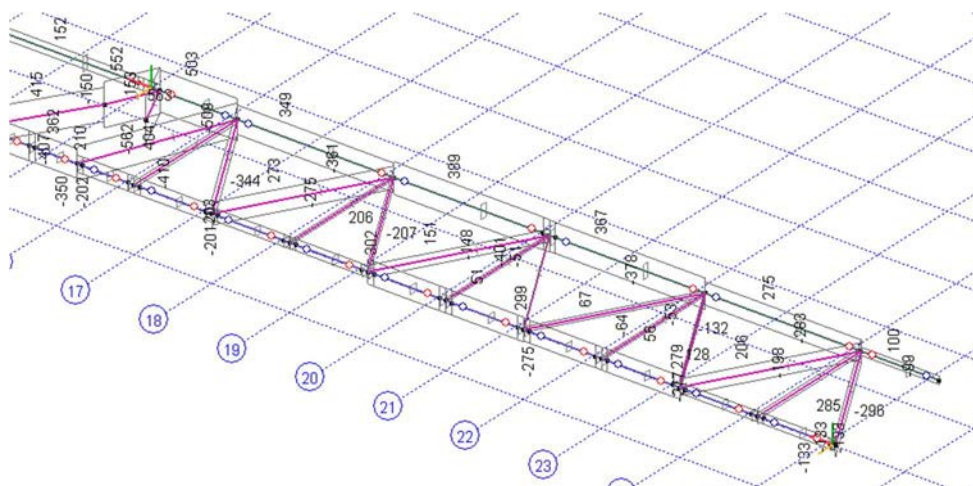
- Ez esetben minden teher teherpanellel megadható, a terheket a gerendára ráosztva;
- A födémhátsó diafragmával modellezve.

Nem javasoljuk a diafragma alkalmazását. Indoklás:

- A diafragma végtelen merev, amely nem felel meg a valós szerkezetek viselkedésének;
- Hőmérsékleti teherrel nem terhelhető modell változat. Ez esetben más módszerrel kell a méretezést erre a teheresetre elvégezni, vagy más modellen kell vizsgálni, különösen, ha a szerkezet mérete vagy kitétsége ezt indokolja. Lásd 3.1./h pont javasolt dilatációs hosszait és hőmérsékleti értékeit.
- A födémgerendákban a merev diafragma miatt nincs normálerő, a födémhátsó bevasalásához adatot nem szolgáltat a modell. A szokásos d20-as, pilléren átdugott vasalás és a d6/150/150 háló kb. 200 kN húzóerő felvételét biztosítja, ami a mértékadó húzóerőnek csupán negyede.

Sz-10 C: Köztes födém nincs szerkezeti elemként meghatározva, rácsostartó helyettesíti

- A teher nem teherpanellel van megadva, az gerendára közvetlenül van rátéve;
- A födém önsúly nélküli acél rácsoszattal merevítve;
- A modell képzése munkaigényesebb, mint ahogyan „A” verzióknál történik, és a rácsostartó meghatározása spekulatív, ami az eredményekre is hatással van;
- A szerkezet hőmérsékleti teherrel terhelhető;
- A födémgerendában ébredő normálerő rapszodikusan követi a rácsoszást, értéke kisebb, mint az A1 példánál.



113. ábra: Födémhátsó helyettesítő rácsostartós modell normálerői, csarnok modell részlete

- Eltérések vannak a pillérek igénybevételeiben is.

Összefoglalás

Az előző példák mutatják, hogy az eltérő modellek milyen mértékben befolyásolják a szerkezetre kapott igénybevételeket. Nem tizedesekbe, hanem jelentős mértékben eltérő eredményeket kaphatunk különösen földrengés és mértékadó szél terhekre.

A szerzők elsősorban az „A1: Köztes vb. lemezfödém önsúly nélküli vékony héjelemként meghatározva” modellt javasolják.

Felmerülhet a tervezés során, hogy olyan modellt készítsünk, amely a körüreges paneleket is tartalmazza, például 1,2 méterenként elhelyezett fiktív kéttámaszú rudakkal vagy körüreges héjtartománnyal, ahol a peremeken csuklók találhatóak. Rúd modell esetében a tárcsahatás utólagos megadására lehet szükség, akár fiktív rugók alkalmazásával, míg a körüreges héjmodellek esetén ezek a problémák kevésbé jelentkeznek. Bár héjmodelleknél a rövidkonzol körüli részletek még problémát jelenthetnek, egy ilyen megközelítés kipróbálása hasznos lehet, különösen mivel jelenleg a födém gyakorlatilag nem szerepel a számítási modellben. Lehet vagy üreges tartománnyal, vagy bordákkal + kapcsolati elemekkel hozzákapcsolt héjelemmel modellezni a felbetont, és a kapcsolati elemek merevségét próbálgatással vizsgálni mi a jó beállítás; a paneleket mindenhol élcsuklókkal bekötni, oszlopokat kikerülni és csak gerendákra feltámasztani. **Nem javasoljuk a modellek ilyen fokú túlbonyolítását, mert**

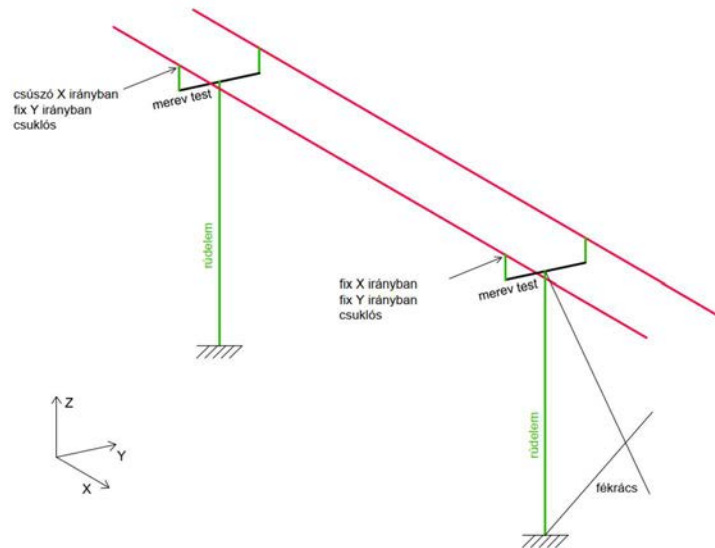
- A modell elkészítése nagyon munkaigényes, és helyessége nehezen ellenőrizhető;
- A konkrét elemek (körüreges panelek, L és invert T gerendák, rövidkonzolok, szelemenek és mestergerendák) méretezését egyszerű, közvetlen számításokkal nagyobb biztonsággal el lehet végezni;
- A rendszer egészének viselkedését a bemutatott egyszerűbb modellek is visszaadják.

Megjegyezzük, hogy nem volt szándékunk egyszerű, de tökéletes példa bemutatása, mert ilyen esetek a tervezési gyakorlatban igen ritkán fordulnak elő.

Sz-10 D: Daruzott csarnokszerkezet számítása végleges állapotban

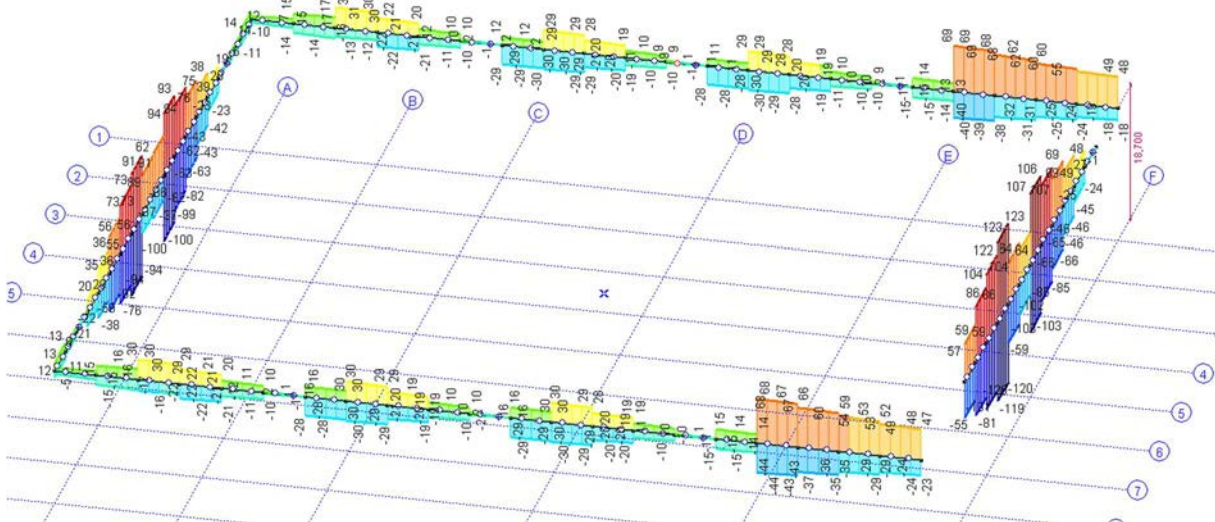
A feladat ismertetése: Daruzott csarnok modellje: több hajós vasbeton szerkezetű. Extrém daruterhek, hajónként 2-2 db 100 tonnás daru. A darupálya tervezését a szokások szerint külső cég végzi.

- A darupálya és daruteher az épület egészének viselkedése szempontjából meghatározó;
- Modellezve lett a darupálya pozíciója;
- A szélső rasztereken a pillér tengelyének törését a példa nem tartalmazza;
- Amennyiben a konzolt végtelen merev testként adjuk meg, az esetben a pálya rögzítése nem adható meg tengely irányú csúszó kapcsolattal. Rúdelemként meghatározva (pl. HEB 400) a fékrács kivételével a többi pillérnél csúszó kapcsolatot lehet meghatározni.



114. ábra: Darupálya kapcsolat modellezése

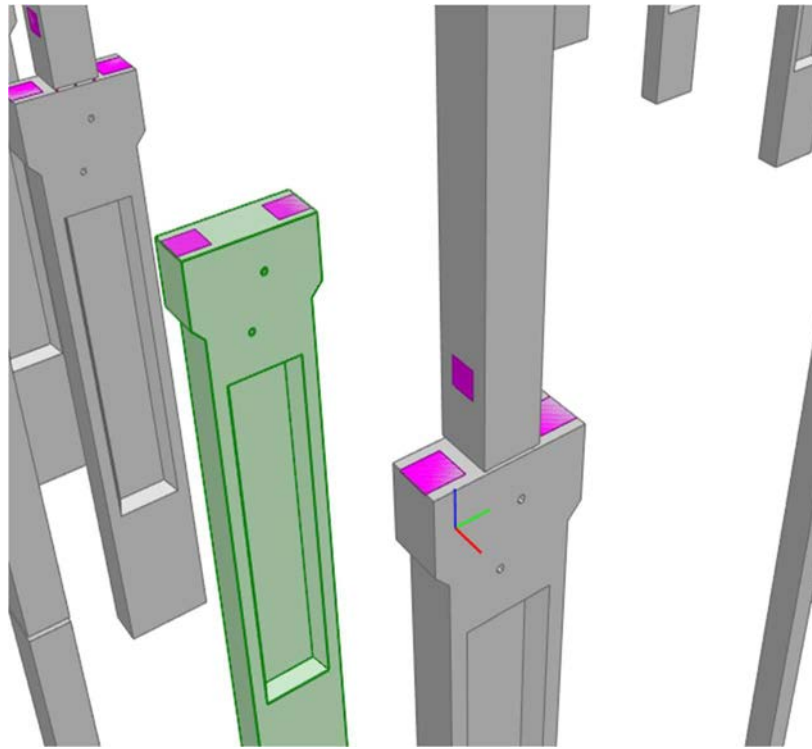
- Van néhány tető peremgerenda, melynek végén a rúdírányú eltolódással szembeni ellenállása szándékosan 1E+0-ra van felvéve (lásd alább piros ponttal jelölve). A szerkezet a valóságban is csúszó kapcsolat lett megépítve. Ha fixre vettük volna a kapcsolatokat ezen a helyeken is volt, az a rúderőket nem kívánt irányba vitte volna. A sok hosszali pillérre vándorolt volna az erő a rácszat helyett, és a peremgerenda a kialakítható kapcsolataival az ébredő erőhatást nem viselte volna el.



115. ábra: Peremgerendák normálerei

- A tetőn a nehéz tetőgépek terhe csak a főtartókra van felhelyezve, mert a tervezés adott stádiumában a pontos pozíció nem volt, és jellemzően nem is ismert. A mértékadó pillér igénybevételek és alapozási támaszreakciók miatt ezeket a terheket szerepeltetni kell, továbbá a kilendülő tömeget is befolyásolja. A szelemenek méretezése egyébként már a TR lemez többtámaszúsága miatt is egyedi módon történik, nem a 3d modell alapján;

- Az oldallökő erő a felső pillérszakaszon támad, de egyszerűsítési okokból vízszintes erő a támaszra lett feltéve.



117. ábra: Darupálya kapcsolat lemezei

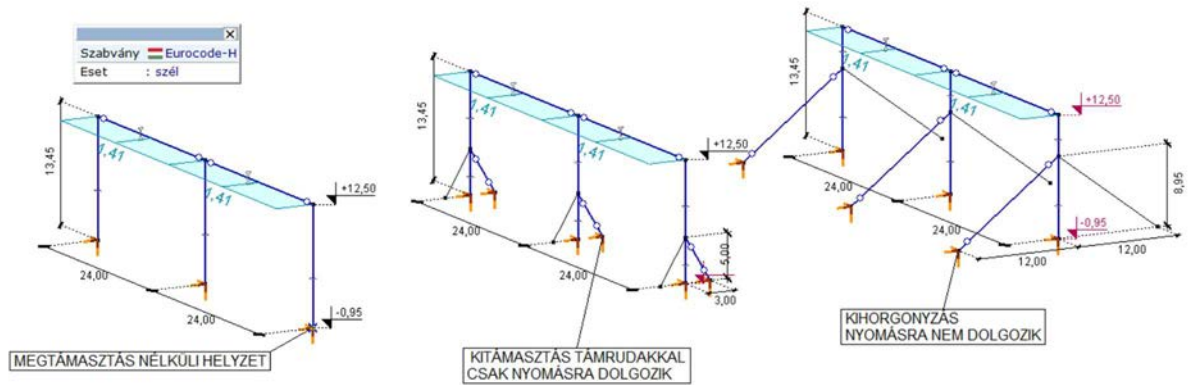
10.2. Építési állapot vizsgálata (Alibán, Rátkai)

10.2.1. Főtartóra, szelemenre ható szélteher építési állapotban

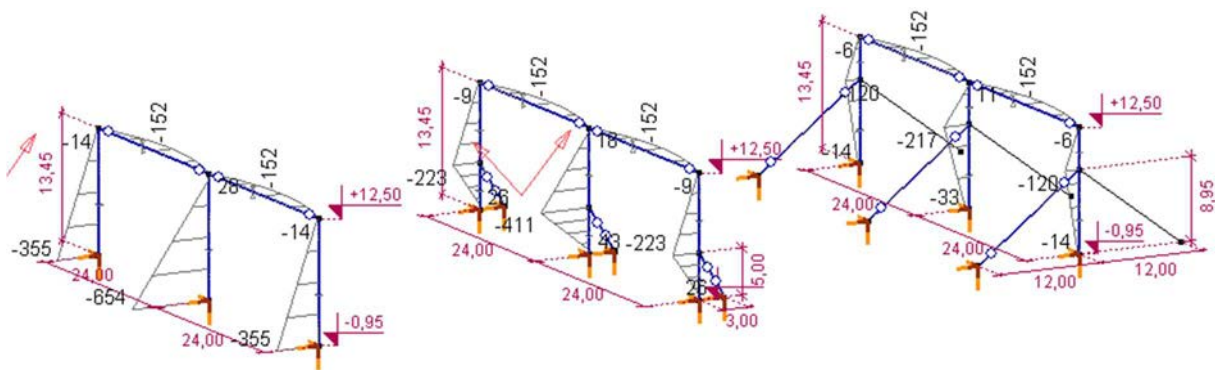
A szélteher hatása építési állapotban, a hosszú főtartós csarnokok esetén különösen jelentős lehet. Jellemzően 1,2-2,0 m magas főtartók kerülnek beépítésre, melyek szélterhelés hatására a pillérek tetején úgy viselkednek, mint a vitorlák, és ez pilléreken nagy befogási nyomatókot okoz.

A mintapéldában egymástól 24 m távolságra elhelyezkedő 60/60-as vb. pillérekre ül fel a 24 m-es, 140 cm magas főtartó. A főtartó középtengelye +12,5 m-en van, a szélteher III-as kategóriájú. (Szelteher számításnál az MSZ EN 1991-1-4:2007 szabvány 7.6 pontjai alapján a $c_f=2,2$. Ezen kívül az építési állapotban a 0,7-es szorzót alkalmazzuk.)

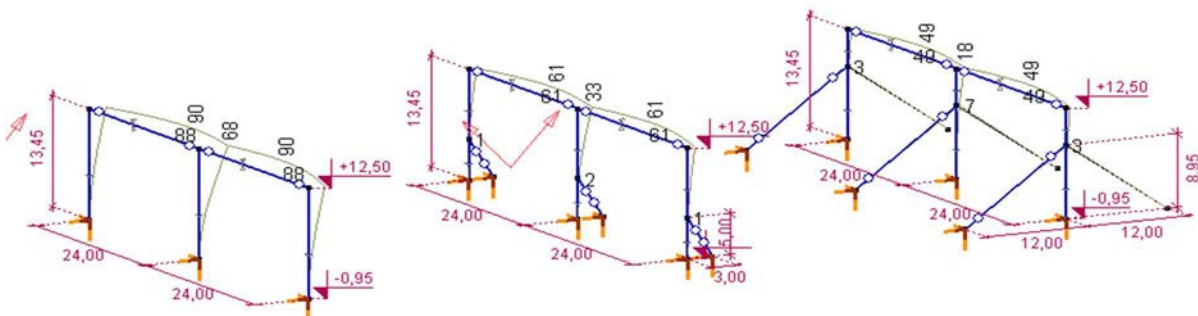
$$q_p(13.2) = 0,655 \text{ kN/m}^2 \rightarrow q_{szél} = 0,7 \times 0,655 \times 3,4 = 1,01 \text{ kN/m}^2$$



118. ábra: Szélteher építési állapotban eltérő megtámasztások esetén



119. ábra: Mértékadó nyomaték eltérő megtámasztások esetén szélteherből



120. ábra: Vízszintes elmozdulás eltérő megtámasztások esetén szélteherből (gyakori kombináció)

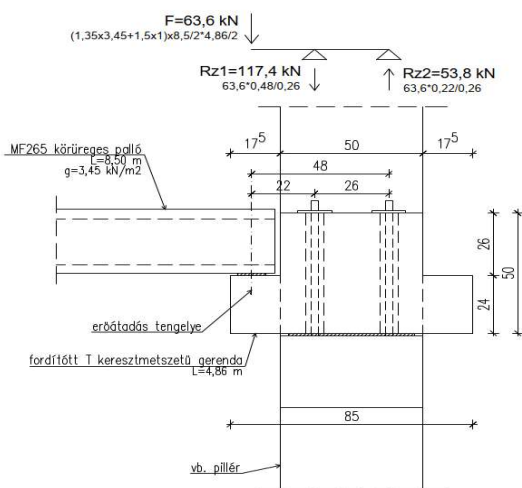
A példában látható a dúcolat nélküli (bal oldali), az egyoldali merev dúccal megtámasztott (középső) és a kétoldalról kikötött (jobboldali) megoldás. Az első esetben a végleges állapothoz képest a pillér túlvasalása, keresztmetszet növelése és alaptest növelése szükséges. A második esetben egy ideiglenes alapot kell készíteni. A harmadik esetben a következő pillér alaptestéhez kell kikötni sodronnyal.

Melléklet: Sz-10.2.1 Főtartóra ható szélteher építési állapotban.axs

A program bemutatja lehetséges igénybevételt csökkentő megoldások hatását: kitámasztás támrudakkal ideiglenesen letett betontömbökhöz, illetve sodronnyokkal kikötve a szomszédos alaptestekhez, vagy pillértövekhez.

10.2.2. Födémgerendák csavarása építési állapotban, felbeton megszilárdulása előtt

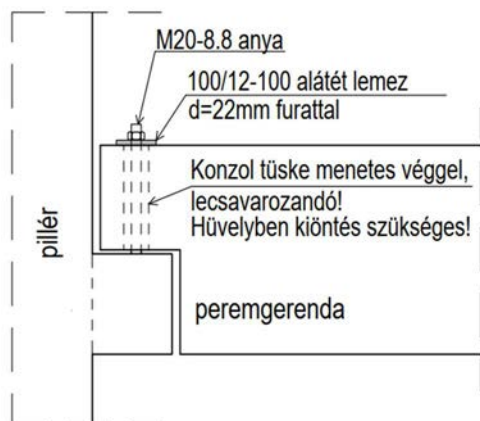
Elsősorban „L” és fordított „T” keresztmetszetű gerendák esetében kritikus, de nagy terhelésű födémek esetén téglalap keresztmetszetű gerendáknál is előfordulhat, hogy mértékadó igénybevétel keletkezik belőle. A csavaró hatás mértéke egy fordított „T” gerendán van bemutatva. Előregyártott palló és 1 kN/m² szerelési teher hat féloldalasan a gerendára.



A keletkező húzóerőt menetes végű tuskával lehet felvenni, melyre egy anya segítségével egy lemez van ráfeszítve, vagy egy a gerenda síkjából kinyúló betonacél tuskával és egy ráhegesztett lemezzel.

Amikor a gerenda mindkét oldalról közel azonos támaszközü födempallót fogad, megoldás lehet, ha párhuzamosan haladva helyezik el őket mindkét irányból (egyét jobbról majd egyet balról).

121. ábra: Invert T gerenda féloldalas terheléssel építési állapotban

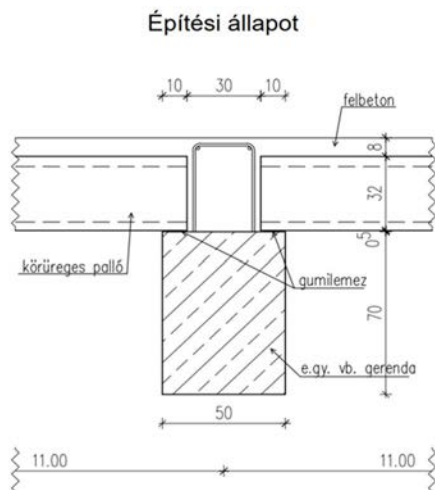


Pillér – gerenda kapcsolat oldalnézete jellemzően alkalmazott kapcsolóelemekkel.

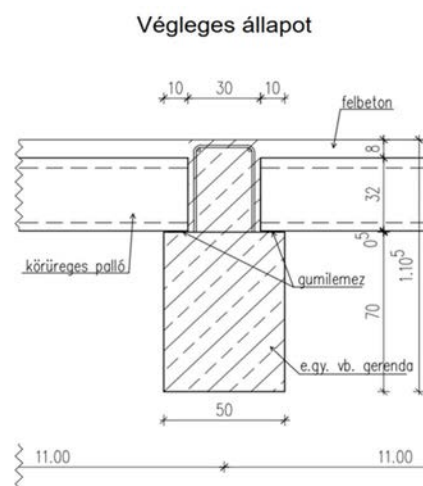
122. ábra: Gerenda lerögzítés oldalnézete

10.2.3. Födémgerenda igénybevétele és lehajlása építési állapotban és végleges állapotban teljes keresztmetszettel

Körüreges födémek esetén, ha a födémgerenda nem fordított „T” vagy „L” keresztmetszetű, akkor az építési és végleges állapotban jelentősen eltérő inerciájú gerendát kell figyelembe venni. Építési állapotban a gyárban elkészített gerenda keresztmetszetét lehet csak figyelembe venni, végleges állapotban a koszorú és a felette lévő felbeton szakasz is hozzákapcsolódik.



123. ábra: Monolit koszorúval összeépítendő gerenda szerelés állapotában



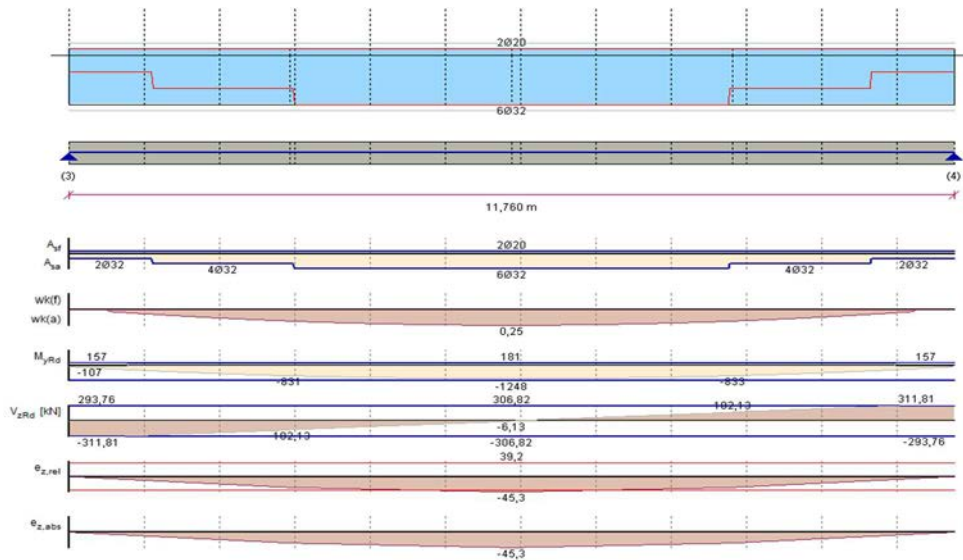
124. ábra: Monolit koszorúval összeépített végleges állapotban

A mintapéldában egy 12 m-es födémgerendára (11,76 m támaszköz) kétoldról 11-11 m-es támaszközön 32 cm magas födémpanel terhel.

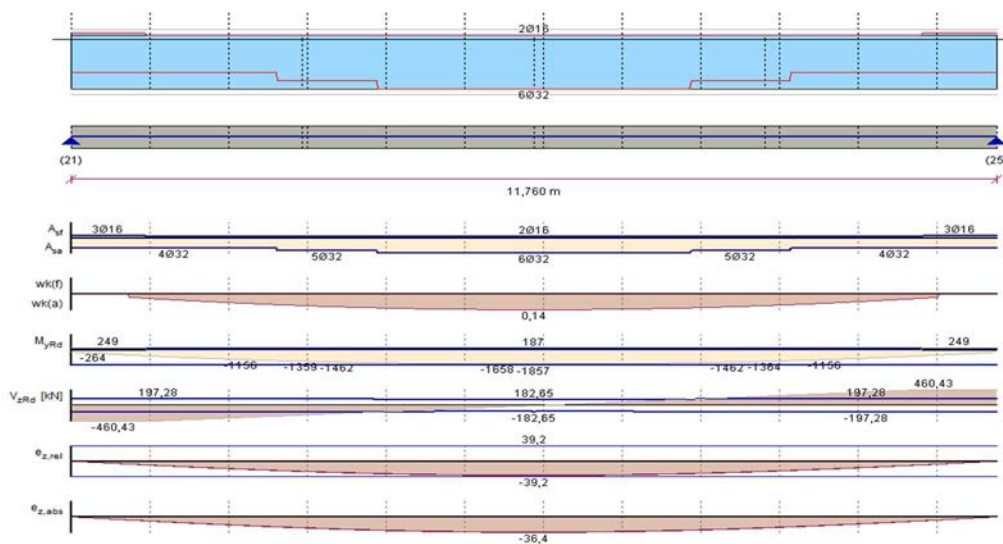
- Terhei:
- Palló önsúly: 2,5 kN/m²
 - 8 cm felbeton: 2,0 kN/m²
 - Rétegerend: 2,35 kN/m²
 - Függesztett installáció: 0,5 kN/m²
 - Hóteher: 1,0 kN/m²

Építési állapotban a tartóra az önsúly, a felbeton és az építési teher (beton felhalmozódás, a munkások és az eszközeik súlya MSZ EN 1991-1-6:2007 szerint) hat, végleges állapotban pedig önsúly, felbeton, rétegerend, installáció, (hasznos vagy) hóteher.

Az alábbi ábrákon látható, hogy a végleges állapot keresztmetszetével számolva 6Ø32 alsó húzott vassal megfelel, viszont ugyanezzel a vasalással építési állapotban nem felel meg a gerenda, emiatt a húzott vasak mennyiségét, vagy a keresztmetszetet növelni kell.



125. ábra: Építési állapot igénybevételei



126. ábra: Végleges állapot igénybevételei

A végleges állapot lehajlását ilyenkor hibásan adja meg a program, mivel a kúszás hatását nem helyes időlépésekben és keresztmetszetekkel számítja. A végleges keresztmetszet inerciájával számol azokra a terhekre is, amit még az építési állapotban kap meg. Az alakváltozás egy része még a kisebb inerciájú gerendán zajlik le.

Helyes értéket akkor kapunk, ha az önsúly és felbeton terhét az építési állapotban használt gerenda keresztmetszetre számoljuk, a végleges keresztmetszet lehajlását csak a többlet terhekből és hozzáadjuk az előző értékhez.

Melléklet: Sz-10.2.2 Födémgerenda igénybevétele és lehajlása építési és végleges állapotban.

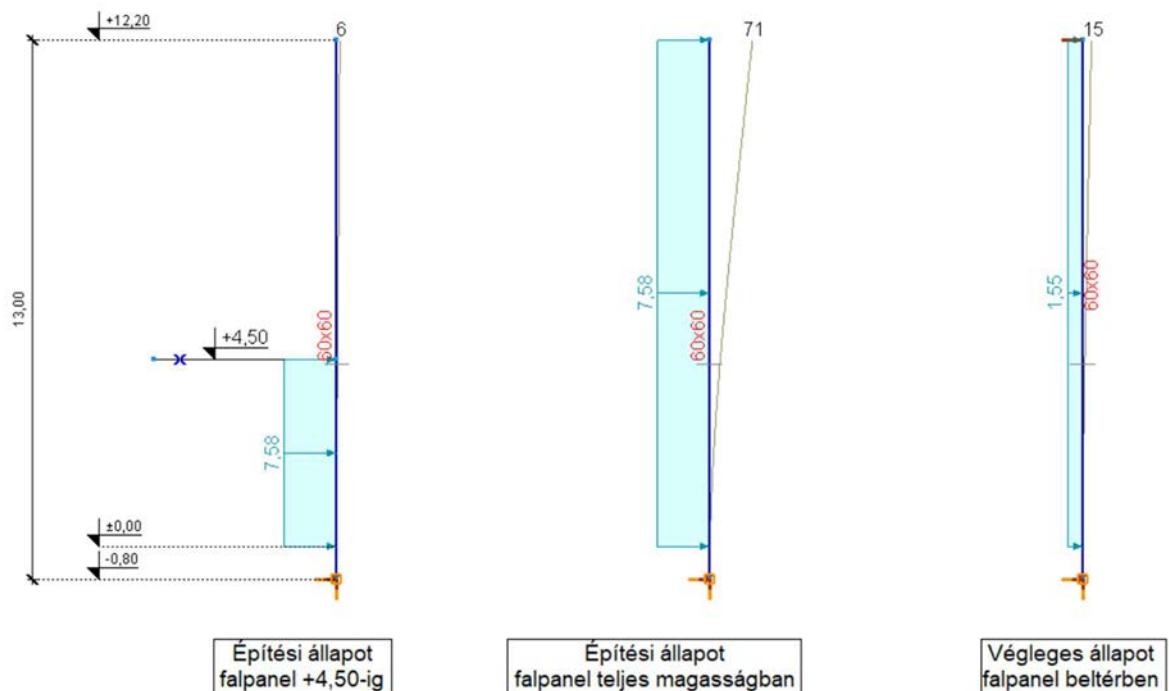
A program azt mutatja be, hogy a szerelés során, a négyzet vagy fordított T gerenda vasalásában nagyobb feszültségek ébredhetnek szerelési, mint a végleges állapotában, amikor a helyszíni beton már együtt dolgozik az előregyártott elemmel. A tervezőnek a méretválasztáskor ezt az építési fázist is ellenőriznie kell.

10.2.4. Magas fal, mely végleges állapotban zárt csarnokon belül helyezkedik el, de építési állapotban a külső szél nyomását kell viselnie

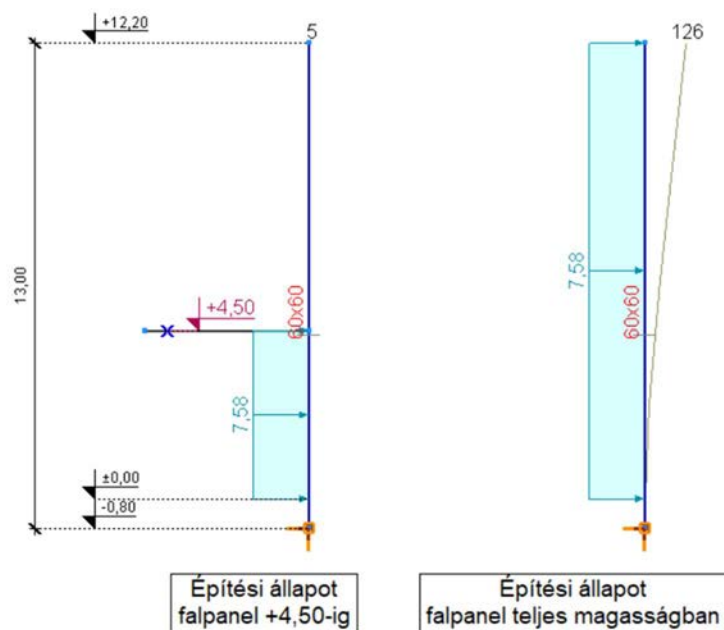
Gyakran előfordul, hogy csarnokon belül tűzszakasz határ van, mely előregyártott falpanelekból épül. Ilyen esetben a pillérhez rögzített falpanelekre, és a pillérekre végleges állapotban vízszintes teherként csak belső szélteher hat. Ilyen esetben mindenképpen meg kell vizsgálni milyen építési állapotok fordulhatnak elő, ha a panelek elhelyezésre kerülnek, milyen igénybevétel éri a paneleket, pilléreket és az alapozást.

A mintapélda 6,00 m-ként elhelyezett, 12,20 m magas tűzgátló fal pillérein mutatja be a szerkezet viselkedését.

II. beépítési kategóriát figyelembe véve $q_p(z) = 0,859 \text{ kN/m}^2$. Szabadon álló falként méretezve $c_{p,net} = 2,1$ és építési állapotban a 0,7-es csökkentő tényezőt alkalmazva, a pillérre ható erő $q_{szél} = 0,7 \times 0,859 \times 2,1 \times 6 = 7,58 \text{ kN/m}$; belső szélteher esetén viszont $c_{pi} = -0,3 \geq q_{belsőszél} = 0,859 \times 0,3 \times 6 = 1,55 \text{ kN/m}$.



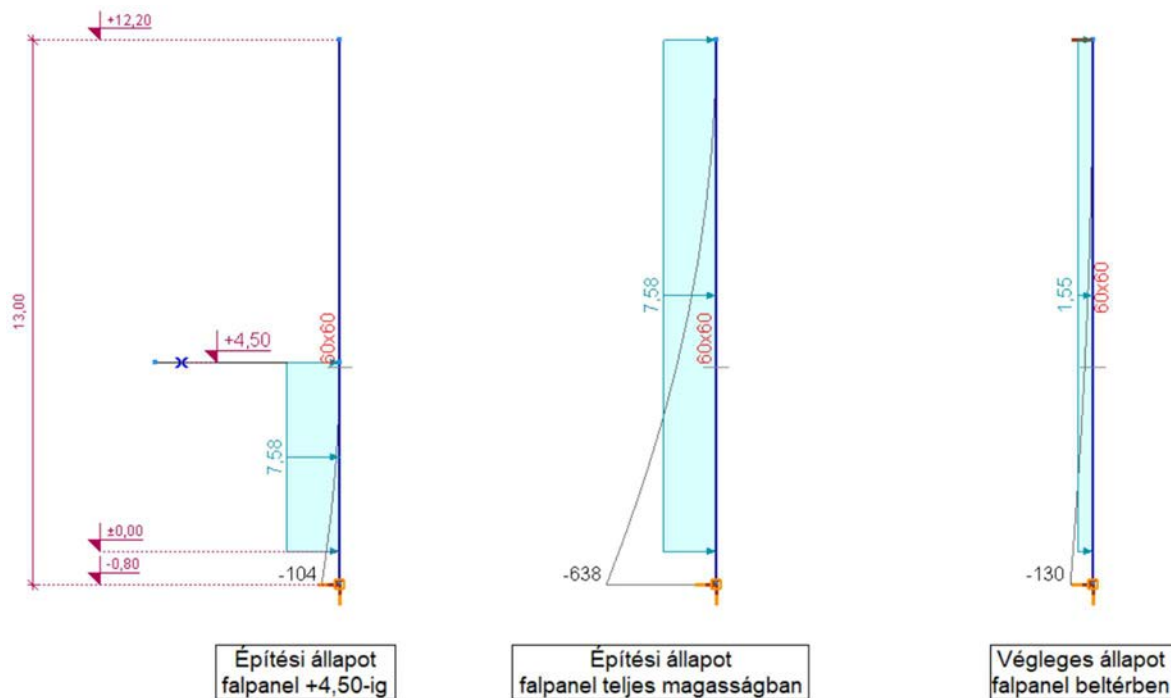
127. ábra: Elmozdulás a szélteher karakterisztikus értékére 1. rendű eljárással



128. ábra: Elmozdulás a szélteher karakterisztikus értékére 2. rendű eljárással

A vasalt, berepedt keresztmetszet esetén a tetőponti elmozdulás közel kétszerese a repedésmentesen számítható 1. rendű számításból adódónak. Míg 4-6 m magasságig szerelve a falpaneleket a tetőponti pillérmozgás kicsi, a keresztmetszet nem reped be, addig teljes magasságig szerelve a keresztmetszet bereped, és az elmozdulás megnő.

Alább a nyomatéki igénybevételekből látható, hogy csak jelentős pillér keresztmetszet növeléssel feleltethető meg a pillér, ráadásul a dúcolás és feszítő sodronyos kikötés sem jelent egyszerű megoldást, mivel az osztópillérek kitémasztása csak új alapok leöntésével oldható meg. A két irányú kikötés sodronya csak akkor kivitelezhető, ha az előregyártott falpaneleken szerelő nyílást hagynak a sodrony átvezetéséhez, vagy a pillérekbe menetes rögzítő hüvelyeket építenek be. Jellemző megoldás ilyen esetben az építési sorrend előírása. A példában a csarnok bezárása előtt csak az alsó két sor falpanel helyezhető el, ami a daruzhatóság vizsgálatát követeli meg.



129. ábra: Nyomatéki ábra karakterisztikus szélteherből

- Mellékletek:
- Sz-5.1.7.4-1r** Magas belső fal építési és végleges állapotban szélteherre.axs
 - Sz-5.1.7.4-2r** Magas belső fal építési és végleges állapotban szélteherre bередt km.axs

A program bemutatja építési állapotban, a belső vasbeton falak (jellemzően tűzgátlás miatt) szerelésének fázisában a pillérek viselkedését szélteherre. Ez egy kritikus állapota a szerkezetnek, mert a majdani belső falak, mint egy vitorla nagy erőket adnak át a kapcsolt pillérekre. Közel harmada magasság beszerelése esetén a hajlítónyomaték már meghaladja a végleges állapotban keletkező hatást, és teljes magasságig történő beszerelés már a földrengés teherből ébredő jellemző pillérgénybevételeket okozhatja. A példában az oszlop határnyomatékával egyező, vagy az meghaladó igénybevétel keletkezik karakterisztikus szélteherből. Különösen veszélyes, ha ehhez a hatáshoz az előbbi példában bemutatott főtartó és szelemen által okozott igénybevételek is hozzáadódnak.

10.3. Egyéb számítási példák

10.3.1. Sz-10 E1 Egyhajós előtetős merevítőfalas csarnok kapcsolati elemekkel (Varga)

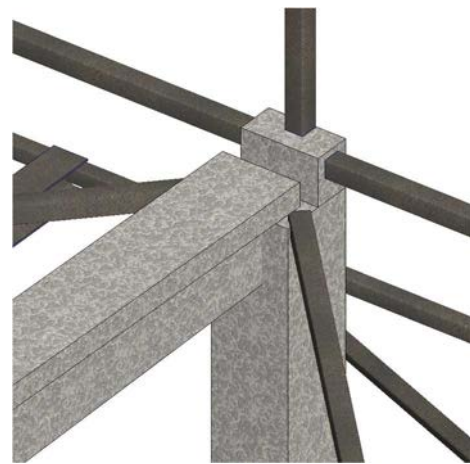
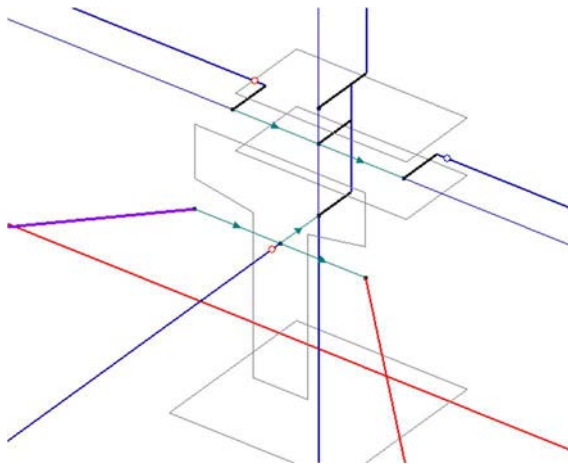
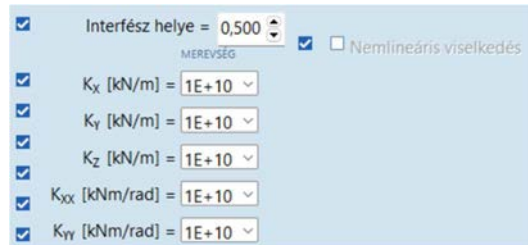
A modell felépítésében kifejezetten a vasbeton elemek igénybevételének a kiszámítására koncentrált. Ez vasbeton tervezés szempontjából lehet helyes, de generál tervezői szempontból kérdéseket vet fel (pl. előtető szerkezete). A példa bemutatja, hogy a rácsokkal merevített csarnok bár leveszi a pillérekről és az alapozásról a nyomatékokat, számos egyéb problémát generál.

Lehet a modellben szereplő külpontossággal számolni, de ki is kapcsolható, akkor csak a vizuális hatás marad. A merevítés bekötéseknél meghagytuk a kapcsolati elemeket. A trapézlemez rugóval helyettesítettük.

