

FESZÍTETT MEMBRÁNSZERKEZETEK MÉRNÖKI RÉSZLETMEGOLDÁSAI

VIRTUÁLIS CSOMÓPONTGYŰJTEMÉNY

Engineering solutions of tensile membrane structures

Virtual collection of constructional details

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2012



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI KAR

SZILÁRDSÁGTANI ÉS TARTÓSZERKEZETI TANSZÉK

Szerző: Füzes Bálint Péter - AK3RKI - IV. évfolyam

Konzulens: Hegyi Dezső

TARTALOMJEGYZÉK

I.	ABSZTRAKT	2. OLDAL
II.	A PROJEKT RÉSZLETES ÁTTEKINTÉSE	4. OLDAL
III.	PROJEKTTÉRKÉP	10. OLDAL
IV.	LEHORGONYZÁSOK, HÁTSZERKEZETEK	16. OLDAL
V.	SAROKSZERKEZETEK	22. OLDAL
VI.	MEMBRÁNSZERKEZETEK	33. OLDAL
VII.	ÁRBOCSZERKEZETEK	35. OLDAL
VIII.	SPECIÁLIS TOLDÁSOK	45. OLDAL
IX.	ELEMEK	45. OLDAL
X.	FORRÁSJEGYZÉK	47. OLDAL

I. ABSZTRAKT

Tudományos Diákköri projektem a 2011/12-es tanév őszi szemeszterében elkészített *Membránszerkezetek megtámasztási megoldásai - sarokcsomópontok* című dolgozatom folytatása.

A kutatóprojekt célja egy mérnöki szerkezetismertető gyűjtemény létrehozása - a kutatás tárgyát a feszített membránszerkezetek képezik. A projektben ennek a szerkezettípusnak a részletkialakításaival foglalkozom. A csomópontok a felületben terjedő erők átadási módja, illetve a felület formája alapján kerülnek kategorizálásra.

Előző dolgozatomban a sarokcsomópontok megoldásait állítottam össze egy gyűjteménnyé. Ebben a projektben kiterjesztettem a kollekciót a feszített membránszerkezetek peremrögzítéseire, lehorgonyzásaira és árbocszerkezeteire, ezzel feldolgozva a jellegzetes szerkezeti helyzeteket. A gyűjteményben a teljesség kedvéért az összetettebb sarokmegoldások újra feldolgozásra kerültek.

A szerkezeti részleteket (az előző dolgozatom hagyományos rajzaival ellentétben) AutoCAD Architecture 2013 programmal modelleztem le. Ezzel a választással a gyűjtemény egyrésztől flexibilissé, könnyen változtathatóvá vált. Másrésztől az előző dolgozat pusztán ismertető célú gyűjtemény-jellegével szemben itt gyakorlati hasznosságot is kölcsönzök a kollekciónak. A tervező mérnökök számára ezek a megoldások egyszerűen beépíthetők a saját terveikbe. A program egy belső mapparendszert bocsát a felhasználó rendelkezésére - ezzel elemekre, és ezekből az elemekből összeállított szerkezetekre bontható a modellgyűjtemény. Az egyes csomópontok könnyen szétszedhetők, átalakíthatóak, átméretezhetőek.

A kábelszerkezeti megoldásokat tartalmazó csomópontokhoz egy kötél szerkezetek gyártásával foglalkozó cég ingyenesen letölthető kötéلكapcsolati, illetve kötéلفoglalati megoldásait importáltam a projektbe. Az összeépített csomópontokhoz felhasznált elemek mögött tehát konkrét gyártmányok vannak, valós méretekkel. A háromdimenziós modellgyűjteményből renderelt képeket, videókat és tervlapokat nyerek ki. Az összes, így létrehozott anyagot kétféle módon publikálom.

Egyrésztől elkészül egy TDK dolgozat, mely három részből áll:

- egy *DVD*ből (mely az összes képet, tervlapot és modellt tartalmazza),
- ebből az eligazító és összefoglaló célú *füzetből* (ide kerülnek a szerkezetekkel kapcsolatos leírások, magyarázatok, magyarázó ábrák), illetve
- egy *tervlapgyűjteményből* (ez tartalmazza a konstrukciókat részletesen bemutató és magyarázó ábrákat, metszeteket, képeket).

A másik publikálási mód egy honlap összeállítása, a domainnév: www.membranedetail.com. Ezen a honlapon keresztül mindenki számára elérhető az összes kép, tervlap és modell, valamint az előző

TDK dolgozatom teljes tartalma angol és magyar nyelven. A célkitűzések közt szerepel az is, hogy minél szélesebb körben elérhető legyen ez a gyűjtemény. Az interneten egyelőre nem lelhető fel ilyen kollekció, viszont a membrane detail címszóra durván háromezer keresés érkezik világszerte a nagyobb keresőhonlapok szerint.

A kollekció részét 24 sarokszerkezet, 17 lehorgonyzási szerkezet, 3 toldási kapcsolat, 28 árbocszerkezet, 17 példa-jellegű (az előzőekből összeépített) típus membránszerkezet, valamint kb. 12 peremkapcsolati elem modellje képi - ehhez jönnek még a gyártótól importált kapcsolatok modelljei. Összesen kb. 91 modell készült el és került feldolgozásra.

II. A PROJEKT RÉSZLETES ÁTTEKINTÉSE

Ebben a fejezetben (az Absztrakthoz hasonlóan) a projekt célkitűzéseit, felépítését, publikálási módjait, felhasználhatósági és továbbfejlesztési kérdéseit tárgyalom részletesen.

A célkitűzésekről

A kollekció elsődleges célja egy mérnöki csomópontgyűjtemény létrehozása volt. Elsődlegesen arra építettem, hogy a feszített membránszerkezetek szakirodalma leginkább a felülettel foglalkozik: a felületben terjedő erők létrehozásával, a nagyobb és híresebb konstrukciók speciális kiviteli kérdéseivel, a forma beállításával, az építőanyagok tulajdonságaival és gyártásával, stb. A magyar szakirodalomban egyedül fellelhető ilyen témájú kiadvány, Kollár Lajos *Ponyvaszerkezetek* című könyve például szintén az erőtan kérdésekre, valamint az építőanyagok tulajdonságaira fókuszál - részletmegoldásokat kevéssé mutat be. TDK dolgozatom értelmezhető lehet akár ennek a könyvnek egy olyan kiegészítéseként, mely kizárólag a részletmegoldások tárgyalására szorítkozik.

A projekt során ezen okból kifolyólag kizárólag a lefeszítő szerkezetekre, szerelvényekre, építőelemekre koncentrálok - a felület erőtan működését csak annyiban taglalom, amennyire az a csomópontok kategorizálása során meghatározó volt.

A második fontos dolog a projekt előzetes átgondolása során az volt, hogy a feszített membránszerkezetek témakörével aránylag kevés építésmérnök(hallgató) kerül kapcsolatba - lévén egy ritka, különleges tartószerkezetről van szó. Ezzel szemben a különböző szerkezeti helyzeteknél alkalmazott megoldások terén hatalmas a változatosság. Ezek megismerésével a mérnöki szemlélet, a formakészlet és a térlátás is erősíthető.

Harmadrészt nem feledkezhetünk meg a pusztán érdeklődés mellett arról az igényről sem, hogy egy (szerkezet)tervezési folyamat kezdetén a (leendő) építéseknek előképekre, variációkra, megoldásokra, egyáltalában: a szerkezetben rejlő lehetőségek és távlatok felmérésére van szüksége.

Negyedrészt konkrét tervezési feladatok során is felmerülhet az igény a szerkezeti eszközkészlet bővítésére, adott szituációk megoldására. Ilyen esetekben is szükség lehet kitekintésre.

A fentiekből kifolyólag a projekt célja az volt, hogy minél változatosabb, egymástól minél jobban elütő csomópontokat minél nagyobb mennyiségben dolgozzak fel, melyek végül minél több érdeklődőhez eljuttanak.

A projekt felépítéséről

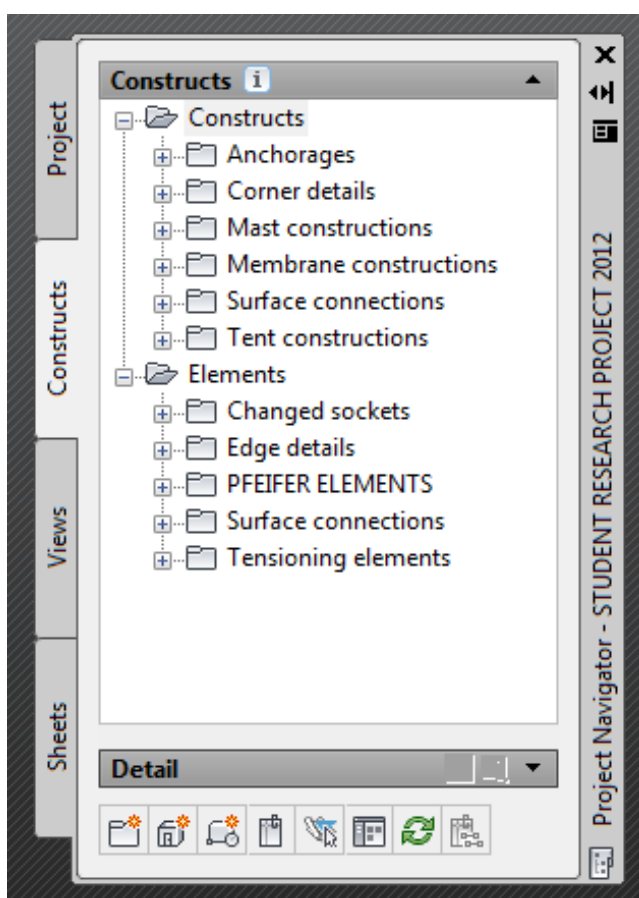
A fenti célkitűzéseknek tehát egy minél több részletmegoldást bemutató gyűjtemény felel meg, amelynek létrehozásához egyértelműen 3D-s modellezőszoftver szükséges. Amellett, hogy így lehet a csomópontokat a lehető legközérthetőbben és leglátványosabban feldolgozni, itt kell a

legszigorúbban eljárni - kikerülhetetlenek ugyanis a térbeliség miatti problémák, az összeépíthetőség kérdései. Az előző dolgozatom hagyományos kézi rajzaival szemben sokkal több, térbeliséggel kapcsolatos kérdésre kellett választ találnom. Valamint a térben megépített modellekben minden ott mozog, ott forog és ott állítható, ahol a fizikai formájában is mozgatható, forgatható és állítható lenne.

