

Alumínium hídrendszerek

Az **Alumínium hídrendszerek** alkalmazása a mobil állvány és színpadi fedésépítésnél ma már éppen olyan magától értetődő, mint a fix installációk területén történő felhasználásakor. Sajnos eközben egyre inkább a háttérbe kerül, az egyes gyártmányokra vonatkozó anyagismeret, és a felhasználók szakirányú ismereteinek fejlesztése. A **biztonságos** felhasználás szempontjából a hozzáértés és a felelősség a legfontosabbak, különösen akkor, ha a hídrendszereket a terhelhetőségük határáig kihasználják.

A piacon számos, különböző fajtájú alumínium tartó rendszert kínálnak. Alapvetően két fő csoportot különböztetünk meg:

- **dekoratív rendszerek** minimális terhelhetőséggel,
- **tartórendszerek nagy** terhelhetőséggel.

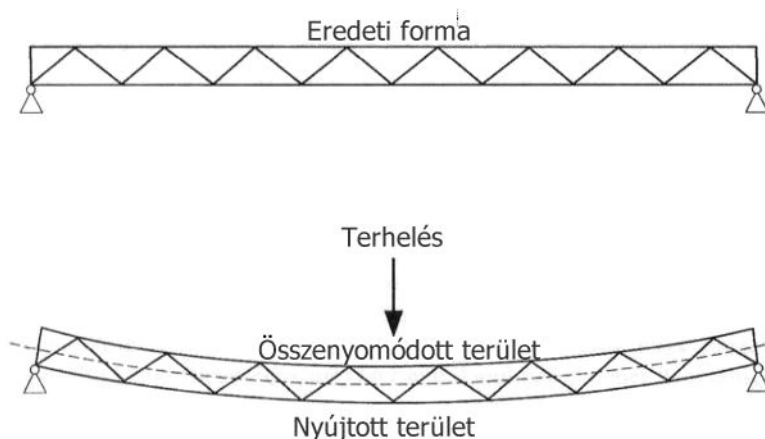
Bár mindkét szerkezetfajta látszólag egészen a részletekig azonos, azonban lényegében rejtett ismertetőjelek különböztetik meg azokat.

Annak érdekében, hogy a hídrendszereket, valamint azok biztonságosságát önállóan megítélhessék, szükség van olyan természettudományos alapok pontos ismeretére, amelyek a hídrendszereknél a terhelhetőség megállapításához alkalmazhatóak. A következő rövid értekezés a szükséges alapismeretek megszerzéséhez ad segédletet, hogy így kritikus szemmel nézve áttekinthessük a rendszerek nagy kínálatát. A vizsgálódások az érthetőség kedvéért az úgynevezett hajlékony kéttámaszú tartókra korlátozódnak (pl. keresztartók két külső felfüggesztési ponton), mivel az összetettebb rendszerekhez mérnöki segítségre lenne szükség.

Belső erőhatások – vagyis mi történik a keresztartók belsejében?

Az alumíniumból készült hídrendszerek legfontosabb felhasználási területe a hajlító igénybevételnek kitett keresztartóként történő alkalmazás. A keresztartó meghajlása a keresztartóban, -amelyek gyakran rácsos tartóként is neveznek-, belső erőhatásokat hoz létre.

Az a tartó, mindegy milyen anyagból vagy profilból készült, amelyet a hosszirányú tengelyre merőlegesen megterhelnek, a terhelés irányába meghajlik.