- A csarnok kisebb részén szilárd osztófödémek. A födémek diafragmával vannak modellezve. Ez jelen esetben nem probléma, mert ezen elemeknek a hőmérséklete közel állandó, és a hossza is kicsi. A diafragmás födém hibás eredményt adna hőmérsékleti

teherre, ezért sem adtunk meg erre vonatkozóan adatot. A problémáról lásd az Sz-10A1 -nél írtakat;

- A modellben a kapcsolatok valós térbeli helyzete kapcsolati elemekkel van megadva;

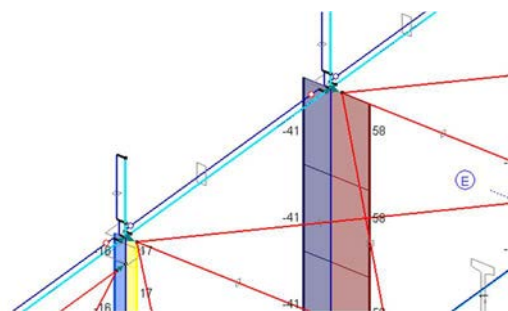
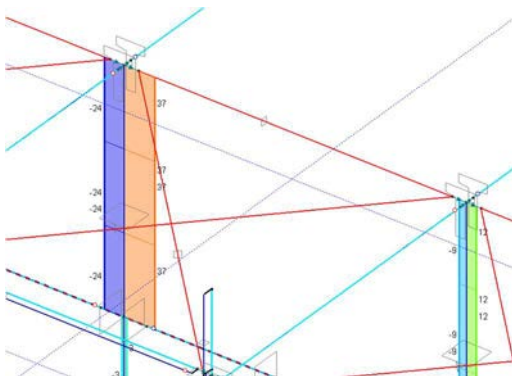


130. ábra: kapcsolati elemek elhelyezése, csarnok modell részlete

- A szerkezet a földemtárcsa kivételével hőmérsékleti teherrel terhelhető.

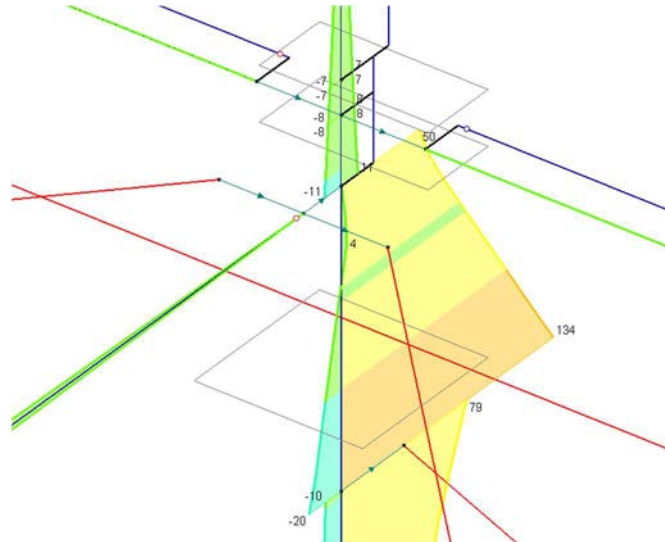
A példa kapcsán bemutatható:

- Az elemeken a tényleges kapcsolatok miatt csavarónyomatékok jelennek meg, ami a rácsozás külpontossága miatt, helyenként jelentős mértékű;



131. ábra: Csavaró nyomatékok az oszlopokon a külpontos bekötés hatására, csarnok modell részlete

- Az M_y és M_z nyomatékokban helyi magas értékek lehetnek;



(előzőben mutatott részlet esetén)

132. ábra: nyomatékok kialakulása külpontos bekötés miatt, csarnok modell részlete

10.3.2. Sz-10 E2 Meglévő épület bővítése félmerev megfogással (Varga)

- A csatlakozó részen kapcsolati elemekkel történt a modellezés;
- Amennyiben a meglévő épület melletti új alaptestek méretét korlátozni kell, akkor az adott alapok befogási merevségét a statikai modellben csökkenteni szükséges.

A példa kapcsán bemutatható:

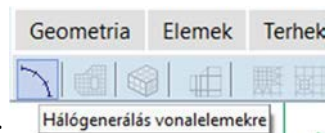
- Egy egyszerű egyhajós csarnok „G” tengelyi alapozása korlátozott nyomatéki teherbírású, melyet merevségcsökkentéssel modellezünk;
- A szélrács nem fordul le hosszmerítésbe. Ez gyakori, sőt jellemző ilyen típusú szerkezeteknél;
- A „K” tengelyei oszlopsor nagyobb befogási merevsége miatt többlet igénybevételt vesz fel;

- Az automatikusan generált szélből ki kell venni a 2. rendű számítás kombinációjába, ami mértékadó SLS teherkombinációban (a szél mértékadó esetei merevítésre, oszlopokra, alakváltozásra), és azt berakni táblázatkezelőbe;
- Ha földrengés a mértékadó, és a modellben merevségcsökkentés be van állítva, akkor a földrengéses kombinációk az alakváltozásokat is merevségcsökkentéssel számolják.

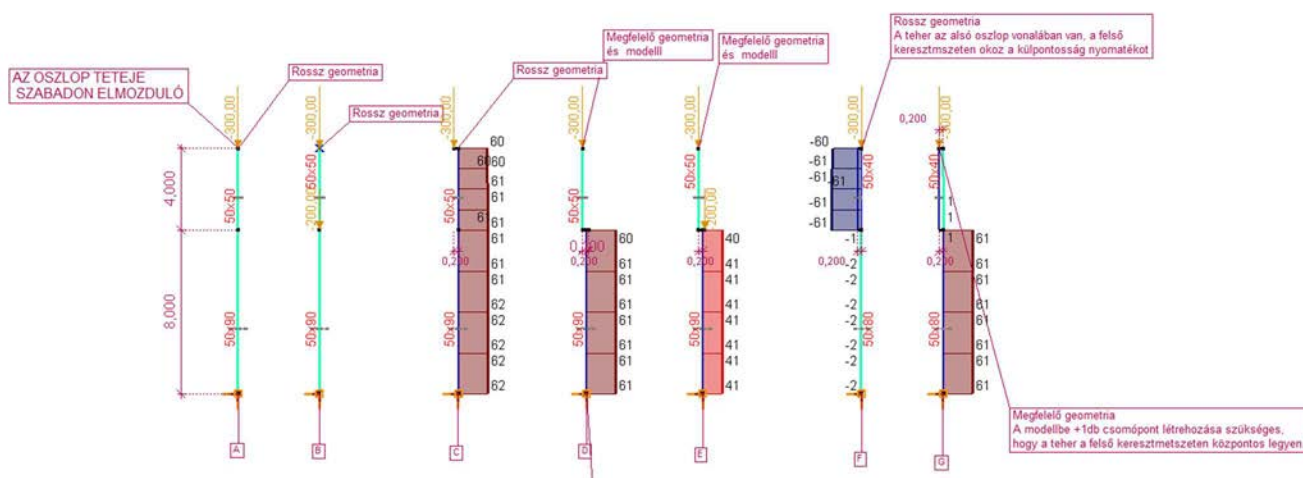
A letölthető axis modellbe egy olyan csarnok is szerepel, ami a „G” raszteren is merev befogást tételez fel. Az eredmények jól mutatják a két modell igénybevételeiben mutatkozó eltéréseket.

10.3.3. Sz-10 E3 Pillér keresztmetszet váltás modellje (Styaszny)

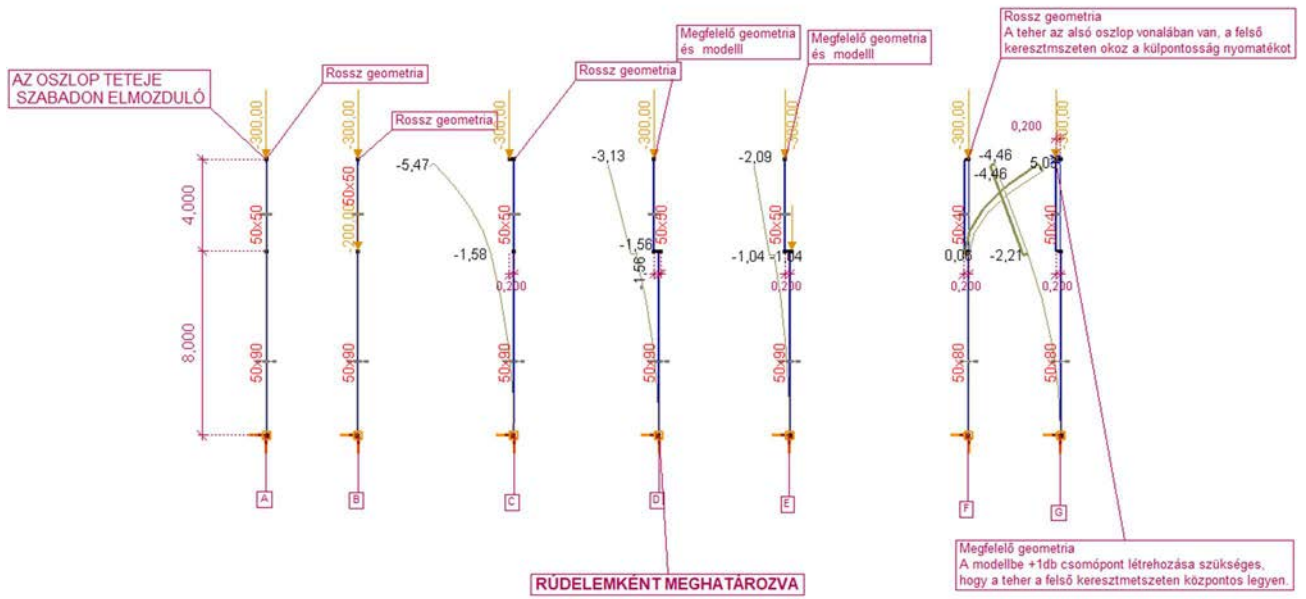
- A példa különböző módon modellezi a keresztmetszet változást. A-E elemek alul 50x90, felül 50x50 cm-méretűek, F, G elemek alul 50x80, felül 50x40 cm-méretűek, és 3 síkjuk folytonos. A B és E modellek esetében a keresztmetszet váltásnál is hat koncentrált vertikális erő;
- A keresztmetszetek kb. 2 % vashányaddal bevasaltak, a vizsgálat nemlineáris számítással készült;
- A példában rúdelemként és bordaelemként is meghatározott pillérek vannak. A nyírási alakváltozás hatását lehet figyelembe venni, ha bordaelemként adjuk meg a szerkezeti elemet (pillér, gerenda), mert a borda azt figyelembe veszi, ezért a zömök vonalelemeket nem rúdként, hanem bordaként kell megadni. A modellek ezen eltérése miatt az eredményekben nem látható eltérés, mert a nyírási alakváltozás mértéke kicsi. Amennyiben a nyírás hatása számottevő, akkor a szerkezetet bordaelemként kell modellezni;



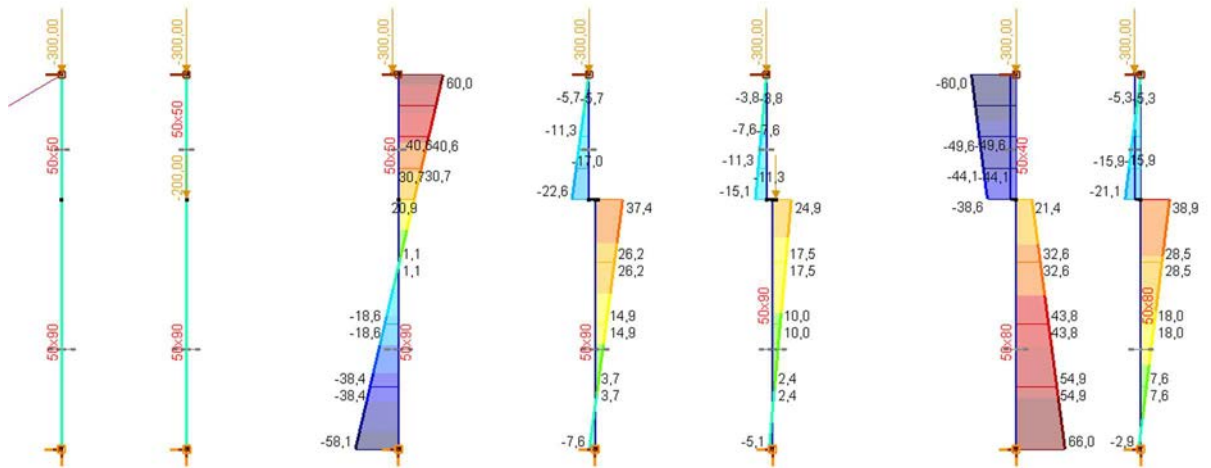
- Végeelem háló kell generálni a vonalelemekre;
- Alább a számítás eredményei:



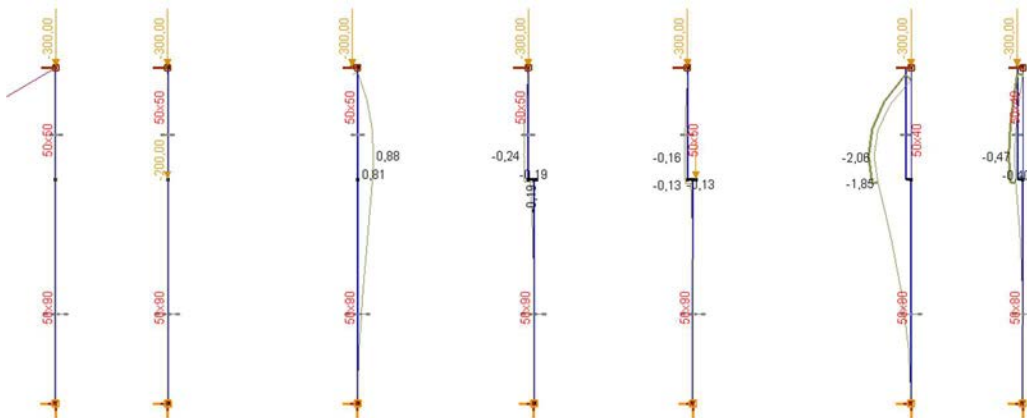
135. ábra: Oszlop teteje szabadon elmozduló, M_y



136. ábra: Oszlop teteje szabadon elmozduló, e_x



137. ábra: Oszlop teteje megtámasztott, M_y



138. ábra: Oszlop teteje megtámasztott, e_x

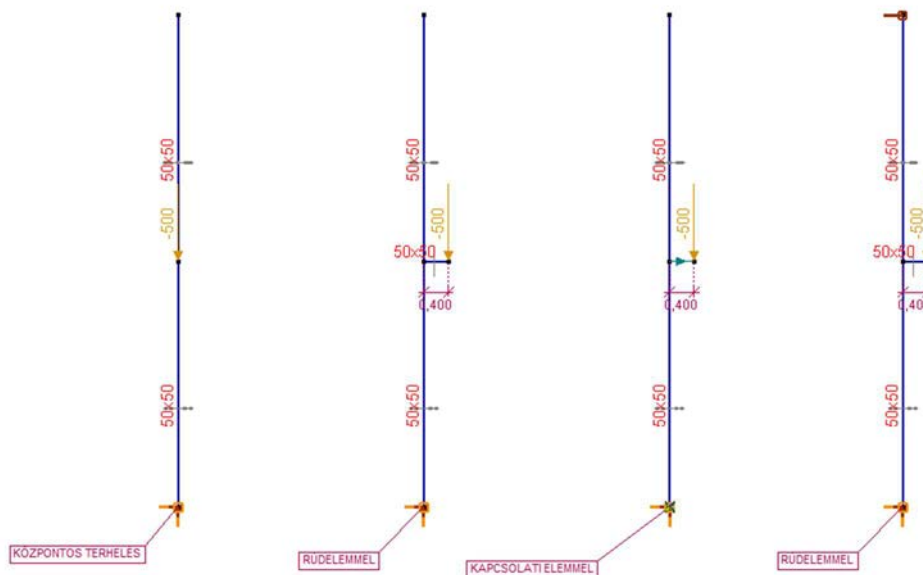
A példa kapcsán bemutatható, hogy:

- A keresztmetszet váltásának kihagyása a modellből hibás (A és B);
- Hibás modell, ha a külpontosságot a pillér tetején tesszük rá merev testtel, lásd C;
- Hibás modell, ha a külpontosságot a pillér tetején tesszük rá merev testtel, majd visszaigazítjuk a váltásnál, lásd F;
- Helyes modell, ha a külpontosságot a pillér tetején tesszük rá merev testtel, de plusz csomópontot iktatunk be, majd visszaigazítjuk a váltásnál, lásd G;
- Helyes modellek, ha a külpontosságot a váltásnál illesztjük be, lásd D és E. Ez esetben pl. a darupálya konzolossága, illetve külpontossága is jól kezelhető;
- A pillér felső pontja eltérően elmozdul ki, ami valós csarnok oszlopnál azt eredményezi, hogy rugalmas megfogás esetén a felső ponton nyíróerők keletkeznek. Ezen erőket például a csatlakozó csapokkal fel kell venni.

10.3.4. Sz-10 E4 Pillér konzol modellje (Varga)

Hibás gyakorlat miatt csak elvétve szerepeltetik a generál tervezők a modellben a rövidkonzolokat, ami pl. egy 40x40 cm-es oszlopnál, 6x6 m-es pillérosztásnál a sarokpilléren 30 kNm-es nyomatékot ébreszt (2 cm² vas), de előfordult a gyakorlatban olyan szerkezet is, ahol a 24 m-es mestergerenda terhelt rövidkonzolon pillérre. A keletkező kb. 300 kNm nyomaték az egyéb hatásokból ébredő nyomatéknak több mint fele volt. A bemutatott példa célja, hogy bemutassa a rövidkonzol modellezésének jelentőségét. A rövidkonzol elhagyása a modellben bizonyos helyeken elvi hibának minősül.

A példa különböző módon modellezett a pillérkonzolra (konzol modell nélkül, rúd elemmel, kapcsolati elemmel):



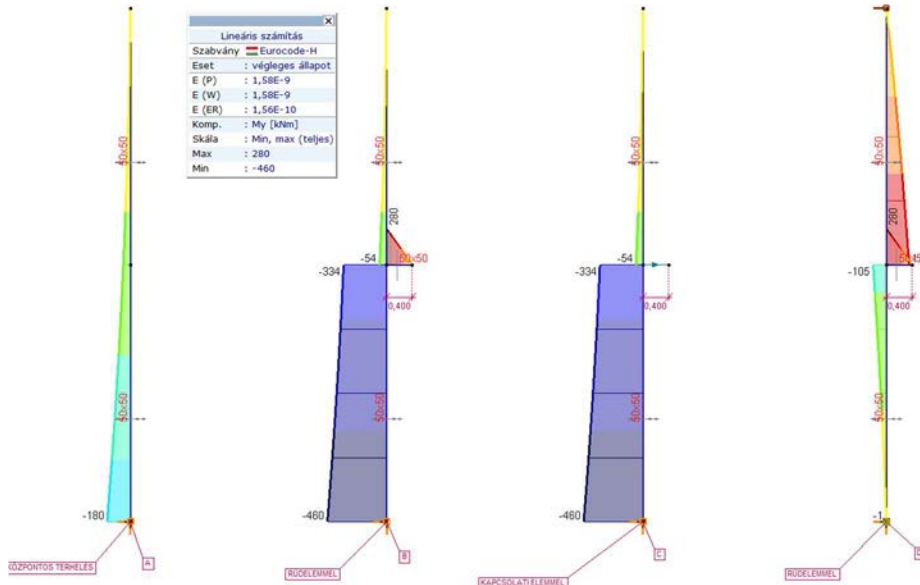
139. ábra: Terhelések az építési állapotot is modellezzik. A, B, C fent szabadon elmozduló, D megtámasztott

	Név	Típus	tetőszerkezetről (Esetleges - egyidejű)	köztes fődém konzoláról (Esetleges - egyidejű)	építési köztes fődemből (Esetleges - egyidejű)	szélteher (Esetleges - egyidejű)
1	végleges állapot	ULS	1,40	1,40	0	1,50
2	szerelési	SLS Karakterisztiki...	1,00	0	1,00	0
3	végleges áll. elmozdulás	SLS Gyakori	1,00	1,00	0	1,00

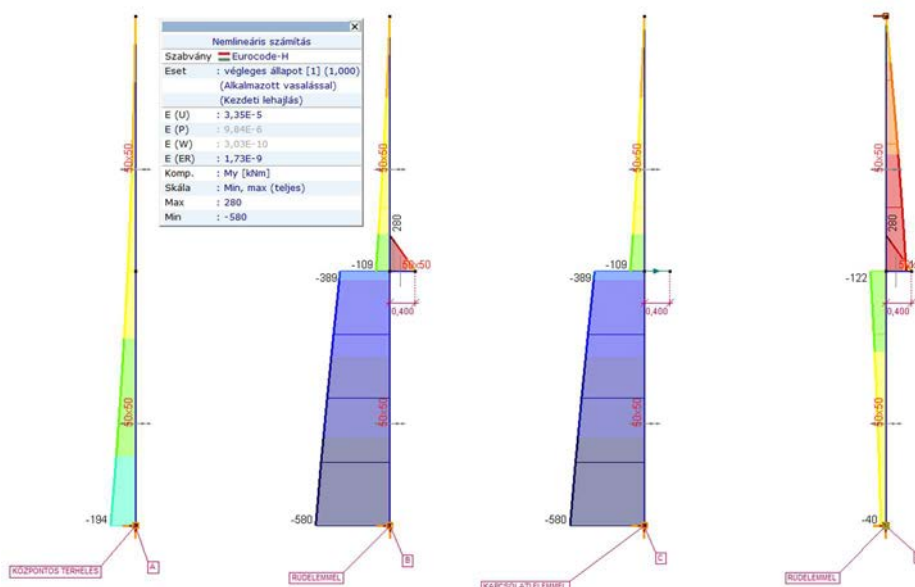
140. ábra: Csarnok modell részlete

- A modell első és másodrendű (bevasalt) keresztmetszettel is le lett futtatva.

A példa kapcsán bemutatható:



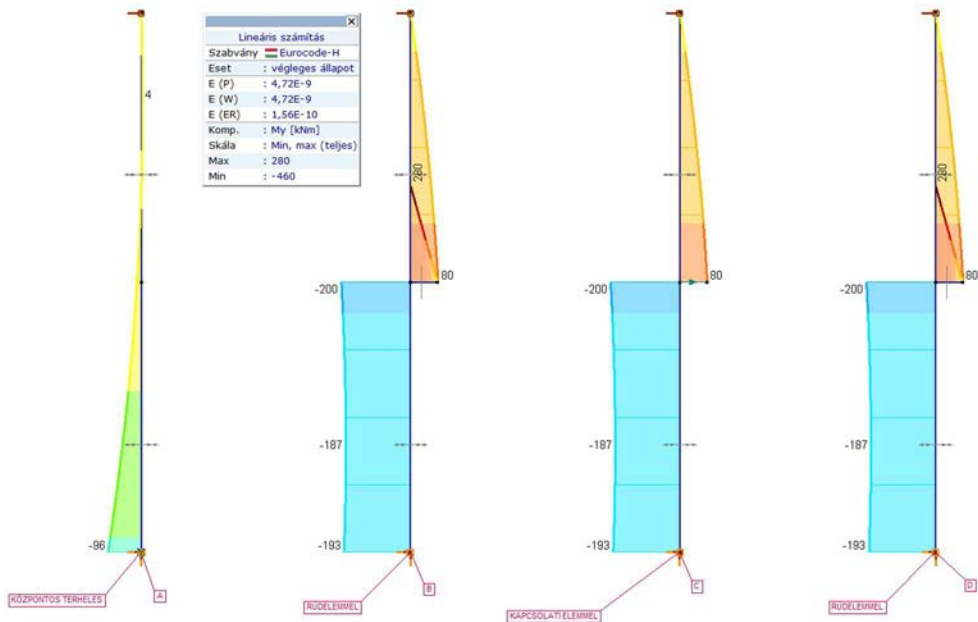
141. ábra: M_y végleges 1. rendű; A, B, C fent szabadon elmozduló, D megtámasztott



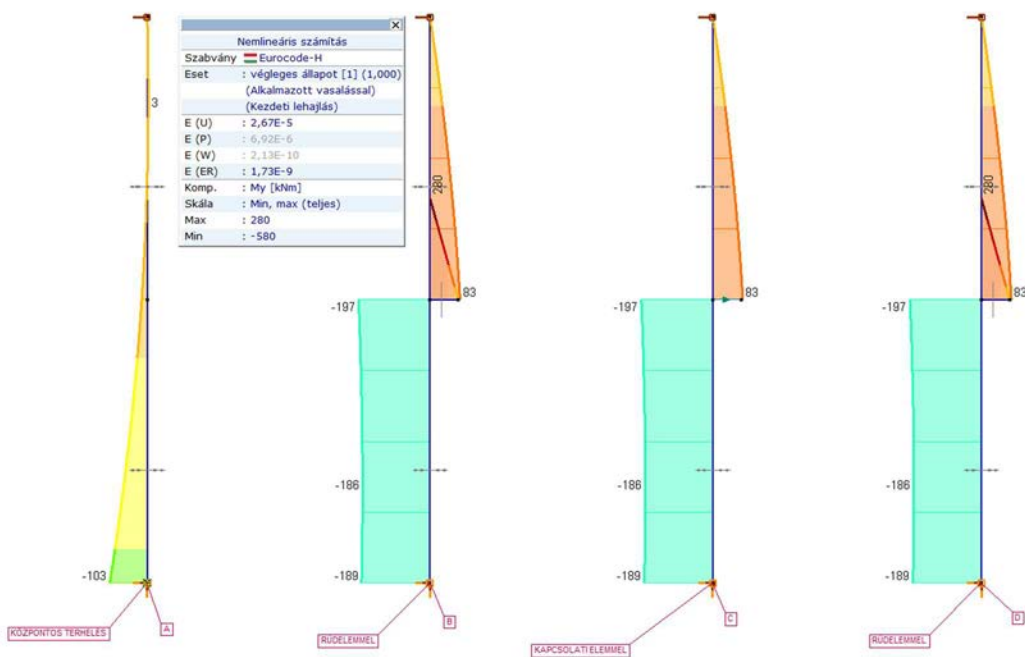
142. ábra: M_y végleges 2. rendű A, B, C fent szabadon elmozduló, D megtámasztott

Az 1. és 2. rendű számítások eredményei jelentősen eltérnek. A vasalt, berepedt keresztmetszet igénybevétele érdemben nagyobb, mint a repedésmentes keresztmetszettel számított.

Rugalmas tetőponti megtámasztás esetén az 1. és 2. rendű számítással adódó M_y nyomatékok között már jelen példa esetében a differencia nem számottevő.

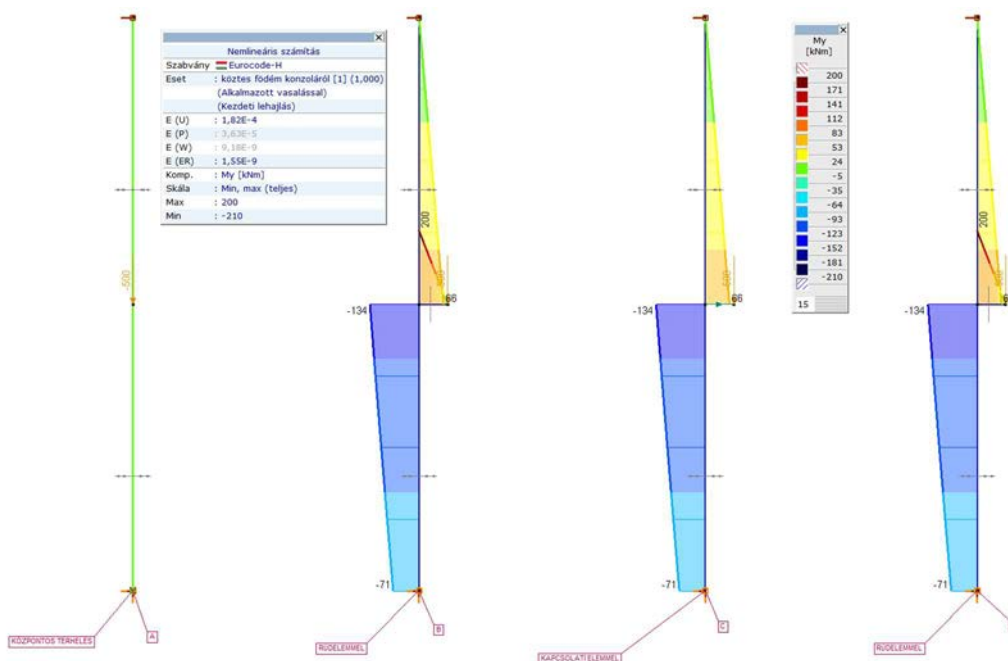


143. ábra: M_y végleges 1. rendű fent megtámasztott



144. ábra: M_y végleges 2. rendű fent megtámasztott

Az oszlop tetején a támaszreakció a konzolosságból adódóan 2. rendű számításnál a mértékadó 36 kN-ból 22 kN. A nyomatéki ábra pedig:



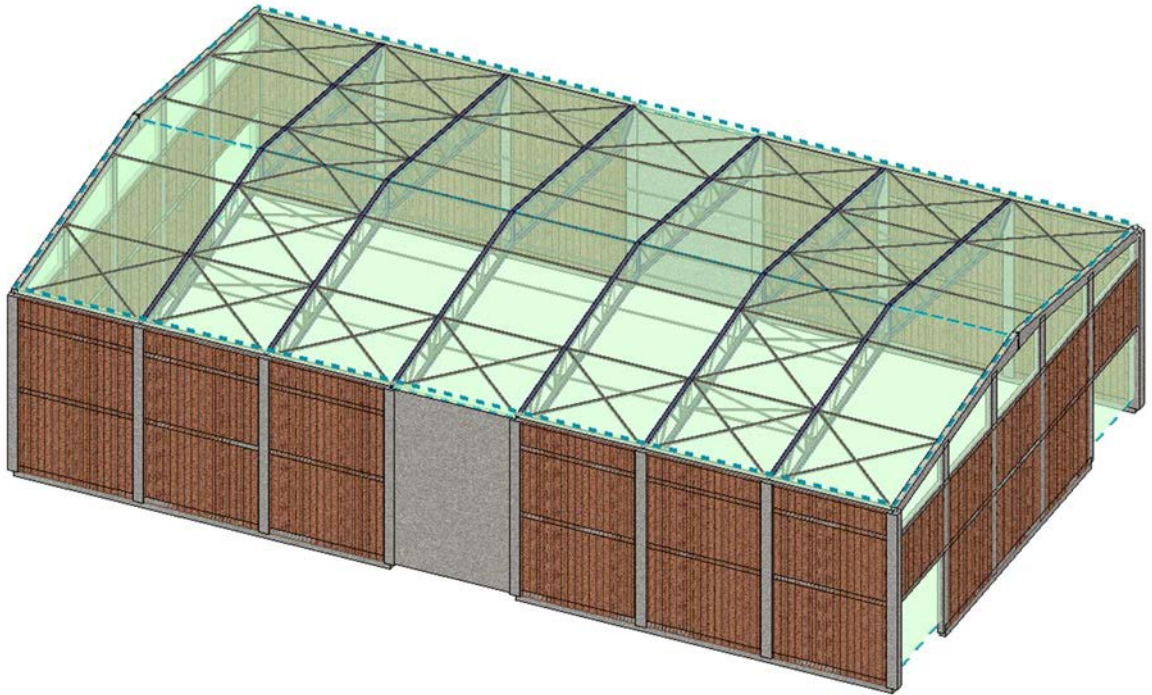
145. ábra: M_y végleges 2. rendű fent megtámasztott csak a konzolra ható teherből

Következtetés: a pillérek keresztmetszet változását és a teher külpontosságát a modellekbe be kell építeni!

10.3.5. Sz-10 E5 Vasbeton pilléres, téglá kitöltőfalas, acéltetős csarnok modellje (Varga)

A modellezés során a cél nem látványterv volt, hanem annak kiszámítása, hogy a koszorúkra milyen vízszintes hatást gyakorol a kifalazás, továbbá a kilendülő összes tömeget is helyesen számítsa a modell. A nyomaték a koszorúkra a pillérek közepén ható koncentrált erőből számítható, de ezt át lehet számolni megoszló teherből származóra. Az eltérés a biztonság javára történik. A csarnok merevítésében nem vesz részt a téglafal.

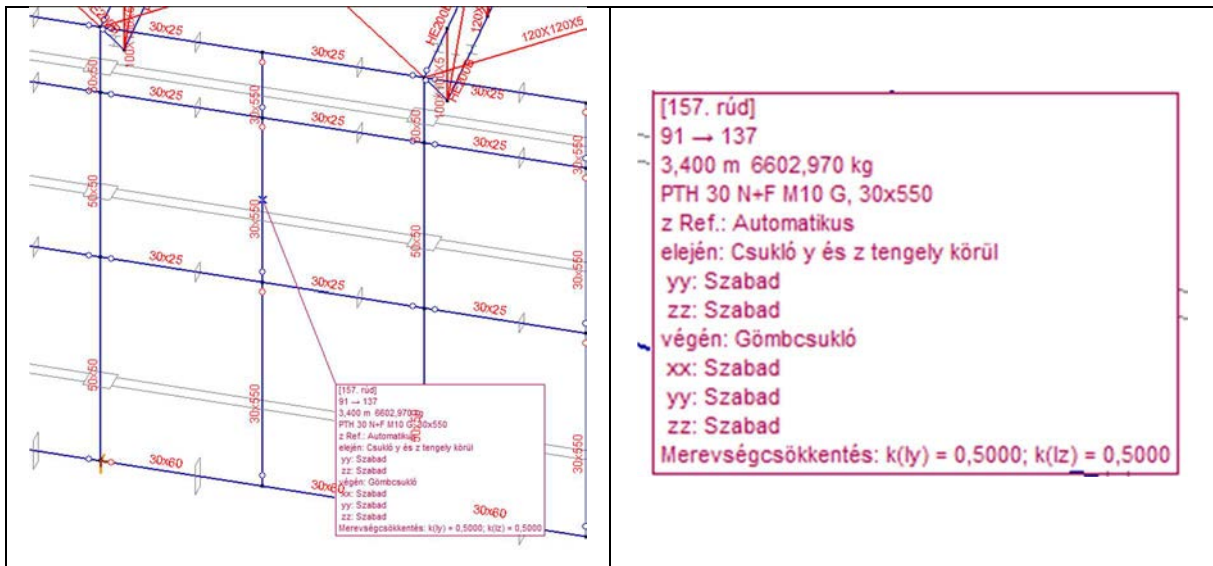
- A modell egy kifejezetten összetett szerkezetű épületet mutat be. Az acél rácsos szerkezetű tornaterem tető vasbeton pillérekre terhel. A vázkitöltés merevítő vasbeton falakkal és téglá kitöltő falakkal készült;
- A téglafalak nem merevítőként lettek modellezve, de szerepeltetésük a nagy kilendülő tömeg miatt fontos, nem elhagyható.



146. ábra: Csarnok 3d képe

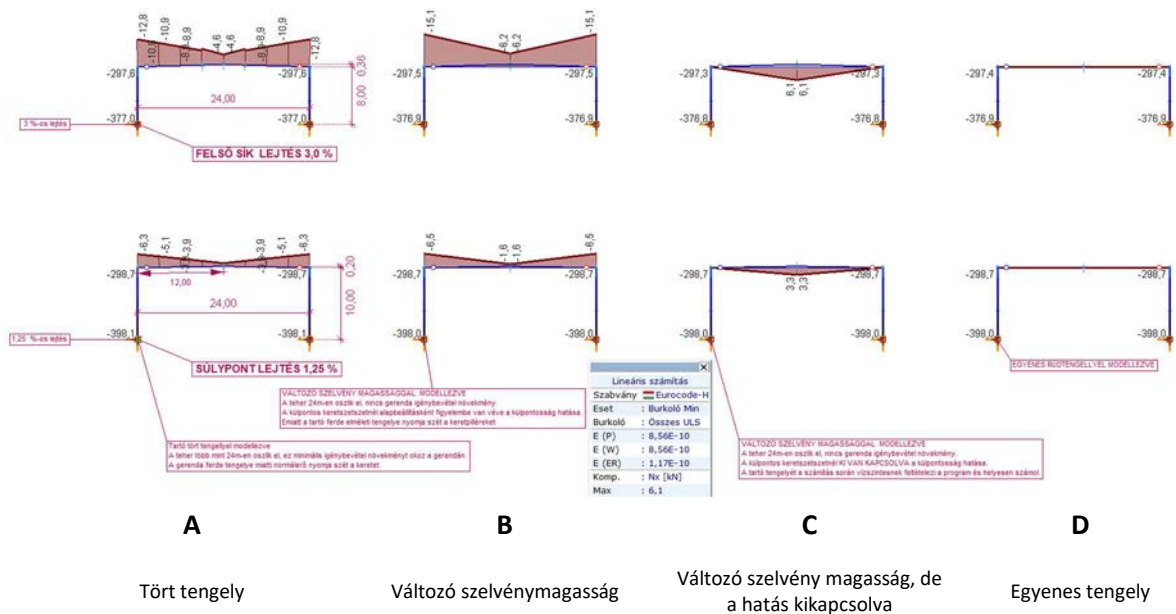
A példa kapcsán bemutatható:

- A téglafal mezők a koszorúk és osztó gerendák közé vannak beillesztve, mint adott szélességű gerendaelem;



147. ábra: Téglafal modellje

- A koszorúk földrengés teherre vízszintes síkban hajlítotak lesznek, és az alsó talpgerenda viseli a súlyukat. A nyomatéki ábra korrigálandó a $P \cdot L/4$ és $g \cdot L^2/8$ alkalmazásával.
 $M_y = V_z \cdot L/4$.



150. ábra: Normálerő eltérő modellezés esetén változó magasságú feszített T vagy IPB szelemeneken

- Javaslat: vagy egyenes tengelyű (D), vagy a változó keresztmetszetű, a hatás kikapcsolva (C) verziót javasolt használni. Legegyszerűbb az egyenes tengelyű, helyettesítő magasságú tartó (lásd Sz-10 E7) alkalmazása, mert a valóságban a feszített szelemenek alakváltozása ébreszthet vízszintes erőket a pillérek tetején, de annak mértéke sokkal kisebb, mint a lejtés, és ahhoz ebből a szempontból nincsen köze. A változó keresztmetszetű tartóval modellezett futási ideje rezgés és földrengés számítás esetén megnő;
- A tartó feszítése miatt átboltozódásról nincs ok beszélni. Akik a 3d látványt előnyben részesítik, akkor a C. verziót javasoljuk.

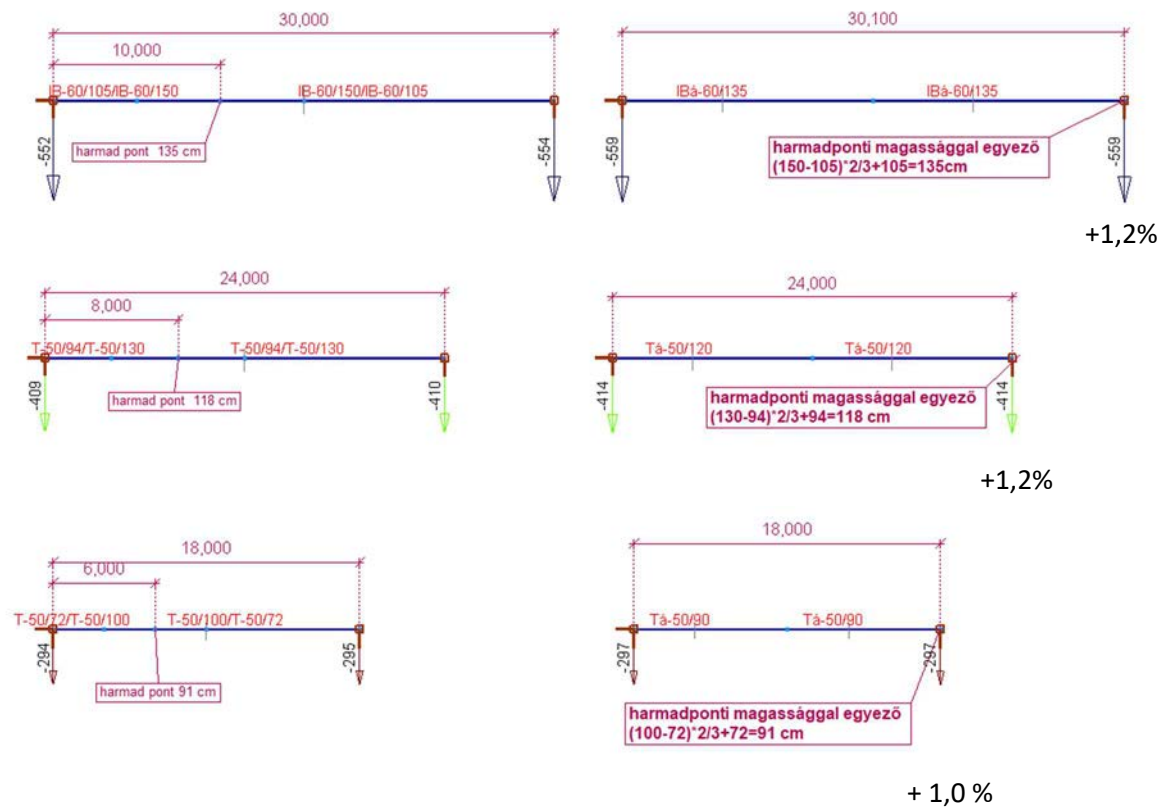
Az ez lehajlási ábrának nincs jelentősége. Feszített gerendáknál az alakváltozás felhajlással indul, és kb. a summa önsúly terhekre egyenesedik ki 1-2 év alatt. A tervezett alakhoz képest lehajlás csak hőteherre vagy esetleges hasznos teherre történik.

Sz-10 E7 Változó magasságú gerenda helyettesítése konstans méretre (Styaszny)

Javaslat a helyettesítő gerenda magasságának meghatározására.

A célfüggvény a megfelelő nyíróerők átadása főtartóra, illetve a pillérekre. A prizmatikus helyettesítő rúd keresztmetszet a számítás gyorsasága, és könnyű módosíthatósága miatt előnyös. Amennyiben a harmadoló pontokban mérhető szelvénymagassággal számolunk, akkor a gerenda nyíróerő és a nyomaték helyes eredményt ad a szerkezet egésze szempontjából. A feszített gerendákat nem AXISVM-ben méretezik. A gerenda nyomatéka kevésbé fontosabb jellemző, mivel a 3d modelltől eltérően a TR lemez 3 támaszúsága miatt 1,15-szeres terhelő mező szélesség értékéből kell a mértékadó terhelést számítani.

- A változó magasságú szelemen helyett azonosan alkalmazható a tartó harmadában felvett keresztmetszetű tartóval;
- A támaszreakció a tartó önsúlyából 4-5 %-al magasabbra adódik, ami a biztonság javára tér el, a teljes szerkezet vonatkozásában a mértékadó reakció 1 % a biztonság javára.