A modelleket az *AutoCAD Architecture* 2013-as diákverziójának felhasználásával építettem meg. A program egy ún. Project Navigator nevű funkcióval rendelkezik (1. ábra). Ez tulajdonképpen egy belső intéző, amely megjeleníti az egyes projektek mögötti mapparendszert, könnyen áttekinthetővé téve a projekt felépítését.

A mapparendszer két fő részre bomlik: elemekre (*Elements*) és az elemekből létrehozott szerkezetekre (*Constructs*).

Az elemek közé bekerültek a Pfeifer nevű német kötélgyártó cégtől ingyenesen letölthető kötéلكapcsolati gyártmányok modelljei. Ezek a modellek alapvetően nem *dwg*, hanem *igs* formátumban érhetőek el az interneten. Ahhoz, hogy az AutoCAD számára ez megnyitható legyen, először az *AutoCAD Inventor* nevű program segítségével kell megnyitni a fájlokat, majd el kell menteni őket *dwg*ként. A modellekhez kapcsolódik az interneten egy táblázat, mely a részletes méreteket mutatja be. A könnyű felhasználás végett minden egyes foglalat minden egyes mérete be lett importálva, ez gyártmányonként kb. 15-30 fájl.



II-1. A Project Navigator kezelőfelülete

Az Elemek mappa a fenti gyártmányokon kívül többek közt az általam lemodellezett peremkapcsolati és felületkapcsolási szerelvények modelljeit is tartalmazza.

Az Elemek mappából külső referenciaként a Szerkezetek mappába hívhatóak meg a elemek modelljei. Így egyrészt bonyolultabb szerkezeteknél kevésbé lassul a program, másrészt az elem átszerkesztésével az összes referencialhelyen megváltoztatható a térbeli test.

A Szerkezetek mappában található az össze konstrukció modellje, ennek a felépítését a következő fejezetben tárgyalom részletesen.

A projekt publikálásáról

A publikálás, ahogy az Absztraktban is írom, egy virtuális és egy hagyományos, nyomtatott részből áll.

A mellékelt Tervlapgyűjteményben foglaltam össze a modellekből kinyert rendereket, valamint vonalrajzokat, metszeteket. A tervlapok, ami a nyomtatott verziót illeti, lazán kapcsolódnak egymáshoz, így könnyen kiteríthetőek, egy-egy konstrukció könnyebb áttekintése érdekében.

A Tervlapgyűjtemény "könyvjelzőjét" a konstrukciók kódjai jelzik, melyek az adott kategória rövidítéseiből származnak, tehát például 15. számú lehorgonyzás: Anchorages mappa -> ANC 15 01.

A későbbi fejezetekben, ahol az egyes szerkezetekről leírások találhatóak, erre a Tervlapgyűjteményre fogok utalni, illetve ezen belül a kódokra. A leírásokat és a gyűjteményt azért nem mostam össze egyetlen dolgozattá, mert ez feleslegesen megnehezítette volna a tördelést, valamint a tervlapok kinézete nem tudott volna ennyire egységes és konzekvens lenni. Emellett könnyebben lefordítható idegen nyelvre ez az eligazító füzet.

A Tervlapokon a mérnöki ábrázolásnál megszokottól kissé eltérő módon igen kevés kótát helyeztem el. Egyrészt azért, mert szükség esetén az összes pontos méret azonnal kinyerhető a programból. Másrészt azért, mert nem az egyes konstrukciók mérete a lényeg, hanem azok működési sajátosságai. Építés során minden tervezési helyzet más - azzal, hogy a modellek a tervezők rendelkezésére állnak, még pontos méretezést igényel(het)nek az egyes kapcsolatok és elemek.

Minden tervlapon szerepel viszont néhány kóta, amely egyfajta benyomást ad arról, hogy milyen léptékűek a szerkezetek. Emellett minden konstrukcióhoz hozzárendeltem a $ds = \text{___ mm}$ feliratot: ez a felhasznált kötélméretét jelzi, amely az adott konstrukcióba importált kötélszerkezeti gyártmányhoz kapcsolódik.

A projekthez készülő honlapot, a www.membranedetail.com-ot a Future Planner Development Kft. CTO-ja (technológiai vezetője), Berecz Ádám fejlesztette le. Ezen a honlapon keresztül érhető el az összes kép és tervlap, tehát a projekt teljes műszaki tartalma. A google.com keresőhonlap szerint kb. 3200 találat érkezik havonta világszerte erre a kulcsszóra.

Ebből kifolyólag érdemes lenne a közeljövőben regisztrálni a honlapot az EU-s támogatással létrejött www.tensinet.com-on. Ez a legismertebb nemzetközi honlap, amely ponyvaszerkezetekkel foglalkozik. Világszerte rengeteg gyártóról, tervezőről, tervezőirodáról és megépült sáterszerkezetéről található itt információ. A mögöttes TensiNet Association célja pontosan egyezik ennek a projektnek a célkitűzéseivel: húzott felületszerkezetekkel kapcsolatos tudást és tapasztalatot osztanak meg. Jelenleg a hallgatói projekt kategóriájuk üres.

A honlap felépítéséről

Négy fő kategóriára osztottuk a honlapot:

- HOME: itt egy rövid összefoglaló található a projekt célkitűzéseiről angol nyelven
- MODELS: itt érhető el a fent taglalt mapparendszer annyi különbséggel, hogy az Elements mappát a Constructs mappa tartalmával hoztuk egy szintre. A Models mappa felső keresési szintje a Constructs mappa teljes tartalma, benne tehát az Elements mappával. Így az egész mappa rendszer egy szinttel kevésbé mély, ezzel megkönnyítettük a keresést. A bal oldali mapparendszer-felület bármelyik fő kategóriában való böngészés esetén nyitva van, mivel ez a projekt lényege.
- DRAWINGS: itt érhető el az előző TDK-m tartalma angol és magyar nyelven. Ezt azért láttam fontosnak megosztani, mert ezen a fejlesztett projekten belül nem kerültek feldolgozásra többek között a kisebb méretű, egyszerűbb kapcsolatok, tehát például a kötél nélküli, csak hevederrel megfeszített sarokkialakítások. Itt már kifejezetten a bonyolultabb, összetettebb kialakításokra fektetem a hangsúlyt. Emellett ott a felület működéséről, érintőlegesen az építőanyagokról és a sarkok erőtan alapokon nyugvó kategorizálásáról is részletesen írok.
- CONTACT: itt a konzulensem és az én elérhetőségem található.

Fontos tudni a projektről, hogy mivel a 3D-s feldolgozásból fakadóan ez nem csak egy statikus, tájékoztató jellegű mérnöki gyűjtemény, hanem célkitűzéseink szerint egy flexibilis, változtatható, bővíthető, adott esetben javítható tudásközpont - illetve annak kezdeménye.

Ebből fakadóan a projekt bővülni fog további kapcsolati kialakítások modelljeivel. Terv szerint hamarosan felkerülnek például a magyar megoldások, ezzel utalva arra a mérnöki szemléletbeli különbségre, amely a külföldi és a magyar megoldások között lelhető fel, és amely ennek a dolgozatnak nem témája.

A projekt felhasználhatóságáról

A honlapon keresztül a projekt teljes műszaki tartalma elérhető. A modelleket is bárki rendelkezésére tudom bocsátani további felhasználás végett. A projekten belüli referenciák (az egyes elemek szerkezetekbe való referálása, illetve egyes szerkezetek összereferálása során megadott elérési útvonalak) természetesen relatívak (azaz tetszőleges számítógépen meg lehet nyitni a projektet úgy, hogy nem veszik el a modellek közti összefüggés).

A 3D-s modellek könnyen szétszedhetőek, átméretezhetőek, illetve ezek alapján további megoldások is könnyen létrehozhatóak.

A projekt fejlesztési lehetőségeiről

Az alábbiakban érintőlegesen felsorolom néhány, a projekttel kapcsolatos elképzelésem, ötletemet, amelyek a jövőben kutatás tárgyát képezhetik.

Egyrészt elképzelhető egy informatikai fejlesztés a honlappal kapcsolatban. Ennek célja az lenne, hogy a honlapon mozgatható, forgatható formában helyezzük el a modelleket. Az egyes modelleket megnyitva nem csak fotók és tervlapok jelennének meg, hanem maga a térbeli modell, amely aztán tetszőlegesen nagyítható, forgatható és nézegethető - méghozzá bármilyen modellezőszoftver nélkül. Ennek kifejlesztéséhez többek közt dinamikus honlapra van szükség.