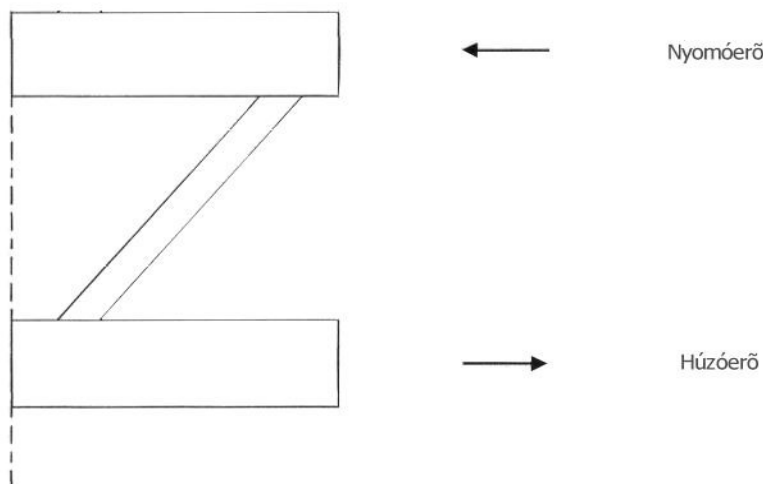


Keresztartókra ható erők

A tartó felső részén **összenyomódás**, az alsó területen **nyúlás** jelentkezik. Ezek az alakváltozások a tartó hosszirányú igénybevétele miatt keletkeznek.

A hajlító igénybevételnek kitett tartók kerületén hatnak a legnagyobb erők. Ezért a hajlító igénybevételnek kitett profilokat a szélső területeken erősebb anyagból készítik el, a belső rész „kivételével”. Egy példa az ilyen profilra az a forma, amelyet az építőiparban alkalmaznak.

A rácsos tartóknál optimalizált módon ennek az erőmegoszlásnak a felismerését hasznosítják. Kívülre helyezik el a merevítő tartócsöveket, és az egész belső területet szabadon hagyják. Az erőmegoszlást a meghajlott rácsos tartokon a következő kép ábrázolja:



Kereszttartókra ható erők II.

Ezek az erőhatások együttesen olyan erőpárt alkotnak, amely az úgynevezett **hajlító nyomatékot** hozza létre.

A hajlító nyomaték erőkarja az erőhatások távolsága a profil súlyvonalától számítva.

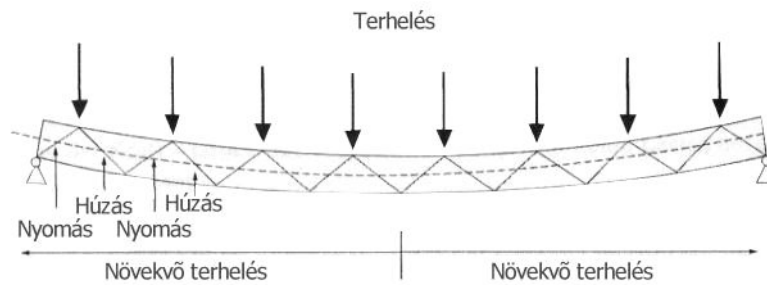
A kereszttartó egyes elemeinek egymáshoz történő csatlakoztatása a legnagyobb jelentőségű, mivel minden hosszirányú erőhatás – húzás vagy nyomás – a csatlakozási helyeket is terheli.

A tartócsövek és az összekötő elemek között úgy viselkednek, mint a láncszemek – **a leggyengébb láncszem határozza meg a teljes terhelhetőséget.**

Ez érvényes az összekötők csatlakozására is a tartócsőnél – ez az erőfolyam az áramra hasonlít, amely néhány sorba kapcsolt ellenálláson keresztül halad.

Az összekötő elemeknél is kívánatos az egyenes vonalú erőfolyam. Ha a kereszttartó elemeket peremlemezekkel egymáshoz csavarozzák, akkor a hosszirányú erőhatások irányt változtatnak – egy erőkar jön létre és ezzel együtt egy kiegészítő hajlás, amely miatt nagyon erős anyagot kell alkalmazni. Az egyenes vonalú erőhatás esetén, a csatlakozási helyeken nem jelentkezik hajlító nyomaték, ezért azonos teherbíró képességgel könnyebb az építés.

A csatlakozási helyek összeillesztése szintén említésre méltó szempont. A hézagmentes csatlakozások kopásállóak, és optikailag tetszetősek.



Kereszttartókra ható erők III

A kónuszos-kúpos összekötők által súrlódás és hézagmentes csatlakozások jönnek létre. Ezt a szerkezeti formát a nemesacélból készült kúpos szegek optimalizálják, amelyek nem csak korróziómentesek, hanem nagy szilárdságúak és erősek is.