151. ábra: Támaszreakciók változó magasságú és harmadponti magasságú szelemenek esetén, eltérő fesztávokon jellemző ULS teherkombinációból

- A gerenda mértékadó nyomatékát a modellből levenni hibás, mivel modelltől eltérően a TR lemez háromtámaszúsága, de részleges folytatóságossága miatt 1,15 L értékből javasolt a terhelést számítani. Jellemzően pl. $1,15 \times 6,0 = 6,9$ m a terhelő szélesség.

11. Szakirodalom

1. Magyar Mérnöki Kamara: Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményeinek szabályzata (2017 módosítása 14/2023. (VII.14. MMK határozattal, kiemelten az 5. és 10. fejezetek)
2. Simon József – Dr. Vígh László Gergely: A földrengés teher számítása Magyarországon Helyi spektrumok alkalmazása (Vasbetonépítés-fib 2016/1 18. oldal).
3. Rövidkonzolok tervezése
 - Beton-Kalender 2005_2 XI Modellierung der D-Bereiche von Fertigteilen
 - Beton-Kalender 2007 330-349 oldalak
 - Fritz Leonhardt: Vorlesungen über Massivbau (1977) 13. fejezet
 - Polgár László: Konzolkutatások a 31. ÁÉV-nél és az ASA-nál 1982-2012 között
 - Beton-Kalender (Ernst- und Soehne 2007; 329-341. oldalak)
4. Trapézlemezek tervezése
 1. Tervezési útmutató trapézlemezekhez (www.metal-sheet.hu)
 2. www.arcelormittal-construction.com.pl/spaner méretező program, **ingyenes, de regisztráció szükséges**
 3. Lindab termékek és rétegrendek, rendszerek tűzállósági osztályai (2012.03.13.)
 4. ÉMI TMI-4/2013 Lindab trapézlemezek felhasználásával készülő térelhatároló szerkezetek
 5. Hoesch Trapezprofil nach DIN 18 807 méretezési táblázat
 6. ArcelorMittal: Magasbordás tetőlemezekkel kialakított tetőrétegrend tűzállósági tanúsítása (2019)
5. Betonszerkezetek kivitelezése MSZ EN 13670:2010 (2. kiadás 2013. XII.), kiemelten a mérettűrésre vonatkozó 10. fejezetet.
6. Betonfertigteile im Geschoss- und Hallenbau (grundlagen für die Planung 3. kiadás 2021.
7. Precast Concrete Structures (Kim S. Elliott CRC Press Taylor & Francis Group) 2. kiadás 2017.)
8. **fib** Vasbetonépítés 2021/4: Előregyártott vasbeton keretváz csomópontjainak numerikus modellezése 1. rész: Kehelynyak
9. **fib** Vasbetonépítés 2022/4: Előregyártott vasbeton keretváz csomópontjainak numerikus modellezése 2. rész: Oszlop-gerenda kapcsolat
10. Vorlesungen über Massivbau 3. kiadás Fritz Leonhardt Springer Verlag 1977
11. **PCI** Design Handbook : Precast and Prestressed Concrete 6. (2004) és 7. (2010) kiadások
12. **PCI** Architectural Precast Concrete Manual 3. kiadás 2007
13. Hallen aus Beton-Fertigteilen, Handbuch für Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau O. Smalhofer (Ernst Sohn 1995)
14. www.fdb-fertigteilbau.de www.fdb-fertigteilbau.de/planungshilfe
15. Programok
 1. www.frilo.eu
 - B9+: Stahlbetonkonsole *pillérkonzol méretező*
 - B10+: Auflagerkonsole *gerenda konzol méretező*
 - 18 féle speciális vasbeton program
 - továbbá közel 130 egyéb statikai program
 2. <https://www.rib-tragwerksplanung.com>

Az elterjedt RIB és ABACUS programok fejlesztése és értékesítése 2023-ban megszűnt.

16. Dűbel kapcsolatok és lemezek méretezése regisztrációval

Hilti PROFIS Engineering - 3.0.94

17. Polgár László témában megjelent cikkei (letölthető formában a témakönyvtárban)

- Csarnokszerkezetek előregyártott vasbetonból
- Az előregyártott vasbeton teherhordó vázszerkezet ismertetői (MABESZ)
 - Igen részletes szakirodalmi összefoglaló
 - Előszámítások kézi módszerrel a gépi számításokhoz (feszített tartók és pillérek)
 - A csarnok számítás során a berepedt keresztmetszetű pillérek kezelése
- A tartószerkezetek tervezésének problémái a XXI. század elején
 - Ajánlatadás, kivitelezés szervezés, elemek megnevezése

18. 191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről. (dátum nélkül.).

19. 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről. (dátum nélkül.).

20. 266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről. (dátum nélkül).

21. MSZ 24803-7:2024 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai, 7. rész Előregyártott vasbeton szerkezetek;

22. Terhek és hatások - Deák Gy., Erdélyi T., Fernezelyi S., Kollár Gy., Visnovitz Gy

23. 1996. évi LVIII. törvény a tervező- és szakértő mérnökök, valamint építész szakmai kamaráiról. (1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről)

24. Kis Zoltán: Előregyártott vasbeton szerkezetek -ajánlások a vázszerkezetek konstruktív tervezéséhez és méretezéséhez (Abel Kiadó 2024)

25. A nyírótrigonokat/nyírócsapokat gyártó-és szállító cégek, amelyek honlapjain a szükséges tervezőprogramokat lehet letölteni: FILIGRAN® (trigon): www.filigran.de ; AVI® (trigon): www.avi.at ; SCHÖCK® (csap): www.schoeck.com ; PEIKKO® (csap): www.peikko.com

26. Terhek és hatások. A tartószerkezeti tervezés alapjai - Tervezés az Eurocode előírásai alapján 2. javított kiadás: Dr. Visnovitz György (szerk.) Erdélyi Tamás - Dr. Kollár László

27. Segédlet ipari padlók geotechnikai és statikai tervezéséhez, kivitelezéséhez MMK Geotechnikai Tagozat FAP-2022/101-GT.

28. Sas Viktor: Teherhordó trapézlemez tetőfödémek tűzállósága (2017)

29. Tűzállóságot igazoló osztályozási jegyzőkönyv: JR-065-18 NURE Teherhordó trapézlemezről készült lapostető FIRES 004/S2-20/12/2012-E-el (kizárólag teljes egészében szabadon sokszorosítható), FIRES 149/S-11/01/2018-E Tűzállósági besorolás: RE 60/REI 60 www.fires.sk

30. Elasto-Line saruk, Ciparall Bau Haus www.bau-haus.hu

31. BIM-Kézikönyv -1. kötet 2. kiadás -Definíciók és meghatározások Lechner Tudásközpont

32. Környezeti osztályok Dr. Kausay Tibor 2012. <https://www.betonopus.hu/szakmernoki/105-kornyezeti.pdf>

33. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv; Katasztrófavédelem **TvMI 11.3:2022.06.13.**

<https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2022-04/78648.pdf>

34. Vasbeton szerkezetek; Tervezés Eurocode alapján 4. bővített kiadás Deák Gy.; Draskóczy A.; Dulácska E.; Kollár L.; Visnovitz Gy. 2018

35. Építéstechnika 2024.05.11. Rácz Attila Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai-Előregyártott szerkezetek <https://magyarepitestechnika.hu/index.php/hirek/epuletszerkezetek-megjelenesi-modjanak-eloirasai-eloregyartott-vasbeton-szerkezetek/>
36. MMK Kiadványsorozat 82. Acélszerkezetek korrózió elleni védelme https://www.mmk.hu/dokumentumok/082_Acelszerkezetek_korrozio_elleni_vedelme_114-VMT.pdf
37. Tűzhorgany bevonatokkal szemben támasztott követelmények és vizsgálati módszerek (Magyar Tűzhorganyozók Szövetsége; 2010) https://www.hhga.hu/pdf/Tuzihorganyzas_kiadvany_2010.pdf
38. Trapézlemezek nyírási teherbírása Prof. Dr. P. Knödel (2009). <https://www.peterknoedel.de/lehre/FHA-Stahl/Skript/SpezForm/Indu/Trapez.pdf>
39. A modell szingularitásokat tartalmaz, instabil modell AXISVM honlap <https://axisvm.hu/tudasbazis/szamitas-es-eredmenyek/a-modell-szingularitasokat-tartalmaz-instabil-modell/>
40. Nevesincs erő, avagy a statikai tervezés vakfoltjai (A normálerők figyelmen kívül hagyásának ára és következményei; Szabó Péter - statikus tervező; ASA) Vasbetonépítés 2025/3
41. Az új Eurocode szabványok változásai MMK 152. kiadványa FAP-2025/212-TT
42. Palatinus Miklós, Radnai Gábor: A cementtípus és a betonösszetétel hatása a karbonátosodási hajlamra; Beton szakmai lap 2025. december

Kelt: 2026 április



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

M-1.1 melléklet

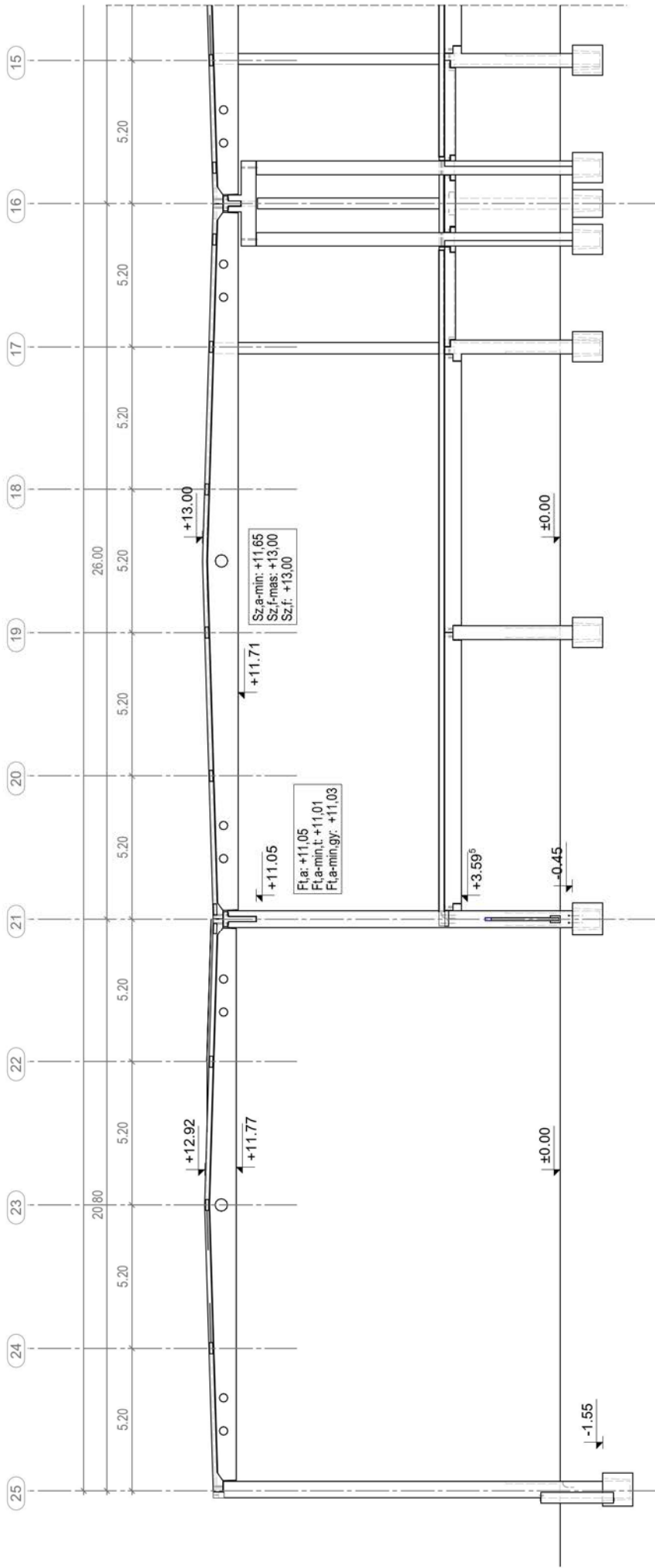
Rövid- és hosszúfőtartós csarnokok és részleteik

3d nézetei

2025.

1 - 1 metszet

M=1:150

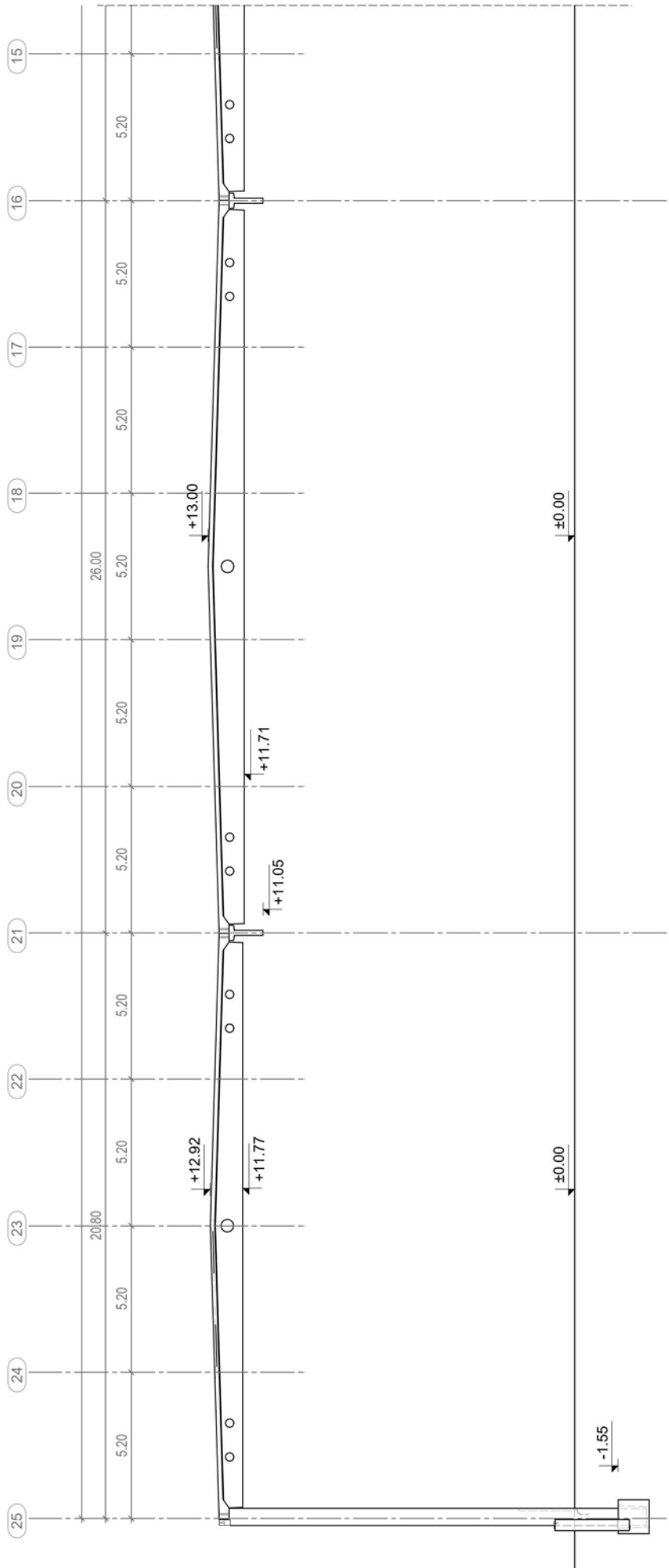


Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
- Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
- Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
- Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
- Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Fó,a-min,t: födém minimális tervezett alsó síkja
- Fó,a-min,gy: födém minimális alsósíkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: födém mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
- Mg,a-min,gy: födém mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

2 - 2 metszet

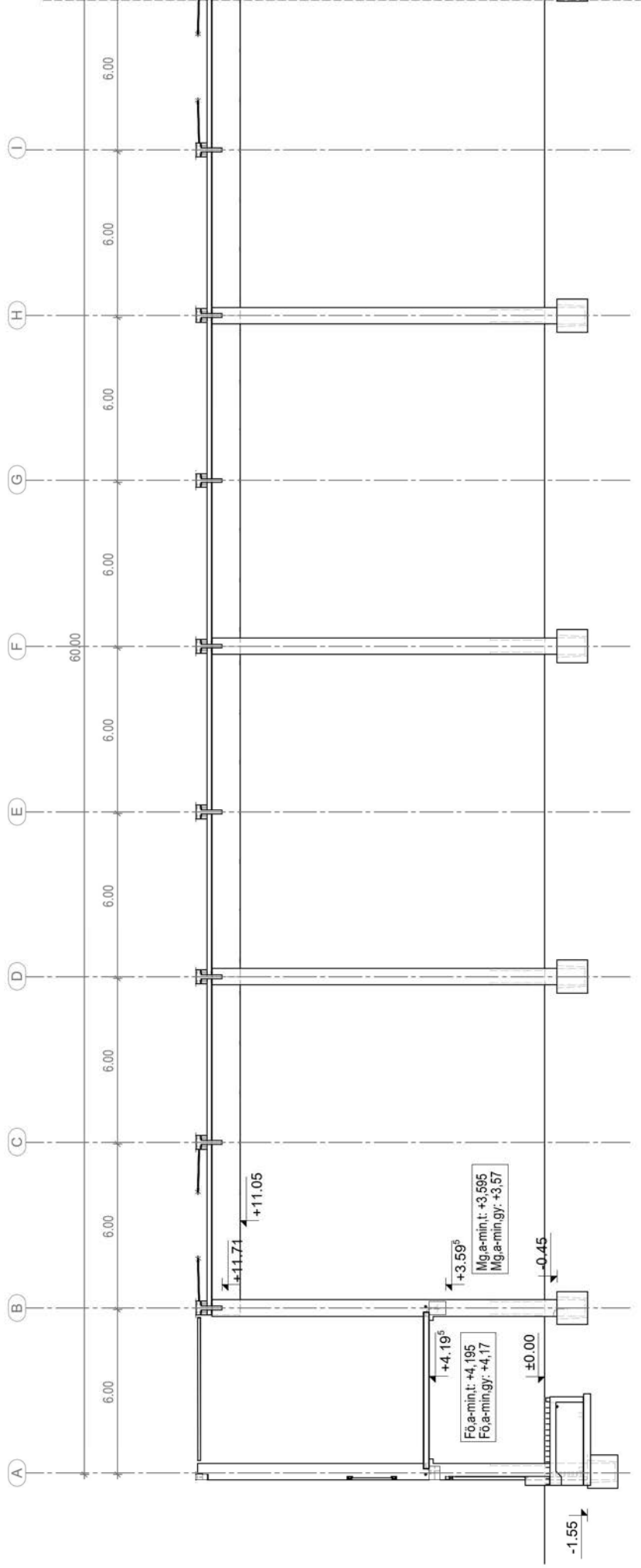
M=1:150



Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
- Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
- Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
- Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
- Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Föd,a-min,t: födém minimális tervezett alsó síkja
- Föd,a-min,gy: födém minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: födém mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
- Mg,a-min,gy: födém mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

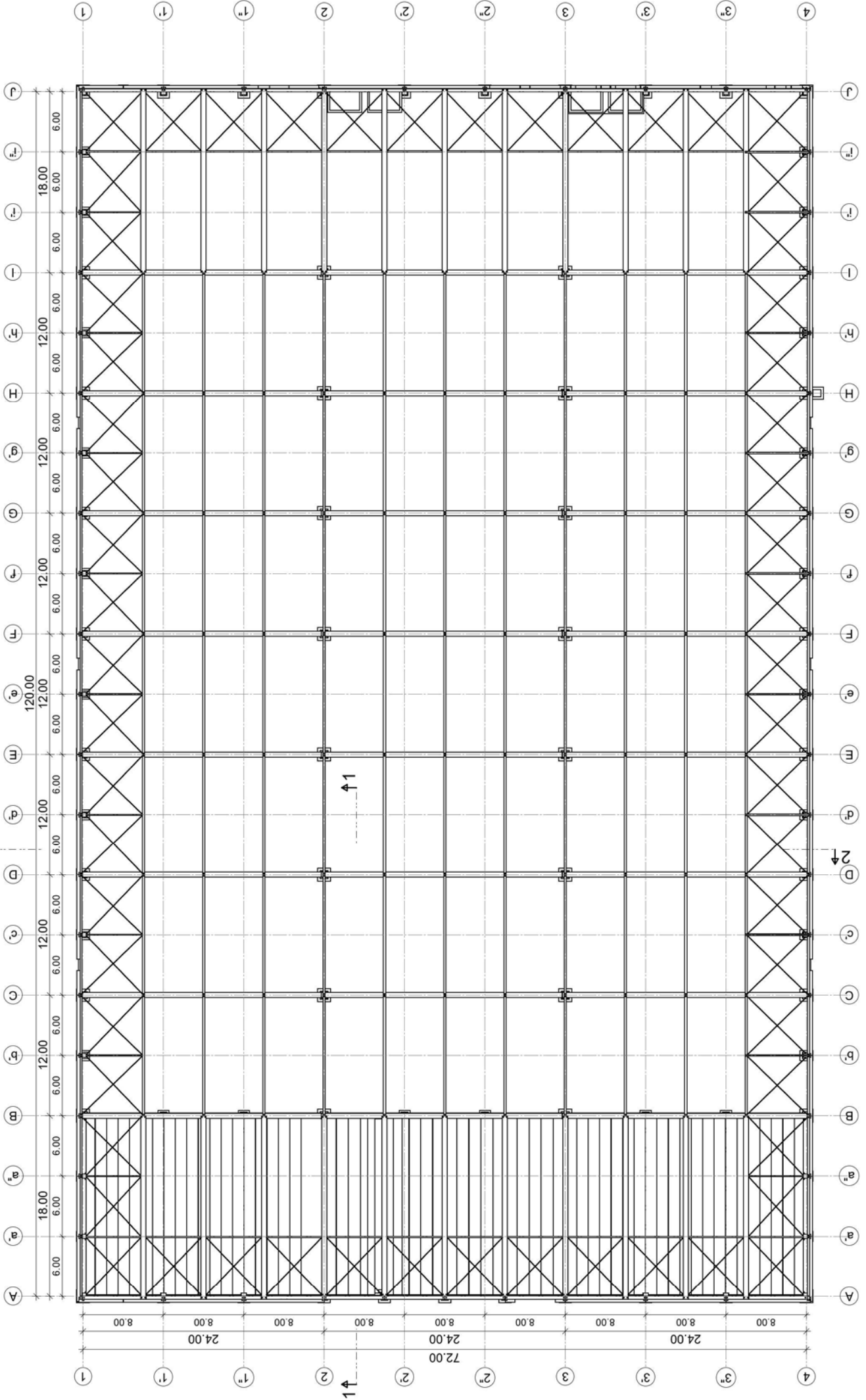
3 - 3 metszet M=1:150



Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
 Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
 Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
 Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
 Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Fő,a-min,t: földem minimális tervezett alsó síkja
 Fő,a-min,gy: földem minimális alsósíkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: földem mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
 Mg,a-min,gy: földem mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

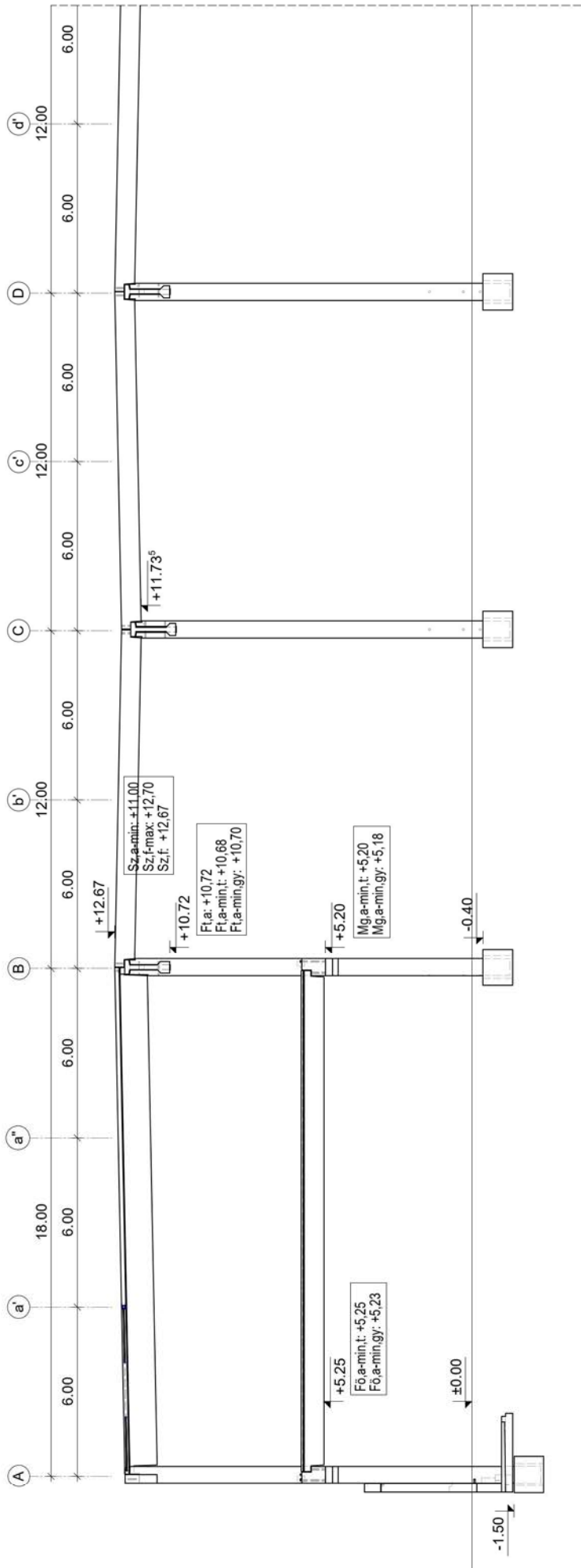
Alaprajz
M=1:350



Hosszú főtartós tető elemkiosztás M-1.1-H0

1 - 1 metszet

M=1:150



Jelmagyarázat:

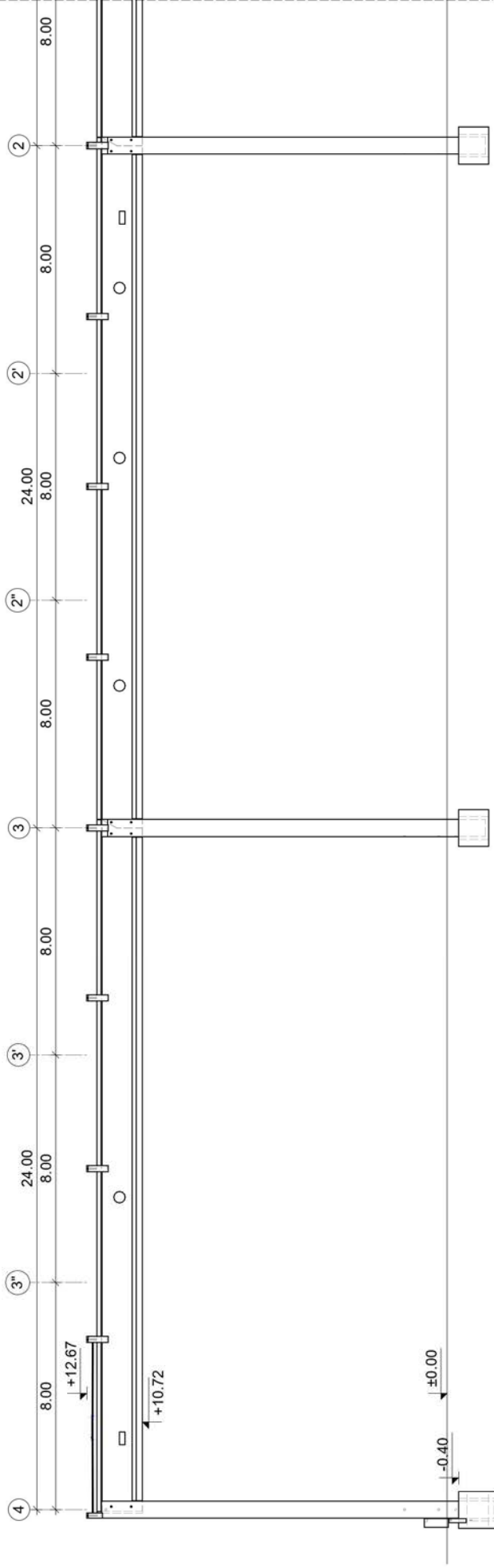
Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
 Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
 Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

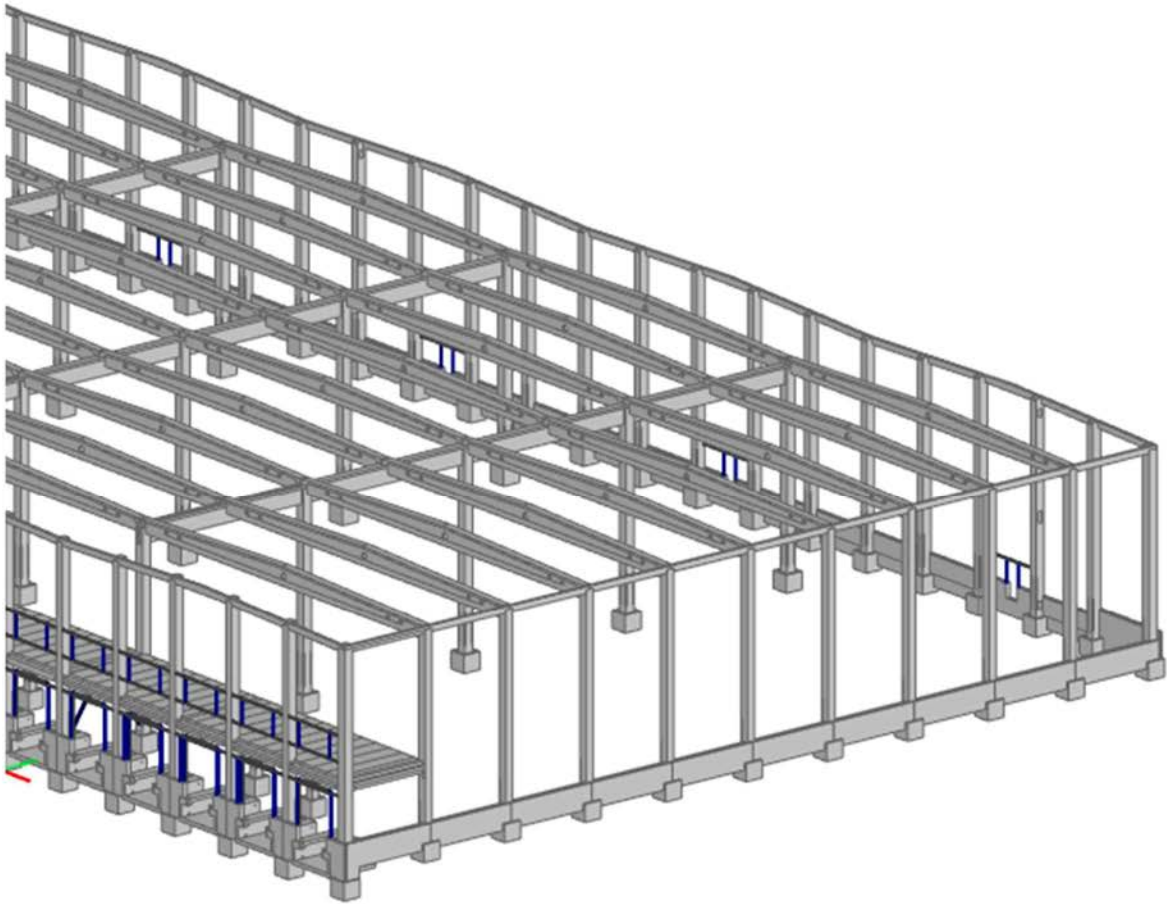
Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
 Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
 Sz,f: szelemen tervezett felső síkja

Fő,a-min,t: földem minimális tervezett alsó síkja
 Fő,a-min,gy: földem minimális alsósíkja a terhek gyakori értékére

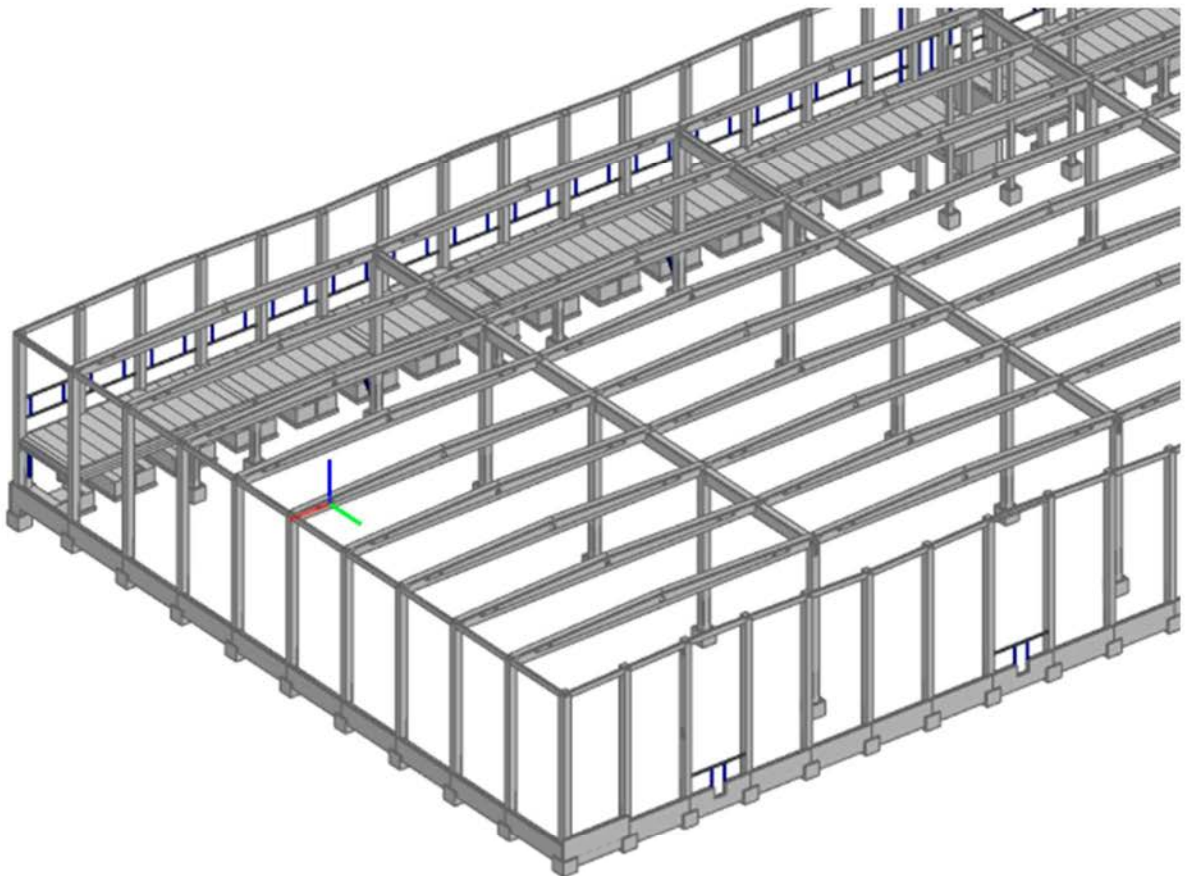
Mg,a-min,t: földem mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
 Mg,a-min,gy: földem mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

2 - 2 metszet
M=1:150

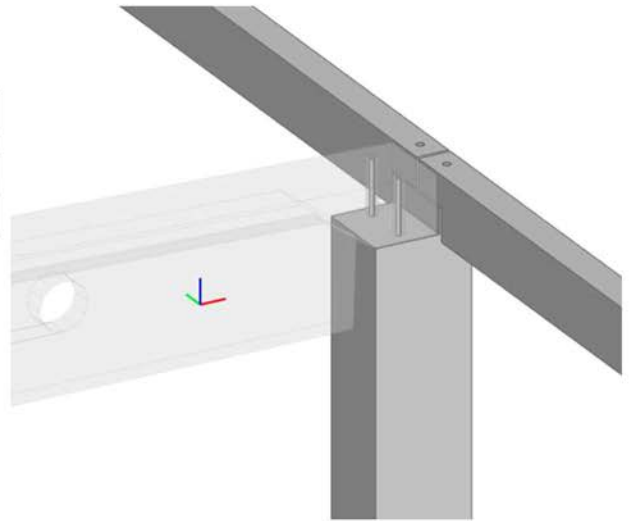
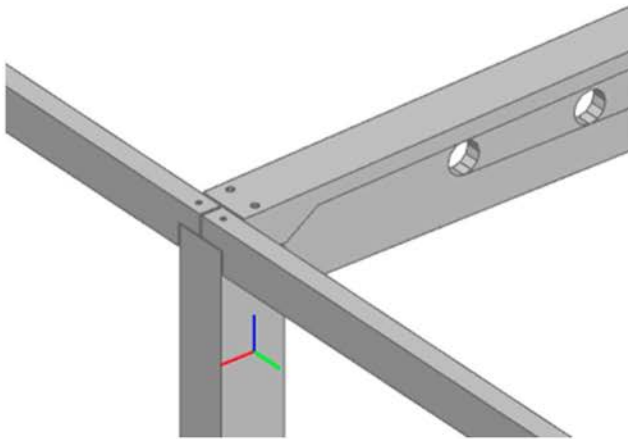




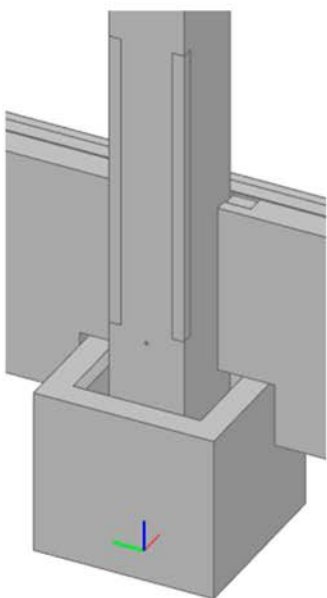
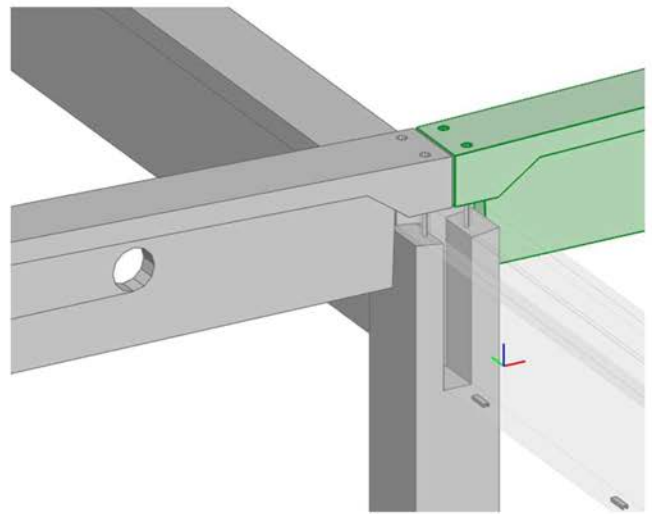
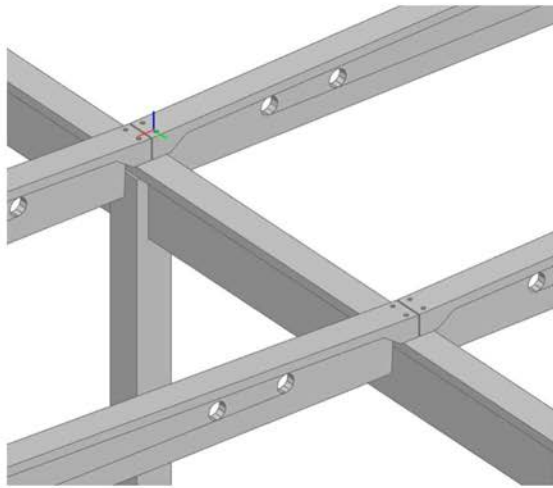
RÖVID FŐTARTÓS CSARNOKTÍPUS JELLEMZŐ TÁVLATI KÉPEK