Másrésztől összetett és hasznos feladatnak látom azt a fejlesztési lehetőséget, hogy a meglévő és folyamatosan bővíthető modellek mellé konkrét teherbírési értékeket rendeljünk. Nagy vonalakban ezt úgy képzelem el, hogy összetett mátrixokat hozunk létre. A mátrixok soraiban az egyes szerkezetek találhatóak, oszlopaikban pedig szerkezettől függően a kapcsolatok maximális teherbírési értékei, vagy ha úgy tetszik, tönkremeneteli lehetőségei. Ez utóbbiak lehetnek például a kapcsolódó kötelekkel maximálisan felvehető erők, a csomólemezt tönkretevő nyíróerők, a szorítólemezek vagy csavarok palástnyomási teherbírési értékei, stb. Ezzel a modellekhez nem csak léptékbeli, hanem teherbírési információ is tartozhatna. Ilyen táblázatok a tervezést is segíthetnék, miszerint lenne arról információ, hogy nagyjából mekkora csomópontra lehet a részletezésnél számítani, a tervező hol kezdjen el keresni. Ez nyilvánvalóan elég nagyvonalú elképzelés (nem automatizálható a szerkezettervezés), viszont továbbvezet a következő fejlesztési ötlethez.

Érdekes és összetett feladat lenne valami egy számítási eljárás létrehozása, amely a csomópontok méretezési kérdéseit tisztázza és egyszerűsíti. Ahogy a vasbetontervezésnél például a nyírási vasalás tervezése pár egyenlet felírásával megoldható, hasznos feladat lehetne ennek analógiájára a membránszerkezeti kapcsolatok méretezésének automatizálása is. A terhek, az igénybevételek, a fesztáv és a szögek ismeretében adódnak a kötelerők, majd a kötélátmérők. Ebből lehetne automatikusan meghatározni, hogy mekkorák például a csomólemezben, csavarban, szorítólemezben maximálisan felvehető erők.

Ennek letisztázása és egyszerűen megoldható egyenletekké való leegyszerűsítése igen messzire vezet a felületekben terjedő erők nem-lineáris feszültség-meghatározásának témakörébe.

Egy további fejlesztési ötletem pedig szintén informatikai jellegű. A feldolgozott modellek egy-egy szerkezeti helyzetet jelenítenek meg egy adott mérettel és szöggel, céljuk a lehetőségek bemutatása. Ezzel egy másik projektbe való beépítés során nagy valószínűséggel át kell méretezni és léptékezni őket. Ez 3D-s szoftverekkel nagyon könnyen megy, viszont ezt a lépéssort is le lehetne egyszerűsíteni. Egy algoritmus tartozhatna az egyes szerkezetekhez, amelynek változói az adott tervezési szituációból származnának: a kötelek által bezárt szög, a talajjal bezárt szög, stb. Az algoritmus ezen variációk ismeretében maga generálná a modellt: meghatározná a csavarok számát és helyét, a

csomólemezek vastagságát, méretét, stb. Ez a témakör megint nagyon messzire vezet a szerkezettervezés matematikájába és az informatikába, viszont igen hasznos programmá válhatna a szerkezettervezők kezében.

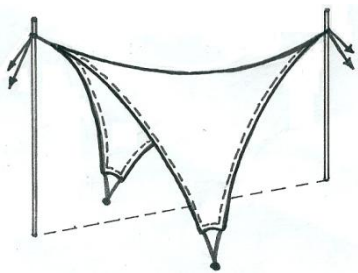
III. PROJEKTTÉRKÉP

Ebben a fejezetben tisztázom a szerkezeti helyzetek kategorizálásának alapjait, illetve ezen keresztül a bemutatásra kerülő konstrukciók belső "kódrendszerét".

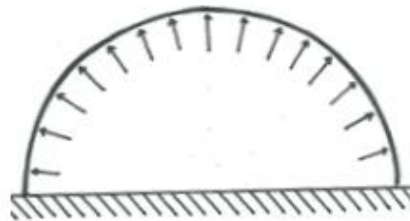
A ponyvaszerkezetek két legfőbb tartószerkezeti sajátossága a következő:

- a membránfelületekben kizárólag húzófeszültségek működnek.
- a felület önsúlya elhanyagolható, átlagosan 1 kg/m^2 . (A tartószerkezetek között relatíve a ponyvánál a legkisebb az önsúly az áthidalt fesztávhoz képest.)

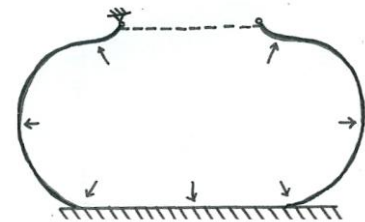
Három fő működési kategóriát tudunk megkülönböztetni aszerint (III - 1-3. ábrák), hogy a felületben terjedő húzófeszültségi rendszert hogyan hozzuk létre. A húzófeszültségi rendszer felelős a szerkezet állékonyágáért és teherbírásáért.



III-1. ábra



III-2. ábra

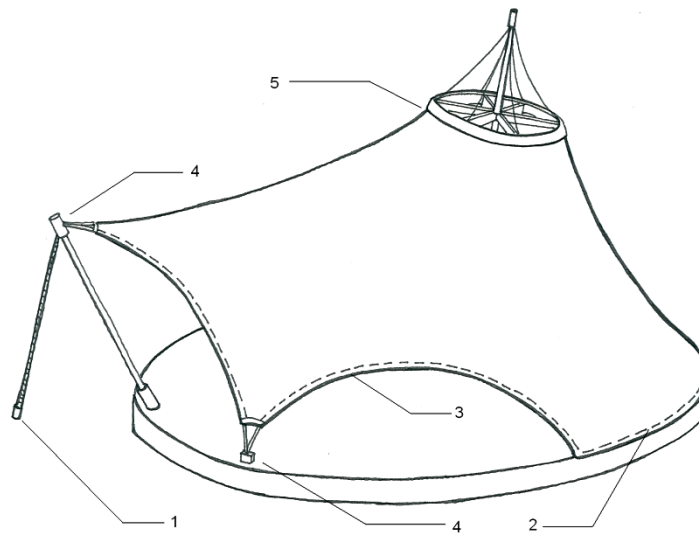


III-3. ábra

A III-1. ábrán láthatjuk a feszített membránszerkezetek kategóriáját. Ebben a dolgozatban kizárólag ezzel szerkezetípussal foglalkozom. A felületben terjedő húzást a peremszerkezetek megfeszítésével hozzuk létre, egyben így állítjuk be a lefedés kívánt geometriáját.

A III-2. ábrán a légnyomásos szerkezetek működésének sémáját láthatjuk. A felületet a lehatárolt térben létrehozott mesterséges légnyomással feszítjük meg. Rengeteg működési változatuk ismert, például: egyrétegű sátrak, légpárnák, légtömlők és tensairity szerkezetek.

A III-3. ábrán a tartályok kategóriája látható. Itt a felületet megfeszítő belső nyomást tárolt anyagok, folyadékok hozzák létre.



III-4. ábra

A III-4. ábrán egy általános feszített membránszerkezet rajza látható. Jellemző szerkezeti helyzetek a következők:

- 1 - Alapozási kapcsolatok, lehorgonyzások
- 2 - Külső, vonal menti megtámasztások – merev peremek
- 3 - Külső, vonal menti megtámasztások – lágy (kötél)peremek
- 4 - Külső, pontszerű megtámasztások – sarokcsomópontok
- 5 - Belső, pontszerű megtámasztások – árboccsomópontok

A projekt ezeket a szerkezeti helyzeteket dolgozza fel, kivéve egyelőre a merev peremkapcsolatok kategóriáját. A honlapon keresztül a jövőben a kollekció ki fog velük egészülni.

Ebből következően a projekt mögöttes mappa- és kódrendszere, egyben a honlap keresési rendszere a következő:

▪ **ANCHORAGES**

- lehorgonyzások
- 17 modell
- *modellkód:* ANC 01 01-től ANC 17 01-ig

- **CORNER DETAILS**

- sarokszerkezetek
- 5 kategória:

- **CORNERS WITH WEBBINGS**

- hevederes kapcsolatok
- 5 modell
- *modellkód:* CWW 01 01-től CWW 05 01-ig

- **SOLUTIONS CONNECTED TO FLEXIBLE EDGES**

- rugalmas peremhez kapcsolt sarkok
- 6 modell
- *modellkód:* SCTFE 01 01-től SCTFE 06 01-ig

- **SOLUTIONS WITH CONTINUOUS ROPES**

- megszakítatlan köteles kapcsolatok
- 4 modell
- *modellkód:* SWCR 01 01-től SWCR 04 01-ig

- **SOLUTIONS WITH DOUBLED MEMBRANE**

- kétrétegű sarokkialakítások
- 1 modell
- *modellkód:* SWDM 01 01

- **SOLUTIONS WITH METAL PLATES**

- csomólemezes kapcsolatok
- 7 modell
- *modellkód:* SWMP 01 01-től SWMP 06 01-ig

- **MEMBRANE CONSTRUCTIONS**

- lehorgonyzásokból és sarokszerkezetekbőlösszereferált (összeépített) típusszerkezetek
- 14 modell
- *modellkód:* MC 01 01-től MC 14 01-ig

MAST CONSTRUCTIONS

- árbocszerkezetek

- 2 alkategória:

- HIGH-POINT CONSTRUCTS

- "magas-pontra" felvezetett árbocszerkezetek

- 4 alkategória:

- COLUMNS WITH CANOPIES

- kupolával fedett árbocszerkezetek

- 3 modell

- *modellkód*: CWC 01 01-től CWC 03 01-ig

- COLUMNS WITH HOOP-STICKS

- árbocszerkezetek oszlopra függesztett abronccsal

- 5 modell

- *modellkód*: CWH 01 01-től CWH 05 01-ig

- SUSPENDED HOOP-STICKS

- függesztett abroncsok

- 4 modell

- *modellkód*: SHS 01 01-től SHS 04 01-ig

- SUSPENDED RODS

- függesztett árbocszerkezetek ("rudak")

- 9 modell

- *modellkód*: SR 01 01-től SR 09 01-ig

- LOW-POINT CONSTRUCTS

- "mély-pontra" lefeszített árbocszerkezetek

- 4 modell

- *modellkód*: LWP 01 01-től LWP 04 01-ig

- **SURFACE CONNECTIONS**

- speciális felületkapcsolások, azaz toldások
- 1 modell, *modellkód*: MD 01 01

- **ELEMENTS**

- a szerkezetek közé külső referenciaként beépített peremkapcsolati szerelvények
- 2 alkategória:

- **FLEXIBLE EDGE DETAILS**

- rugalmas peremkapcsolati szerelvények
 - 10 modell
 - *modellkód*: FE 01 01-től FE 04 04-ig

- **SURFACE CONNECTIONS**

- felületkapcsolások, azaz toldások kapcsolati szerelvényei
 - 2 modell
 - *modellkód*: SC 01 01-től SC 01 02-ig

Összesen 92 + néhány modell épült meg és került feldolgozásra.