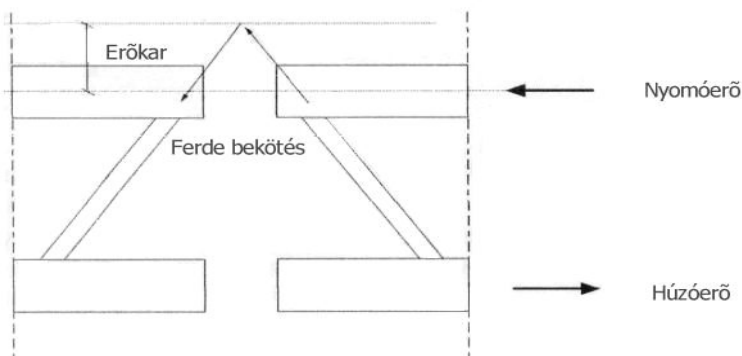
A tartók terhelését (merezítés) az úgynevezett keresztirányú erő alapján határozzák meg, amely a tartó tengelyére merőlegesen hat. A merevítőkre váltakozva hatnak a húzó és nyomóerők.

Amennyiben a tartót két támasztékon, csuklósan, egyenletes terhelés mellett helyezik el, megállapítható, hogy a megtámasztás közelében nagyobb a **feszítő terhelés**, mint a tartó közepén. A koncentrált terhelés hatására a megtámasztás és a teher támadási pontja között a feszítő terhelés állandó marad – azonban ebben az esetben ezt a kereszttartó önsúlyból eredő terhelése is mindig növeli (egyenletes terhelés), úgy hogy a „tartó terhelése a megtámasztási ponton a legnagyobb” kijelentés alapvető megállapításként helytálló.

Mivel a merevítők, mint a merevítő rudak is, ideálisan a hosszirányban ható erőket továbbítják, az elrendezésük nagy jelentőségű. Amennyiben két diagonális tartó között ferde bekötés található, akkor a csomópontoknál kiegészítőleg hajlító nyomaték is jelentkezik, amely a szerkezet teljes terhelhetőségére negatív hatással van.

Amennyiben a merevítők nem diagonálisan, hanem függőlegesen (a terhelés irányában) helyezkednek el, akkor az ellentétes irányú merevítő rúd erőhatása a felső és alsó rácsrudakban nem a merevítők hosszirányában következik be, hanem a csomópontokban érvényesül nagy hajlító nyomaték.

Minden kereszttartó elem végénél egy függőleges lezáró elemmel kell kialakítani az erőfolyam lezárását. Amennyiben hiányoznak a lezáró elemek, akkor nem teherbíró paralelogramma alakul ki, vagy a tartók szimmetrikussága esetén nagy ferde bekötés válik szükségessé, amely mint már előzőleg ismertettük, kiegészítőleg hajlító nyomatékokat eredményez.



Kereszttartókra ható erők VI.

Az a kérdés, hogy két keresztartó elem összeillesztésekor mindegyik elem két utolsó diagonális merevítőjének egymással szimmetrikusan kell-e elhelyezkednie (merevítő mintázat), megmagyarázható az előbbi ismeretek alapján, mi szerint a merevítésre váltakozva nyomó és húzóerő is hat. A szimmetria nem szükséges. A merevítők irányának az egyetlen különbsége a nyomó vagy húzó erő iránya. Mivel a merevítőre mindkettő terhelés hat, a merevítő mintázat meghatározó.

Az elrendezés mellett a **merevítő profilja** is jelentőséggel bír. Rendkívül vékony vagy hosszú merevítők a nyomással történő terhelés alatt könnyebben kihajlanak, mint a kevésbé vékonyak.

Amennyiben a **keresztartó elemeket oszlopként** alkalmazzák (hidláb), akkor azt nyomó terhelés éri. A nyomó terhelés esetén minden valamennyi erőhatás egy irányban hat. A keresztirányú erőhatások – és ezzel a merevítő nagy megterhelése – regulárisan nem jelentkeznek. Amennyiben az oszlopot a szabadban alkalmazzák, akkor a szél okozta terhelés miatt hajlás léphet fel, és a merevítéseket tervnek megfelelő terhelések érik. A hajlás szintén jelentkezik, ha a Headsection (fejrész) az egyik oldalon jobban kinyúlik.