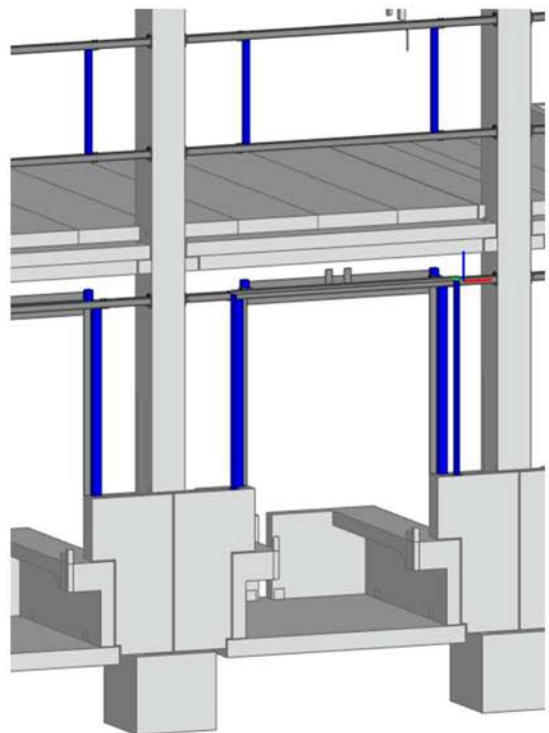
RÉSZLETEK



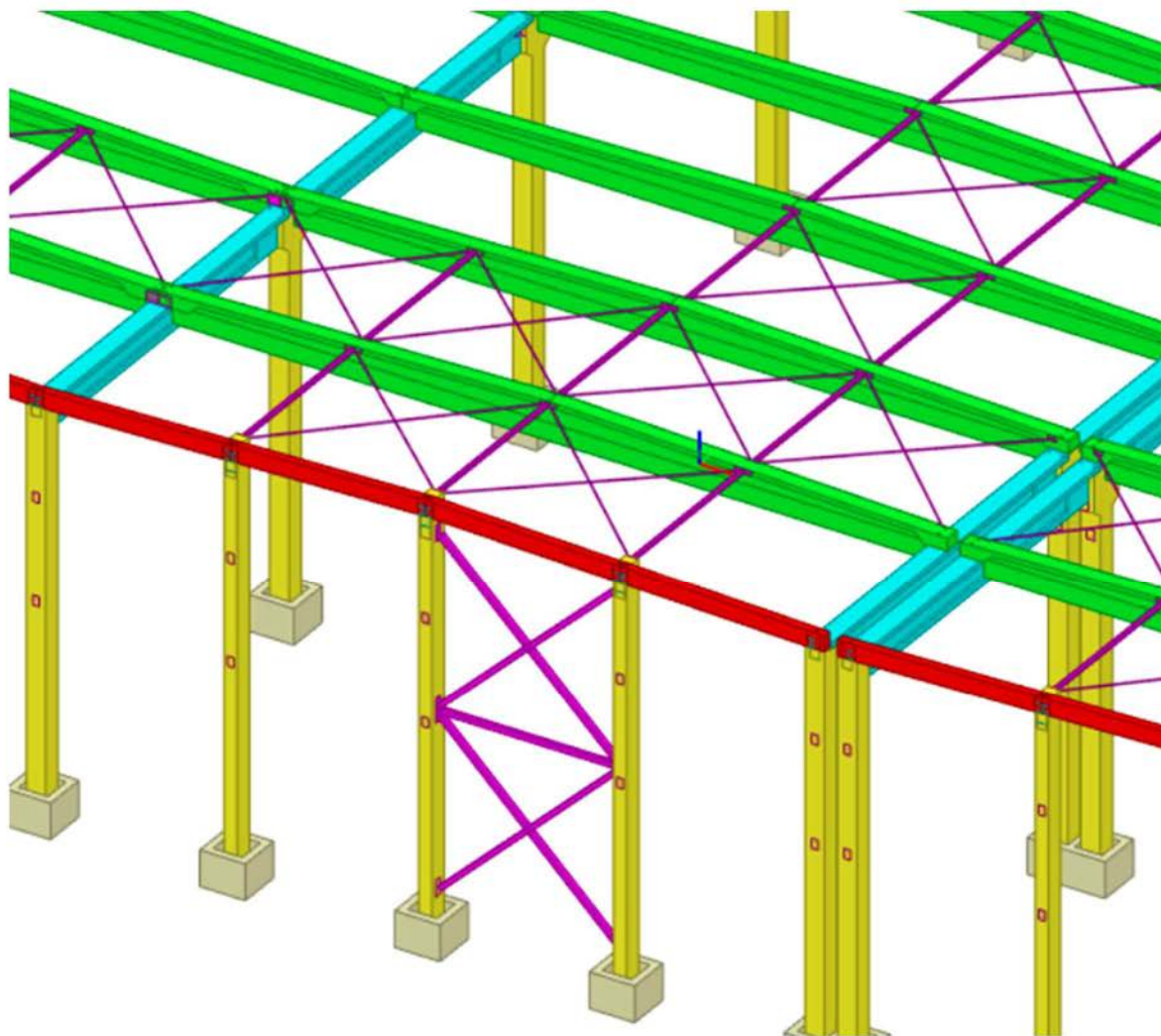
elemek csapos kapcsolatai



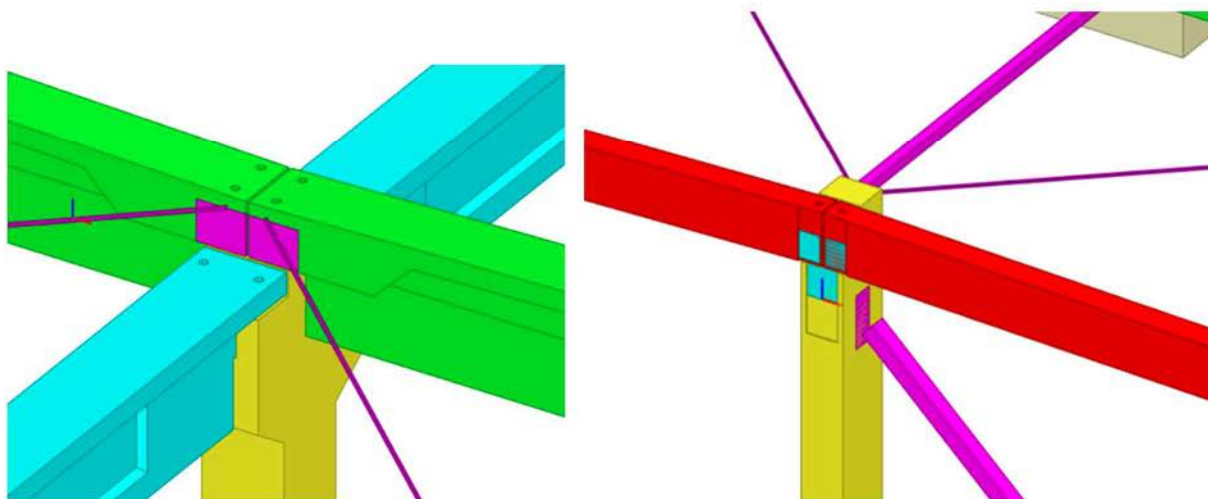
kehely-pillér- lábazat kapcsolat

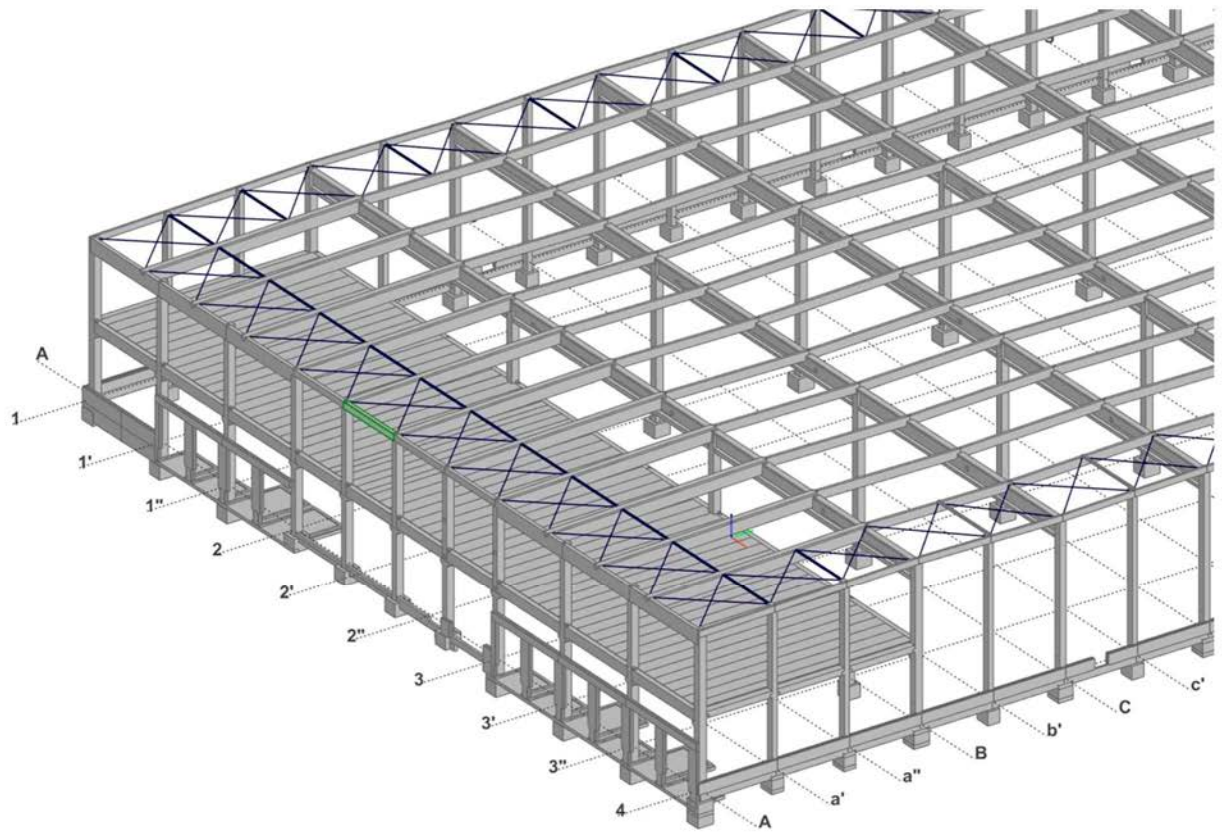


dokkoló beépítése

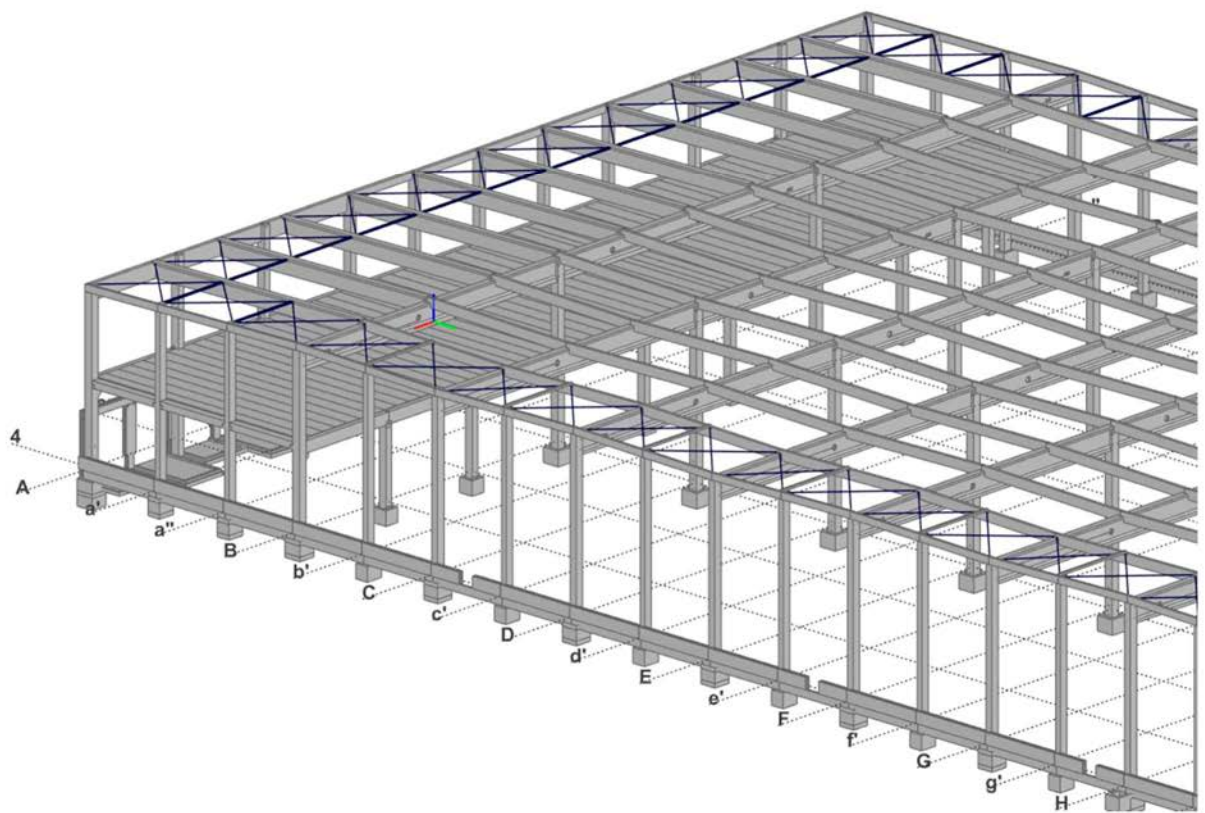


A tetőrácsozat övrúdjait nem a peremgerendák képezik.

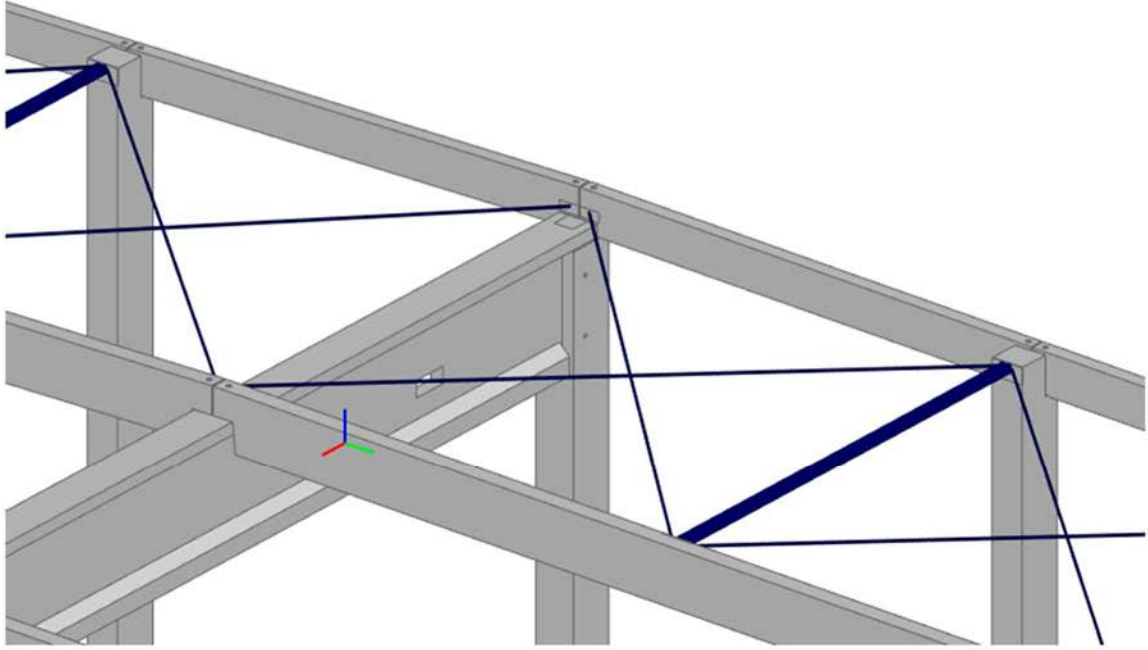




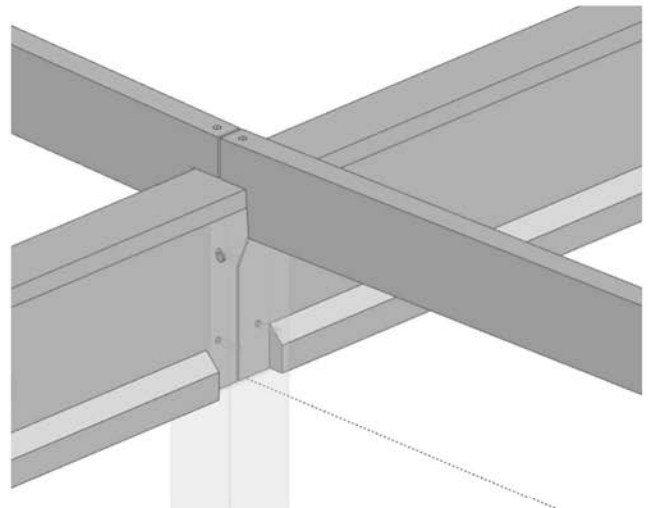
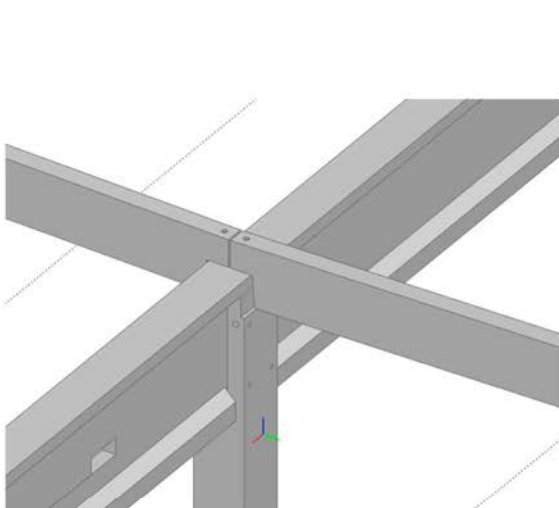
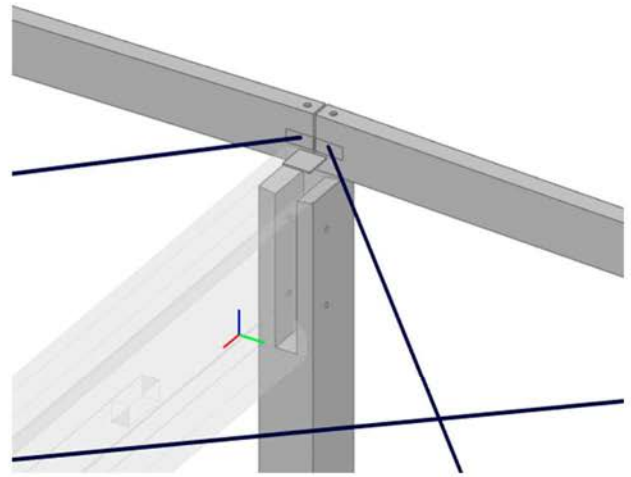
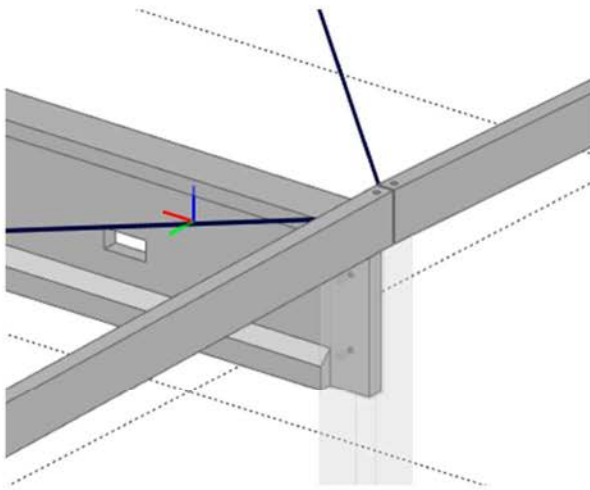
HOSSZÚ FŐTARTÓS CSARNOKTÍPUS JELLEMZŐ TÁVLATI KÉPEK



RÉSZLETEK



A tetőrácsozat egyik övrúdját a peremgerendák adják.





MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

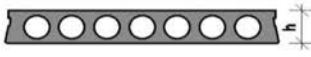


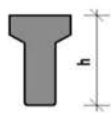
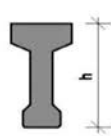
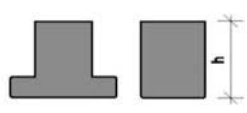
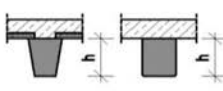
M-1.2 melléklet

**Előregyártott szerkezeti elemek járatos méretei adott
keresztmetszetekhez tartozó járatos fesztáv tartományok a terhelés
függvényében**

Jelen fejezet általános iránymutatást kíván adni a járatos előregyártott födemelemek jellemző geometriai méretrendjéről, illetve azok alkalmazhatósági tartományáról. A megadott méretek és alkalmazhatósági tartományok tájékoztató jellegűek, nem fedik le teljes egészében a gyártók által kínált műszaki lehetőségeket. A fejezet elsődleges célja, hogy a tervezők előtervezését, közelítő méretfelvételét megkönnyítse.

2025.

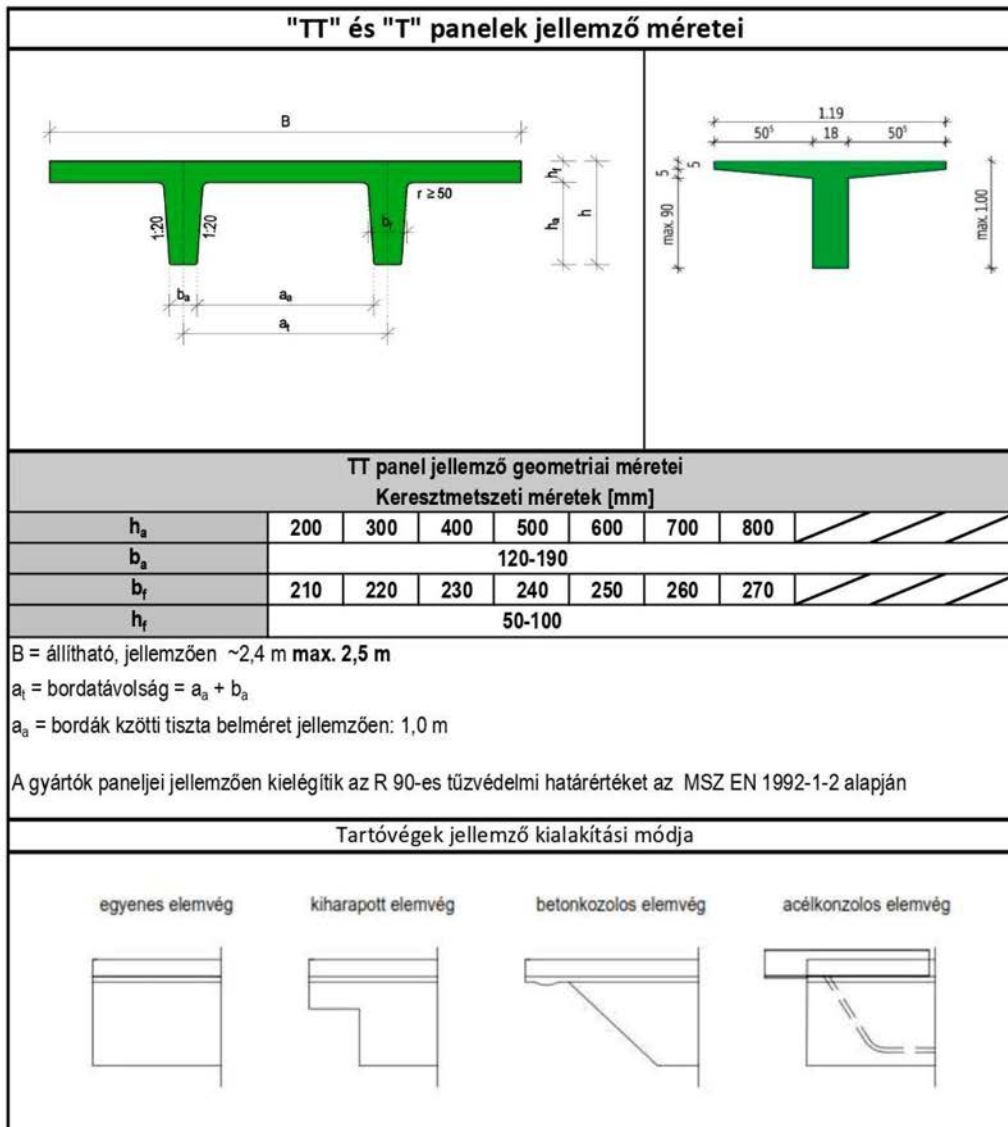
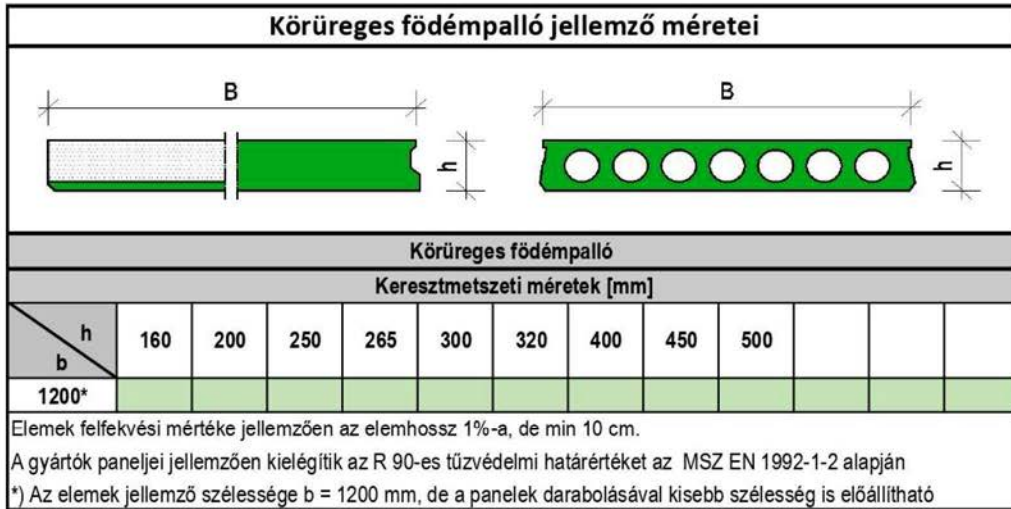
1.2 Előregyártott tartószerkezeti födémek jellemző alkalmazhatósági feszítvartartománya

Előregyártott tartószerkezeti födémek jellemző alkalmazhatósági feszítvartartománya									
Szerkezet	Magasság [mm]	Feszítáv [m]							
		5	10	15	20	25	30	35	40
 Közbeneső födémek	160								
	200								
	265								
	320								
	400								
	500								
 Zárófödém- / közbeneső födémek	200								
	300								
	400								
	500								
	600								
	700								
	800								
	800								
 Gerendák	400								
	500								
	600								
	800								
	850								
	950								
 Főtartók	600								
	800								
	1000								
	1200								
	1400								
	1600								
	1800								
	2000								
	2000								
	2400								
 Főtartók	800								
	1000								
	1200								
	1400								
	1600								
	1800								
	2000								
	2200								
	2400								
	2400								
 Fióktartók	400								
	500								
	600								
	700								
	800								
	900								
	1000								
	1200								
	1400								
	1400								
 Fióktartók	300								
	400								
	500								
	600								
	700								
	800								
	1000								
1200									

Megjegyzés: Felbetonnal együttdolgozó gerendák esetén, a felbeton elkészülte előtti építési állapotot külön vizsgálni kell! Építési állapot témakörével az 5. fejezet foglalkozik részletesen.

 vasbeton/feszített vasbeton

1.3 Előregyártott födemelemek, főtartók és fióktartók járatos geometriai méretei



Szelemek, közbelső födém tartó gerendák jellemző keresztmetszeti méretei			
Oldalnézet / kialakítási lehetőségek			
	Keresztmetszeti méretek [mm]		
	h	b _a	b _f
	400	150-190	190
			230
	500	150	200
	190	240	
600	150	210	
	190	250	
800	190	270	
	Keresztmetszeti méretek [mm]		
	h	b _a	b _f
	850	190	250
	950	190	270
A gerendák jellemzően kielégítik az R 90-es tűzvédelmi határértéket az MSZ EN 1992-1-2 alapján			

"T" keresztmetszetű főtartó jellemző keresztmetszeti méretei			
	Keresztmetszeti méretek [mm]		
	h	b _f	b
	600	400-500	140-160
	800	400-500	140-160
	1000	400-500	140-180
	1200	400-500	140-180
	1400	600	140-180
	1600	650-700	140-180
	1800	800	250
	2000	800	250
A gerendák jellemzően kielégítik az R 90-es tűzvédelmi határértéket az MSZ EN 1992-1-2 alapján			

"I" keresztmetszetű főtartó jellemző keresztmetszeti méretei				
<p>b_f $h_f \geq 150 \text{ mm}$</p> <p>$1:2,5$</p> <p>$1:1$</p> <p>b_a $b_a = 300-400 \text{ mm}$</p> <p>b</p>	Keresztmetszeti méretek [mm]			
	h	b_f	b	h_a
	800	400	100-140	150
	1000	400	100-140	150
	1200	500	100-140	160
	1400	600	100-140	150-250
	1600	700	100-160	150-250
	1800	800	100-160	150-250
	2000	800	100-160	250-350
	2200	800	100-160	250-350
2400	800	100-160	250-350	
A gerendák jellemzően kielégítik az R 90-es tűzvédelmi határértéket az MSZ EN 1992-1-2 alapján				

Felbetonnal együttdolgozó előregyártott alubordás gerendák									
Keresztmetszeti méretek [mm]									
$h \backslash b$	300	400	500	600	700	800	1000	1200	
200									
300									
400									
500									
600									
800									
1000									
1200									

A gerendák jellemzően kielégítik az R 90-es tűzvédelmi határértéket az MSZ EN 1992-1-2 alapján

Gerendák (└- és L-Profil)		Keresztmetszeti méretek [mm]								
h	b ₁	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
300										
400										
500										
600										
800										

A gerendák jellemzően kielégítik az R 90-es tűzvédelmi határértéket az MSZ EN 1992-1-2 alapján

A gerendák konzolszélessége (b₂) átlános esetben 15 cm. Ettől a gyártók igény esetén eltérő méretet is gyártanak.

1.4 Előregyártott födém és vázszerkezeti elemek (főtartók, fióktartók) szerkezeti magassága födémterhelés és fesztávolságok függvényében

Körüreges födempalló előméretezése fesztáv és födémterhelés függvényében														
Fesztáv	Minimális födémvastagságok [mm] födémterhelés függvényében g _{k,i} + q _{k,i} [kN/m ²]													
[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
3,0	165													
4,0	165													
5,0	165										185/200	250		
6,0	165				185/200				200	250	265			
7,5	185/200		200		250					320				
10,0	265					320								
12,5	265	320												
400 mm-nél vastagabb födémpanel esetén nagyobb fesztávok is áthidalhatók, ebben a mérettartományban gyártói egyeztetés szükséges.														
Előméretezési minta														
rétegrend teher (g _{k,i})	=	1,5 kN/m ²												
hasznos teher (q _{k,i})	=	2,0 kN/m ²												
	Σ	= 3,5 kN/m ²												
födémfesztáv	=	10,0 m												
elemmagasság táblázatból	=	265 mm												

TT födémpanel közelítő méretfelvétele fesztáv és födémterhelés függvényében							
panel típusa	lágyvasalás						
szerkezeti elem funkciója	tetőpanel/zárófödém						
Megjegyzések:	$A g_{k,1}$ önsúly $h_f=60$ mm fejlemezvastagsággal került meghatározásra Elemszélesség $B=2,4$ m						
Elméleti fesztávolság	Tartómagasság [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében						
[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5,0
6,0	260						
7,5	260						
10,0	360				460		
12,5	560					660	
15,0	760					860	
17,5	860						
20,0							
Fejlemez vastagság	$h_f = 60$ mm						
Méretezési minta							
Tetőrétegrend ($g_{k,2}$)	=	0,8 kN/m ²					
hóteher (s_k)	=	1,0 kN/m ²					
	Σ	1,8 kN/m ²					
Elméleti fesztávolság (L)	=	15,0 m					
Tartómagasság táblázatból	=	76,0 cm					

TT födémpanel közelítő méretfelvétele fesztáv és födémterhelés függvényében							
panel típusa	fesztített						
szerkezeti elem funkciója	tetőpanel/zárófödém						
Megjegyzések:	<p>$A g_{k,1}$ önsúly $h_f=60$ mm fejlemezvastagsággal került meghatározásra</p> <p>Elemzéselenség $B=2,4$ m</p>						
Elméleti fesztávolság	Födémvastagság [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében						
[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5,0
6,00	260						
7,50	260						
10,00	360					460	
12,50	460						
15,00	460				560		
17,50	560			660			
20,00	760				860		
22,50	760			860			
25,00	860						
Fejlemez vastagság	$h_f = 60$ mm						
Méretezési minta							
Tetőrétegrend ($g_{k,2}$)	=	0,8 kN/m ²					
hóteher (s_k)	=	1,0 kN/m ²					
	Σ	1,8 kN/m ²					
Elméleti fesztávolság (L)	=	20,0 m					
Tartómagasság táblázatból	=	76,0 cm					

TT földempanel közelítő méretfelvétele fesztáv és földemterhelés függvényében							
panel típusa	lágyvasalással						
szerkezeti elem funkciója	közbenső földém						
Megjegyzések:	<p>A $g_{k,1}$ önsúly $h_o = 150$ mm fejelemezvastagsággal került meghatározásra</p> <p>Monolit felbeton esetén -amennyiben az együttdolgozás biztosítva van- a figyelembevehető fejelemez vastagság minimális értéke $h_{o,min} = 70 + 40 = 110$ mm (Monolit felbeton ≥ 40 mm EN 1992-1-1. 10-9.3(8))</p> <p>Elem szélesség $B = 2,4$ m</p>						
Elméleti fesztávolság	Földémvastagság [mm] a $g_{k,1} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében						
[m]	3,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
6,00	320		350		450	500	
7,50	420		450		550	600	
10,00	520		650			700	
12,50	720		750	850		900	
15,00	820		850	950		1000	
17,50	920		950				
20,00							
Fejelemez vastagság	$h_f = 120$		$h_f = 150$			$h_f = 200$	
Válaszfalak beépítése esetén az értékek eltérhetnek!							
Méretezési minta							
Rétegrend ($g_{k,2}$)	=	2,5 kN/m ²					
hasznosteher (q_k)	=	7,5 kN/m ²					
	Σ	10,0 kN/m ²					
Elméleti fesztávolság (L)	=	15,0 m					
Tartómagasság táblázatból	=	95,0 cm					

TT födémpanel közelítő méretfelvétele fesztáv és födémterhelés függvényében							
panel típusa	fesztített						
szerkezeti elem funkciója	közbenső födém						
Megjegyzések:	<p>A $g_{k,1}$ önsúly $h_f=150$ mm fejelemezvastagsággal került meghatározásra</p> <p>Monolit felbeton esetén -amennyiben az együttdolgozás biztosítva van- a figyelembevehető fejelemez vastagság minimális értéke $h_{f,min} = 70 + 40 = 110$ mm (Monolit felbeton ≥ 40 mm EN 1992-1-1. 10-9.3(8))</p> <p>Elem szélesség $B=2,4$ m</p> <p>A tartók a fesztítés következtében túlelemeléssel kerülnek beépítésre</p>						
Elméleti fesztávolság	Födémvastagság [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében						
[m]	3,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
6,00	320		350		400		
7,50	420		450		500		
10,00	420	520	550		600		
12,50	520	620	650		750	800	
15,00	620	720	750		850	900	1000
17,50	720	820	850	950			
20,00	920		950				
Fejelemez vastagság	$h_f = 120$		$h_f = 150$		$h_f = 200$		
Válaszfalak beépítése esetén az értékek eltérhetnek!							
Méretezési minta							
Rétegtér (g _{k,2})	=	2,5 kN/m ²					
hasznosteher (q _k)	=	7,5 kN/m ²					
	Σ	10,0 kN/m ²					
Elméleti fesztávolság (L)	=	15,0 m					
Tartómagasság táblázatból	=	75,0 cm					

Vasbetoncsarnokok vázrendszere - Zárófödém										
Főtartók	"I" tartó	Tartó jellemző kialakítási módjai:								
		Gerenda felső övének ferdesége α [%]	Méretezett keresztmetszet x_0 [m]		Gerincmagasság					
		3,0	$\sim 0,40 l$		$\sim 1,05 h(x_0) - \sim 1,10 h(x_0)$					
Keresztmetszet típus		Keresztmetszeti tényezők			Fesztáv					
		h [mm]	b_f [mm]	b [mm]	l_{max} [m]					
		500	400	140	15,0					
		800	400 ^{a)}	140;150;160	20,0					
		1000	400 ^{a)}	140;150;160	25,0					
		1200	500 ^{a)}	140;150;160	25,0					
		1400	600 ^{a)}	140;150;160	30,0					
		1600	700 ^{a)}	160	35,0					
		1800	800 ^{a)}	160	35,0					
		2000	800 ^{a)}	160	40,0					
Megjegyzés : a) Adott keresztmetszethez tartozó l_{max} esetén a felső öv kihajlását ellenőrizni kell! Magyarországon a járatos főtartó hosszak: 12,18,24 m										
L	Főtartó rasztertávolság/terhelési mező szélessége		Gerendamagasság [mm] a $g_{k,j} + q_{k,j}$ [kN/m ²] érték függvényében							
[m]	[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
15,00	5,00	600								
	6,00	800								
	7,50	1000								
	10,00	800	1000	1200	1400	1600				
20,00	5,00	800								
	6,00	1000								
	7,50	1200								
	10,00	1000	1200	1400	1600	1800	2000			
25,00	5,00	1000								
	6,00	1200								
	7,50	1400								
	10,00	1200	1400	1600	1800	2000				
30,00	5,00	1400								
	6,00	1600								
	7,50	1800								
	10,00	1600	1800	2000						
35,00	5,00	1600								
	6,00	1800								
	7,50	2000								
	10,00	1800	2000							
40,00	5,00	2000								
	6,00	2000								
	7,50	2000								
	10,00	"I" tartó alkalmazása szükséges								
Méretezési minta										
Rétegrend ($g_{k,2}$)	=	1,5	kN/m ²							
hóteher (s_k)	=	1,0	kN/m ²							
	Σ	=	2,5	kN/m ²						
Főtartó rasztertávolság (a)	=	6,0	m							
Elméleti fesztávolság (L)	=	25,0	m							
Tartómagasság táblázatból	=	120,0	cm							

Vasbetoncsarnokok vázrendszere - Zárófödém											
Főtartók	"I" tartó	Tartó jellemző kialakítási módjai:									
		Gerenda felső övének ferdesége α [%]	Méretezett keresztmetszet x_c [m]				Gerincmagasság				
		3,0	~ 0,40 l				~ 1,05 $h(x_c)$ - ~ 1,10 $h(x_c)$				
		Keresztmetszet típus		Keresztmetszeti tényezők			Fesztáv				
		h [mm]	b_f [mm]	b [mm]	h_s [mm]	I_{max} [m]					
		800	400 ^{a)}	140;150;160	150	20,00					
		1000	400 ^{a)}	140;150;160	150	25,00					
		1200	500 ^{a)}	140;150;160	160	30,00					
		1400	600 ^{a)}	140;150;160	250	35,00					
		1600	700 ^{a)}	140;150;160	250	40,00					
		1800	800 ^{a)}	140;150;160	250	40,00					
		2000	800 ^{a)}	140;150;160	350	40,00					
		2200	800 ^{a)}	140;150;160	350	40,00					
		2400	800 ^{a)}	140;150;160	350	40,00					
Adott keresztmetszethez tartozó l_{max} esetén a felső öv kihajlását ellenőrizni kell! Magyarországon a járatos főtartó hosszak: 12,18,24 m											
L	Főtartó rasztertávolság/terhelési mező szélessége	Gerendamagasság [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében									
[m]	[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
20,00	5,00	800		1000			1200		1400		
	6,00	800		1000			1200		1400		
	7,50	800		1000			1200		1400		
	10,00	800		1000			1200		1400		
25,00	5,00	1000		1200			1400		1600		
	6,00	1000		1200			1400		1600		
	7,50	1000		1200			1400		1600		
	10,00	1000		1200			1400		1600		
30,00	5,00	1200		1400			1600		1800		
	6,00	1200		1400			1600		1800		
	7,50	1200		1400			1600		1800		
	10,00	1200		1400			1600		1800		
35,00	5,00	1400		1600			1800		2000		
	6,00	1400		1600			1800		2000		
	7,50	1400		1600			1800		2000		
	10,00	1400		1600			1800		2000		
40,00	5,00	1600		1800			2000		2200		
	6,00	1600		1800			2000		2200		
	7,50	1600		1800			2000		2200		
	10,00	1600		1800			2000		2200		
Méretezési minta											
Rétegtrend ($g_{k,2}$)	=	1,5 kN/m ²									
hóteher (s_k)	=	1,0 kN/m ²									
	Σ	2,5 kN/m ²									
Főtartó rasztertávolság (a)	=	6,0 m									
Elméleti fesztávolság (L)	=	30,0 m									
Tartómagasság táblázatból	=	140,0 cm									

Vasbetoncsarnokok vázrendszere - Zárófödém											
Fióktartók- Szelelemen	Keresztmetszet típus		Keresztmetszeti tényezők						Fesztáv		
			h [mm]	b_a [mm]	b_f [mm]	l_{max} [m]					
		400	150	190	7,50						
		190	230	10,00							
		850	190	270	17,50						
		190	250	15,00							
		850	190	250	20,00						
		950	190	270	20,00						
L	Fióktartó rasztertávolság Gerendamagasság [mm] a $g_{k,j} + q_{k,j}$ [kN/m ²] érték függvényében										
[m]	[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
7,50	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
10,00	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
12,50	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
15,00	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
17,50	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
20,00	3,0	[Color-coded grid showing span ranges for different beam heights]									
	4,0										
	5,0										
	6,0										
Méretezési minta											
Rétegrend ($g_{k,2}$)	=	2,5 kN/m ²									
hasznosteher (q_k)	=	7,5 kN/m ²									
	Σ	=	10,0 kN/m ²								
Elméleti fesztávolság (L)	=	15,0 m									
Tartómagasság táblázatból	=	75,0 cm									

Vasbetoncsarnokok vázrendszere - Közbenső födém

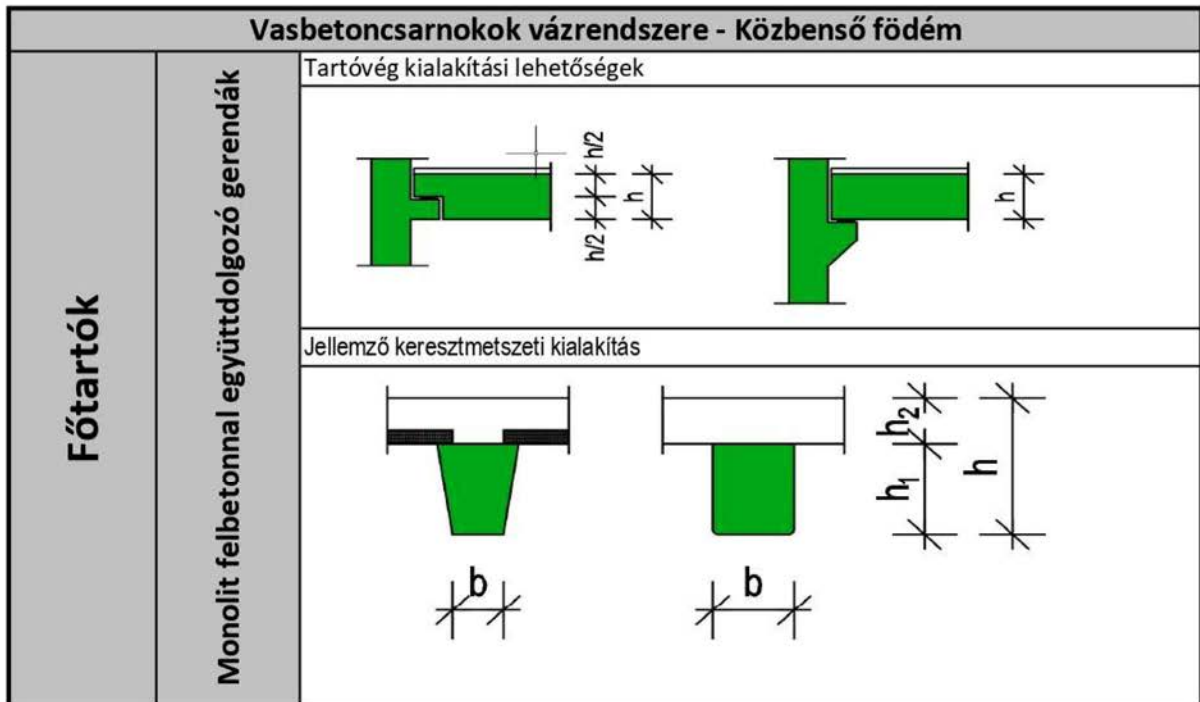
Főtartók		"┌" és "└" gerendák		Tartóvég kialakítási lehetőségek													
Gerenda fesztáv (L)	Gerenda rasztertávolság (a)	A gerenda b_1/h méretei [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében															
[m]	[m]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0						
5,00	6,00									600/500	600/600						
	7,50	300/400										600/500	600/600				
	10,00											600/600	600/700				
	12,50	400/500										600/700	600/800				
	15,00											600/500					
	17,50											600/600					
	20,00											600/700	600/1000				
25,00	600/500		600/600		600/700		600/800		600/1000		800/1000						
6,25	6,00											600/600					
	7,50	400/400										600/600					
	10,00											500/500					
	12,50													600/1000			
	15,00	600/600								600/700				600/1000	800/1200		
	17,50											600/900	800/1000				
	20,00											600/1000		800/1200			
25,00	600/1000		600/1000		600/1000		600/1000		600/1000		800/1200						
7,50	6,00													600/1000			
	7,50	400/500								600/500				600/1000			
	10,00													500/700	600/1000		
	12,50									600/500		600/1000		800/1000		800/1200	
	15,00													600/800		600/1000	
	17,50													600/800		600/1000	
	20,00											600/800		600/1000		800/1000	
25,00	600/1000		600/1000		600/1000		800/1000		800/1000		800/1200		800/1400				

8,75	6,00			600/600		600/900	
	7,50	400/600		600/600		600/900	
	10,00					600/900	
	12,50		600/600	600/800	600/900		800/1200
	15,00				800/1000		800/1200
	17,50			600/900		800/1200	
	20,00				800/1000		800/1400
	25,00	600/900	800/1000		800/1200		
10,00	6,00			600/7600	600/800		800/1000
	7,50	400/700			600/800		800/1000
	10,00					800/1000	800/1200
	12,50		600/700			800/1000	800/1200
	15,00			600/800	600/1000	800/1000	800/1200
	17,50					800/1200	800/1400
	20,00				800/1000		
	25,00	600/1000	800/1000	800/1200	800/1400		
11,25	6,00					600/1000	800/1000
	7,50	500/800				600/1000	800/1000
	10,00					600/1000	800/1200
	12,50		600/900	600/1000	800/1000		800/1400
	15,00			600/1000		800/1200	800/1400
	17,50			600/1000	800/1000	800/1200	800/1400
	20,00	600/1000	800/1000	800/1200	800/1400		
	25,00	800/1000	800/1200	800/1400			
12,50	6,00				600/1000	600/1200	800/1200
	7,50	400/1000			600/1000	600/1200	800/1200
	10,00				600/1200	800/1200	
	12,50		600/1000		800/1200		800/1400
	15,00					800/1400	
	17,50			600/1200	800/1200		
	20,00				800/1400		
	25,00	600/1200	800/1200	800/1400			

----- A vonal alatti tartományban szereplő méreteket a gyártóval egyeztetni kell!