A honlapon és a Tervlapgyűjteményben, mint az előző fejezetben is írom, az Elements mappát egy szintre hoztam a Constructs mappa tartalmával (ld: II-1. ábra, Project Navigator). Így egy szinttel könnyebb a böngészés, a keresés és a kódok megadása.

Szintén fontos megemlíteni, hogy a Tervlapgyűjteményben nem szentelek külön, önálló tervlapokat további, olyan szerelvények modelljeinek, amelyek azonban külső referenciaként az Elements mappából a Construct mappa modelljei közé szintén be lettek importálva. Ez néhány szerelvény, a róluk készült renderek azonban tervlapokon el vannak helyezve ott, ahol szükséges a megtekintésük. Ilyen modellek találhatóak a

-TENSIONING ELEMENTS (néhány speciális feszítő szerelvény), és a

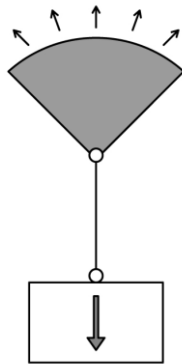
-CHANGED SOCKETS (kis mértékben megváltoztatott, speciális kötőfoglatok)

mappákban, ha megnyitjuk a Projectet a szoftverrel.

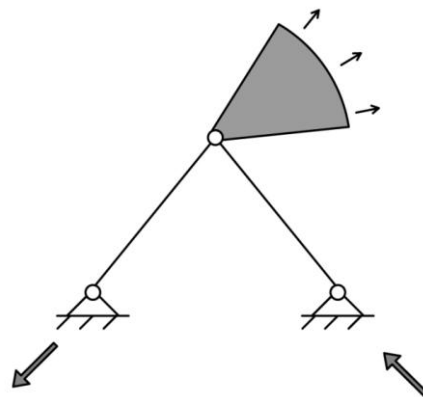
A fent látható modellkódok segítenek tehát eligazodni a mellékelt Tervlapgyűjteményben, illetve a honlapon. Egyfajta könyvjelzőként értelmezhetőek, mint azt korábban is említtem.

A következő fejezetekben az egyes szerkezetek kerülnek röviden bemutatásra, elsőként pedig mindig összefoglalom a szerkezet típus általános működését és problematikáját.

IV. LEHORGONYZÁSOK, HÁTSZERKEZETEK



IV-1. ábra



IV-2. ábra

A fenti két ábrán láthatjuk a lehorgonyzások, azaz a modell során feldolgozott tulajdonképpeni hátszerkezetek két főbb működési kategóriájának sematikus erőtaní ábráit.

Cél a húzóerők biztonságos lehorgonyzása. A membránban terjedő húzófeszültségek biztosítják a külső terhekkel szembeni teherbírást és állékonyságot. Úgy képzelhetjük el, mintha egy vitorla felületi terheit kéne biztonságosan lealapozni - ilyenkor a csomópontokban koncentrálódó eredő erők igen nagyok lehetnek. A felület nem szakíthatja ki a köteleket, kereteket az alapozásból. (Pneumatikus membránoknál az alapozás nem engedni felemelkedni a sátrat.)

A IV-1. ábrán a tömeggel (önsúllyal) történő lehorgonyzásra utalunk. Többnyire vasbeton tömbalappal horgonyozzuk és alapozzuk le a felületben terjedő húzóerők eredőit. Méretezendő a vasbeton tömbalap az adott eredőre.

A IV-2. ábrán látható sematikus ábrával a különböző keretszerkezetekre, keretállásokra utalunk. Ennek sokféle térbeli variációja létezik és került feldolgozásra. Közös bennük, hogy csuklókkal, húzott kötelekkel (vagy akár vonórudakkal), valamint nyomott oszlopokkal bontják komponenseire a sarok felől érkező eredő húzóerőt. A húzott, illetve nyomott részek aztán szintén az alapozások felé adják le az erőt, ezek rendszerint szintén vasalt betontömbök. A csuklóknál szükséges elfordulási mechanizmus a modellekben is biztosított.

ANC 01 01

Ez a szerkezet egy egyszerű acél csőkonzol. Méretezendő a talplemez és a csavarok nyírásra, nyomásra, az acél cső hajlításra és nyírásra, stb. A csőkonzol végéhez egy (esetleg több) kifúrt acéllapkát hegesztünk, ehhez kapcsolható további (sarok) szerkezet.

**ANC 02 01**

Ez a szerkezet egy háromcsuklós keretnek tekinthető. A nyomott rész egy acél csőoszlop, a húzott rész egy köté. Az alapozásokhoz csavarozott talplemezekből hegesztett, kifúrt acél lapkák állnak ki, ehhez kapcsolhatóak egyrészt a kötelek. Másrészt az acélcsövet is egy korong alakú lapkával fenekeljük le, amelyhez szintén egy kifúrt acél lapkát hegesztünk - így hozható létre a csukló a nyomott talpnál is. Az acélcső fejére egy kifúrt, vastagabb lapelemet kapcsolunk, ehhez szerkeszthető a sarokszerkezet. Az állás oldalirányú eldőlése elleni biztosítás végett a talpcsukló hajlításra méretezendő.

**ANC 03 01**

Ez a keret az előzőtől annyiban tér el, hogy a húzóerőt két komponensre bontja. A nyomott acélcső mellett két húzott köté található. Az acélcső feje át van fúrva egy csavarral, amely alkalmas olyan kötélfoglatat fogadására, amely pontosan ilyen csavarhoz illeszkedik.

**ANC 04 01**

Ez a lehorgonyzás egy köté talplemezhez való rögzítése. Egyirányú elfordulásra van lehetőség. A köté egy csavaros foglalatnál végződik- ezt a csavart a sarokszerkezet rengeteg féleképpen tudja fogadni. A köté talp felőli foglalat egy acél lapkára rögzül.

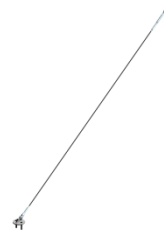
**ANC 05 01**

Ez a lehorgonyzás szintén egy köté talplemezhez való rögzítése. Egyirányú elfordulásra van lehetőség. A köté egy csavaros foglalatnál végződik- ezt a csavart a sarokszerkezet rengetegféleképpen tudja fogadni. Az előző megoldással ellentétben itt két acél lapka közé rögzül a köté talp felőli foglalat.



ANC 06 01

Ez a lehorgonyzás szintén egy kötél talplemezhez való rögzítése. Egyirányú elfordulásra van lehetőség. A kötél villás foglalatával végződik, ezt a sarokszerkezet rengeteg féleképpen tudja fogadni. Az előző megoldással ellentétben itt a talplemez kör alakú.

**ANC 07 01**

Ez a térbeli keret szintén nyomott, elforduló acélcsővel és két húzott kötéllal horgonyozza le az eredő erőt. A sarokszerkezet az oszlop tetejéhez hegesztett acél lapkához tud kapcsolódni.

**ANC 08 01**

Ennél a speciális keretnél a nyomott rúd egy ellipszis keresztmetszetű acélcső, a talpánál mereven, konzolként kapcsolódik a vasbeton tömbalaphoz. Az oszlop tetején található a csukló. A két húzott rúddal az oszlopot egy speciális rúdszerkezet köti össze. A rúd két C-szelvényből áll, végükön talpakon keresztül fa elemekkel vannak összecsavarozva. A C-szelvények közt egy sok helyen kifúrt acél sín található, ennek mentén a csuklók állíthatóak. A fa elemekhez csavarozással kapcsolható az adott sarokszerkezet.

**ANC 09 01**

Ez a lehorgonyzás egy kötél talplemezhez való rögzítése. Egyirányú elfordulásra van lehetőség. A kötél egy állítható csavaros foglalatával végződik- ezt a csavart a sarokszerkezet rengeteg féleképpen tudja fogadni.

A kötél talp felőli foglalatja egy acél lapkára rögzül. Különbség, hogy ez a speciális, villásfoglat állítható, és igen nagy erők felvételére képes.

**ANC 10 01**

Ez a lehorgonyzás egy kötél talplemezhez való rögzítése. Egy speciális acél elemen keresztül két irányú elfordulásra van lehetőség. Ez az elem egy villás kötélvég és egy ívelt acél lapka összehegesztésével alakítható ki. A kötél végfoglalatja egy csavar, amely sokféleképp kapcsolódhat az adott sarokszerkezethez.



ANC 11 01

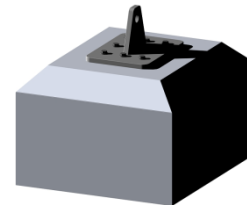
Ez egy épületmagas keret, igen nagy méretű erők lehorgonyzására. A nyomott acélcső fejéhez több irányban acél lapkákat hegesztünk. Az oszlopot a nyomóerők felvételéig, tehát a felület megfeszítéséig a harmadik, az acélcső elején található kötéllel biztosítjuk eldőlés ellen.