Az oszlopprofil geometriája szintén nagyon fontos. A nyomással terhelt rúd mindig a kisebb merevségű oldal irányában hajlik el. A derékszögű merevítőket ezért az egyik hajlásirányban alul-, a másikban túlméretezik, amennyiben azokat oszlopprofilként alkalmazzák.

Minden szinten optimálisnak tekinthetőek a négyzetes profilgeometriájú keresztartók és a diagonális merevítők.

Szerkezeti anyag – amely kívülről nem látható

Az alumíniumból készült keresztartók minimális önsúlyból eredő terheléssel rendelkező és nagy teherbírású **könnyűszerkezetek**. Ezeket a tulajdonságokat egyrészt az egyes profilok összeillesztésével, másrészt a szilárd, de könnyű **alumíniumötvözet** alkalmazásával érik el. Az alumíniumötvözetek csupán az acél sűrűségének kb. egyharmadát érik el, azonban az alumíniumötvözetek is különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. Annak érdekében, hogy az alumíniumot a keresztartókhoz fel tudják használni, hegeszthetőnek kell lennie. E miatt a követelmény miatt néhány ötvözet kiesik, mint szerkezeti anyag.

A megmaradó ötvözetek szilárdságuk szerint erősen különböznek. Az alábbiakban ismertetjük az ötvözetek jellemzőit:

<i>Szerkezeti anyag</i>	<i>Minimális szakítószilárdság (N/mm²)</i>
AlMg 2 Mn 0,8 F20	200
AlMgSi 0,5 F22	215
AlMgSi 1 F28	275
AlMgSi 1 F31	310
AlZn 4,5 Mg 1 F35	350

Amint látható, az F mögött található szám a minimális szakítószilárdság egy tizede. Az AlMgSi 1 F31 a legszilárdabb valamennyi csövekhez használható DIN 4113 szabványban szereplő, hegeszthető alumíniumötvözet közül (kivéve az AlZn 4,5 Mg 1 F35, amely csak rendkívüli feltételek mellett hegeszthető).

Mindenesetre ezt a minimális szakítószilárdságot sosem használják ki, hanem csak áttekintésként használják. Számítások szerint „a megengedett igénybevételnél” jelentősen alacsonyabb értékekkel dolgoznak.

Különösen a hő hatására, amely a hegesztés során jelentkezik, jelentősen gyengül a szilárdság. Ennek ellenére a hegesztés után „maradt szilárdság” egy alapvetően szilárdabb ötvözetnél nagyobb, mint egy kisebb alapszilárdsággal rendelkező ötvözetnél. A szilárdság csökkenése miatt és a hegesztés ezzel kapcsolatos jelentősége miatt az üzemeknek, amelyek az alumínium hegesztésével foglalkoznak, alkalmasságukat bizonyítaniuk kell, ha a hegesztett szerkezeteket építésfelügyeleti területek alkalmazzák.

Tanúsítványok

Az egyes hídelemek, vagy az egész rendszer beszerzésekor mindig figyelni kell arra, hogy különösen a biztonság szempontjából **objektív vásárlói döntést** hozzanak. Ebben az esetben a legbiztonságosabb, ha a döntéshozatal előtt a következő tanúsítványokat kérik:

A gyártóról kiállított **alkalmassági tanúsítvány** a DIN 4113 szerint (Alumíniumhegesztési tanúsítvány).

A gyártóról és a kereszttartó rendszerről kiállított **statikai igazolás** (TÜV- engedélyezési igazolás vagy hiteles szakértői minősítés).

Színpadok befedésekor – az előbbieken megnevezett tanúsítványokhoz kiegészítőleg – **vizsgálati könyv** (építési napló) vagy egy szilárdsági igazolás, amely a kisebb szerkezeteknél gyakran elegendő.

A komoly kereskedelmi partner ezeket a tanúsítványokat nem fogja visszatartani, hanem ellenkezőleg, szívesen és kérés nélkül be fogja mutatni, amennyiben ezek a birtokában vannak.