Méretezési minta

Rétegrend ($g_{k,2}$)	=	1,5	kN/m^2
hasznos teher (q_k)	=	5,0	kN/m^2
	Σ	=	6,5 kN/m^2
Gerenda rasztávolság (a)	=	10,0	m
Gerenda elméleti fesztávolság (L)	=	7,5	m
Tartómagasság táblázatból	=	70/50	cm



Gerenda fesztáv [m]	Födém szélesség [m]	A gerenda b/h_1 méretei [mm] a $g_{k,i} + q_{k,i}$ [kN/m ²] érték függvényében										
		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	
5,00	3,00											
	4,00											400/300
	5,00				400/200					400/300		
	6,00								400/300	500/300		
	7,50							400/300				600/300
6,25	3,00											
	4,00											
	5,00			300/300							600/300	
	6,00						400/300					600/400
	7,50									600/400		600/500
7,50	3,00											
	4,00		300/300									
	5,00								600/400			600/500
	6,00				400/300					600/500		
	7,50								600/500			600/600
8,75	3,00											
	4,00		300/400									600/500
	5,00							600/400		600/500		
	6,00				400/400				600/500	600/600		
	7,50							600/500	600/600			800/600

10,00	3,00										
	4,00	300/400	400/400							600/600	
	5,00			600/400		600/500		600/600	800/600		800/600
	6,00							600/600	800/600		
	7,50						600/600	800/600			800/800
11,25	3,00	200/500	300/500	400/500							
	4,00										
	5,00	300/500	400/500	600/500				800/600		800/800	
	6,00	500/400							800/800		
	7,50							800/800		1000/800	
12,50	3,00	300/500						600/600	800/600		
	4,00		600/500				600/600	800/600			
	5,00					600/600	800/600	800/800			
	6,00			600/600	800/600					1000/800	
	7,50		600/600	800/600					1000/800	800/1000	
15,00	3,00				500/600						
	4,00	400/600	500/600	800/600							
	5,00		500/600			800/800		800/1000		1000/1000	
	6,00	500/600	800/600							1000/1000	1200/1000
	7,50								1000/1000	1000/1200	

Gerenda feszítáv	Födémzé- lesség	A gerenda b/h ₁ méretei [mm] a g _{k,i} + q _{k,i} [kN/m ²] érték függvényében									
		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
17,50	3,00									800/1000	1000/1000
	4,00		600/700	800/700		800/800		800/1000	1000/1000		
	5,00							1000/800	1000/1000		
	6,00			800/800		800/1000		1000/1000		1200/1200	
	7,50						1000/1000				
20,00	3,00						800/800				
	4,00		600/800	800/800							
	5,00			800/800		800/1000					
	6,00	800/800							1200/1200		
	7,50										



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

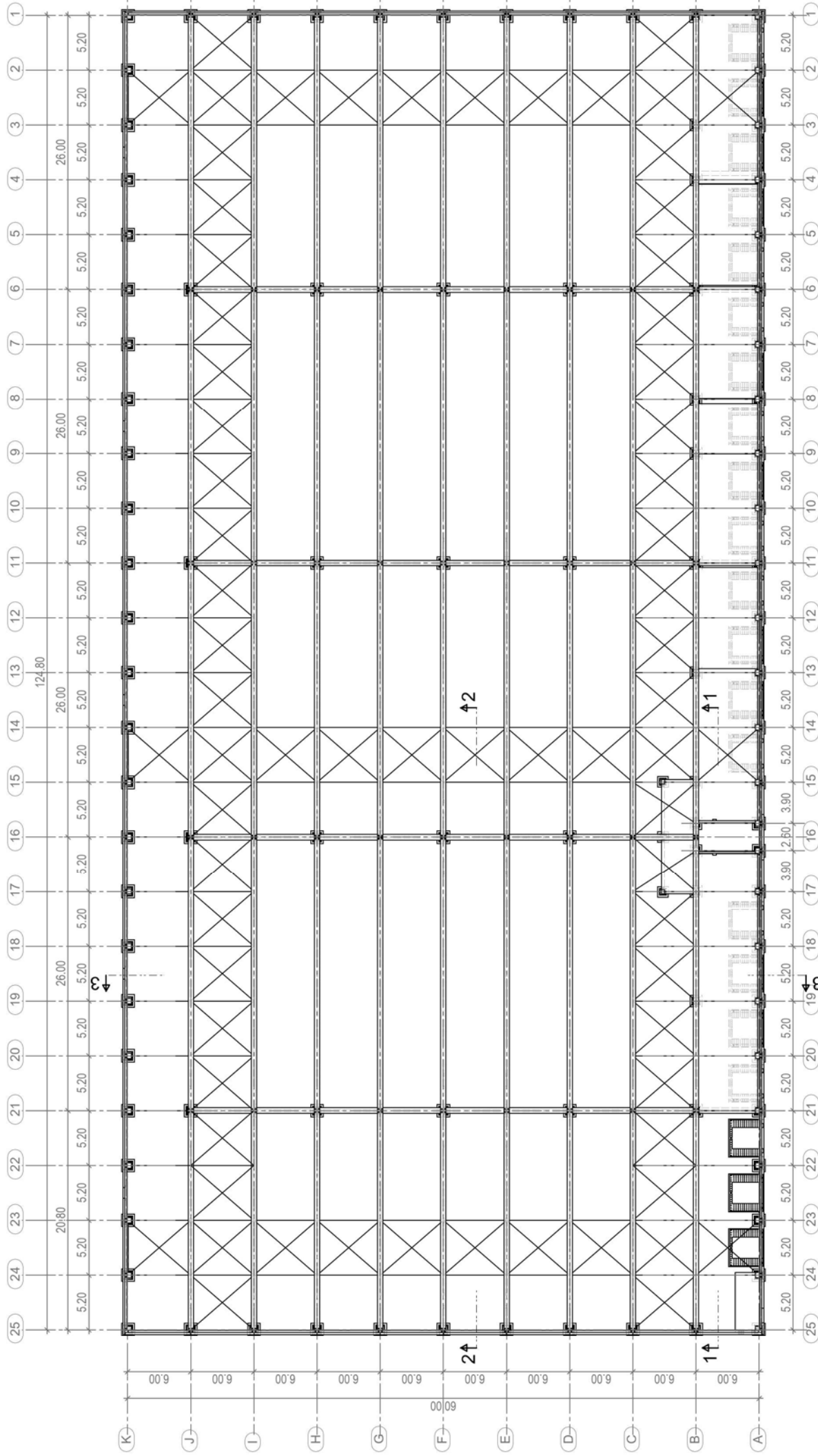
**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

M-1.5 melléklet

**Rövid- és hosszúfőtartós csarnokok alaprajzai és metszetei,
a fő méretek értelmezése**

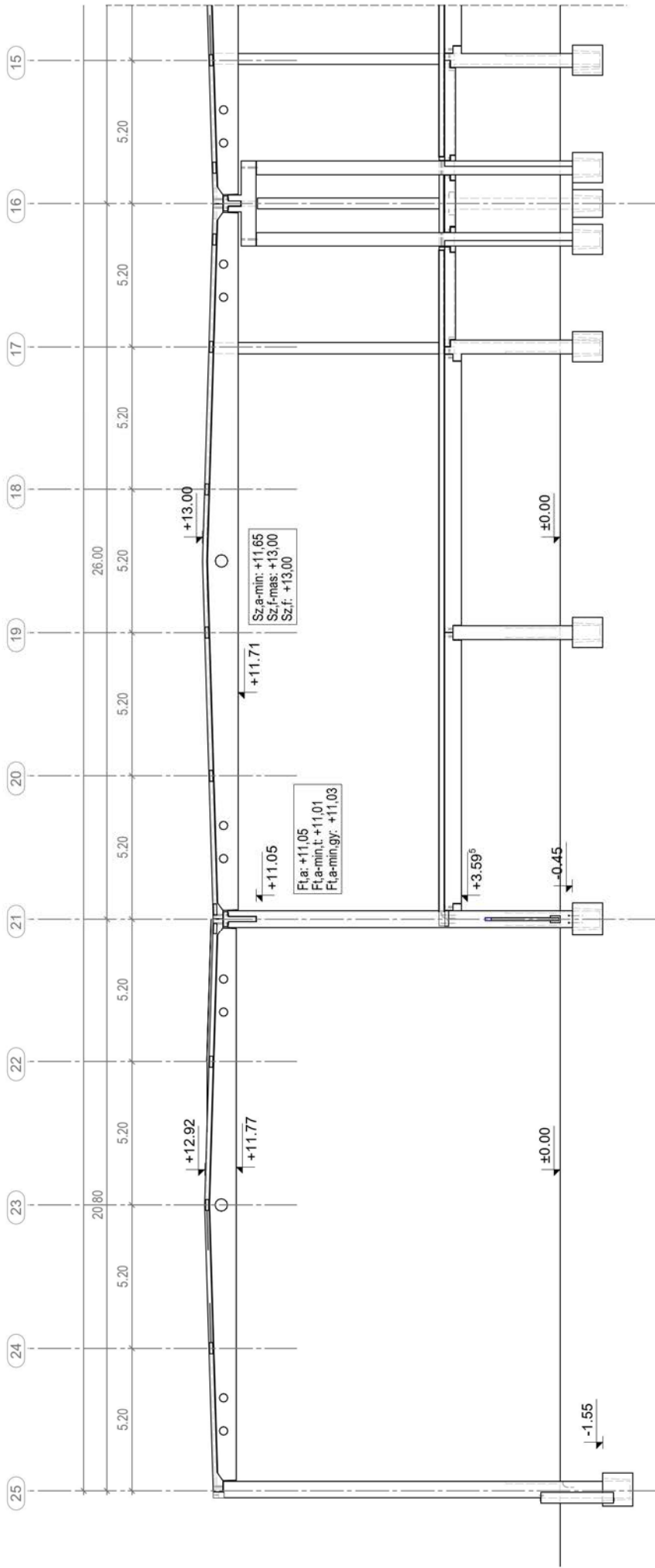
2025.

Alaprajz
M=1:350



1 - 1 metszet

M=1:150

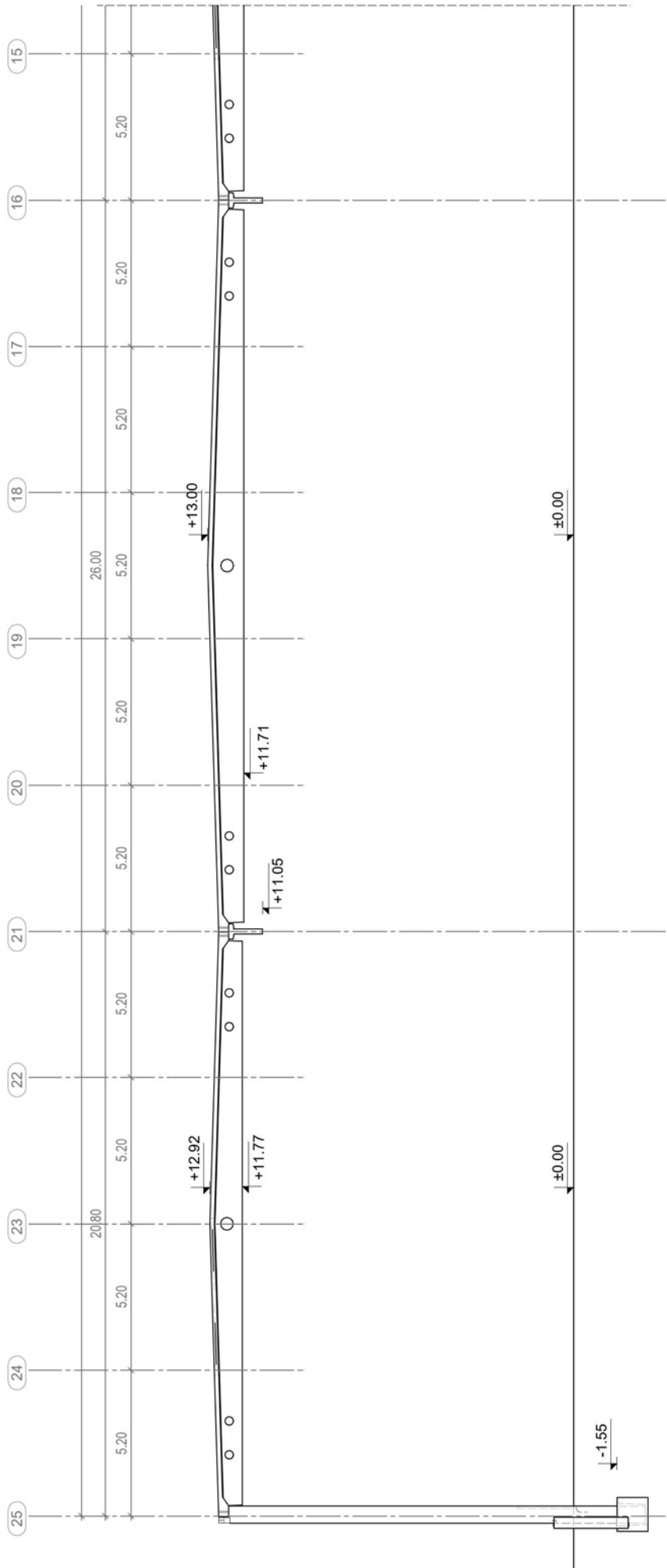


Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
- Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
- Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
- Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
- Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Fó,a-min,t: födém minimális tervezett alsó síkja
- Fó,a-min,gy: födém minimális alsósíkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: födém mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
- Mg,a-min,gy: födém mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

2 - 2 metszet

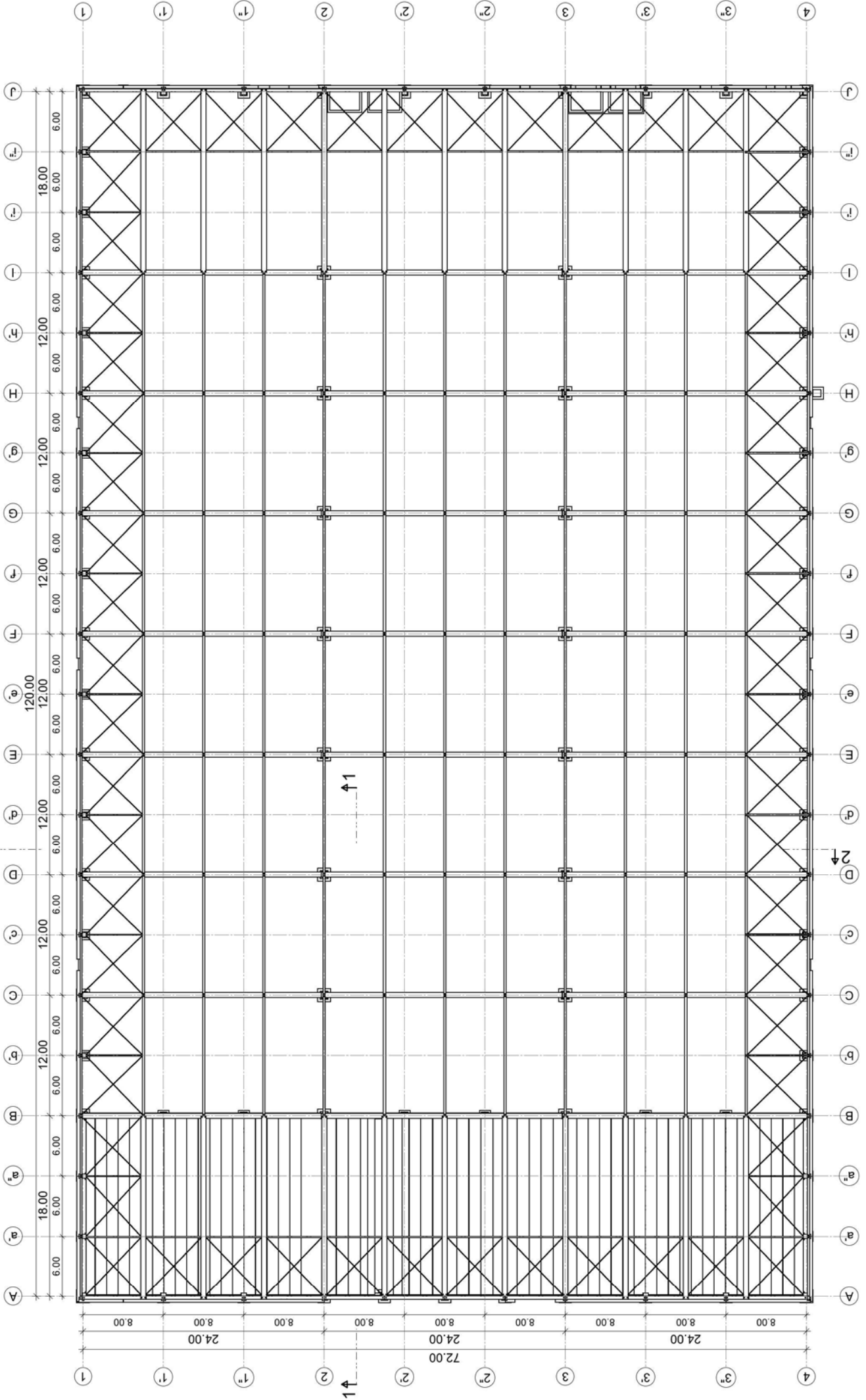
M=1:150



Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
- Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
- Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
- Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
- Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Föd,a-min,t: födém minimális tervezett alsó síkja
- Föd,a-min,gy: födém minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: födém mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
- Mg,a-min,gy: födém mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

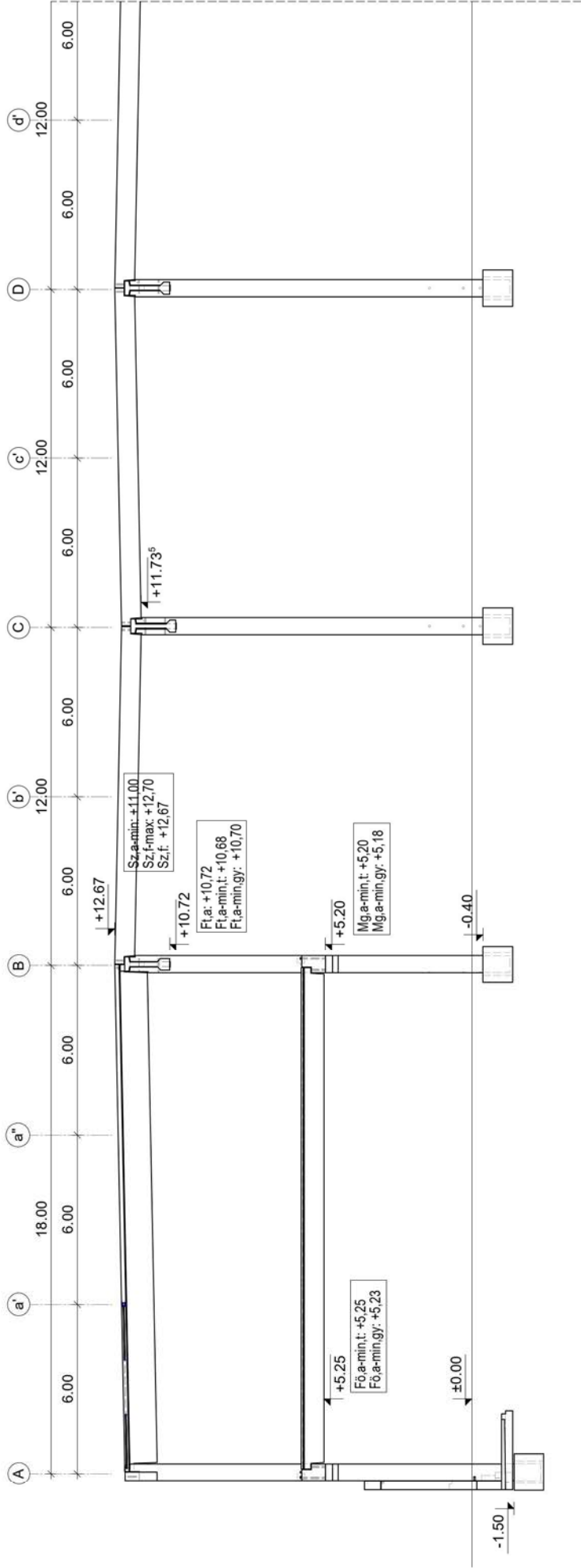
Alaprajz
M=1:350



Hosszú főtartós tető elemkiosztás M-1.5.5

1 - 1 metszet

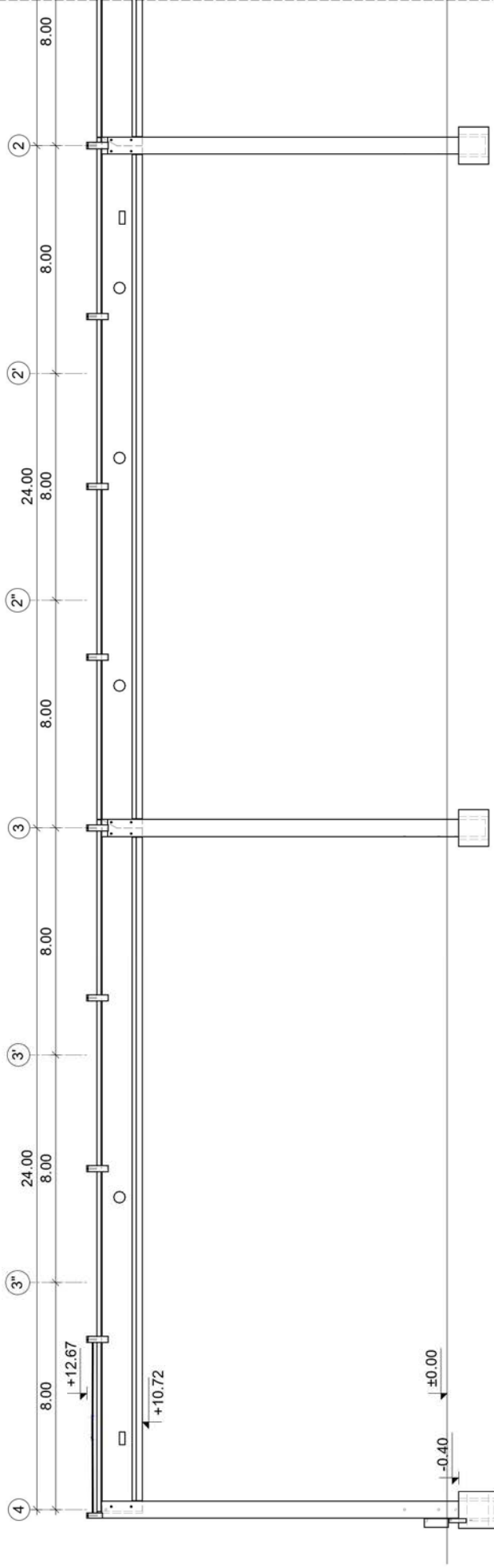
M=1:150



Jelmagyarázat:

- Ft,a: főtartó tervezett alsó síkja
- Ft,a-min,t: főtartó tervezett minimális alsó síkja
- Ft,a-min,gy: főtartó minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére
- Sz,a-min: szelemen tervezett minimális alsó síkja
- Sz,f-max: szelemen tervezett maximális felső síkja bármely pontján
- Sz,f: szelemen tervezett felső síkja
- Fö,a-min,t: földem minimális tervezett alsó síkja
- Fö,a-min,gy: földem minimális alsósíkja a terhek gyakori értékére
- Mg,a-min,t: földem mestergerenda minimális tervezett alsó síkja
- Mg,a-min,gy: földem mestergerenda minimális alsó síkja a terhek gyakori értékére

2 - 2 metszet
M=1:150



Hosszú főtartós 2 - 2 metszet M-1.5.7



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

**M-2 melléklet
Tehertérkép mintalapok**

2025.

A teherterképen feltüntetett terhek listája					
Tehereset jellege	Tehereset megnevezése	Szint	Érintett épületrész	Megjegyzés	Kapcsolódó tervlap
Állandó terhek	Tartószerkezet önsúlya	Köztes földém	Iroda, Préselő üzem		TT-1.1
		Tető	Mind		TT-2.1
Állanadó jellegű esetleges terhek	Építész rétegek	Köztes földém	Iroda, Préselő üzem		TT-1.1
		Tető	Mind		TT-2.1
Esetleges terhek	Installációs teher	Köztes földém	Iroda, Préselő üzem		TT-1.2
	Függesztett teher	Tető	Mind		TT-2.2
Esetleges terhek	Válaszfal teher	Köztes földém	Iroda, Préselő üzem		TT-1.3
	Gépterhek	Tető	Mind		TT-2.3
Esetleges terhek	Napelem teher	Tető	Mind		TT-2.4
	Daruteher	Darupálya síkja	Préselő üzem		TT-1.5a, TT-1.5b, TT-1.5c
Esetleges terhek	Hasznos terhek	Köztes földém	Iroda, Préselő üzem		TT-1.4
	Szerelési teher	Tető	Mind		TT-2.5
Esetleges terhek	Hóteher	Tető	Mind		TT-2.6
	Szélteher	Oldalfalra ható	Mind		TT-3.1

List of loads on load map					
Load type	Name of load	Storey	Part of building	Notes	Connection plan
Permanent loads	Dead load	Intermediate slab	Office, Pressing plant		TT-1.1
		Roof	All		TT-2.1
Permanent-like transient loads	Architectural layers	Intermediate slab	Office, Pressing plant		TT-1.1
		Roof	All		TT-2.1
Permanent-like transient loads	Suspended loads	Intermediate slab	Office, Pressing plant		TT-1.2
		Roof	All		TT-2.2
Permanent-like transient loads	Partition wall load	Intermediate slab	Office, Pressing plant		TT-1.3
	Machine loads	Roof	All		TT-2.3
Permanent-like transient loads	Solar panel	Roof	All		TT-2.4
	Crane load	Level of crane track	Pressing plant		TT-1.5a, TT-1.5b, TT-1.5c
Permanent-like transient loads	Live load	Intermediate slab	Office, Pressing plant		TT-1.4
	Maintenance load	Roof	All		TT-2.5
Permanent-like transient loads	Snow load	Roof	All		TT-2.6
	Wind load	Acting on wall	All		TT-3.1

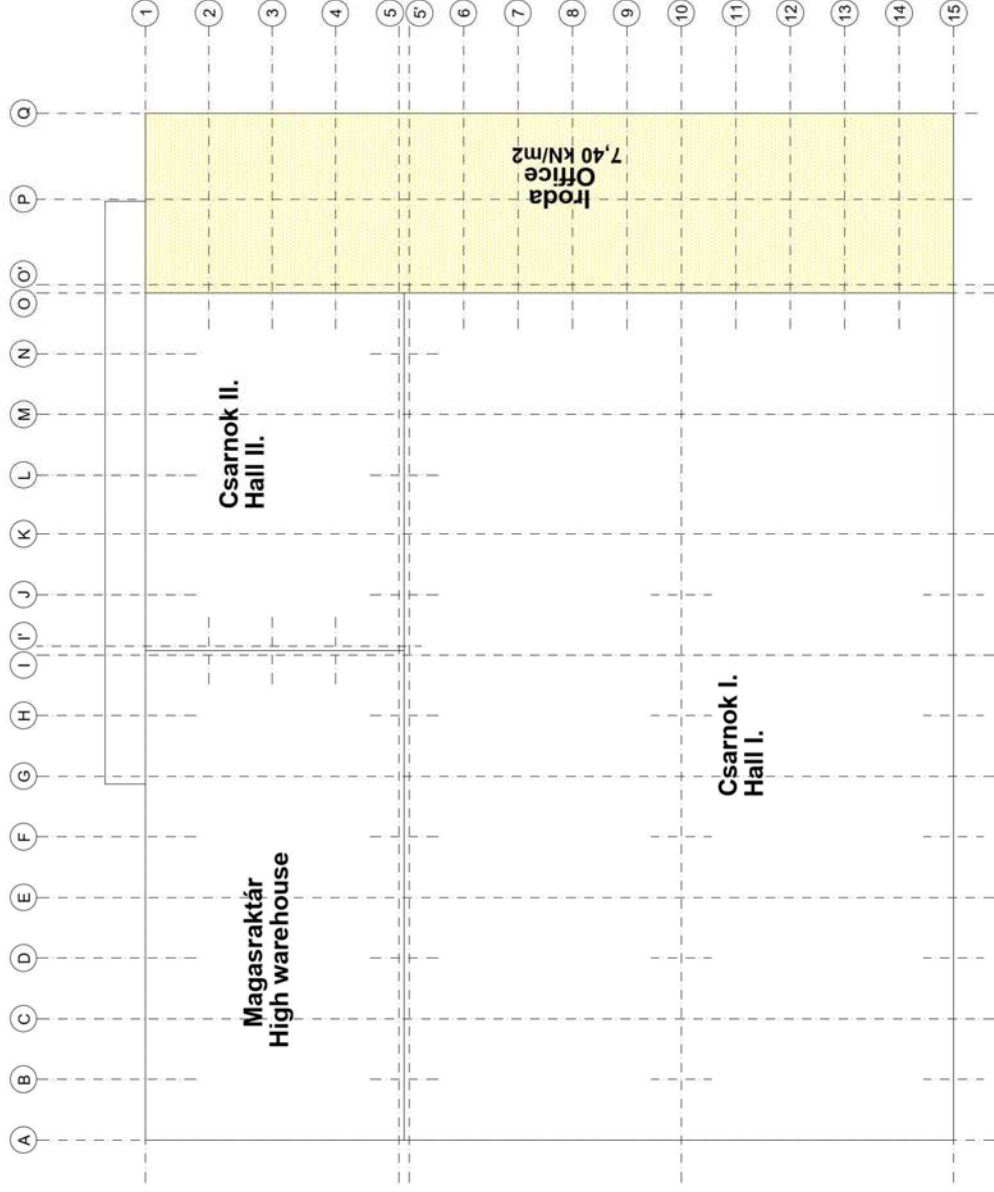
Alkalmazott szabványok:

- MSZ-EN 1991-1-1:2005 A tartószerkezeteket érő hatások.

Used standards:

- MSZ-EN 1991-1-1:2005 Actions on structures.

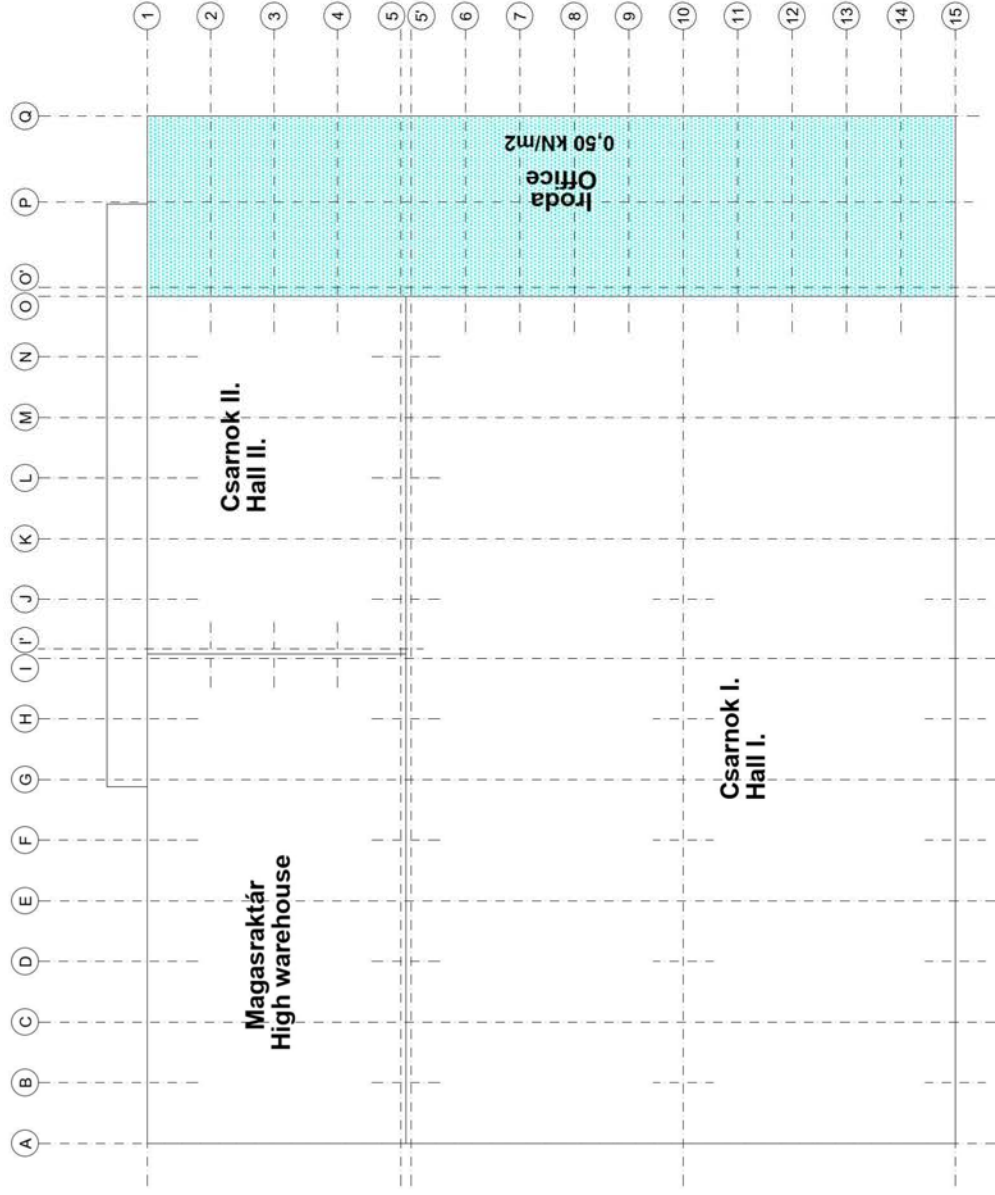
Önsúly + Rétegrendi terhek - Köztes földém
 Dead load + Architectural layers - Intermediate slab



Jelmagyarázat/Legend:

- 7,40 kN/m² FF265 palló + 7,5 cm felbeton + rétegrend /
 FF265 slab + 7,5 cm topping concrete + layers
 (3,3 + 1,9 + 2,2)

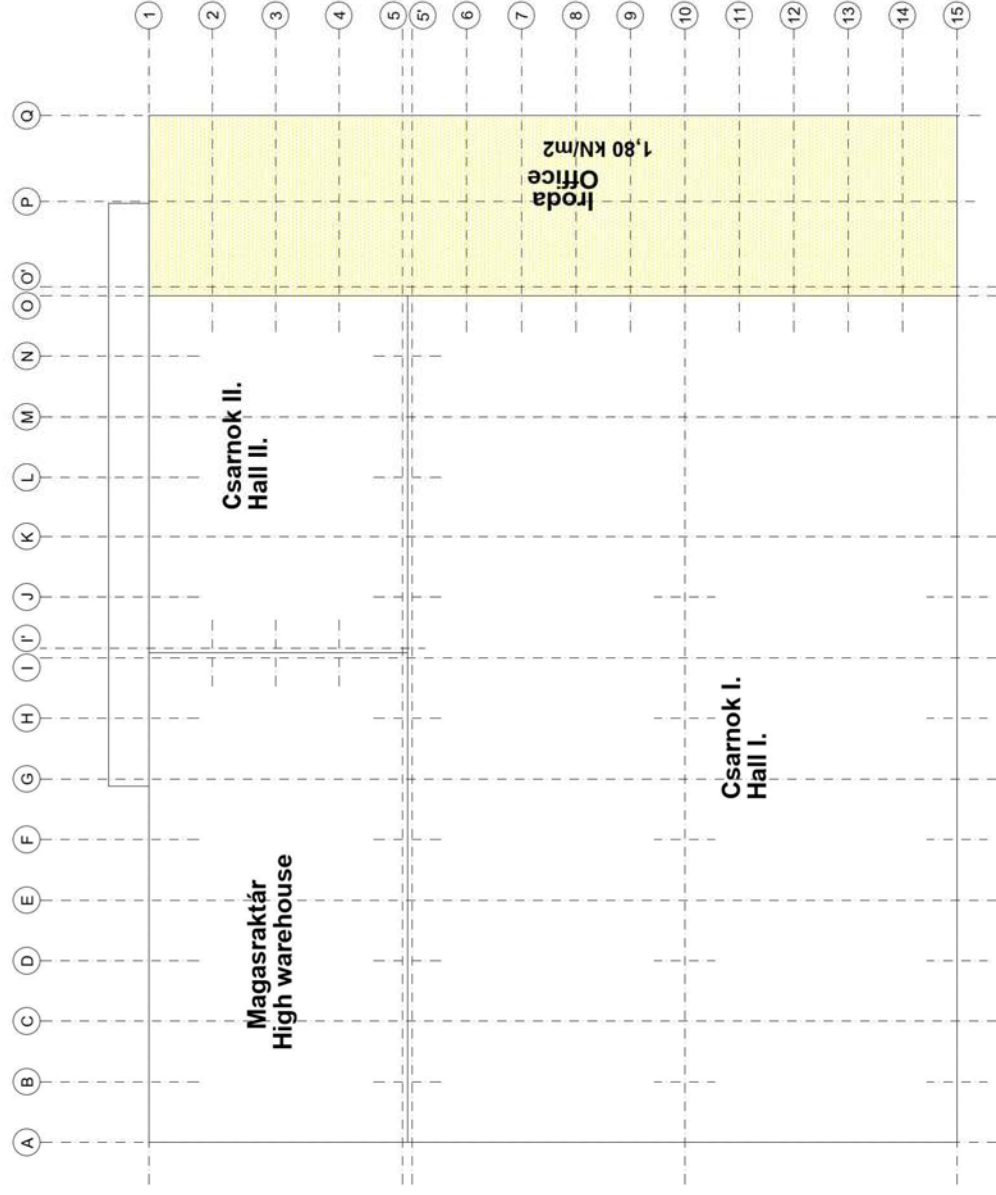
Installációs terhek - Köztes födém
Suspended loads - Intermediate slab




Jelmagyarázat/Legend:

 0,50 kN/m² Installációs teher /
Suspended loads

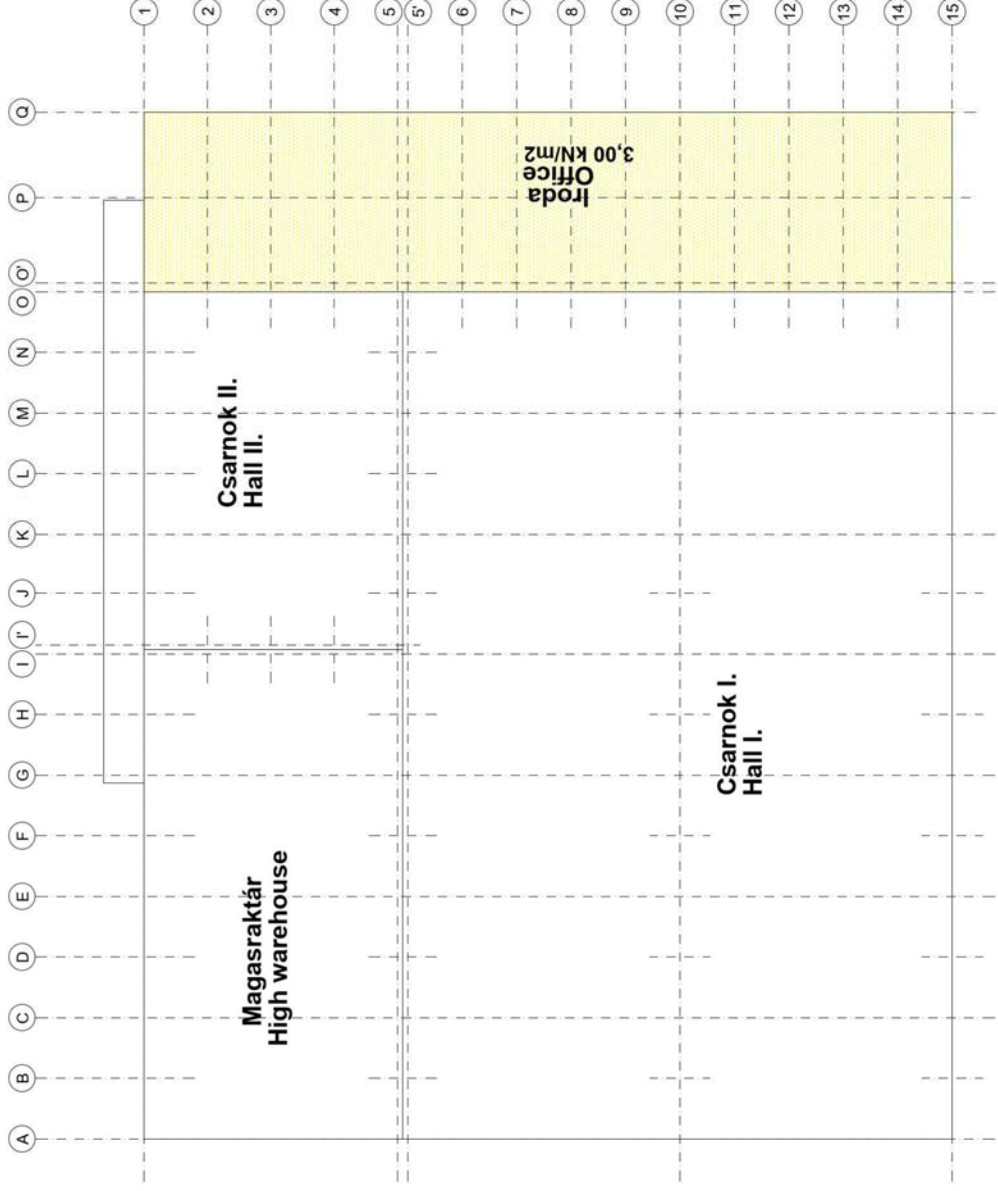
Válaszfal teher - Köztes födém Partition wall load - Intermediate slab