**ANC 12 01**

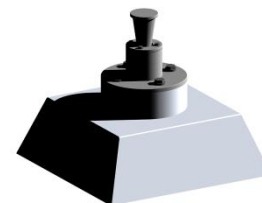
Ez a keret eltér az eddigiektől. A nyomott acélcső konzolként, mereven van a tömbalaphoz csavarozva. A markáns ferde szög miatt önsúlyból adódó hajlításra is méretezendő. Az acélcső fejéhez 3 irányból lapkákat hegesztünk, ehhez kapcsolódnak a húzott kötelek és a sarokszerkezet.

**ANC 13 01**

Ez a lehorgonyzás kizárólag egy vasbeton tömbalap. A tömbalapba csavarokon keresztül horgonyzunk le egy talplemezt. A talplemezhez merőlegesen hegeszthető egy acél lapka, amely a sarokszerkezetet a kifúrt lyukon keresztül tudja fogadni.

**ANC 14 01**

Ez egy korlátozottan, de három irányban történő elfordulásra képes csukló. A vasbeton tömbalaphoz különböző ívelt, csavarozott talp- és szorítólemezekon keresztül rögzítünk egy acél golyót - ehhez pedig hozzá lehet hegeszteni a különböző erőközvetítő elemeket. Ezek lehetnek húzott rudak, amelyeket sarokszerkezetekhez lehet kapcsolni, vagy például nyomott oszlopok talplemeze és az acélgolyó között kapcsolatot teremtő, hajlított, kónuszos acélelemek.

**ANC 15 01**

Ez a lehorgonyzás kizárólag a nyomott rúd modelljét tartalmazza, mely ebben az esetben egy igen magas acél oszlop. A kihajlás elleni biztosítás érdekében az oszlop hajlítási merevségét meg kell növelni. Három acélcsőből van összeszerkesztve, és az oszlop a közepénél, ahol kihajlás a legveszélyesebb, kihasasodik. Vízszintes, lyukkal kikönnnyített acél háromszöglemezek tartják össze a csöveket.

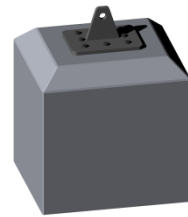


ANC 16 01

Ennél a keretnél két, alul csuklós nyomott oszlop és egy húzott kötél közvetíti az erőket. A nyomott oszlopok felül egy acéllappal össze vannak hegesztve, így igen nagy erők felvételére képes ez a keretállás. A felső, kapcsoló célú acéllaphoz rögzül a kötél, szintén egy hegesztett, vékonyabb acéllapkán keresztül.

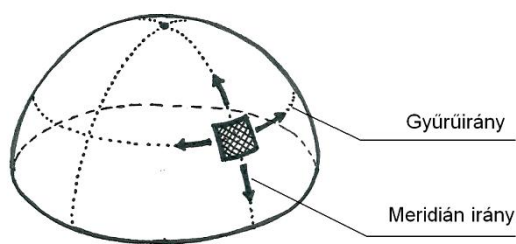
**ANC 17 01**

Ez a lehorgonyzás kizárólag egy vasbeton tömbalap. A tömbalapba csavarokon keresztül horgonyzunk le egy talplemezt. A talplemezhez merőlegesen hegeszthető egy acél lapka, amely a sarokszerkezetet a kifúrt lyukon keresztül tudja fogadni. Az ANC 13 01-től méretében különbözik - ez jóval nagyobb szerkezetek fogadására képe.

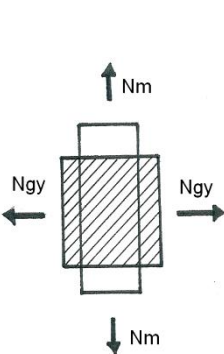


V. SAROKSZERKEZETEK

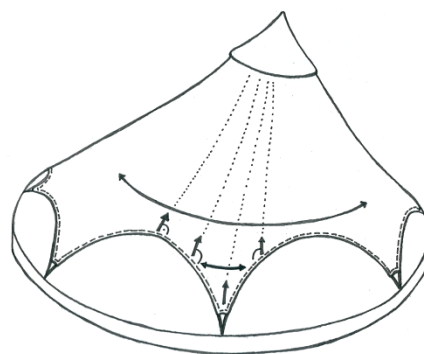
A 2011-ben elkészült *Membránszerkezetek megtámasztási megoldásai - sarokcsomópontok* című dolgozatomban részletesen írok a membránfelületben ható feszültségekről, valamint arról, hogy egy sarokszituációban az általános felülethez képest milyen, feszültségekkel kapcsolatos problematika lép fel. Ezt az alábbiakban röviden összefoglalom.



V-1. ábra



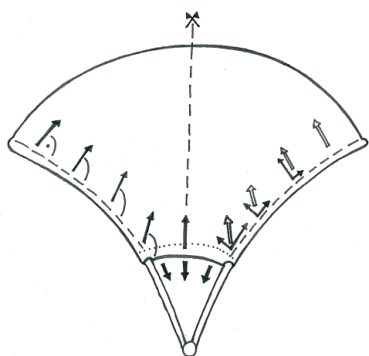
V-2. ábra



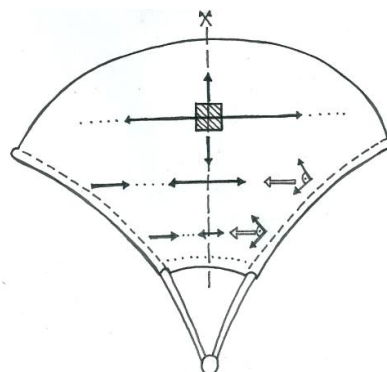
V-3. ábra

Az általános membránfelület minden, végtelenül kicsi darabjában kétirányú feszültségek vannak jelen: a meridián és a gyűrű irányú erők. Egy félgömb alakú, idealizált pneumatikus membrán esetében a meridián irányú erők nem engedik felemelkedni a sátrat a földről - így könnyen belátható ezen erők hosszanti értelmű működése. Egy hosszanti értelemben húzott felületdarabnál jelen kell legyen egy erre merőleges erőrendszer is: ezek a gyűrű irányú erők nem engedik hosszanti értelemben megnyúlni és szétszakadni a felületdarabot (V-1-2. ábrák). Feszített membránoknál a peremszerkezetek megfeszítésével hozzuk létre ezt a belsőerő-rendszert.

A sarkok közelében ez a merőleges erőrendszer már nem érvényesül ilyen tisztán. A gyűrű irányú erőrendszer a peremkötelekbe "ütközik", a meridián irányú erőrendszer pedig elkezd a merőlegestől eltérő hegyesszöget bezárni a kötéllel (V-3. ábra).



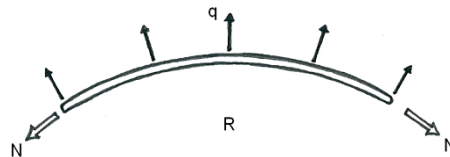
V-4. ábra



V-5. ábra

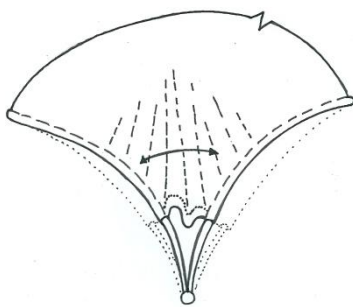
A sarokra ráközelítve és a erőrendszert kettébontva a következők figyelhetők meg. A meridián irányú erőrendszert komponensekre bontva köteltengelyre merőleges és azzal párhuzamos erőket különböztethetünk meg (V-4. ábra). A gyűrű irányú erőknél ez ugyanígy teljesül, csak a köteltengellyel párhuzamos erőknél ellenkező értelemben (V-5. ábra).

A tengelyre merőleges erők, melyek a sarkot össze akarják rántani (ezzel összeráncolni, V-7. ábra) az $N=q/R$ képlet értelmében felvehetőek egy-egy húzóerővel az ívelt köté két végén (ahol N = húzóerők, q = megoszló teher és R = görbületi sugár - V-6. ábra).

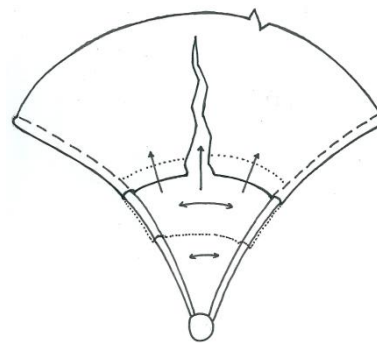


V-6. ábra

Az ívelt köteltengellyel párhuzamos erők a ponyvát a saroktól fel akarják húzni, ezzel a tervezettél nagyobb fesztáv áthordására kényszeríteni és meridián irányban elszakítani (V-8. ábra). Ezen erők felvételére külön szerelvényt kell alkalmazni.



V-7. ábra

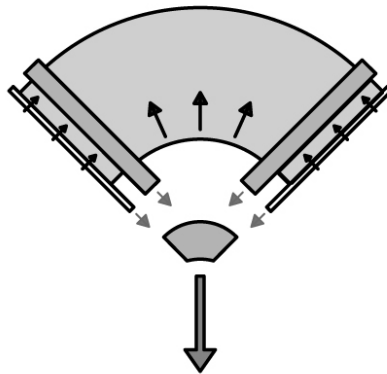


V-8. ábra

Fontos tudni, hogy egy sarokszerkezet működése során egyszerre van jelen az összes kiegyensúlyozandó meridián és gyűrű irányú erő. A csomópont beállításánál ezeket egyszerre kezeljük. Egy sarokszerkezet elsődleges problematikája tehát a következő:

- hogyan, milyen szerkezettel vesszük fel a kiegyensúlyozandó erőket,
- hogyan, milyen szerkezettel finomhangoljuk a csomópontot az alakváltozások, méretpontatlanságok és építési hibák kiküszöbölése érdekében,
- hogyan biztosítjuk a térbeli elfordulás lehetőségét, ha arra szükség van,

...úgy, hogy a ponyvaanyag ne szakadjon fel és ne ráncosodjon, tehát ne legyen benne anyaghiány- vagy többlet. Ennek a problematikának a megoldására rengeteg variáció kínálkozik, következzen ezek közül néhány, amelyek a projektben feldolgozásra kerültek.