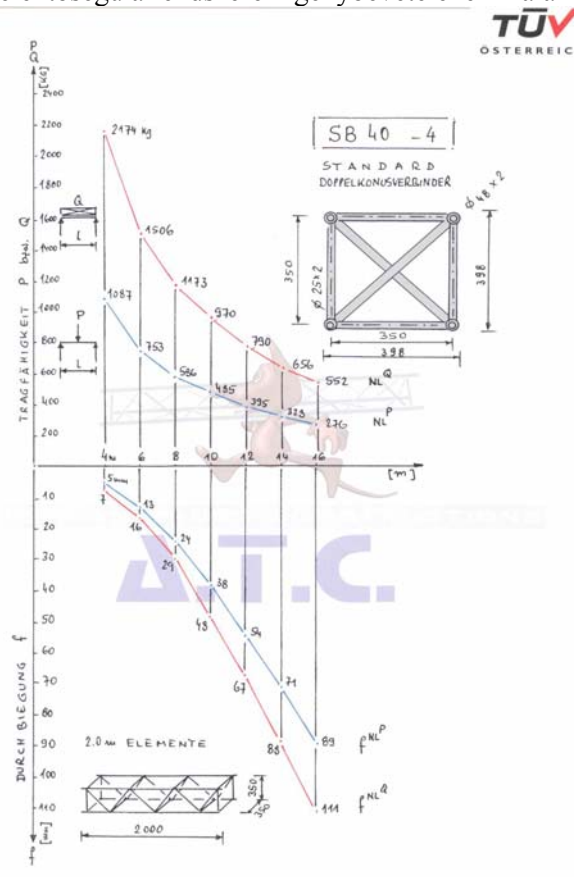
Mindenesetre eközben figyelni kell arra, hogy a leghiánytalanabb tanúsítványsorozat kizárólag a termék minőségére vonatkozik; a termékek alkalmazása ezzel szemben mindig a felhasználó felelősségén múlik. Csak az átgondolt összeszerelés és megerősítés vezet el a megfelelő eredményig – mivel ez a legjobb anyaggal sem pótolható.

Gyakorlati terhelhetőség

Annak érdekében, hogy egy rendszer megengedett terhelhetőséget meghatározzák, a számításoknál az alapvető DIN normákat kell alapul venni. Ezeket a **számítási előírásokat** minden építési elemnél figyelembe kell venni, mint például a hevedereknél, merevítéseknél, összekötőknél és hegesztési varratoknál. A számítások ellenőrzését egy arra feljogosított cég felelősségtudatos mérnökének kell elvégeznie és minősítenni. A nem ellenőrzött számítások kétségbe vonhatóak, mivel ez a gyakorlatban beláthatatlan következményekhez vezethet.

A gyártó valamennyi statikai paraméterét a meghatározott **szerkezeti elemekre**, a terhelhetőségi diagramra vonatkozóan kell meghatározni, és alapul venni. Mivel csak a gyakorlati terhelési esetek foglalják magukba az egyes elemek komplett statikáját és azok összekötő részeinek a teherátadását.

A terhelhetőségi diagramban megadott „**vonalterhelés**” egy a tartórész teljes hosszúságán egyenletesen elosztott teher. Minden szakasznyi egységre egy meghatározott terhelés jut. Így jön létre a vonalterhelés egysége kilogramm per méterben megadva (kg/m), tehát a ráhelyezett súly a tartó folyóméterenkénti részén. A terhelhetőségi diagramban megadott **pontterhelés** egy olyan koncentrált terhelés, amely a tartó egy tetszős szerinti helyén hat. Egy ilyen koncentrált terhelés helyzete nagy jelentőségű a rendszerek igénybevételek kialakításakor.