Jelmagyarázat/Legend:

 1,80 kN/m2 könnyű válaszfal teher /
light partition wall load

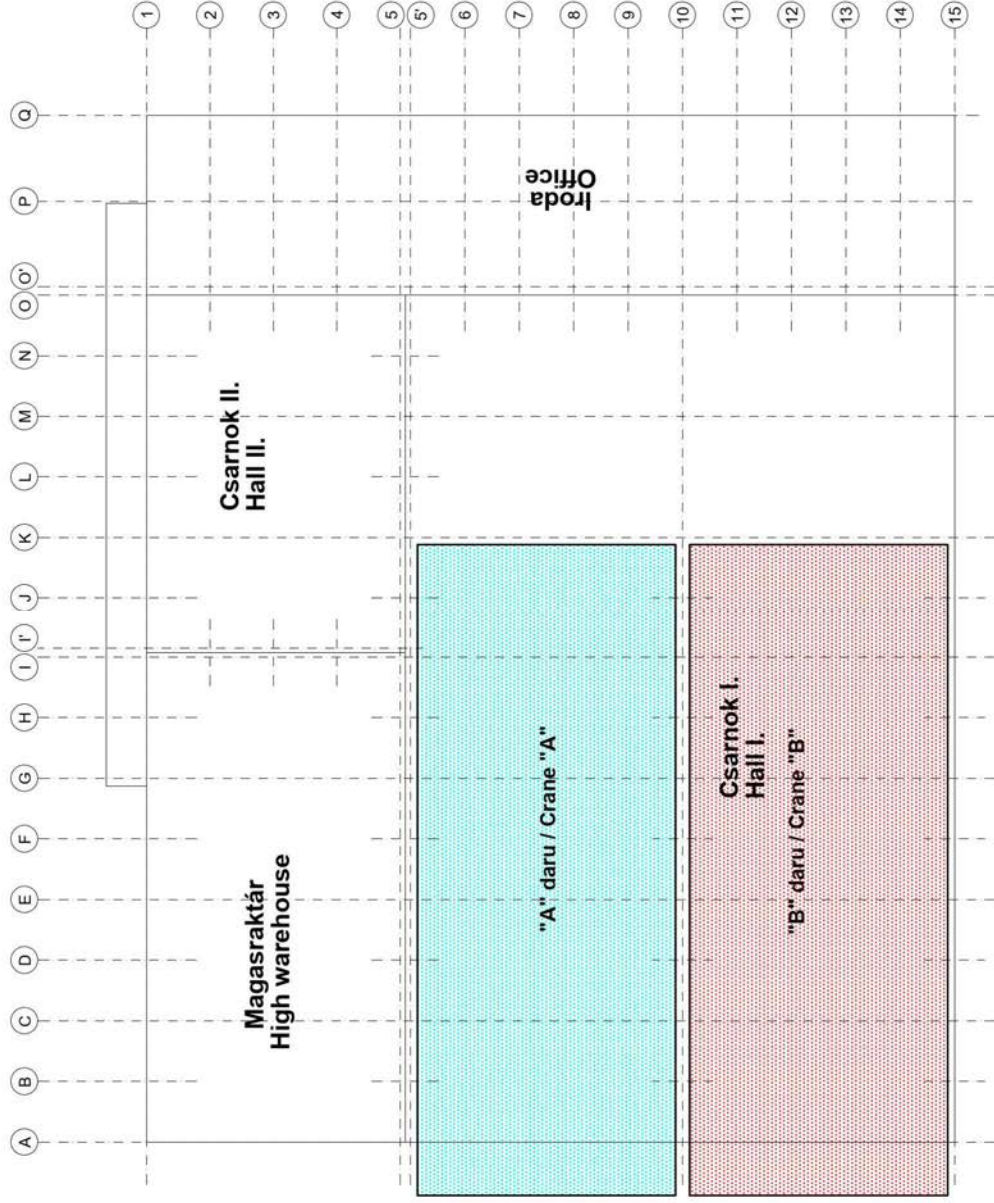
Hasznos teher - Köztes födém
Live loads - Intermediate slab



Jelmagyarázat/Legend:

 3,00 kN/m² Hasznos teher /
Live loads

Daru teher - Darupálya síkja Crane loads - Level of crane track



Jelmagyarázat/Legend:



"A" jelű daruteher TT-1.5b tervlap szerint /
Crane load marked "A" according to sheet
TT-1.5b



"B" jelű daruteher TT-1.5c tervlap szerint /
Crane load marked "B" according to sheet
TT-1.5c

"B" jelű daru terhe, Épeng statikai számítás alapján Crane loads marked "B", based on static calculation of Building permit documentation

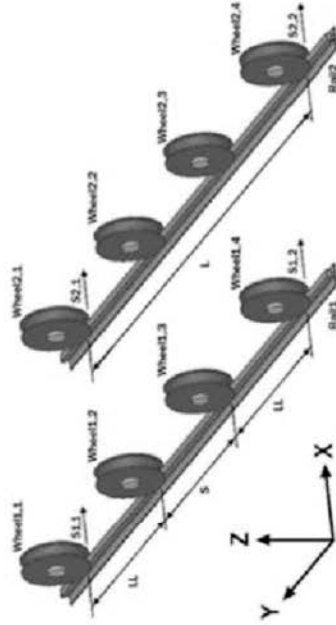


Wheel loads according to EN 1991-3 Table 2.2

Calculation number / work number: Bliffger Hungary 14.68m /
 Rated capacity of crane, [kg]: 10.000
 Span, [m]: 16.500
 Whole wheel base, L, [mm]: 4.688
 End carriage wheel base, LL, [mm]: 1.800
 Distance between inner wheels, S, [mm]: 1.088
 Rail type / Wheel groove width, [mm]: 100*60 / 115
 Crane use as a whole: U4/Q3

Dynamic factors according to EN 13001-2

ϕ_1	1.10	For hoisting and gravity effects acting on the mass of the crane
ϕ_2	1.05	For inertial and gravity effects acting on the hoist load
ϕ_3	1.00	For sudden release of a part of the hoist load
ϕ_4	1.00	Loads caused by travelling on uneven surface
ϕ_5 , trolley	1.20	For loads caused by acceleration of traversing machinery
ϕ_6 , bridge	1.20	For loads caused by acceleration of travelling machinery
ϕ_6	1.03	Dynamic factor for test loads
ϕ_7	1.25	For buffer forces



Vertical wheel loads (given wheel loads are without dynamic factors and partial safety factors)

Load action / Component	Wheel1.1	Wheel1.2	Wheel1.3	Wheel1.4	Wheel2.1	Wheel2.2	Wheel2.3	Wheel2.4
Self weight of the crane (tp1), F_{w1}	-25.7 kN	-49.7 kN	-49.7 kN	-70.0 kN	-19.9 kN	-28.7 kN	-21.1 kN	-45.0 kN
Self weight of the crane (tp2), F_{w2}	-15.2 kN	-43.7 kN	-24.7 kN	-48.2 kN	-34.5 kN	-45.4 kN	-46.1 kN	-66.8 kN
Weight of the hoist load (tp1), F_{h1}	-198 kN	-253 kN	-256 kN	-200 kN	-8.77 kN	-36.4 kN	-34.5 kN	-7.06 kN
Weight of the hoist load (tp2), F_{h2}	-37.0 kN	-70.4 kN	-70.4 kN	-38.4 kN	-1.70 kN	-22.1 kN	-22.0 kN	-1.69 kN
Dynamic test load (tp1), F_{t1}	-218 kN	-278 kN	-281 kN	-220 kN	-9.63 kN	-40.0 kN	-37.9 kN	-7.76 kN
Dynamic test load (tp2), F_{t2}	-40.6 kN	-75.5 kN	-77.3 kN	-42.2 kN	-1.87 kN	-24.3 kN	-24.2 kN	-1.86 kN

(tp1 = Trolley position closest to Rail 1, tp2 = Trolley position closest to Rail 2)

Horizontal wheel loads (given wheel loads are without dynamic factors and partial safety factors)











Load action / Component	Wheel1.1	Wheel1.2	Wheel1.3	Wheel1.4	Wheel2.1	Wheel2.2	Wheel2.3	Wheel2.4
Acceleration of the crane bridge (tp1), F_{a1}	-13.3 kN	0 kN	0 kN	19.3 kN	-3.49 kN	0 kN	0 kN	3.49 kN
Acceleration of the crane bridge (tp2), F_{a2}	4.10 kN	0 kN	0 kN	-4.10 kN	11.5 kN	0 kN	0 kN	-11.5 kN
Acceleration of the crane (tp1), F_{a3}	13.2 kN	-6.89 kN	-21.4 kN	-40.5 kN	1.66 kN	-1.43 kN	-3.90 kN	-7.81 kN
Acceleration of the crane (tp2), F_{a4}	3.01 kN	-2.47 kN	-6.67 kN	-13.0 kN	11.8 kN	-5.85 kN	-18.7 kN	-35.3 kN
Skewing of the crane (tp1), (Rail 1 guiding), F_{s1} , $S_{s1}=67.1$ kN	13.2 kN	-6.89 kN	-21.4 kN	-40.5 kN	1.66 kN	-1.43 kN	-3.90 kN	-7.81 kN
Skewing of the crane (tp1), (Rail 2 guiding), F_{s2} , $S_{s2}=67.1$ kN	3.01 kN	-2.47 kN	-6.67 kN	-13.0 kN	11.8 kN	-5.85 kN	-18.7 kN	-35.3 kN
Skewing of the crane (tp2), (Rail 1 guiding), F_{s3} , $S_{s3}=67.1$ kN	13.2 kN	-6.89 kN	-21.4 kN	-40.5 kN	1.66 kN	-1.43 kN	-3.90 kN	-7.81 kN
Skewing of the crane (tp2), (Rail 2 guiding), F_{s4} , $S_{s4}=67.1$ kN	3.01 kN	-2.47 kN	-6.67 kN	-13.0 kN	11.8 kN	-5.85 kN	-18.7 kN	-35.3 kN
Acceleration of trolleys (tp1), F_{t3}	-1.16 kN	-1.42 kN	-1.49 kN	-1.26 kN	-1.21 kN	-1.46 kN	-1.50 kN	-1.24 kN
In-service wind (tp1), F_{w3}	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN
In-service wind (tp2), F_{w4}	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 1 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN	Total longitudinal wind force on Rail 2 = 0 kN
Storm wind, F_s	Longitudinal force on storm lock 1 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 1 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 1 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 1 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 2 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 2 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 2 = 0 kN	Longitudinal force on storm lock 2 = 0 kN
Crane collision to buffers (tp1), F_{b1}	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN
Crane collision to buffers (tp2), F_{b2}	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 1 = 49.3 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN	Buffer force on Rail 2 = 72.1 kN

(F_{s1} = Transverse force of Wheel 1 on Rail 1, F_{s2} = Transverse force of Wheel 2 on Rail 1, F_{s3} = Transverse force of Wheel 1 on Rail 2, F_{s4} = Transverse force of Wheel 2 on Rail 2)

Önsúly + Rétegrendi terhek - Tető

Dead load + Architectural layers - Roof

Jelmagyarázat/Legend:

	0,30 kN/m ² Építész rétegrend terhe / Loads of Architectural layers
	0,50 kN/m ² Építész rétegrend terhe / Loads of Architectural layers
	0,70 kN/m ² Építész rétegrend terhe / Loads of Architectural layers
	13,1 kN/m ² FF265 palló + 7,5 cm felbeton + rétegrend / FF265 slab + 7,5 cm topping concrete + layers (3,3 + 1,9 + 7,9)
	13,6 kN/m ² FF320 palló + 7,5 cm felbeton + rétegrend / FF320 slab + 7,5 cm topping concrete + layers (3,78 + 1,9 + 7,9)
	1,8 kN/m ² 2 m széles sávban / in 2 m wide zone
	2,0 kN/m ² 5 m széles sávban / in 5 m wide zone
	1,8 kN/m ² 5 m széles sávban / in 5 m wide zone
	14,9 kN/m ² 5 m széles sávban / in 5 m wide zone
	14,4 kN/m ² 5 m széles sávban / in 5 m wide zone

Notes:

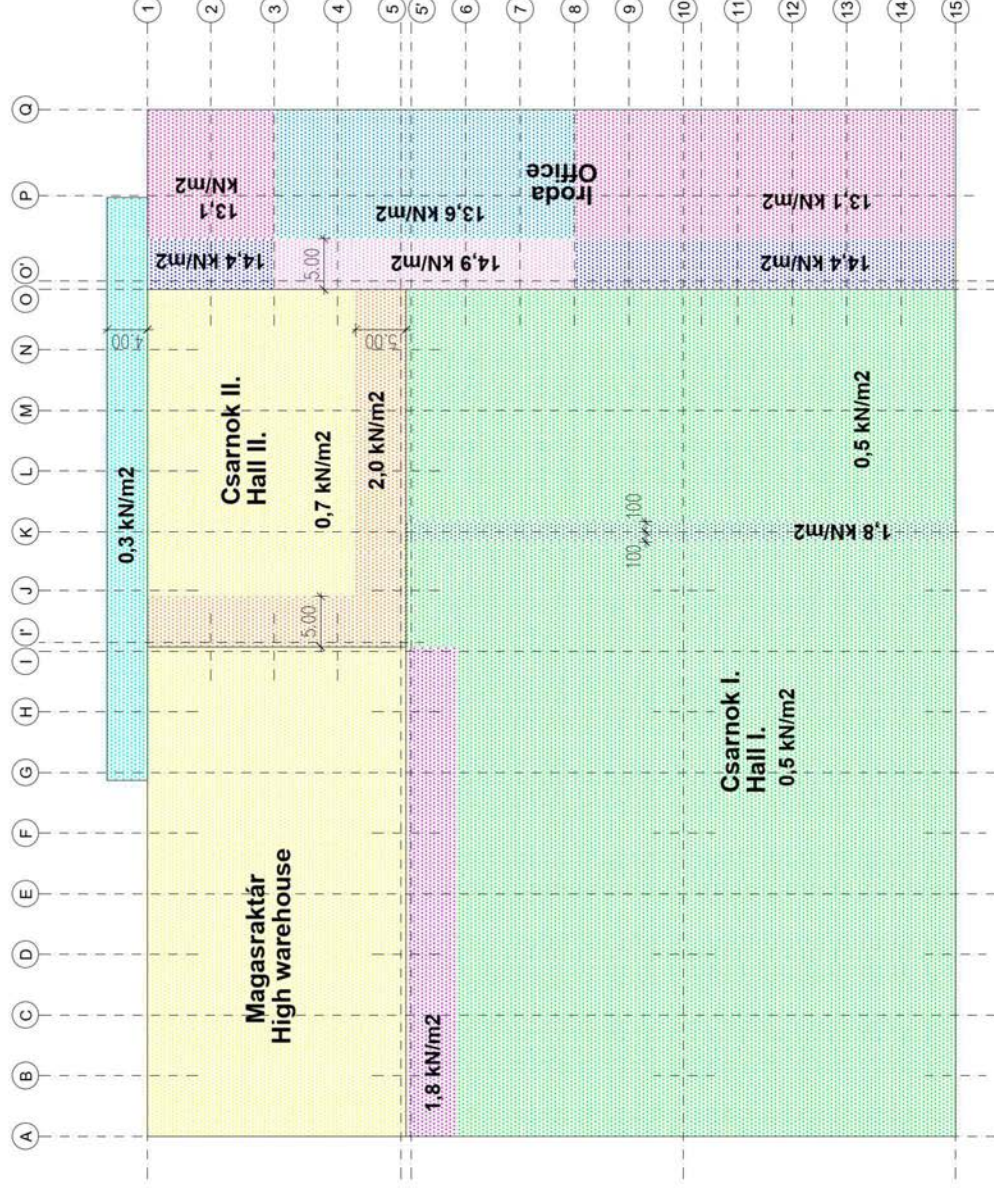
The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).

Megjegyzések:

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többtámaszúság miatt.

A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.



Függesztett terhek - Tető Suspended loads - Roof

Megjegyzések:

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többlettámasztás miatt.

A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.

Notes:

The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).

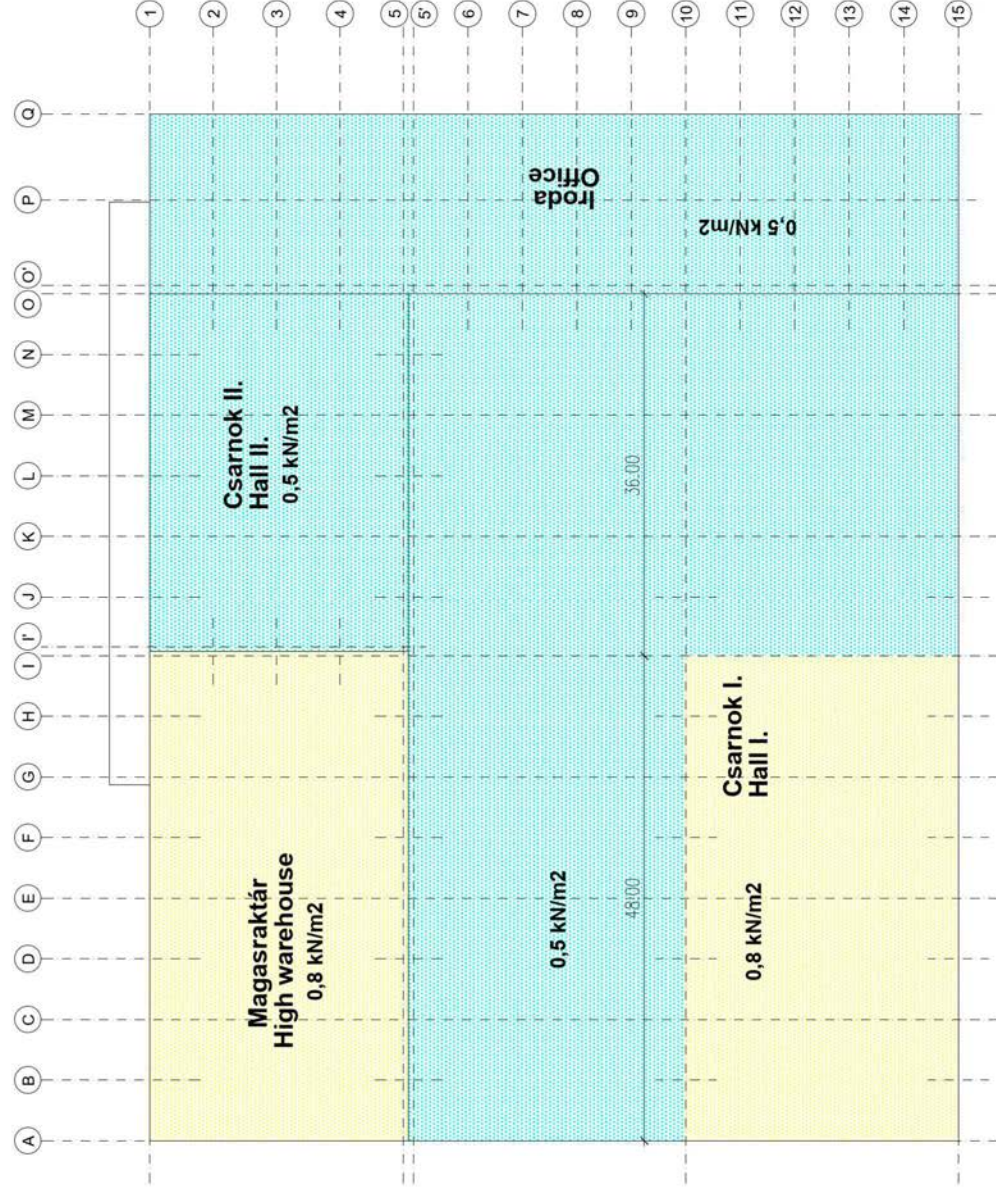
Jelmagyarázat/Legend:



0,50 kN/m² Installációs teher/Suspended loads, ebből 0,15 kN/m² lehet trapézlemezen/on trapezoidal plate



0,80 kN/m² Installációs teher/Suspended loads, ebből 0,45 kN/m² lehet trapézlemezen/on trapezoidal plate



Gépészeti terhek - Tető

Machine loads - Roof

Megjegyzések:

A gépterhek melyek nincsenek ezen a terven fejtüntetve külön, bele kell hogy férjenek a TT-2.2 terven megadott installációs teherbe.

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többletámszóság miatt.

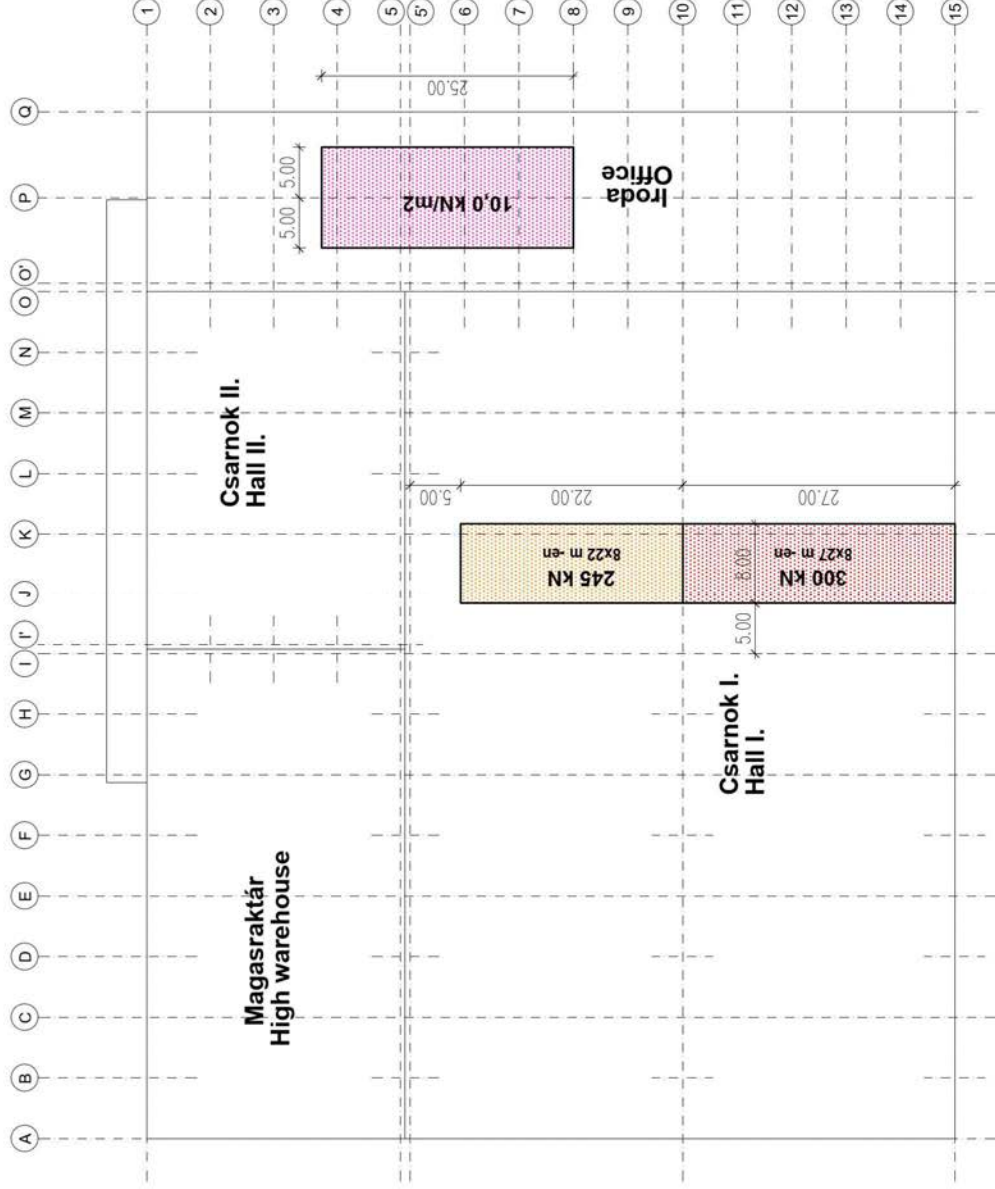
A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.

Notes:

Machine loads, not given in this plan, are calculated as uniformly distributed load acc. to drawing TT-2.2.

The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).



Jelmagyarázat/Legend:

- 300 kN gép teher 8,0x27,0 m területen / machine loads in 8,0x27,0 m area
- 245 kN gép teher 8,0x22,0 m területen / machine loads in 8,0x22,0 m area
- 10 kN/m² gép teher / machine loads

Napelem teher - Tető Solar panel loads - Roof

Figyelem :

Csak tetősíkon elhelyezhető napelem rakható a tetőre, mely miatt extra hőteher nem keletkezik!

Attention:

Only solar panel in the roof plane can be installed - no elevating second structure! No additional snow load to be take into account.

Megjegyzések:

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többlettámaszúság miatt.

A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.

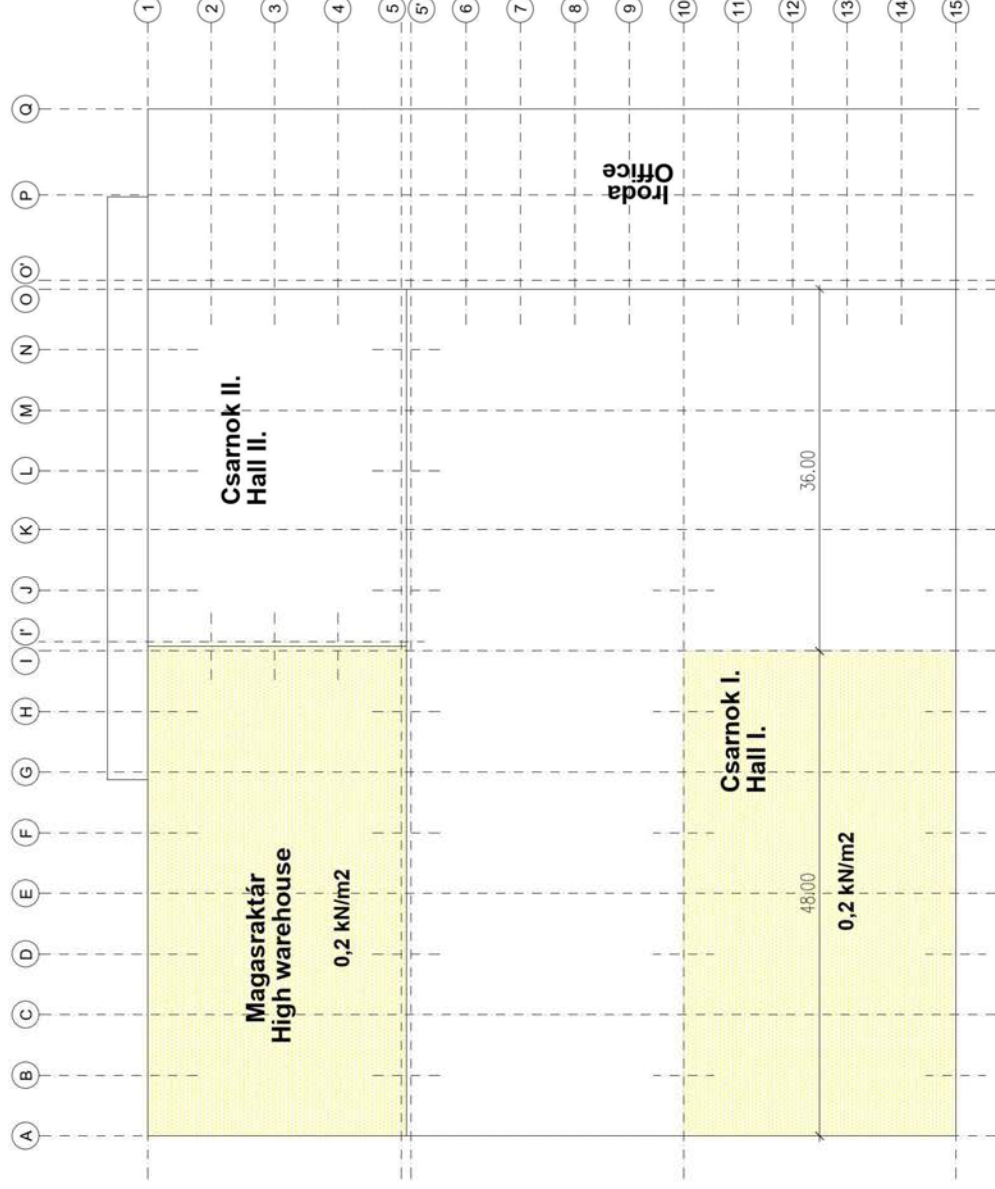
Notes:

The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).

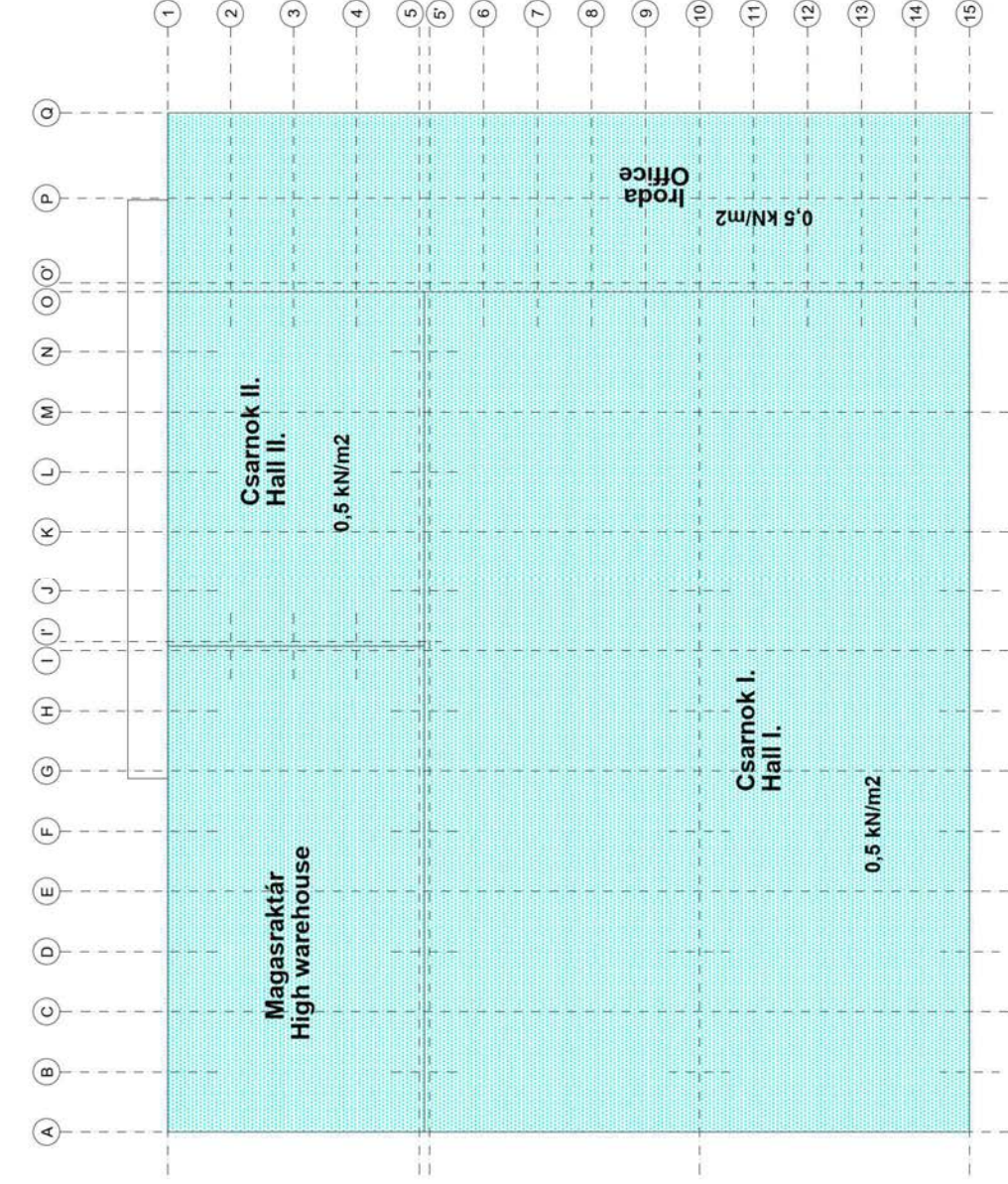
Jelmagyarázat/Legend:

 0,20 kN/m² Napelem teher /
Solar panel loads



Szerelési, karbantartási teher - Tető

Maintenance loads - Roof



Megjegyzések:

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többlettámaszúság miatt.

A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.

Notes:

The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).

Jelmagyarázat/Legend:



0,50 kN/m² Szerelési, karbantartási teher
(nem járható tető, hőteherrel
egyidejűségi tényezője: 0,0 -
nem mértékadó) /

Maintenance load (simultaneous
action factor with snow load:
0,00 - not relevant)

Hó teher - Tető

Snow loads - Roof

Megjegyzések:

A TR lemezeket közvetlenül alátámasztó belső elemek ULS, SLS igénybevételeit 1,15 szorzóval kell számítani a többlettámasztás miatt.
A szélső támaszoknál és a másodlagos elemeknél (főtartó, pillér) az előzőt nem kell alkalmazni.

Notes:

The internal forces of the elements supporting the trapezoid steel sheets have to be multiplied by 1,15 during ULS and SLS calculations, because of the multi-span structural form.

Previous method do not have to be taken into account by calculation of secondary structures (e.g.: pillars, joists).







Figyelem :

Napelemek típusától függő extra hőteher nem lett figyelembe véve. Csak tetősíkon elhelyezhető napelem rakható a tetőre, mely miatt extra hőteher nem keletkezik!

Attention:

Additional snow loads depending from types of solar panels, were not calculated. Only solar panel in the roof plane can be installed - no elevating second structure! No additional snow load to be take into account.

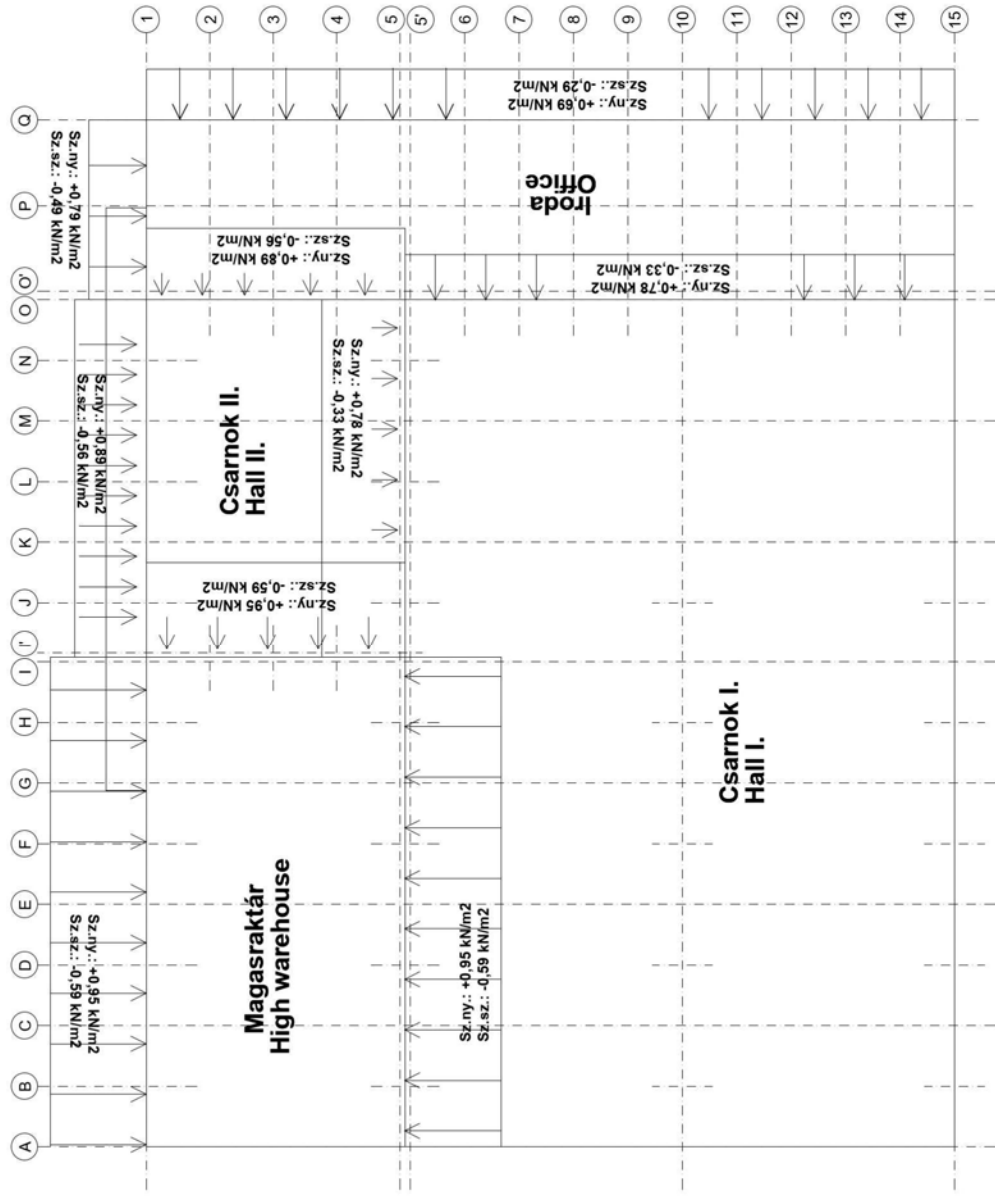
Jelmagyarázat:

	1,00 kN/m ² Hóteher/Snow load
	2,00-1,00 kN/m ² Hófelhalmozódás / Drifted snow
	2,50-1,00 kN/m ² Hófelhalmozódás / Drifted snow
	4,00-1,00 kN/m ² Hófelhalmozódás / Drifted snow
	5,00-1,00 kN/m ² Hófelhalmozódás / Drifted snow
	2,50-2,20 kN/m ² Hófelhalmozódás / Drifted snow



Szél teher - Oldalfalra ható

Wind load - Acting on wall



Jelmagyarázat/Legend:

szélnyomás → Sz.ny.: +0,78 kN/m²
 szélszívás → Sz.sz.: -0,33 kN/m²
 nyíl irány szélnyomás ↑↑↑↑↑
 irány

A feltüntetett értékek karakterisztikus értékek, parciális tényezővel nincsenek felszorozva!