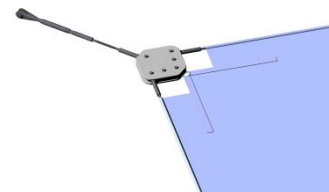
CORNERS WITH WEBBINGS - HEVEDERES KAPCSOLATOK

VI-9. ábra

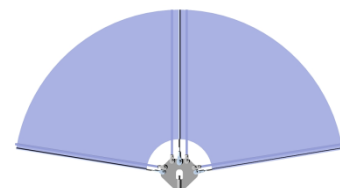
A hevederes sarokkapcsolatok esetén a kötéltengellyel párhuzamos erőket hevederekkel közvetítjük a sarokszerkezet és ezáltal a lehorgonyzások felé. A hevedert varrhatjuk, hegeszthetjük vagy ragaszthatjuk a ponyvára. A hevedert az UV-sugárzástól védeni kell. A heveder egyben gátolja a peremkötél mentén kialakuló ráncokat. A problematika tehát egy olyan szerkezet létrehozása, amely fogadja a peremköteleket és a hevedereket is. A heveder többnyire nem állítható hosszúságú, anyagából fakadóan azonban bizonyos mértékű alakváltozásra képes. Ezeknél a szerkezeteknél a beállítás többnyire nem a csomóponton belül történik, hanem az egész csomópontot állítjuk a hátszerkezethez képest.

CWW 01 01

A kötélfoglatatok két fém csomólemez közé futnak be és csavarral rögzülnek közéjük. A hevederek csak egy szakaszon vannak a ponyvára szerkesztve. A hevederek egy közös fém gyűrűre futnak, mely szintén a két lemez közé rögzül. Ide kapcsolódik be a lehorgonyzó elem is, mely tetszőleges hátszerkezethez kapcsolható. Ez két, egy állítható villás és egy lyukkal ellátott foglalatból áll, melyek között kötélt találhatók.

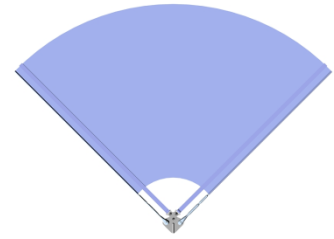
**CWW 02 01**

Ennél a kialakításnál három irányból futtatunk kötelet egy közös csomólemezre. A kötelek nem állíthatók, mereven "harapnak" a lemezre. A kötelek mentén végig hevederek találhatók, melyek feszítőgyűrűkön keresztül egy-egy kötélvégződéshez kapcsolódnak, és szintén mereven rögzülnek a lemezre. A lemezben egy kis cső van, ez fogadja lehorgonyzások felé erőket közvetítő csavart.

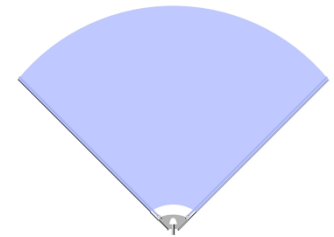


CWW 03 01

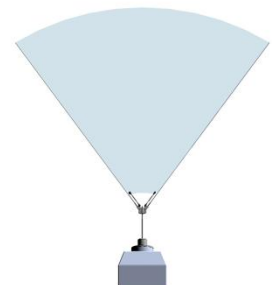
Ennél a kapcsolatnál a kötelek mereven rögzülnek a csomólemezsre, viszont foglalatuknál állítható a hosszuk és ezáltal az általuk bezárt szög. A két heveder egy-egy acél háromszögelemre rögzül, melyek két közös háromszög acéllapka közé vannak csavarozva. Ezek a lapkák szintén csavarosan rögzülnek a csomólemezhöz. A csomólemezben egy menet van elhelyezve, ebbe rögzülhet a csavaros végződésű lehorgonyzó szerkezet.

**CWW 04 01**

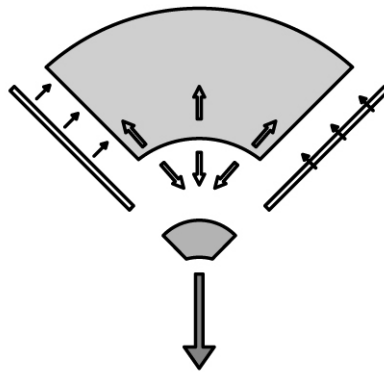
Ennél a kapcsolatnál a kötelek csavaros foglalatban végződnek, és egy - egy kicsi acélcsövön futnak át. Ezek az acélcsövek a csomólemezhöz vannak hegesztve, mögöttük az anyacsavarral állítható a kötelek hossza és az általuk bezárt szög. Ugyanilyen elven működik a lehorgonyzás is: szintén kis acélcső van a csomólemez közepén elhelyezve, csavaros lehorgonyzás akasztható be ide állítható módon. A kötél mentén végig folytonos hevederek futnak, kis acélelemeken keresztül egy irányban elforduló módon rögzülnek a lemezhez.

**CWW 05 01**

Ennél az összetettebb modellnél megfigyelhetjük a három irányban korlátozottan elforduló lehorgonyzó csuklót (ANC 14 01). A fent említett acélgolyóhoz csavaros, állítható végű vonórúd van hegesztve. Erre rögzül egy olyan, összetett acélelem, mely egyszerre fogadja a csavaros végződésű kötélfoglalatot, illetve az ellenmenetes csavarszárakkal megfogott hevedereket.



SOLUTIONS CONNECTED TO FLEXIBLE EDGES - RUGALMAS PEREMHEZ KAPCSOLT SAROKKIALAKÍTÁSOK



VI-10. ábra

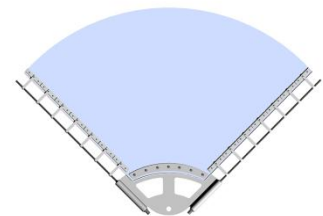
Rugalmas peremhez kapcsolt sarokkialakítások tipikusan a nagy méretű szerkezeteknél fordulnak elő - nagy fesztávoknál és nagy kötélhosszaknál. Ilyenkor nagy mértékben megnőnek a kötélen közvetített erők. Ettől nagyon megnő egyrészt a ráncosodás veszélye. Másrészt jobban kiütközik, hogy a kötélen és a ponyva anyaga között nagy különbség van az alakváltozási képesség terén. Ezt elkerülendő a kötelet és a ponyvát elválasztjuk, és speciális szerelvényekkel oldjuk meg a merőleges erők átadását. Ezt nevezzük rugalmas peremkialakításnak.

Ilyen szerelvényekről az Elements fejezetben lesz részletesebb információ, itt viszont külső referenciaként már megjelennek. Fontos viszont itt kitérni az ún. kéderre. Ez egy (többnyire műanyag, durván 1 cm átmérőjű) kötélen, amelyen a ponyvát átborítjuk - vagy ha úgy tetszik, a kédert a ponyvára hegesztjük. Ezzel a megfogó szerelvényeknek egy hosszanti, lineáris felület áll a rendelkezésére a ponyva megfeszítéséhez. Erőátadó rugalmas peremszerkezeteknél például alkalmazzuk ezeket.

A tengellyel párhuzamos erők felvételét itt is külön szerelvényekkel, elemekkel kell megoldani.

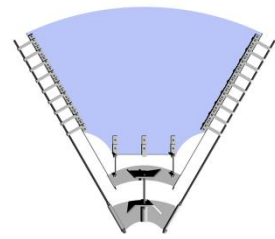
SCTFE 01 01

A csavaros kapcsolattal rögzített peremköteleket egy kikönnnyített fém csomólemezen fogadja. A peremkötelekre erőközvetítő szerelvények vannak akasztva. A ponyva végén megfigyelhető a kéder, amelyre a peremszerelvények "harapnak". Eközben a ponyva mereven fekszik fel a csomólemezen, a kéder pedig folytonos marad a szélén. A csomólemezen egy ívelt szorítólemezzel csavarozzuk rá. A csomólemezen egy furatot helyezünk el, ahova hátszerkezet kapcsolódhat.

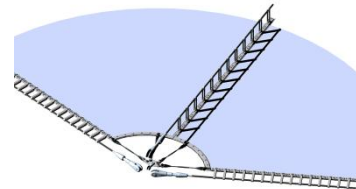


SCTFE 02 01

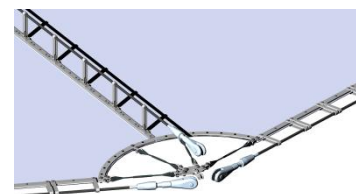
Ennél a sokszorososan osztott sarokkialakításnál fém kédert alkalmazunk. A peremkötelek csavarosan érkeznek a legnagyobb, első csomólemeze - ez egyébként egy kis csővel van ellátva, melyhez lehorgonyzás kapcsolható. A másodlagos csomólemez és az első között kétoldali, állítható csavaros kapcsolat van, ezzel a tengellyel párhuzamos erőket tudjuk állítani. Ebbe a másodlagos lemezbe szintén állítható módon fut be a fém kéder. A ponyva megfogása felcsúszás ellen acél lapkákkal történik, melyek szintén kétoldali állítható, csavaros kapcsolatokon adják le a párhuzamos erőket. Igen precíz és bonyolult kapcsolat, nagyon nagy erőknél alkalmazzuk.