Terhelési diagram

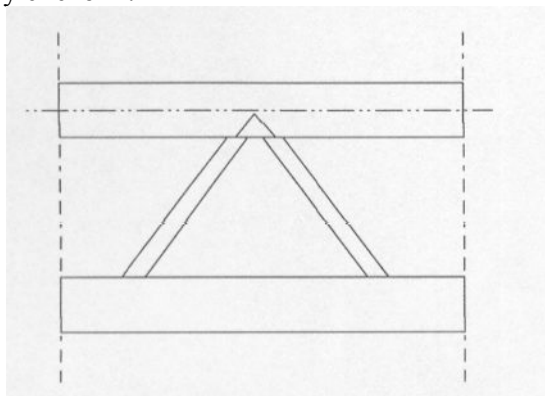
A táblázatban történő ábrázolásakor ezért a tartószerkezetre kedvezőtlenül ható terhelési helyzetet - a szakasz közepén, egzakt módon elhelyezett koncentrált terhelést – vesznek alapul. Mindkét ismertetett terhelhetőségi diagramm csupán a „csuklós elhelyezésű szakaszokra” vonatkozik. (A „mereven rögzített szakaszok” nagyobb megterhelést is elviselnek, azonban a gyakorlatban csak ritkán megvalósíthatóak.)

Összefoglalás

A nagy teherbírású kereszttartók valóban fontos tulajdonságai kívülről alig felismerhetőek. Ezért az értelmes kiértékelés érdekében mélyebb bepillantás szükséges a tematikába. A következő összeállítás a paraméterek rövid, azonban mégis jó áttekintését közvetítik, amelyet a termék választásakor figyelembe kell venni.

Az átgondolt kereszttartó szerkezetek és gyártóüzemek legfontosabb tulajdonságai

- A tartórudak és a merevítők minden csatlakozásai egy pontban találkoznak.
- A merevítők nem túl vékonyak.
- A kereszttartó elemei egy függőleges lezáró (vagy kereszt) merevítővel rendelkeznek.
- Az elemek csatlakozása a kúpos csatlakozók alkalmazásával hézagtól és dörzsölődéstől mentes.
- Az erőfolyam egyenesen hat hevedertől hevederig.
- A szerelés egyszerű és gyors.
- Nemesacélból készült kúpos szegeket alkalmaznak.
- Nagy szilárdságú, DIN 4113 listán szereplő alumíniumötvözeteket használnak fel.
- A felhasznált anyagok gyári /átvételi bizonylatokkal rendelkeznek.
- A kereszttartó rendszer rendelkezik TÜV vizsgálással, terhelhetőségi adatokkal és az egyes elemek megoszlásával.
- A gyártó rendelkezik az alumíniumból készült teherhordó szerkezeti elemek hegesztéséhez szükséges alkalmassági igazolvánnyal.
- A gyártót egy akkreditált hely ellenőrzi.



Heveder/merevítés csatlakozási helye,

Ezek a pontok összességükben a termék minőségére vonatkoznak. A biztonságilag fontos területeken azonban mégis a keresztartók felhasználójának felelősségtudatos felhasználása a döntő jelentőségű. Kérjük, vegyék figyelembe az alapvető irányelveket és a keresztartók előírászerű alkalmazását!



Hídrendszer felhasználás közben, I



Hídrendszer felhasználás közben, II

A felhasználás alapvető irányelvei

- A keresztartókba fűrni vagy csavarozni tilos.
- Az eredeti részeket tilos önállóan megváltoztatni.
- A meghajlott részeket nem szabad kiegyengetni, hanem azokat azonnal el kell távolítani.
- Lapos burkolatok esetén a szabadban a teljes konstrukció statikáját számításokkal alapvetően ellenőrizni kell.
- Az álló szerkezeteket és torony alapot adott esetben ki kell támasztani, és az oldalaknál konzolokkal kell megerősíteni. Ha nem használnak alapot, akkor minden esetben a rendszernek megfelelő aljlemez kell alkalmazni.
- A szerkezetek elcsavarodási stabilitása és statikája „alul két merevítő rúddal” mindig egyenletes teherelosztást feltételez mindkét merevítő rúdon.
- Mindig minden csapszeget (Trusspins) el kell helyezni, és azokat R-clips vagy anya használatával biztosítani kell. (A hiányzó csapszegek veszélyeztetik a statikát!)
- A keresztartó szerkezeteket mindig földelni kell.
- Továbbá a gyártó szerelési útmutatóját feltétlenül figyelembe kell venni.



Példa a terhelhetőség figyelmen kívül hagyásáról I.



Példa a terhelhetőség figyelmen kívül hagyásáról II.