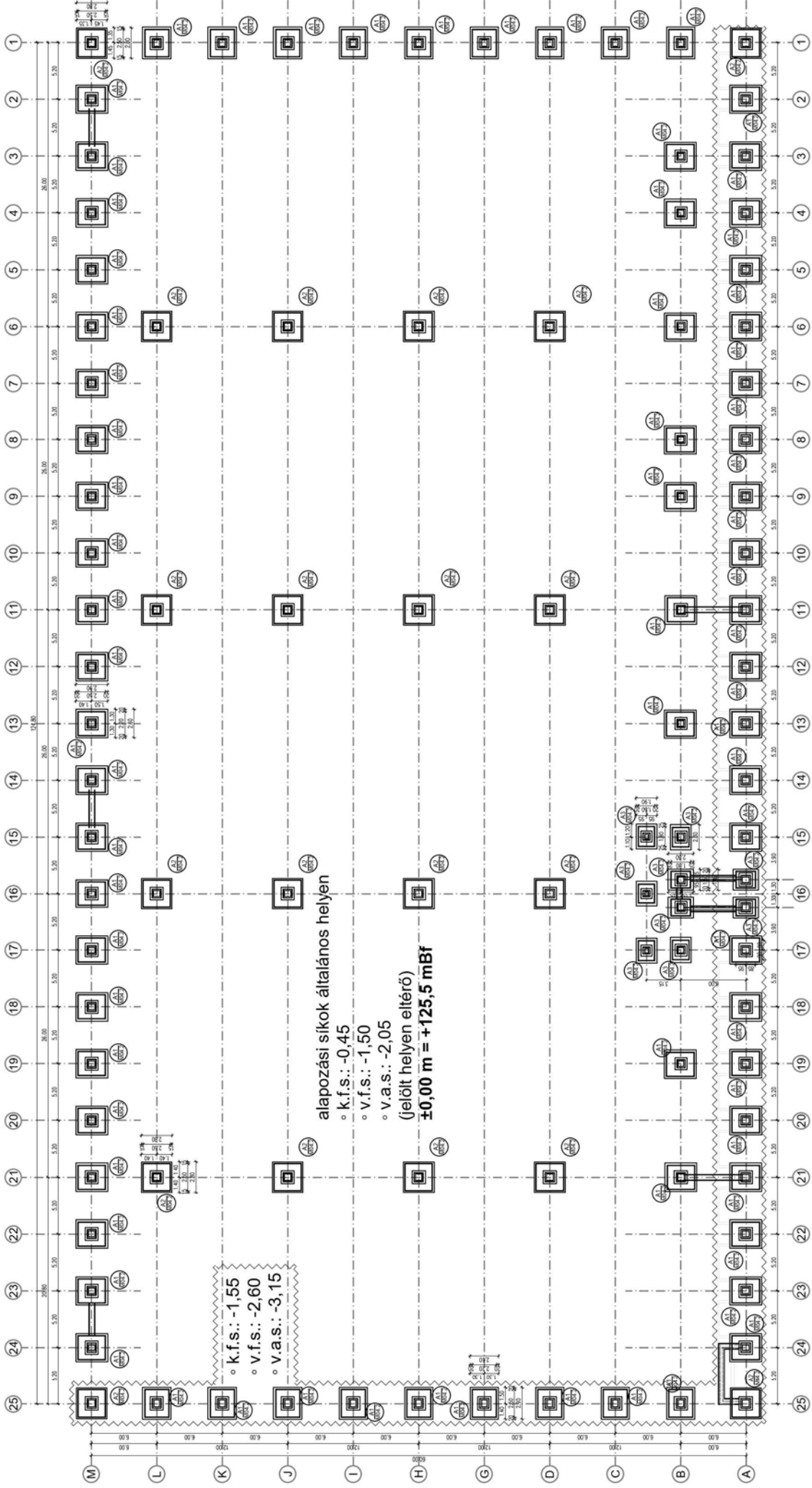


MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

M-6.3 melléklet

**Alapozási terven a síkok célszerű jelölése,
és értelmezése a részleten**



alpozíciós síkok általános helyen
 ◦ k.f.s.: -0,45
 ◦ v.f.s.: -1,50
 ◦ v.a.s.: -2,05
 (előlt helyen eltérő)
 ±0,00 m = +125,5 mBf

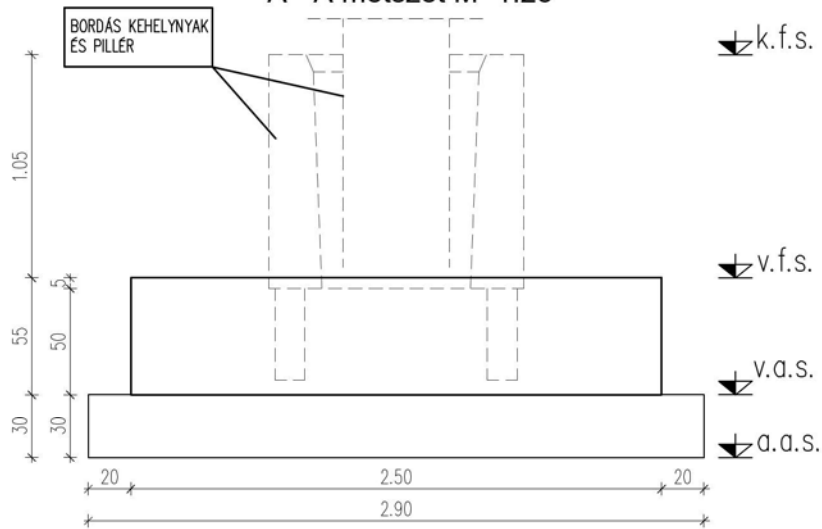
◦ k.f.s.: -1,55
 ◦ v.f.s.: -2,60
 ◦ v.a.s.: -3,15

- Jelmagyarázat:**
- k.f.s.: kehely felsősík
 - v.f.s.: alap vasaltrészének felsősíkja
 - v.a.s.: alap vasaltrészének alsósíkja

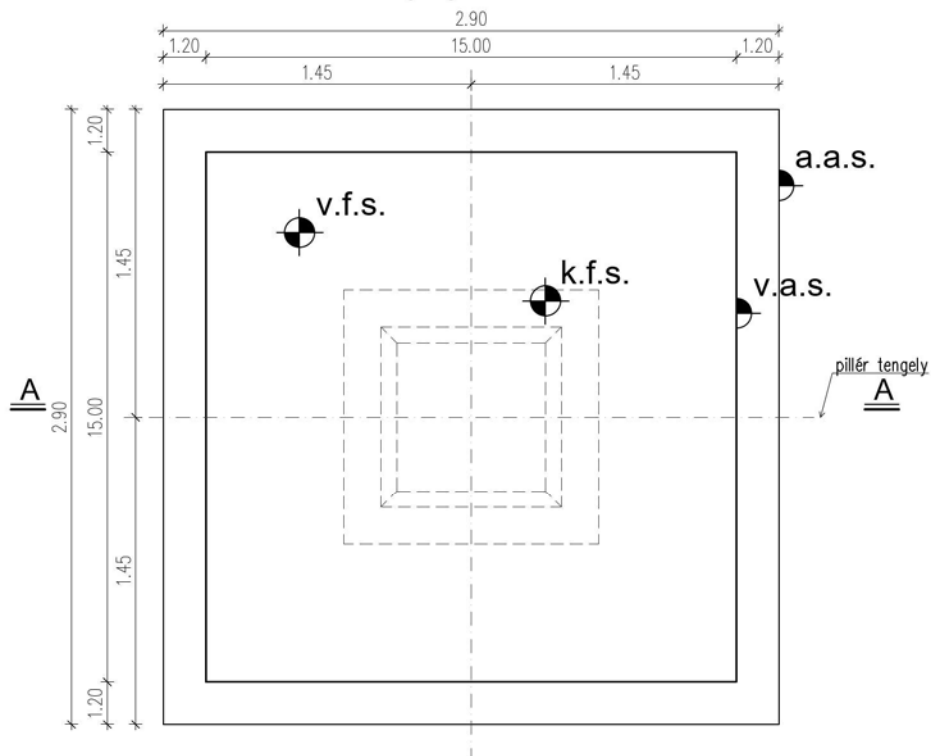
A2
M-04.2

Pontalap
Készül: 20 helyen

A - A metszet M=1:25



Alaprajz M=1:25





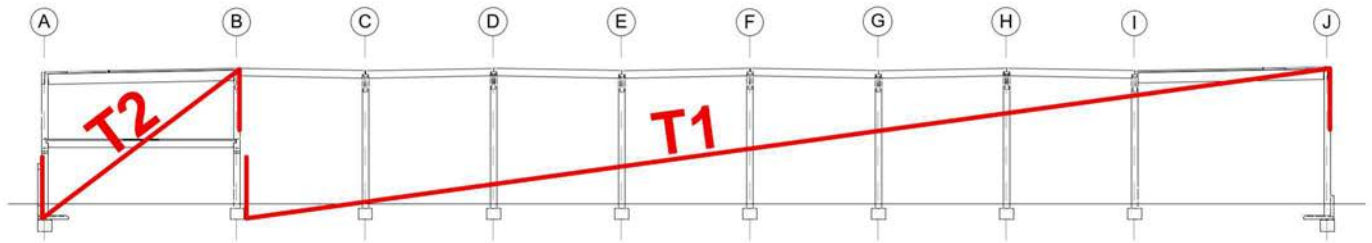
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

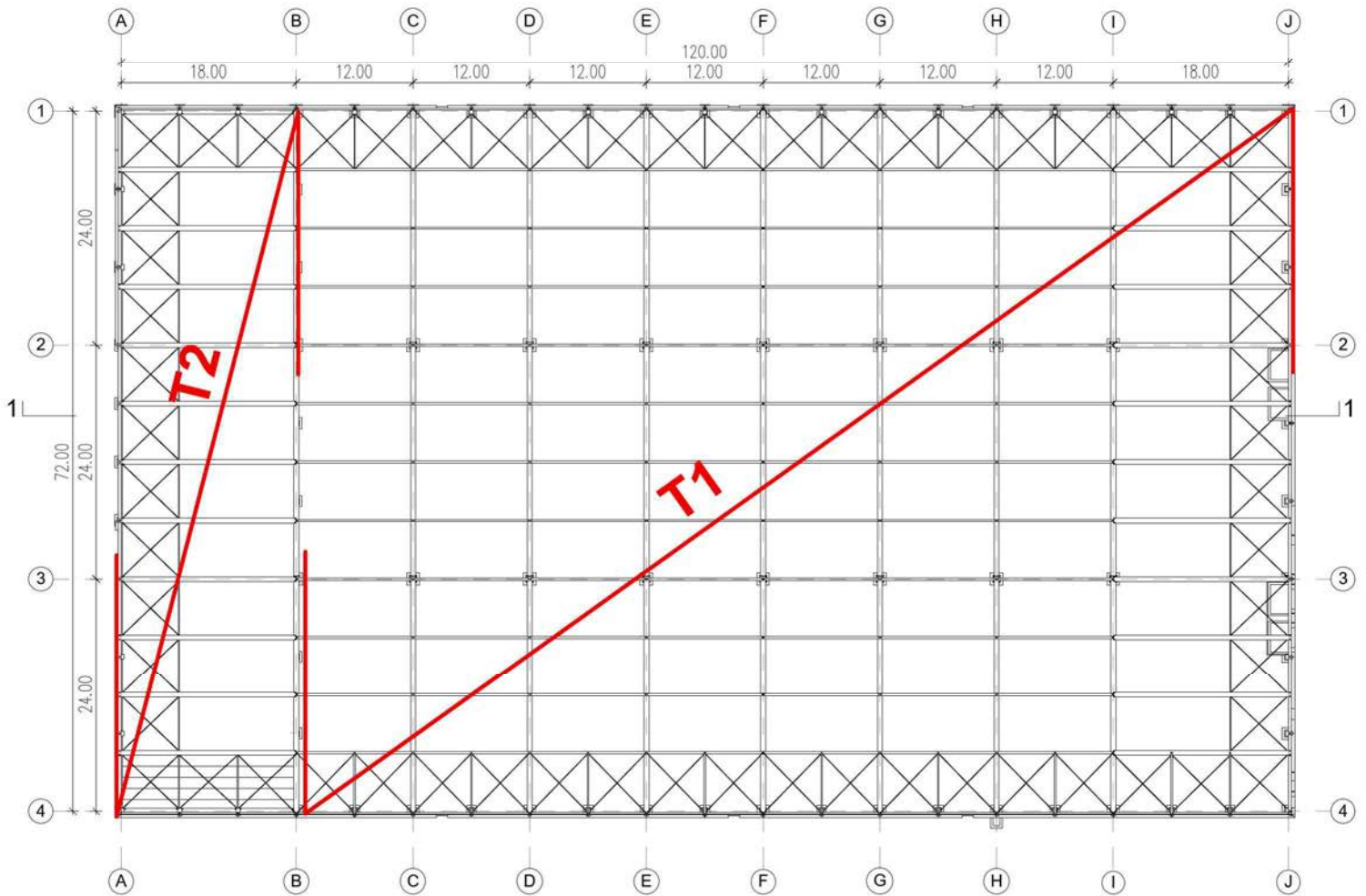
**M-7.1 melléklet
Tűzszakasz határok jelölése
összetett épület esetében**

2025.

1 - 1 metszet
M=1:500



Alaprajz
M=1:500



Megjegyzés:

A határvonalon a vonatkozási érvényességet egyértelműen kell jelölni.
Az erősebb követelmény átfedése jelölendő.



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

M-7.3 melléklet

Pillér konzolok méretfelvétele gyakori pillér méretek esetén

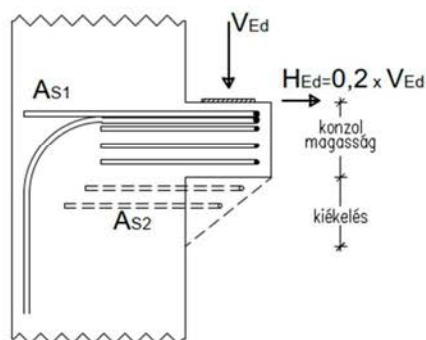
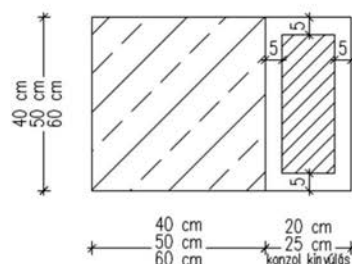
2025.

A táblázatok az engedélyezési és kiviteli tervfázisban gyakran alkalmazott pillér-és gerenda méretekhez betervezett pillérkonzolok méretek felvételéhez ad tájékoztató adatokat.

Általános jellemzői:

- Betonszilárdság : C40/50
- Betonacél : B500B
- Kiegyenlítő lemez mérete körben 5cm-el kisebb, mint a konzol felülete.
- Súrlódási együttható : 0,20.

Konzollal, vagy konzolokkal ellátott 40x40cm-nél kisebb előregyártott pilléreket kerülni kell, mert különösen a 30x30cm-es méret vasszerelése korrekten nem kezelhető.



Pillér méret 40x40cm C40/50 beton.			
Konzol kinyúlás 20 cm, HEd=0,20 x Ved			
Konzol magasság 20 cm alátét gumilemez 10x30cm			
VEd [kN]	húzott vasalás minimuma As1 [cm ²]	hasítóerőre vasalás minimuma As2 [cm ²]	megjegyzés
200	5,2	1,3	
250	7,0	2,0	
300	8,5	2,0	
>300			méret növelése, vagy kiékelés
400	8,5	2,5	20cm + 10cm kiékelés

Pillér méret 60x60cm C40/50 beton.			
Konzol kinyúlás 25 cm, HEd=0,20 x Ved			
Konzol magasság 30 cm alátét gumilemez 10x50cm			
VEd [kN]	húzott vasalás minimuma As1 [cm ²]	hasítóerőre vasalás minimuma As2 [cm ²]	megjegyzés
300	8,5	2,5	
400	11,0	3,0	
500	15,0	4,0	
>500			méret növelése, vagy kiékelés
600	12,5	3,5	25cm + 10cm kiékelés
700	14,5	4,0	25cm + 10cm kiékelés
700	13,5	3,5	25cm + 10cm kiékelés
800	16,5	4,5	25cm + 10cm kiékelés
>800			méret vagy kiékelés növelése szükséges
900	16,0	4,0	25cm + 20cm kiékelés
1000			méret felülvizsgálandó

Pillér méret 50x50cm C40/50 beton.			
Konzol kinyúlás 25 cm, HEd=0,20 x Ved			
Konzol magasság 25 cm alátét gumilemez 15x40cm			
VEd [kN]	húzott vasalás minimuma As1 [cm ²]	hasítóerőre vasalás minimuma As2 [cm ²]	megjegyzés
300	8,0	2,5	
400	9,0	2,5	
500	12,0	3,0	
>500			méret növelése, vagy kiékelés
600	11,0	3,0	25cm + 10cm kiékelés
700	13,5	3,5	25cm + 10cm kiékelés
>700			méret növelése szükséges

Pillér méret 60x60cm C40/50 beton.			
Konzol kinyúlás 25 cm, HEd=0,20 x Ved			
Konzol magasság 30 cm alátét gumilemez 10x40cm			
VEd [kN]	húzott vasalás minimuma As1 [cm ²]	hasítóerőre vasalás minimuma As2 [cm ²]	megjegyzés
500	12,0	3,0	
600	14,5	3,7	
700	17,5	4,5	
800	20,0	5,0	
>800			méret növelése, vagy kiékelés
900	16,5	4,5	30cm + 10cm kiékelés
1000	18,5	5,0	30cm + 10cm kiékelés
>1000			méret vagy kiékelés növelése szükséges
1100	18,5	5,0	30cm + 15cm kiékelés
>1100			méret felülvizsgálandó



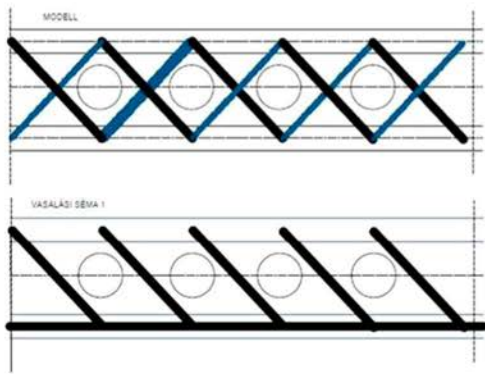
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK
TERVEZÉSI SEGÉDLETE
GENERÁL- ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ**

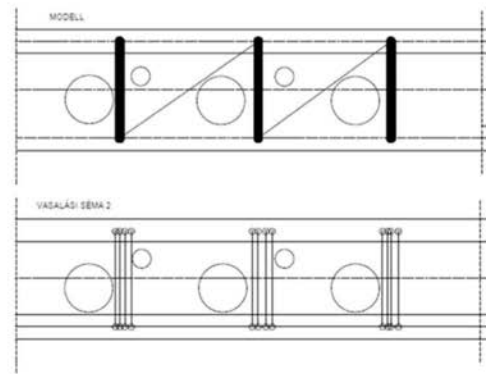
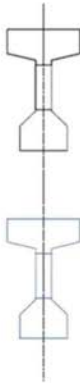
**M-7.4 melléklet
Gerenda áttörések pozíciói**

2025.

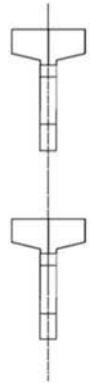
**Az áttörések pozíójának elemzésekor alkalmazható modellek
kör áttörések esetén**



Ferde rácsrudakkal,
a húzott vasalás ferde betonacélokkal



Ferde nyomott és függőleges húzott rácsrudakkal,
a húzott vasalás zárt kengyelekkel

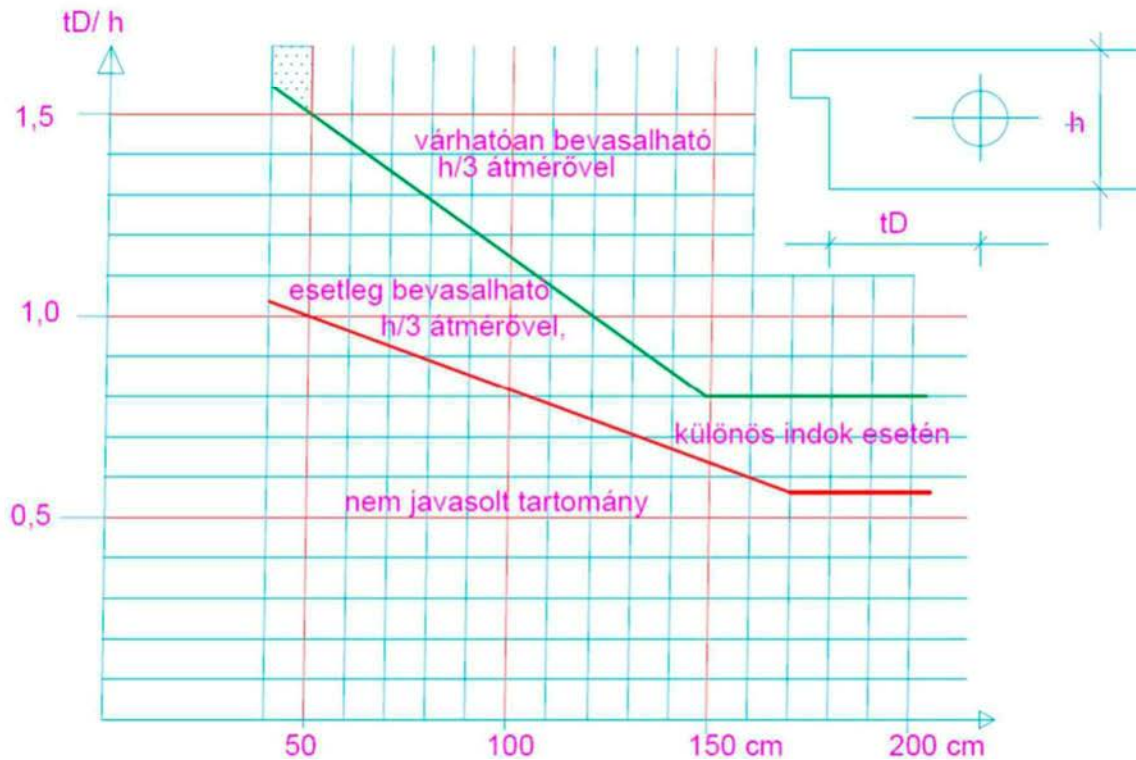


A feszített gerendák tartóvégeihez legközelebbi áttörés mérete és lehetséges pozíója

tD a tartóvég, vagy a teljes keresztmetszetű él és az áttörés tengelye közötti távolság

h a vasbeton gerenda magassága az áttörés tengelyében

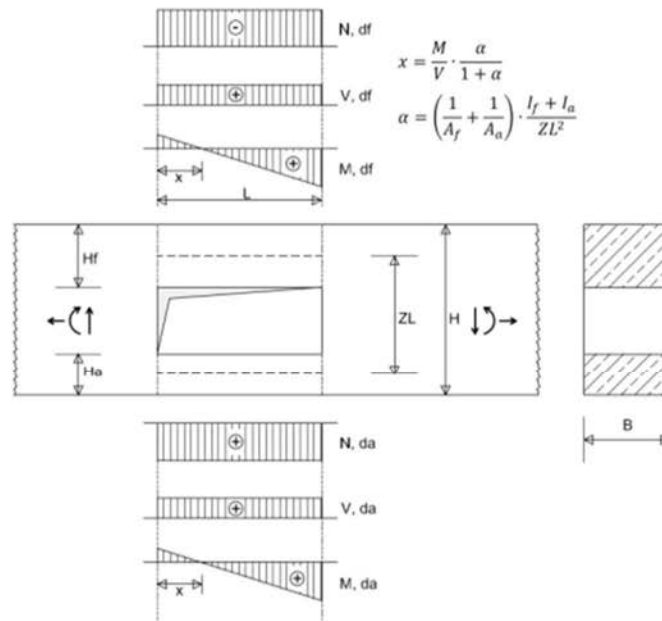
A zöld vonal alatti tartomány pozíóját kerülni kell, a piros vonal alatti pozíció nem javasolt.



Modellezés Vierendel jellegű modellel négyzög áttörés esetén

1. Példa:

H = 120 cm
 H_a = 30 cm
 H_f = 40 cm
 ZL = 85 cm
 B = 50 cm
 M = 850 kNm
 V = 300 kN



A_a: alsó rész területe I_a: alsó rész inerciája
 A_f: felső rész területe I_f: felső rész inerciája

$$A_a = 30 \cdot 50 = 1500 \text{ cm}^2 \quad I_a = \frac{50 \cdot 30^3}{12} = 112500 \text{ cm}^4$$

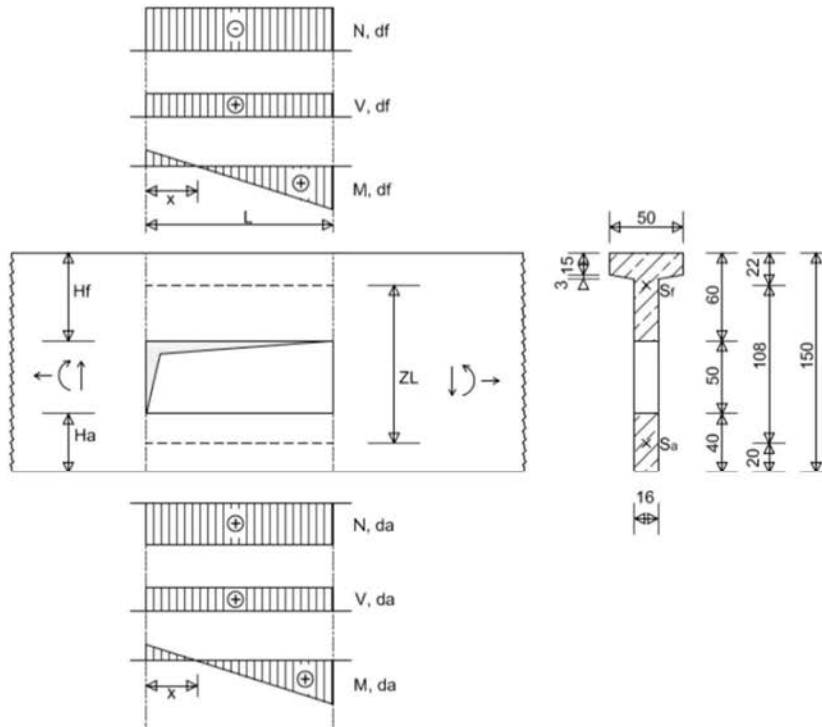
$$A_f = 40 \cdot 50 = 2000 \text{ cm}^2 \quad I_f = \frac{50 \cdot 40^3}{12} = 266600 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{2000} + \frac{1}{1500} \right) \cdot \frac{266600 + 112500}{85^2} = 0,061$$

$$\frac{\alpha}{1 + \alpha} = \frac{0,061}{1 + 0,061} = 0,057$$

$$x = \frac{850 \text{ kNm}}{300 \text{ kN}} \cdot 0,057 = 0,16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

2. Példa:



$$M = 850 \text{ kNm}$$

$$V = 300 \text{ kN}$$

$$A_a = 640 \text{ cm}^2 \quad I_a = 0,853 \cdot 10^5 \text{ cm}^4$$

$$A_f = 1521 \text{ cm}^2 \quad I_f = 4,68 \cdot 10^5 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \left(\frac{1}{640} + \frac{1}{1521} \right) \cdot \frac{4,68 \cdot 10^5 + 0,853 \cdot 10^5}{108^2} = 0,00222 \cdot 47,44 = 0,1053$$

$$\frac{\alpha}{1 + \alpha} = \frac{0,1053}{1 + 0,1053} = 0,0953$$

$$x = \frac{850 \text{ kNm}}{300 \text{ kN}} \cdot 0,0953 = 0,27 \text{ m} = 27 \text{ cm}$$

MAXIMÁLIS KÖRALAKÚ ÁTTÖRÉS FESZÍTETT TARTÓN

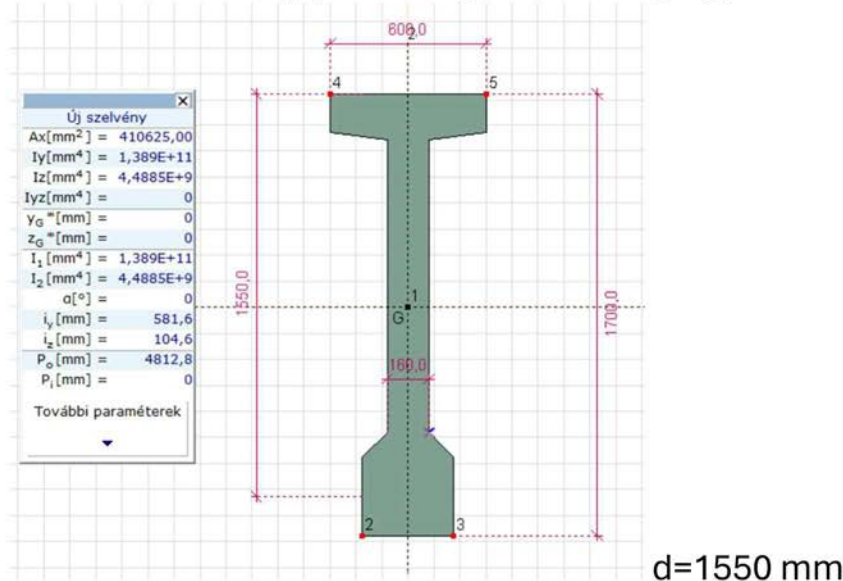
(Beton- Kalendar 2005 288. oldal számítása alapján)

$V_{Ed}=1050$ kN

Beton: C50/60 $f_{cd}=33,3$ N/mm²

$$v_{Ed} = V_{Ed} / (f_{cwd} \cdot b_w \cdot z)$$

ahol f_{cwd} a nyírásra berepedt beton szilárdsága,
 z a belső erők karja, és b_w a gerinc vastagsága



$$f_{cwd} = v \cdot f_{cd} = 0,60 \cdot (1 - f_{ck}/250) \cdot 33,3 = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

ahol v az EC2, 6.2.2.2 fejezet (6.6N) szerint

$$z = 0,9 d = 0,90 \cdot 1550 = 1395 \text{ mm}$$

$$v_{Ed} = 1050000 \text{ N} / (16 \text{ N/mm}^2 \cdot 160 \text{ mm} \cdot 1395 \text{ mm}) = 0,294$$

$$\Theta = 45^\circ$$

$$\Phi_{\max} = \{ (\cos \Theta - v_{Ed} / \sin \Theta) / (1 + \sin \Theta) \} \cdot z$$

$$\Phi_{\max} = ((\cos 45^\circ - v_{Ed} / \sin 45^\circ) / (1 + \sin 45^\circ)) \cdot z = (0,41 - 0,294 / 1,21) \cdot 1395 = 233 \text{ mm}$$

A kör alakú áttörés maximális átmérője 233 mm.

$V_{Ed}=650$ kN

$$v_{Ed} = 650000 \text{ N} / (16 \text{ N/mm}^2 \cdot 160 \text{ mm} \cdot 1395 \text{ mm}) = 0,1820$$

$$\Phi_{\max} = ((\cos 45^\circ - v_{Ed} / \sin 45^\circ) / (1 + \sin 45^\circ)) \cdot z = (0,41 - 0,1820 / 1,21) \cdot 1395 = 362 \text{ mm}$$

$V_{Ed}=450$ kN

$$v_{Ed} = 450000 \text{ N} / (16 \text{ N/mm}^2 \cdot 160 \text{ mm} \cdot 1395 \text{ mm}) = 0,1260$$

$$\Phi_{\max} = ((\cos 45^\circ - v_{Ed} / \sin 45^\circ) / (1 + \sin 45^\circ)) \cdot z = (0,41 - 0,1260 / 1,21) \cdot 1395 = 427 \text{ mm}$$

M-5.1 EVB vázszerkezet – Műszaki leírás minta

Koncepció tervfázis – Zöldmezős beruházás; Csarnoképület

Az előregyártott vasbeton elemekből tervezett csarnoképület szabadon álló épületként létesül, a szereléshez, daruzáshoz a megfelelő terület biztosított. A szerelők által választott daru letalpalásához a megfelelő ágyazatot, altalaji viszonyokat kivitelezőnek biztosítani kell. Fő csarnokszerte 12x24méter, konstrukciót tekintve hosszú főtartós kialakítású, hosszú homlokzat mentén 3 szintes (fsz + 2 emelet) közbenső födemes irodaszakaszokkal. Csarnokmagasság 12-14m körül, födém szintmagasság 4,0, illetve 8,0m-en

Jellemző elemcsoportok: kehelynyak, pillér, főtartó, szelemen, födémgerenda, födempalló, tető és födém peremgerenda, lábazati panel, dokkoló. Az elemek várható tömege-tartománya 1 – 15 tonna között.

Alapozási szerkezetek, pillérek, peremgerendák, födémgerendák, födempallók, dokkoló 1-7 tonna között, főtartók, szelemenek 7-15 tonna között.

A csarnok elemeit ütemezetten, a későbbi tervfázisban meghatározott sorrendiséggel kell elhelyezni. Pillérek a kehelynyakakban befogottak, a pillér elhelyezést követően a kehelynyak kitöltést a tető szerelésének megkezdése előtt el kell végezni. Hosszú főtartós kialakítás miatt a pillérek ideiglenes gyámoltást kapnak.

A csarnok szerkezeti egységei önmagukban állékonyak, az iroda egységeknél a merevítő falaknak a födémépítést egy szint lemaradással kell követniük, azaz a második emeleti födém, csak akkor építhető, ha a földszinti merevítő falak elkészültek, a fsz feletti födém tárcsásítva és megfogva. A vasbeton falak szilárdsága elérte a C25 betonszilárdságot.

Födémgerendákat a szerelés közbeni féloldalas teher miatt csavarás ellen rögzíteni kell, és a biztosító kapcsolatnak kész kell lennie.

Lábazati elemek egyoldali terhelést nem kaphatnak - kivétel az erre külön méretezett elemek, a kétoldali föld visszatöltést a külső és belső oldalon együttesen, azonos ütemben kell készíteni.

M-5.2 EVB vázszerkezet – Műszaki leírás minta

Építési engedélyezési tervfázis – Zöldmezős beruházás; Csarnoképület

Az előregyártott vasbeton elemekből tervezett csarnoképület szabadon álló épületként létesül, a szereléshez, daruzáshoz a megfelelő terület biztosított. Telek megközelítés a D oldalon, a csarnok hosszú homlokzata mentén várható. A szerelők által választott daru letalpalásához a megfelelő ágyazatot, általaji viszonyokat kivitelezőnek biztosítani kell. Fő csarnokraszter 12x24méter, konstrukciót tekintve hosszú főtartós kialakítású, hosszú homlokzat mentén 3 szintes (fsz + 2 emelet) közbenső födémes irodaszakaszokkal. Csarnokmagasság 14,30m, födém szintmagasság 4,0, illetve 8,0m-en

Jellemző elemcsoportok: kehelynyak, pillér, főtartó, szelemen, födémgerenda, födempalló, tető és födém peremgerenda, lábazati panel, dokkoló. Az elemek várható tömege-tartománya 1 – 15 tonna között.

Alapozási szerkezetek, pillérek, peremgerendák, födémgerendák, födempallók, dokkoló 1-7 tonna között, főtartók, szelemenek 7-15 tonna között.

A csarnok elemeit ütemezetten, a későbbi tervfázisban meghatározott sorrendiséggel kell elhelyezni. Tervdokumentációban kidolgozott szerelési sorrend: a vázszerkezet építése a födémes részek szerelésével indul, majd az üres csarnok épületrész az épület egyik végétől indulva halad a másik vég felé (pontos irányok és raszteri, égtáji hivatkozások a konkrét épület szerint).

Pillérek a kehelynyakakban befogottan, a pillér elhelyezést követően a kehelynyak kitöltést a tető szerelésének megkezdése előtt el kell végezni. Kitöltő beton minimális szilárdsága és kitéti osztálya: C30/37-XC2-8. Hosszú főtartós kialakítás miatt a pillérek ideiglenes gyámolítást kapnak a főtartók elhelyezését megelőzően. A főtartók elhelyezését csak azután szabad elkezdni, hogy az ideiglenes merevítések elhelyezésre kerültek és „kellően” megfeszítettek. Ideiglenes gyámolítás a 12m-es raszterirányban elhelyezett, az elhelyezést követően „feszésre” állított sodronyköteles andráskereszt merevítés. Sodronyerő:kN. Elhelyezendő merevítések alaprajzi elrendezés szerint. (Vázlatos tervi melléklet) A sodronyokat a tető merevítés elkészítéséig bent kell hagyni. Lehetséges szakaszos kibontásról Tervezővel egyeztetni szükséges.

A csarnok szerkezeti egységek önmagukban állékonyak, az iroda egységeknél a merevítő falaknak a födémépítést egy szint lemaradással kell követniük, azaz a második emeleti födém, csak akkor építhető, ha a földszinti merevítő falak elkészültek, a fsz feletti födém a pallók közötti kitöltő betonnal / felbetonnal tárcsásítva és megfogva. A vasbeton falak szilárdsága elérte a C betonszilárdságot. (Számítással ellenőrizni szükséges a merevítő falak ütemes építési szükségességét).

Födémgerendákat a szerelés közbeni féloldalas teher miatt csavarás ellen a pillérkonzolból kinyúló tüskével rögzíteni kell. A tüske a gerenda felső síkja fölé lóg, a kilógó hosszon a tüske menetbe vágva, gerenda leszorítása 80x80x5mm méretű alátét lemezzel, anyával meghúzva. Gerendák ideiglenes dúcolása ebben az esetben nem szükséges. A födempallók

Lábazati elemek egyoldali terhelést nem kaphatnak, a kétoldali föld visszatöltést a külső és belső oldalon együttesen, azonos ütemben kell készíteni.

Leírás melléklete:

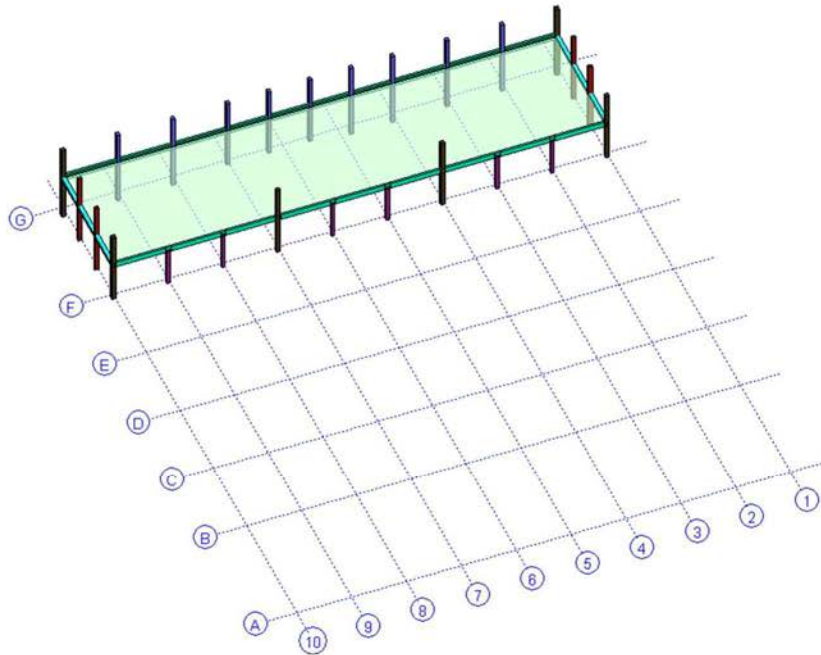
- számítási melléklet az iroda rész merevítés nélküli és merevített állapotáról,
- számítási dokumentáció a pillér – hosszú főtartó + szél állapotról,
- ideiglenes merevítés erői megadva,
- alaprajzi és nézeti vázlatrajz a sodronyok elhelyezéséről, szöveges kiegészítés a be- és kiserelési ütemről,
- részletraajz a csavart gerenda rögzítési csomópontjáról,
- mennyiségi kiírás – épeng szinten kidolgozva.

M-5.3 Építési állapot javasolt vizsgálati fázisai

- Jelen melléklet nem mentesíti a kivitelezőt a különböző építési állapotok számítással történő igazolása alól. A kivitelező saját felelősségre eltérhet az alább részletezett építési sorrendtől.
- Ez a dokumentáció nem helyettesíti az építéstechnológiai terveket. Ez a dokumentáció egy lehetséges megvalósítási folyamatot igazol, a folyamatban szereplő építési fázisokban a tartószerkezeti elemek megfelelnek mind teherbírási, mind használhatósági határállapotban.