**SCTFE 03 01**

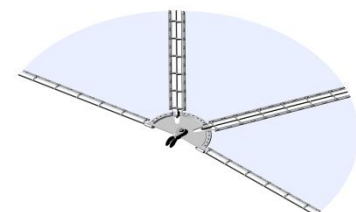
Ennél a megoldásnál fontos a térbeliség. Három kötel érkezik egy csomópontba. A középső kötel felületkapcsolási szerelvényekkel felfelé függeszti a ponyvát. A ponyva nem ér el a sarokig, kétoldali ívelt szorítólemezekkel fogjuk meg, majd ellenmenetes csavarszárakkal feszítjük a sarok felé. Ezek az ellenmenetes csavarok különböző, elforgást biztosító áttéteken át egy kisebb csomólemezeze érkeznek, melynek szintén kétirányú elfordulás biztosított. A legnagyobb sarokszerkezet, beállítása nagyon bonyolult.

**SCTFE 03 02**

Az előző sarokszerkezet egy változata. A különbség, hogy ennek a modelljébe egy másik függesztő, illetve egy másik peremkapcsolati szerelvény van beimportálva. Ezzel is demonstrálható a szerkezetek közti átjárhatóság és változatosság.

**SCTFE 04 01**

Ennél a nagyon nagy méretű megoldásnál négy irányból futnak teherhordó sodronykötelek a központi csomólemezeze. A ponyva mereven fekszik fel a lemezre, ívelt szorítólemezzel van rácsavarozva - a kéder itt is megjelenik. A lemez két irányban el tud fordulni, ehhez egy két, villás kötélvégéből összehegesztett speciális elemre van szükség.

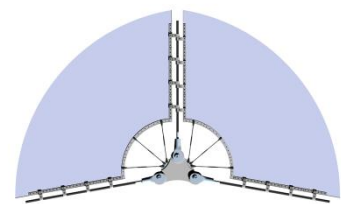
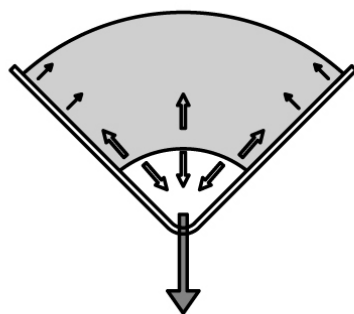


SCTFE 05 01

Ennél a szintén extrém nagy megoldásnál a lényeg a térbeliség. A középső sodronykötél két oldalán lévő ponyvafelületek szöget zárnak be egymással. Felcsúszás ellen ellenmenetes csavarszárrakkal fogjuk meg a ponyvát. A rugalmas perem itt is megfigyelhető. A kétoldali, állítható kötelek egy-egy acéllapkára rögzülnek. Ezek a lapkák a középső kötélt térben tört foglalatára vannak hegesztve. Ez a központi foglalat azért nem egyenes, mert az erők eredője a ponyvák által bezárt szög miatt nem esik a középső kötélt tengelyébe.

**SCTFE 06 01**

Szintén extrém nagy léptékű megoldás. A központi csomólemezek mereven rögzülnek a teherhordó kötelek. A ponyva nem fut a központi csomólemezig - az erőket ívelt szorítólemezekon, majd ellenmenetes csavarszárrakon adja le a lehorgonyzások felé. A csomólemez aljára két acél lap van hegesztve, ezzel kapcsolható az alapozáshoz. Egy irányú forgást lehet biztosítani.

**SOLUTIONS WITH CONTINUOUS ROPES - MEGSZAKÍTATLAN KÖTELES KAPCSOLATOK**

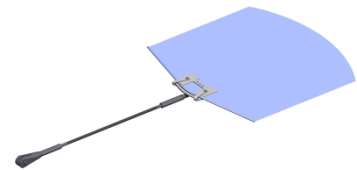
VI-11. ábra

Ennél a megoldástípusnál a kötélt megszakítatlanul fut tovább a saroknál. A ponyva nem érhet el a sarokig. Az itt koncentrálódó erőket kétféleképp gyűjthetjük össze. Egyrészt be lehet a kötéltbe akasztani egy szerkezetet, amellyel a kellő irányba húzzuk a csomópontot. Ilyenkor is megoldandó a párhuzamos erők felvétele. Másrészt készíthetünk olyan szerkezetet, amely "form-fit" módon, azaz

beakadás útján egyszerre húzza a kötelet a kívánt irányba, másrészt összeszorítja a ponyvát, megakadályozva ezzel a felcsúszását.

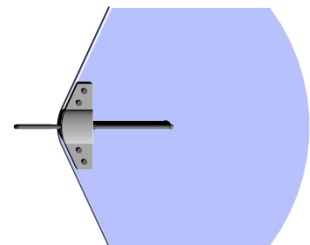
SWCR 01 01

Aránylag kis méretű megoldás. Egy csomólemezzre futtatjuk és (szorítólemezek segítségével) csavarozzuk a ponyvát, mely szokatlan módon nem szakad meg a saroknál. Tekinthető egy szakaszos rugalmas rögzítésnek is, alkalmas lehet pl. egy rácsos tartó lekísérésére. A csomólemez aljára hegesztett két acél lapka közé érkezik a lehorgonyzó kötélfogalata.



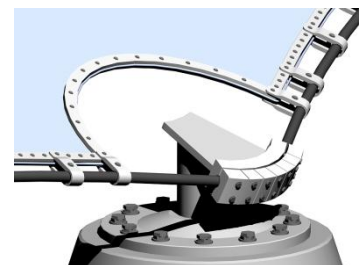
SWCR 02 01

Aránylag szintén kis méretű megoldás. Még inkább tekinthető egy szakaszos rugalmas rögzítésnek is, alkalmas lehet pl. egy rácsos tartó lekísérésére. Egy hajtúcsavarra két irányból egy-egy (a csavarnál kihasasodó) lemezt csúsztatunk, helyük hosszanti értelemben az anyacsavarokkal állítható. A hajtúcsavar végére egy kupakot kell tenni, hogy ne szakítsa fel a ponyvát. A hajtúcsavar tetszőleges hátszerkezethez szerkeszthető, egyirányú elforgás lehetséges.



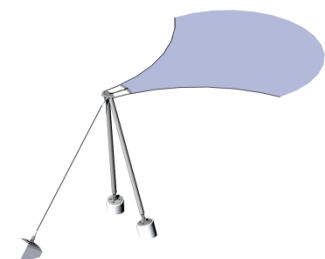
SWCR 03 01

Extrém méretű és teherbírású kapcsolat. A csomólemez előre meghatározott szögben van egy acélcső törpekonzolja hegesztve. Ez vasbeton tömbalaphoz van lehorgonyozva. A nagy teherbírású sodronykötelet a csomólemez kiszélesedő, kierősített szélébe akasztjuk, majd csavaros elemekkel biztosítjuk. A nagy erők miatt itt is rugalmas peremkapcsolatot alkalmazunk, még hozzá egy igen erős típusát. A ponyva ívesen zárul, szorítólemezek közé feszül be. Ezek a szorítólemezek nem a csomólemez felé, hanem a sodronyköteleknek adják le az erőket kétoldalt.



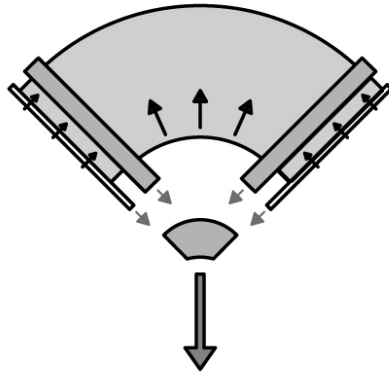
SWCR 04 01

Ez egy, az ANC 16 01-es lehorgonyzáshoz kapcsolt megoldás. A kötélfogalattal van egy félköríves csomólemez kiszélesedő peremébe akasztva, majd kis, csavaros elemekkel biztosítva. A ponyvát két szorítólemez közé feszítjük, majd ezt egy ellenmenetes csavarral a csomólemezhez horgonyozzuk. A csomólemez a kapcsolt



oszlopfőjéhez van hegesztve, de adott esetben itt elforduló kapcsolat is kialakítható.

SOLUTIONS WITH DOUBLED MEMBRANE - KÉTRÉTEGŰ SAROKIALAKÍTÁSOK



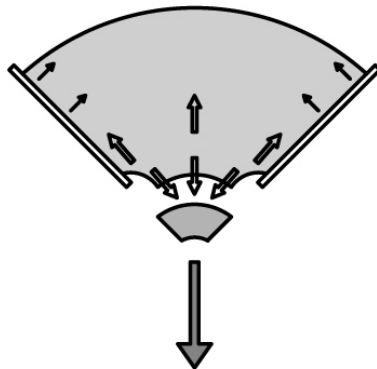
VI-12. ábra

Kétrétegű membrán kialakítására különböző okokból lehet szükség. Hőtechnikai szempontból egy átszellőztetett légrétegű héjazat rengeteg előnyt rejt magában. Lehet szó olyan építészeti kialakításokról, ahol a csak egy szakaszon kialakított alsó réteget hozzákapcsoljuk egy merev peremhez, például falhoz - a felső réteg pedig a nagy erőket veszi fel.

SWDM 01 01

Az egész kéthéjú sarok egy egyszerű háromcsuklós kerethez kapcsolódik. A nyomott oszlop fejénél egy fogadószerelvényt helyezünk el, ebbe ül bele a felső sarokszerkezet. Mindkét kapcsolat hevederes. A felső kapcsolathoz két csomólemez közé futtatjuk be a kötélfoglatot és a hevedert megfogó ellenmenetes csavarszárat, ahol további szerelvények találhatóak. Az alsó réteg egy menetben végződő vonórúd. Egyirányú elforgási lehetőséggel rögzül egy, a nyomott acélcsőre hegesztett acéllapkához. Maga kapcsolat a CWW 05 01-es kialakításnak felel meg az erőátadás helyénél.