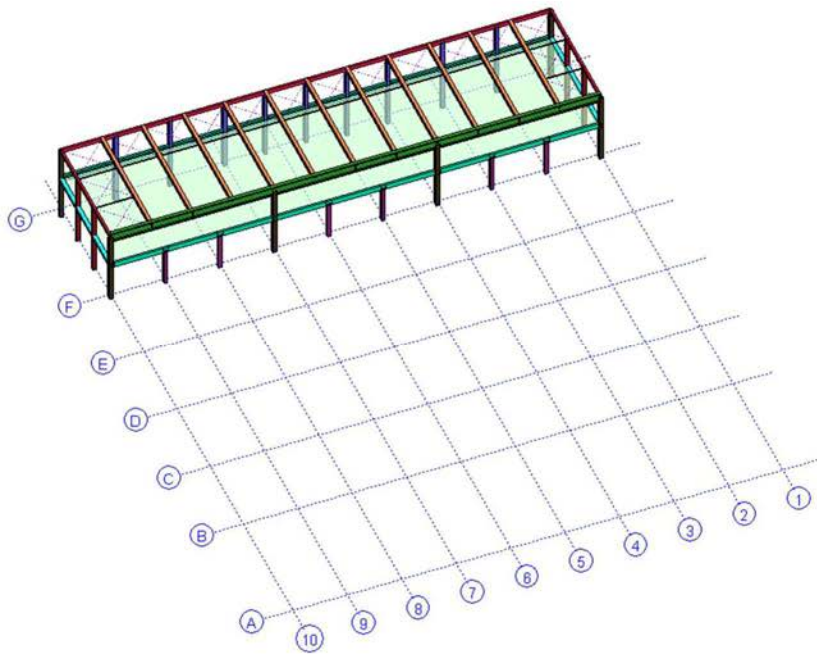
I. Fázis

- F-G raszter közti pillérek beállítás
- Födémgerendák elhelyezése
- TT panelek lerakása
- Felbeton megöntése
- A felbeton C20/25-ös szilárdság elérése után kezdhető a II. fázis



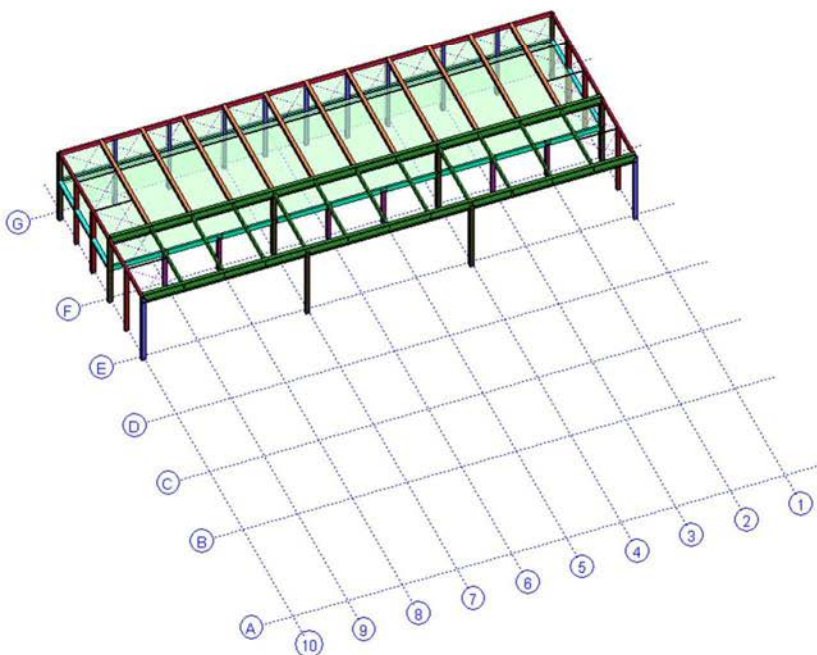
II. Fázis

- F-G rászter közti tetőgerendák elhelyezése
- Tetőmerevítés megszerelése ezen a szakaszon



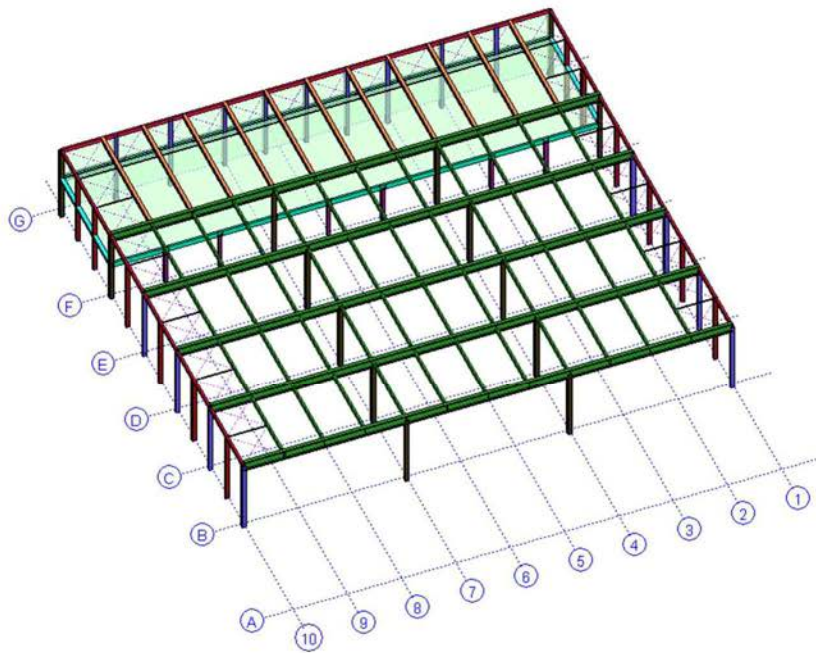
III. Fázis

- E-F rászter közti pillérek beállítása
- Tetőgerendák elhelyezése
- Tetőmerevítés megszerelése ezen a szakaszon



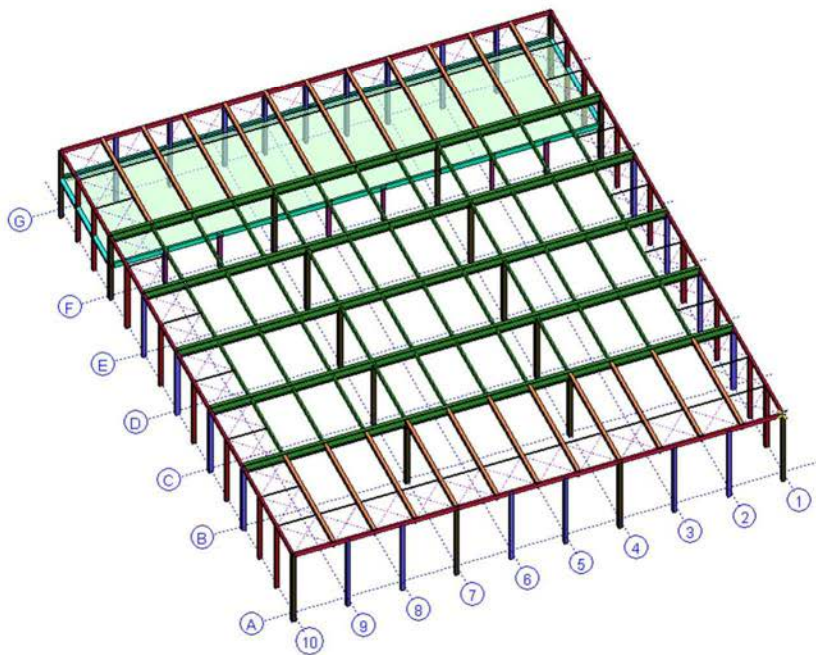
IV. Fázis

- III. Fázis folytatása B raszterig, raszterenként merevítve



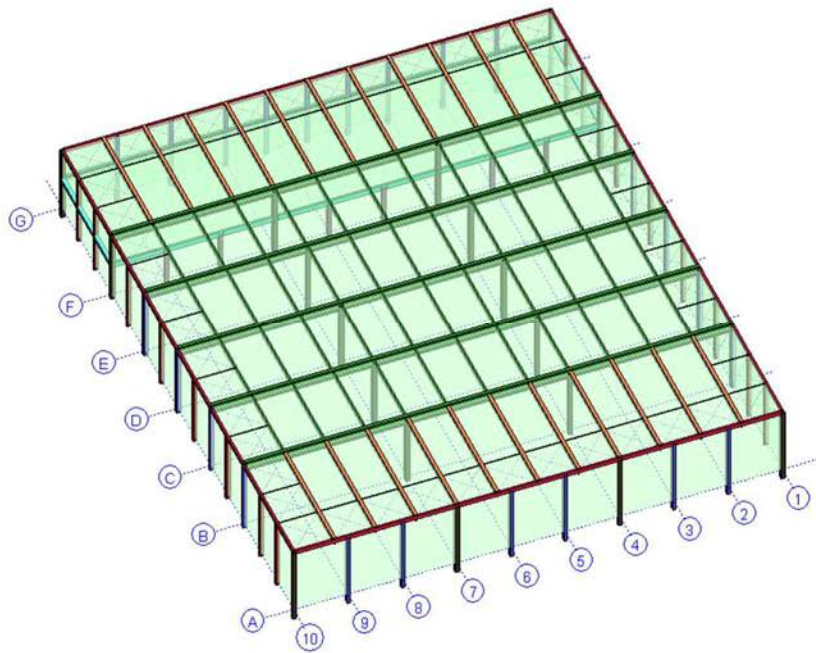
V. Fázis

- A-B raszter közti pillérek beállítása
- Tetőgerendák elhelyezése
- Tetőmerevítés megszerelése ezen a szakaszon



VI. Fázis

- Csarnok burkolása



M-5.4 Javasolt csökkentő tényezőkhöz építési állapotban szél és földrengés teherre

Szélteher csökkentő tényező építési állapotban

Az EC engedélyezi építési állapotban a rövidebb visszatérési periódus alapján a szélesebb alapértékének csökkentését, viszont az EN 1991-1-6 ajánlása szerint, ez az érték a 3 hónapnál rövidebb építési időszak esetén sem lehet kisebb, mint $v_{b0} = 20 \text{ m/s}$. (alapesetben: 23,6 m/s)

A szél torlónyomás alapértéke: $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$

Mivel a nyomás a szélesebbégtől négyzetesen függ, így $\frac{20^2}{23,6^2} = 0,718$

Egy előregyártott vb. csarnok építéskor a szélteher akkor lehet mértékadó a végleges állapottal szemben, ha egy még meg nem merevített, be nem burkolt csarnok főtartóját vagy szelemenjét támadja a szél, vagy pedig egy végleges állapotban belső, építési állapotban még külső szél nyomásnak kitett falat támadja a szél. Minden esetben jellemzően jóval rövidebb mint 3 hónapig áll fenn ez az állapot, ezért javasoljuk a 0,7-es kerekítést a 0,72-vel szemben.

Földrengés teher csökkentő tényező építési állapotban

A Terhek és hatások könyv Terhek és hatások (Deák Gy., Erdélyi T., Fernezelyi S., Kollár Gy., Visnovitz Gy.) 13.2. pont utolsó mondata szerint építési állapotban, szeizmikus teherre alakváltozásra nem kell ellenőrizni a szerkezetet, csak teherbírásra kell megvizsgálni.

Teherbírásra 50 évre tervezünk általános esetben, de építési állapotban véleményem szerint lehet 10 évet is feltételezni.

“A teherbírás követelmény szerint az épület nem dőlhet össze (de károsodhat) egy olyan földrengés hatására, amelynek túllépési valószínűsége 50 év alatt 10%. Ez megfelel a 475 éves átlagos visszatérési periódusú földrengésnek.” /A csatolt dokumentum (Tájékoztató az építmények földrengés elleni tervezéséhez.pdf) szerint a gyorsulás értéke γ_1 értékkel csökkenthető, ha rövidebb időre tervezünk, ennek számítására két közelítést találtam: $\gamma_1 = \sqrt[3]{T_L/T_{LR}}$ és $\gamma_1 = \ln(T_L)/\ln(T_{LR})$

ahol: T_L : tervezési élettartam
 T_{LR} : visszatérési periódus idő

10 évhez $\gamma_1=0,2761$ vagy $\gamma_1=0,3736$ attól függően, hogy melyik képletet használjuk. A kamara 50 évre engedélyezi a 0,7-es csökkentő tényezőt, ami nagyobb, mint a képlettel megkapott érték, ezért arányosítottam a csatolt excelben (Csökkentő tényező FR.xlsx) található értékeket is.

M-5.5 Előregyártott vázszerkezet szerelése Műszaki leírás minta

Tender és Kiviteli tervfázis minta – Zöldmezős beruházás; Csarnoképület

Az előregyártott vasbeton elemekből tervezett csarnoképület szabadon álló épületként létesül, a szereléshez, daruzáshoz a megfelelő terület biztosított. Telek megközelítés a D oldalon, a csarnok hosszú homlokzata mentén várható. A szerelők által választott daru letalpalásához a megfelelő ágyazatot, altalaji viszonyokat kivitelezőnek biztosítani kell. Fő csarnokraszter 12x24méter, konstrukciót tekintve hosszú főtartós kialakítású, hosszú homlokzat mentén 3 szintes (fsz + 2 emelet) közbenső födémes irodaszakaszokkal. Csarnokmagasság 14,30m, födém szintmagasság 4,0, illetve 8,0m-en

Jellemző elemcsoportok: kehelynyak, pillér, főtartó, szelemen, födémgerenda, födempalló, tető és födém peremgerenda, lábazati panel, dokkoló. Az elemek tömege az összeállítási terveken és az elem legyűjtések szerint.

Alapozási szerkezetek, pillérek, peremgerendák, födémgerendák, födempallók, dokkoló 1-7 tonna között, főtartók, szelemenek 7-15 tonna között.

A csarnok javasolt általános szerelési sorrendisége az alapozási munkákat követően. A egyes egységek és elemek pontos szerelési sorrendjét a gyártó kiválasztását követően a gyártási kapacitásokkal összehangolva lehet meghatározni. A sorrend pontosításánál az alábbiakat kell figyelembe venni:

- 1) Pillérállítás – pillérek önmagukban állékonyak,
 - a. pillérek a kehelynyakakban befogottan, a pillér elhelyezést követően a kehelynyak kitöltést a tető szerelésének megkezdése előtt el kell végezni. Kitöltő beton minimális szilárdsága és kitéti osztálya: C30/37-XC2-8.
 - b. Hosszúfőtartós kialakítás miatt a pillérek ideiglenes megtámasztása szükséges a főtartók elhelyezése előtt.*[1]
 - c. a támaszokat az acél tetősíkú merevítés teljes elkészültét követően lehet csak eltávolítani.
 - d. a pillérek ideiglenes gyámolításának eszköze az ideiglenes andrás-kereszt kialakítása feszítő sodronnyal.
 - i. andrás-kereszt felső pontjai a pillér beemeléshez használt átvezetésen átfűzött és hurkolt sodrony
 - ii. andrás-kereszt alsó pont a szomszédos alaptesthez rögzítés, vagy már beállított pillér esetében az ágyazat felső síktól cca 30-40cm magasan a pillér oldalfelületében helyszínen befűrt, beragasztott tüskén megakasztott áthurkolt sodrony.
 - iii. a pillérek élvédelméről gondoskodni kell.
 - e. sodronyban ébredő mértékadó húzóerő: 90kN
- 2) Üres csarnokrészeknél pillérállítást követően:
 - a. lábazati elemek elhelyezése; statikai vonzata nincs, szabadon ütemezhető
 - b. peremgerendák, főtartók és szelemenek elhelyezése
 - c. tetősíkú merevítés szerelése a szelemenek elhelyezésével párhuzamosan,
 - d. a tetősíkú merevítés teljes elkészültéig a homlokzati burkolat elhelyezés nem indítható

- e. dokkolók elhelyezése; statikai vonzata nincs, szabadon ütemezhető
- 3) Irodai födémrészek szerelése:
- a. födémgerendák elhelyezése szintenként, födémelemekkel,
 - i. födémgerendákat a szerelés közbeni féloldalas teher miatt csavarás ellen a pillérkonzolból kinyúló tüskével rögzíteni kell. A tüske a gerenda felső síkja fölé lóg, a kilógó hosszon a tüske menetbe vágva, gerenda leszorítása 80x80x5mm méretű alátét lemezzel, anyával meghúzva.
 - b. födempallók / kéregpanel elhelyezése szintenként, gerenda szerelést követően,
 - c. lépcsőházak építése szintenként,
 - d. elhelyezett födémelemeket követően a felbeton és a merevítő magokhoz való födémkapcsolás szükséges a további szintek építésének megkezdése előtt. Felbeton minimális szilárdsága a tovább haladás megkezdése előtt: C20/25
 - e. lábazati elemek elhelyezése; statikai vonzata nincs, szabadon ütemezhető

Lábazati elemek egyoldali terhelést nem kaphatnak, a kétoldali föld visszatöltést a külső és belső oldalon együttesen, azonos ütemben kell készíteni. Ettől eltérő kivitelezési mód esetén Tervező értesítendő.

*[1] minta leírás miatt egy ideiglenes merevítés kidolgozva. A tervezés során költségelemzés alapján eldöntendő, hogy a szerelési szélteherre a pillér gazdaságosan bevasalható, az alaptest racionális növelésével (ha egyáltalán szükséges) a billentési nyomaték felvehető. Ekkor a műszaki leírás az alábbival egyenértékű / hasonló leírásra egyszerűsödik:

„Az alaptest és a pillérek az ideiglenes szerelési állapot hatásaira méretezve, a főtartók elhelyezése ideiglenes merevítések nélkül is végezhető.”

Leírás melléklete:

- számítási melléklet az iroda rész merevítés nélküli és merevített állapotáról,
- számítási dokumentáció a pillér – hosszú főtartó + szél állapotáról,
- ideiglenes merevítés erői megadva,
- alaprajzi és nézeti vázlatrajz a sodronyok elhelyezéséről, szöveges kiegészítés a be- és kiszerezési ütemről,
- részletraajz a csavart gerenda rögzítési csomópontjáról,
- mennyiségi kiírás – kiviteli terv szinten kidolgozva.

Elem jel	Beton min.	Jelleg	Menny.	Menny. egység	Jellemző geometriai méretek			1 ELEM ADATAI		Összes mennyiség	
					mag. (m)	szél. (m)	hossz (m)	1 elem m3	1 elem m2	Beton (m3)	Súly (t)
Elem típusa											
				db				0,00		0,00	0,00
				db				0,00		0,00	0,00
				db				0,00		0,00	0,00
			0	db						0,00	0,00
Összesen:											

Összesítő táblázat

MEGNEVEZÉS			MENNYISÉGI FELMÉRÉS											
Elem jel	Beton min.	Megjegyzés	Menny.	Menny. egység	Jellemző geometriai méretek			1 ELEM ADATAI						Összes mennyiség Beton (m3)
					mag (m)	szél (m)	hossz (m)	1 elem m3	1 elem t	1 elem m2	Alapminőségű tömés szerelvény (kg/m3)	Betonadag (kg/m3)	Heg. háló (kg/m3)	
KEHELYNYAK														
1100	C 40/50-XC2-16		36	db	1,40	1,40	1,05	1,21	3,02		0,00	300		43,49
1101 - iker	C 40/50-XC2-16		9	db	1,10	1,95	1,05	1,22	3,05		0,00	300		10,98
1103	C 40/50-XC2-16		18	db	1,40	1,40	1,05	1,21	3,03		0,00	300		21,78
1104	C 40/50-XC2-16		13	db	1,10	1,10	1,05	0,76	1,89		0,00	300		9,83
			76	db										86,08
PILLÉR														
3100	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	1	db	0,50	0,75	12,120	4,22	10,55		10,00	275		4,22
3101	C 40/50-XC1-16		11	db	0,50	0,75	13,280	4,63	11,58		10,00	275		50,93
3102	C 40/50-XC1-16		1	db	0,50	0,75	13,280	4,63	11,58		10,00	275		4,63
3103	C 40/50-XC1-16		12	db	0,50	0,75	15,880	5,94	14,85		10,00	275		71,28
3104	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	1	db	0,50	0,75	14,780	5,52	13,80		10,00	275		5,52
3105	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	1	db	0,50	0,75	14,780	5,39	13,48		10,00	275		5,39
3106	C 40/50-XC1-16		9	db	0,50	0,75	15,880	5,81	14,53		10,00	275		52,29
3107	C 40/50-XC1-16		2	db	0,50	0,75	15,880	5,73	14,33		10,00	275		11,46
3108	C 40/50-XC1-16		1	db	0,50	0,75	15,880	5,73	14,33		10,00	275		5,73
3109	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	2	db	0,50	0,50	8,590	2,12	5,30		10,00	225		4,24
3110	C 40/50-XC1-16		18	db	0,50	0,50	9,690	2,40	6,00		10,00	225		43,20
3111	C 40/50-XC1-16		18	db	0,50	0,60	9,540	2,78	6,95		10,00	225		50,04
3112	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	2	db	0,50	0,60	8,440	2,45	6,13		10,00	225		4,90
3113	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	1	db	0,50	0,50	8,590	2,21	5,53		10,00	225		2,21
3114	C 40/50-XC1-16		9	db	0,50	0,50	9,690	2,49	6,23		10,00	225		22,41
3115	C 40/50-XC1-16		4	db	0,50	0,50	8,290	1,95	4,88		10,00	225		7,80
3116	C 40/50-XC1-16	Peikko szloppapucos	1	db	0,50	0,50	7,190	1,68	4,20		10,00	225		1,68
			94	db										347,93
		Peikko PEC 39 oszloppapuc	24	db										
		Peikko HPKM30 oszloppapuc	48	db										
TETŐGERENDA Lágúvas szegélygerenda														
4300	C 40/50-XC1-16		3	db	0,25	0,60	9,24	1,39	3,47		5,00	180		4,16
4301	C 40/50-XC1-16		30	db	0,25	0,60	8,18	1,23	3,07		5,00	180		36,81
4302	C 40/50-XC1-16		3	db	0,25	0,60	7,48	1,12	2,81		5,00	180		3,37
			36	db										44,33
TETŐGERENDA Feszített														
4100	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	1	db	0,16-0,5	0,89-1,26	23,72	5,13	12,83		12,00	180	45	5,13
4101	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	12	db	0,16-0,5	0,89-1,26	23,72	5,13	12,83		12,00	180	45	61,56
4102	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	3	db	0,25-0,59	0,94-1,30	23,98	5,38	13,45		12,00	180	45	16,14
4103	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	25	db	0,25-0,59	0,94-1,30	23,98	5,38	13,45		12,00	180	45	134,50
4104	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	12	db	0,16-0,5	0,89-1,26	24,22	5,25	13,13		12,00	180	45	63,00
4105	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	1	db	0,16-0,5	0,89-1,26	24,22	5,25	13,13		12,00	180	45	5,25
4106	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	1	db	0,25-0,59	0,94-1,30	23,60	5,32	13,30		12,00	180	45	5,32
4107	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	9	db	0,25-0,59	0,94-1,30	23,60	5,32	13,30		12,00	180	45	47,88
4108	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	1	db	0,25-0,59	0,935-1,21	17,98	3,29	8,23		12,00	180	45	3,29
4109	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, kétirányba lejtős	9	db	0,25-0,59	0,935-1,21	17,98	3,29	8,23		12,00	180	45	29,61
4110	C 40/50-XC1-16	"T" gerenda, párhuzamos övü	4	db	0,35-0,5	1,40	19,35	5,85	14,83		12,00	180	45	23,40
4200	C 40/50-XC1-16	"V" szelemen	12	db	0,16-0,6	0,60	9,54	1,81	4,53		8,00	135	35	21,75
4201	C 40/50-XC1-16	"V" szelemen	328	db	0,16-0,6	0,60	8,48	1,61	4,03		8,00	135	35	528,47
4202	C 40/50-XC1-16	"V" szelemen	36	db	0,16-0,6	0,60	8,48	1,61	4,03		8,00	135	35	58,00
			454	db										1 003,31
LÁBAZATI PANEL - Hőszigeteléssel, fugázással együtt														
6100	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	7,84	1,98	4,96		6,00	70	80	1,98
6101	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	7	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	14,49
6102	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6103	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6104	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6105	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	9,61	2,43	6,08		6,00	70	80	2,43
6106	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	5,16	1,30	3,26		6,00	70	80	1,30
6107	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	3	db	0,36	1,15	4,78	1,21	3,02		6,00	70	80	3,63
6108	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	3	db	0,36	1,15	4,78	1,21	3,02		6,00	70	80	3,63
6109	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	4,78	1,21	3,02		6,00	70	80	1,21
6110	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	4,78	1,21	3,02		6,00	70	80	1,21
6111	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	5,16	1,30	3,26		6,00	70	80	1,30
6112	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	9,16	2,32	5,79		6,00	70	80	2,32
6113	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6114	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	7,55	1,91	4,78		6,00	70	80	1,91
6115	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	5,61	1,42	3,55		6,00	70	80	1,42
6116	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	1,51
6117	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	5	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	7,56
6118	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	6,40	1,62	4,05		6,00	70	80	1,62
6119	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	6,40	1,62	4,05		6,00	70	80	1,62
6120	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	2	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	3,03
6121	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	2	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	3,03
6122	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	2	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	3,03
6123	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	5,98	1,51	3,78		6,00	70	80	1,51
6124	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	4,48	1,13	2,83		6,00	70	80	1,13
6125	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	2	db	0,36	1,15	4,48	1,13	2,83		6,00	70	80	2,27
6126	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	4,74	1,20	3,00		6,00	70	80	1,20
6127	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,43	2,13	5,33		6,00	70	80	2,13
6128	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6129	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	5	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	10,35
6130	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	8,18	2,07	5,17		6,00	70	80	2,07
6131	C 30/37-XC-16	7+14+15 rétegrend	1	db	0,36	1,15	7,92	2,00	5,01		6,00	70	80	2,00
			54	db										91,24
Előregyártott vb szerkezete összesen													1 486,81	



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

ELŐREGYÁRTOTT VASBETON VÁZAS CSARNOKRENDSZEREK TERVEZÉSI SEGÉDLETE GENERÁL-ÉS GYÁRTMÁNYTERVEZÉSHEZ

2025

ELLENŐRZŐ LISTÁK A TERVEZÉS SZAKASZAIBAN

Check-list

Előszó

A listák (check-list) azon szándékkal készültek, hogy a Tervező elkerüljön olyan hibákat, ami még a gyakorlottabb tervezői múlttal rendelkező kollégák esetében is előfordulhatnak. Ilyen listák a különösen veszélyes szakmákban elterjedtebbek (repülés, úrhajózás), ugyanakkor USA-ban az építőipari ellenőrzés területén is használatosak. Jelen fejezet kísérletet tesz ennek magyarországi meghonosítására.

A listák természetükből fakadóan hiányosak, és éppen ezért fejlesztésük, korrigálásuk és bővítésük a tervezők oldaláról nyitott. Épülettípusonként egyes pontok feleslegesek lehetnek, azt célszerű a felhasználónak törölni.

A csatolt listák általánosabb tervezési feladatokat ölelnek fel, mivel jelen csarnokrendszereknek is lehetnek olyan épületrészei, amelyek a bemutatott mintapéldákhoz képest egyéb funkciókat is tartalmaznak. Az adott projekt típushoz ki-ki hozzáírással vagy törléssel az ellenőrzési listákat aktualizálhatja.

A tervek szerint az MMK honlapján lévő verziót a visszajelzések alapján frissíteni fogjuk. Javaslataikat és észrevételeiket megtehetik a következő mail címen:

Styaszny Sándor
statikus tervező
T-10-0059
styasznys@gmail.com

Eger, 2025 október

Chk-1 TERHELÉSEK

Tehertérkép adatainak és a műszaki leírásban leírtak ellenőrzése az alábbiak sorrendjében.

1) Önsúly jellegű terhek

- a) A programban a szerkezet önsúly automatikus számításának bekapcsolása, kivéve ha egyéb módon lett meghatározva. *A keresztátlós, csak húzásra működő rudak esetén az önsúly nulla legyen (vagy nem vonjuk be az önsúlyba, vagy az automatikus önsúly használatakor az anyagának térfogatsúlyát nullára kell felvenni).*
- b) A rétegrendek összes terhének összevetése a szokásos értékekkel.
 - i) Lakóépületek, irodák közbenső födémein jellemző adat 1,8-2,0 kN/m²
 - ii) Zöldtetős területeken a terhelésnek követni kell a kerttervezők ültetőközeg vastagsági adatait. Fontos az ültetőközeg fajsúlyának helyes felvétele!
- c) A válaszfal terhelés
 - i) Megoszló jellegűek építőanyag típusától, vastagságától, magasságtól és sűrűségétől függően kN/m²
 - ii) Nehéz válaszfalak megadása vonalmenti teherként, felületi teherként történő megadása hiba. (pl. helyiségeket elválasztó – különösen az akusztikai - fal, gépészeti helyiség falazata).
- d) Installációs teher ellenőrzése (lehet állandó, vagy esetleges jellegű is, tervezői döntés)
 - i) Speciális szakági terhelési adat, amennyiben van ilyen.
 - ii) Álmennyezet terhelése
 - iii) A szokásos teher 0,50 kN/m². Szükséges lehet egyes részeken ennek növelése (pl. gépészeti helyiségben és annak közeli területein)?
- e) Tető gépészeti teher felvétele, amennyiben az a függesztett terhekkel együtt a 0,50 kN/m² értéket meghaladja.
- f) Napelem (tervezett, vagy jövőbeni).

2) Hóteher

- a) Automatikusan generált hóteher ellenőrzése alakra és nagyságra.
- b) Rendkívüli hóteher ellenőrzése.
- c) Amennyiben csatlakozó épülettömbök más-más modellben lettek számítva, akkor a hózugteher generálásánál ez nem lesz figyelembe véve. Előfordulás ellenőrzése. Egyes helyzetek az adatoknál beállíthatóak szomszédos épület figyelembevételére (AXISVM).
- d) Hózug teher lehetőségének ellenőrzés eltérő magasságú épülettömbök határán
 - i) Magasabb tervezett épületrész melletti hózug képződés
 - ii) Nagy tetőfelület melletti, annál 1-2 m-el kisebb magasságú csarnokrész kiemelt vizsgálata.
 - iii) Melléépítés esetén a meglévő épület figyelembevétele hózugképződésre
 - iv) Melléépítés esetén, ha a tervezett épület magasabb, mint a meglévő, akkor a meglévő épület hózugterhének meghatározása és annak következményei.
- e) Tetőgépek mögötti hózugképződés lehetőségének vizsgálata. Lásd **TS** erre vonatkozó megjegyzését.
- f) Előtetők hózugképződése

3) Szélteher

- a) Terep beépítési kategória helyes besorolása

- b) Attika figyelembevétele
- c) Automatikusan generált szélteher ellenőrzése alakra és nagyságra
 - i) Meglévő melléépítés esetén a meglévő épület figyelembevétele
 - ii) Tervezett melléépítés esetén a tervezett épület figyelembevétele
- d) Az egyidejűleg nyitható kapuk felületének , illetve a mindig nyitott felületek hatásának vizsgálata
- e) Tervező által megadott „egyszerűsített” x és y irányú szélteher eset megadása (lásd még **Chk-2 3)b** pontját)

4) Hasznos teher

- a) EC szerinti besorolás alapján, de
- b) ezt a technológus tervező EC-tól eltérően is meghatározhatja.

5) Technológiai teher

- a) Installációs teher ellenőrzése (lehet állandó, vagy esetleges jellegű is)
 - i) Speciális szakági terhelési adat, amennyiben van.
 - ii) A szokásos megoszló teher $0,50 \text{ kN/m}^2$. Szükség lehet egyes részein ennek növelése [pl. gépészeti helyiségben és annak közeli (csatlakozó) területein]?
 - iii)
- b) Tető gépészeti teher felvétele, amennyiben az a függesztett terhekkel együtt a $0,50 \text{ kN/m}^2$ értéket meghaladja.
- c) A technológiától függően a helyes teherszint tényezők felvétele. Függesztett általános és konkrét gépi berendezések eltérő értékű lehet (γ_0 ; γ_1 ; γ_2)

6) Napelem teher

- a) Állandó jellegű, és a tervezési fázisban lehet ismert , vagy későbbiekben esetleges.
- b) Tehertérképen szerepeltetni kell.
- c) Amennyiben megbízó nem kéri ennek figyelembevételét, műszaki leírásban jelezni kell.

7) Szeizmikus teher

- a) Talajmechanikai jelentés adatainak átvétele és ellenőrzése
- b) Tervezői döntés az a_{gR} 0,70-szeres redukció alkalmazásáról (lásd segédlet 1.1.2. pont Terhelések)
- c) A vertikális hatás figyelembevételének kikapcsolása.

8) Földnyomás

- a) Lábazati panel, ha a szintkülönbség nagyobb, mint $0,5 \text{ m}$. A panelt nem kell modellezni, csak a hatását a pilléreken.
- b) Előzőnél a polcterhelésből a hatást számítani kell.

9) Hőmérsékleti teher

- a) Építési hőmérséklet felvétele
 - i) ismert a várható értéke
 - ii) ha a várható értéke nem ismert, akkor $+10 \text{ }^\circ\text{C}$.
- b) Élettartam alatti hőmérséklet maximum és minimum felvétele
 - i) védett tér szerkezetei
 - ii) időjárás hatásnak kitett szerkezetek (elötetők, hőszigetetlen konzolok, erkélylemezek)

- c) Egy oldalán nyitott csarnokot, fedett színeket kültéri szerkezetként javasolt figyelembe venni.
- d) Van-e olyan évszakok hatásának kitett épületrész, amely a hőszigetelt tömeghez csatlakozik, és dilatálatlan hossza nagyobb, mint 12 m? A hőteher eltérő megadása kiemelten fontos!

10) Tűzvédelem terhei

- a) füstkötényfal
- b) tetőn képzett tűzgátak (kavics , vagy beton járólappal leterhelés és egyéb burkolatok, továbbá attikák)

11) Ütközés teher

Rendkívüli tehereset.

12) Egyéb megjegyzések

- a) A komplett épület számításakor a szelemenekre jutó terhelés egyenletes erőátadással lehet figyelembe venni (mintha kéttámaszú tartóként működne a TR lemez).
- b) A szelemenek mértékadó igénybevételeinek számítását az előző ponttól eltérően igazítani kell a TR lemezek erőjátékához. Szokásos 3 szerkezet támaszú esetén:
 - i) A belső szelemenre jutó teher = $1,15 \cdot \text{terhelő szélesség} \cdot \text{megoszló terhelés} = 1,15 \cdot L_e \cdot q$
 - ii) A szélső szelemenek, vagy peremgerendák esetében javasolt

$$0,5 \cdot \text{terhelő szélesség} \cdot \text{megoszló terhelés} = 0,50 \cdot L_e \cdot q$$

c)

Chk-2 MODELLEZÉS

A dimenziók és pontosság beállítása. *Kifejezetten javasolt a 3 értékes jegynél több kijelzésének kerülése az adatok és az eredmények esetén, pl. az erő 8763,56 kN, elmozdulás 12,56 mm, feszültség 186,635 N/mm² stb. jellegű beállításokat, mert ez gátolja az eredmények értékelését és a hosszú idő távlatában a készségek kialakulását. Javasolt pl. a 8763 kN; 12,6 mm; 186 N/mm²; 2,56 kN/m 0,0563 radián stb. formula használata. A tárgyalt tervezési feladatoknál a negyedik „értékes” jegyek már nincs jelentősége.*

A modellalkotás kezdetén el kell dönteni, hogy mindenre kiterjedő, a másodlagos szerkezetet is tartalmazó, vagy csak az alapozás, vasbeton és fő acélszerkezetek modellezése a cél.

1) Az alapozás, a vasbeton elemek és a fő tartószerkezeti acél elemek vizsgálata volt a cél

1. rendű számítás

Az egyes konkrét elemeket a modellben kapott eredmények figyelembevételével, de a részletes hatásokat egyedi és eseti kapcsolataival kell méretezni.

- a) Elkülöníthető szerkezetek terheinek számítása karakterisztikus teherből (pl. előtetők, darupálya, földnyomások, lábazati terhelések)
 - i) önsúly jellegű terhek összegzetten
 - ii) hóteher
 - iii) hasznos teher

Amennyiben ezek a szerkezetek beilleszthetők, akkor 1) szerint.

- b) Dilatációk felvétele és modellezése, amely lehet
 - i) a teljes épületszerkezeten, az alapozás kivételével átmenő ;
 - ii) a tetősík minden szerkezetén átmenő;
 - iii) tetősíkon csak a peremgerendákon dilatált szerkezet;
 - iv) csak a közbenső szilárd födémen átmenő;
 - v) külső szerkezeten (pl. előtető) átmenő.
- c) Az elemek végein és támaszainál a kapcsolat beállítása. Előregyártott, mindkét végén csuklósnak feltételezett gerenda egyik végén csukló x, y irányban, míg a másik végén gömbcsuklós modell adja vissza helyesen a szerkezet viselkedést.
- d) Rövidkonzolok felvétele az indokolt helyeken
 - i) pillérek és mestergerendák kapcsolatánál
 - ii) darupályák alatt
- e) Pillérek tengelytörésének beállítása keresztmetszet váltásoknál (jellemző daruzott , vagy két elemből összeállított magas csarnokoknál)
- f) Szelemenek méretfelvétele
 - i) változó magasságú modell elem, a külpontosság hatását javasolt kell kapcsolni.
 - ii) konstans modellelem (helyettesítő magasság a hossz harmadánál mérhető)
- g) Feszített elemek inerciájának korrekciója, ha szükséges (állandó terhekre a lehajlás
 - i) szelemenek L/500
 - ii) főtartók L/800
- h) Tetősíkú rácskozás modellezés
 - i) rácsrúd elemek önsúly nélkül

- ii) rúdelemek önsúllyal, vagy önsúly nélkül
- i) A lépcsőkarokat csak a támaszainál, mint vonalmenti terhelést szabad a modellben megadni (önsúly, hasznos). Héjelemként bemodellezni nem szabad, csak ha kapcsolataival szándékosan és valóan a merevítés részét képezi.
- j) A pillérek, és ha indokolt a gerendák merevségcsökkenésének beállítása földrengésteher alakváltozás vizsgálatához

2) Az alapozás, a vasbeton elemek és a fő tartószerkezeti acél elemek vizsgálata volt a cél

2. rendű számítás

- a) Pillérek vasalása
 - i) induló vashányad 2-2,5 %. Amennyiben ezzel nem felel meg, akkor
 - ii) növelése maximum 3 %-ra.
 - iii) Amennyiben 3% vashányaddal nem felel meg, akkor javasolt
 - (1) a keresztmetszet növelése, vagy
 - (2) a szerkezet merevítésének , a pillér kihajlási modelljének megváltoztatása.
- b) A szerkezeti elemek felosztása minimum 4 szakaszra, és maximum 2m hosszú részekre.
- c) A szerkezet elmozdulásának számítása **Chk-1 3)/e** pontja szerinti egyszerűsített, vagy kiválasztott szél tehereset hatására bevasalt , berepedt szerkezeten. Csak teherkombinációban számol másodrendű eljárással.
- d) Szeizmikus helyettesítő modell készítése, amennyiben a pillérek merevségcsökkentésére javasolt merevség redukciót nem fogadjuk el
 - i) minden földrengési hatáskor $\gamma_2 = 0$ szerint nem egyidejű teher törlése (szél, hó, hőmérséklet különbség , egyebek EC szerinti γ_2 értékkel
 - ii) Képzett szeizmikus teher felvétele
 - (1) 1. rendű számítás szerinti földrengési hatásból a pillérek V_y és V_z értékeinek meghatározása
 - (2) előző értékeknek megfelelő erők felvitele a pillérekre
 - (3) az így kapott eredmények kiértékelése nyomatékra és nyíróerőre, az erők szükséges korrekciója
 - iii) A szerkezet elmozdulásának számítása bevasalt , berepedt szerkezeten
- e)

3) Az 1. és 2. pontok eredményei, továbbá az egyes elemek ellenőrzésénél figyelembe veendő egyéb hatások és szempontok

- a) kehely méret ellenőrzése mértékadó teherre (mélység és falvastagság)
- b) Pillérek
 - i) ütközési teher
 - ii) ha a rövidkonzol a terhet aszimmetrikusan kapja, annak hatása
 - iii) rövid konzol méret ellenőrzése
 - iv) 3%-os vashányaddal a pillér megfelelő-e
 - v) csatlakozó szelemen és főtartó kapcsolat (tüskék és/vagy hegesztett) ellenőrzése
 - vi) építési állapotokra a pillér ellenőrzése. Amennyiben ideiglenes megtámasztás szükséges, annak a műszaki leírásba rögzítése.
- c) Szelemenek
 - i) A **Chk-1 12.b.** pont szerint a mértékadó igénybevételek meghatározása
 - ii) méret ellenőrzés
 - iii) csatlakozó főtartó és pillér kapcsolat (tüskék és/vagy hegesztett) ellenőrzése
 - iv) rövidkonzol méret ellenőrzés
- d) Főtartók
 - i) A **Chk-1 12.b.** pont szerinti szelemen a mértékadó igénybevételeinek átvétele
 - ii) méret ellenőrzés
 - iii) csatlakozó pillér kapcsolat (tüskék és/vagy hegesztett) ellenőrzése
 - iv) rövidkonzol méret ellenőrzés
- e) Peremgerendák
 - i) csatlakozó pillér kapcsolat (tüskék és/vagy hegesztett) ellenőrzése. Lásd TS 3.4.2 g) pontot.
 - ii) csapos kapcsolat ellenőrzése, kiemelten, ha a merevítő rácsozat része. Ha nem felel meg, akkor a
 - iii) csap és hegesztett kapcsolat ellenőrzése, ha nem felel meg, akkor
 - (1) a peremgerendát kivenni a tetőrácsozattól, a rácsozat szélektől elhúzása és
 - (2) helyenként csúszó kapcsolat beiktatása
- f) Födémgerendák
- g) Rövidkonzolok
- h) Felbetonok, koszorúk
- i) Lábazati panelek
- j) Tetősíkú rácsozások
- k) Függesztett előtetők
- l)

4) Teljes, minden szerkezeti elem modellezése a cél

Az előző 1. és 2. pontokban ismertetetteken túl

- a) Alapozás rugóállandóinak ellenőrzése
 - i) vertikális SLS teherkombinációra a süllyedések
 - (a) síkalapozás esetén kb. 2-4 cm-re
 - (b) cölöpalapozás esetén kb. 0,5-1,5 cm-re adódjanak.
 - ii) Nyomatéki igénybevételre a rugóállandók
 - (a) végtelen merevek, vagy

(b) a megengedett kilendülés (karakterisztikus szél illetve szeizmikus) biztosító merevségűek legyenek.

- b) A födém elemek csavarónyomatékát modellezi-e,
 - i) kiemelten invert T és L gerendák, vagy
 - ii) több mező esetén számottevő fesztáv differencia, vagy
 - iii) nagy parciális hasznos teher esetén.
- c) Előtetők komplett rendszere, annak dilatációjával együtt
- d) Tetőfelépítmények, géptartók
- e) Darupályák, annak összes kapcsolatával és csúszási lehetőségével

Chk-3 A SZÁMÍTÁSOK MENETE ÉS KIÉRTÉKELÉSE

- 1) **Első futtatás a modellen csak a szerkezet önsúlyára**
 - a) Rezgésvizsgálat :az első 5 (max. 10) rezgésalak elemzése
 - i) van-e elszabadult elem
 - ii) a rezgésalak lehetséges-e
 - b) A lehajlások alakja és mértéke a várttal egyező-e?
- 2) **Állandó terhek felvétele**
 - a) Mint előző, plusz
 - b) a támaszreakciók ellenőrzése
- 3) **Egyedi, nem automatikus szélteher eredményeinek értékelése**

Chk-1 3)/e szerinti teherből

 - a) elmozdulások eredményei karakterisztikus teherből
 - b) Az egyedileg képzett szélteher elmentése 2. rendű hatás vizsgálatához. másként**
 - c) Ha megfelelő az alakja és nagysága, akkor 4. ponthoz, és nem automatikus szélteher törlése.
- 4) **Meteorológiai terhek pontos megadása, vagy program szerinti automatikus generálása**
- 5) **Hasznos terhek megadása**
- 6) **Szeizmikus terhek paramétereinek beállítása**
 - a) a vasbeton szerkezetek berepedéséből az inercia csökkentés beállítása (0,50-0,60 közötti értékre)
 - b) csavaró hatás figyelembevételének beállítása. A szilárd földeméknél ez a hatás reális, de a relatíve lágy tetőszerkezetnél ez mérlegelendő.
- 7) **Rezgésvizsgálat**
- 8) **SLS kombinációból támaszreakciók , abból támasz vertikális rugók beállítása**
- 9) **SLS kombinációból e_z lehajlások kiértékelése**
- 10) **Karakterisztikus szélteherből elmozdulások kiértékelés 1. rendű modellen**
- 11) **Szeizmikus hatásokból elmozdulások kiértékelés 1. rendű modellen**
- 12) **A pillérek bevasalása, és mentés új modellbe**

Chk-2 3)b szerinti folytatás

Chk-4 ANYAGMINŐSÉGEK, TARTÓSSÁGI KÖVETELMÉNYEK

1) Alaptestek

- a) Tömbalap, cölöp: talajvíz agresszivitás, betonfedés ellenőrzése
- b) Kehely : talajvíz agresszivitás, betonfedés ellenőrzése

2) Pillérek

- a) Környezeti osztály : X1, X2 vagy speciális, betonfedés ellenőrzése
- b) ütközésvédelem: élvédelem és betonfedés ellenőrzése

3) Lábazati panelek

- a) teherhordó rész : környezeti osztály, talajvíz agresszivitás, betonfedés
- b) kéreg: környezeti osztály, talajvíz agresszivitás, fagyállóság, betonfedés

4) Gerendák

- a) feszített gerendák: kizsaluzási-, kiszállítási-, végleges szilárdság
együttműködő szerkezetek esetén a terheléskor előírt szilárdsági követelmény (pl. zsaluzó kéregpaneles, üreges pallós födém ...)
környezeti osztály
betonfedés (környezeti osztály és tűzvédelem)
repedéstágassági követelmény
- b) nem feszített gerendák:
kiszállítási-, végleges szilárdság
együttműködő szerkezetek esetén a terheléskor előírt szilárdsági követelmény (pl. zsaluzó kéregpaneles, üreges pallós födém ...)
betonfedés (környezeti osztály és tűzvédelem)
betonfedés (környezeti osztály és tűzvédelem)
repedéstágassági követelmény

A gerendák szilárdsági követelményét meg kell határozni arra az építési fázisra is, amikor az együttműködő szerkezetek önsúlyával (zsaluzó kéregpaneles födém monolit felbetonnal, üreges pallós födém felbetonnal, monolit fejlemez ... stb.) terhelik meg.

5) Acélszerkezetek

- a) anyagminőség
- b) korrózióvédelmi követelmény
festékbevonat rétegvastagságok
MMK Kiadványsorozat 82. Acélszerkezetek korrózió elleni védelme
https://www.mmk.hu/dokumentumok/082_Acelszerkezetek_korrozio_elleni_vedelme_114-VMT.pdf
tűzhorganyzás vastagsága mikrométerben
https://www.hhga.hu/pdf/Tuzihorganyzas_kiadvany_2010.pdf
- c) hegesztett varratokkal szemben támasztott követelmények

Chk-5 TŰZVÉDELEM

1) Követelmények adatainak ellenőrzése

- a) Fő csarnokelemek, tűszakaszok
- b) Szerkezeti elemek követelményei
 - i) pillérek
 - ii) gerendák
 - iii) falak
 - iv) TR lemez a tetőréteggel , mint rendszerrel

2) Tűszakasz határ

- a) egyik tűszakasz totális összedőlése esetén a másik, vagy többi tűszakasznak állékonynak kell maradnia

3) Szerkezeti elemek ellenőrzése

- a) táblázatokkal
- b) számítással