SOLUTIONS WITH METAL PLATES - CSOMÓLEMEZES KAPCSOLATOK

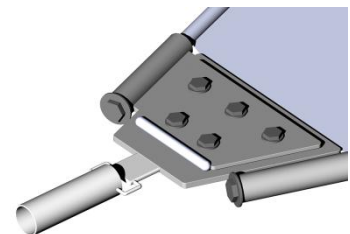
VI-13. ábra

Ezek a sarokkialakítások a legelterjedtebbek. Lényegük egy olyan, már gyakran előfordult lemez, amelyre a ponyvát mereven ráfuttatjuk, majd szorítólemezekkel lecsavarozzuk. Kédert is használhatunk a ponyva végén, ez szintén segít a szorítólemezes kapcsolatnál. Sok variációja van, hogy a lemezhez a kötél, illetve a hátszerkezet felé erőket közvetítő lehorgonyzó szerkezetek hogyan kapcsolódnak.

Fontos megemlíteni, hogy a ponyva csomólemezre való ráfuttatása 3D-ben csak nagyon nehézkesen, vagy pedig egyáltalán nem megmodellezhető - a rendereken emiatt nem takar a ponyva a csomólemezre.

SWMP 01 01

Ennél a nagyon egyszerű sarokkialakításnál a csomólemezhez két kis csövet hegesztünk, melybe a csavaros kötélfoglatok bele tudnak akaszkodni. Az anyacsavarral állíthatjuk a kötelek hosszát és az általuk bezárt szöget. A csomólemezhez egy kis elfordulást biztosító acél "gyűrűn" keresztül egy menetes csövet rögzítünk, melybe csavaros kötélvégződés akaszthat bele lehorgonyzásként. A ponyva végén kötélt találhatók

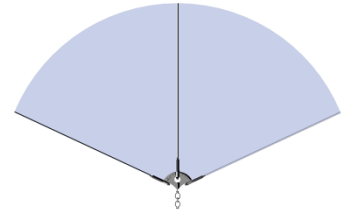
**SWMP 02 01**

Ennél a megoldásnál nem használunk kédert. A kötelek szöge közel áll a 180 fokhoz, így a felcsúszás veszélye kicsi. A kötelek hossza és szöge kis mértékben állítható. A lemez ívelt végén lévő furathoz tetszőleges lehorgonyzás kapcsolható.



SWMP 03 01

Ennél a megoldásnál sem használunk kédert. A csomólemezhez a megszokott csavaros kapcsolattal három irányból szerkesztünk köteleket. Különböző gyűrűs fém áttéteken adjuk le az eredő erőt.

**SWMP 04 01**

Ennél a megoldásnál sem használunk kédert. A csomólemezhez a megszokott csavaros kapcsolattal két irányból szerkesztünk köteleket. Az eredő erőt egyirányban elforduló módon adjuk le a lehorgonyzásnak, mely egy acél lapkával ellátott, lecsavarozott talplemez. Ez a kis kapcsolat könnyen szerkeszthető akár homlokzatra is.

**SWMP 05 01 - SWMP 05 02**

Ennél a megoldásnál használhatunk kédert. A csomólemezhez a megszokott csavaros kapcsolattal két irányból szerkesztünk köteleket. Az eredő erőt egyirányban elforduló módon adjuk le a lehorgonyzásnak. Az erőközvetítő szerkezet egy csavar, amihez egy kötélfoglalatot hegesztünk.

A két variáció között csak a kötelek által bezárt szög a különbség.

**SWMP 06 01**

Ennél a megoldásnál nem használunk kédert. A kötelek szöge közel áll a 180 fokhoz, így a felcsúszás veszélye kicsi. A kötelek hossza és szöge kis mértékben állítható. A lemez ívelt végén lévő hosszú furaton keresztül tetszőleges lehorgonyzáshoz tudjuk kapcsolni a sarkot - valamint egyszerűen utófeszíthető a kapcsolat.



VI. TÍPUS MEMBRÁNSZERKEZETEK

Az itt következő szerkezetek az előző két fejezet szerkezeteiből épületek össze.

MC 01 01

REFERENCIÁK:

ANC 01 01

CWW 01 01



MC 02 01

REFERENCIÁK:

ANC 02 01

CWW 02 01



MC 03 01

REFERENCIÁK:

ANC 03 01

CWW 03 01

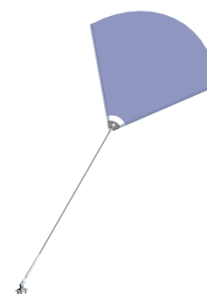


MC 04 01

REFERENCIÁK:

ANC 04 01

CWW 04 01

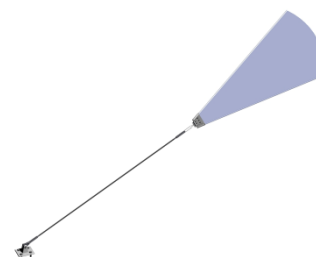


MC 05 01

REFERENCIÁK:

ANC 05 01

SWMP 01 01

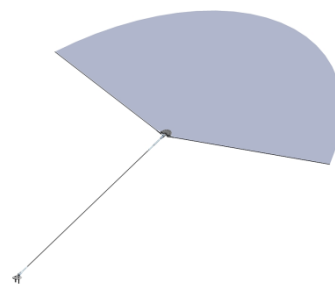


MC 06 01

REFERENCIÁK:

ANC 06 01

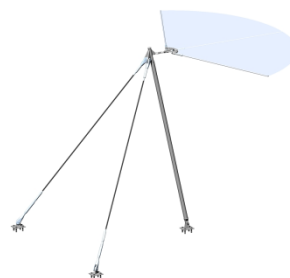
SWMP 02 01

**MC 07 01**

REFERENCIÁK:

ANC 07 01

SWMP 03 01

**MC 08 01**

REFERENCIÁK:

ANC 08 01

SWMP 06 01

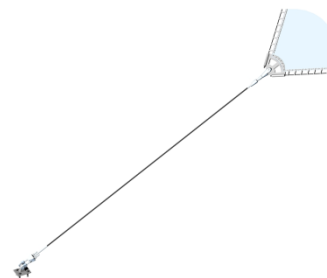
**MC 09 01**

REFERENCIÁK:

ANC 09 01

SCTFE 01 01

FE 01 01

**MC 10 01**

REFERENCIÁK:

ANC 10 01

SCTFE 02 01

FE 01 02

**MC 11 01**

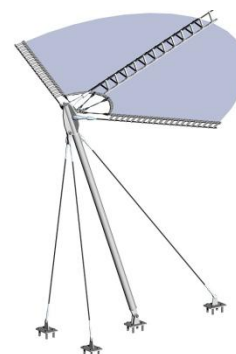
REFERENCIÁK:

ANC 11 01

SCTFE 03 01

FE 01 02

SC 01 01



MC 12 01

REFERENCIÁK:

ANC 12 01

SCTFE 04 01

FE 02 01

FE 02 02



MC 13 01

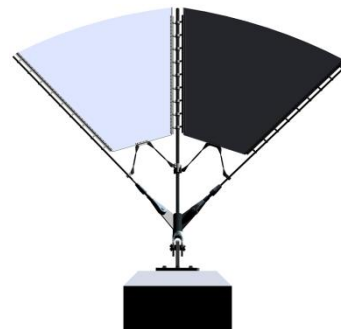
REFERENCIÁK:

ANC 13 01

SCTFE 05 01

FE 03 01

FE 03 02



MC 14 01

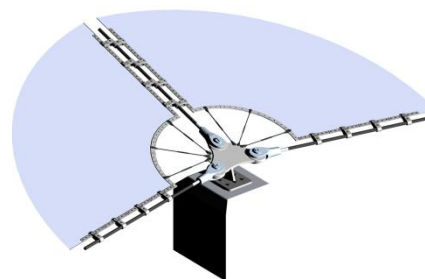
REFERENCIÁK:

ANC 17 01

SCTFE 06 01

FE 04 04

FE 04 04



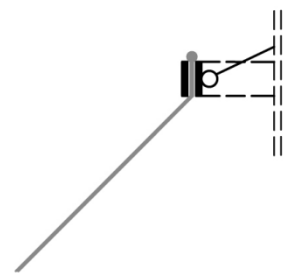
VII. ÁRBOCSZERKEZETEK

Árbocszerkezeteknél az egyik problematika az, hogy hogyan tudjuk a csúcspont magasságát állítani. Ha ugyanis a felület megnyúlik és relaxálódik vagy utófeszíteni kell, sokkal gyorsabb és könnyebb egy ponton megemelni a ponyvát, mint az összes lefeszítő sarokszerkezetet finomhangolni. Itt viszont egyszerre kell az egész erőt mozgatni, tehát ennek a megoldására nagy teherátadást biztosító, dinamikus szerkezetek kellenek.

Másik problematika, hogy hogyan tudjuk a lefedett területet a csúcsponton kiszellőztetni. Ez az igény nem általános, de szükségszerű lehet. Meleg éghajlatú területeken ez a kiszellőzés nagyobb szerkezeteknél a sátor mentén létrejövő kürtőhatás miatt igen jól működhet.

Fontos még a fogadóabroncsok (gyűrű alakú acélszelvények) keresztmetszete, illetve az, hogy a ponyva hogyan rögzül rá. Ennek illusztrálására tekintsük meg a *VIII-1. ábrát*. Amennyiben az abroncs a keresztmetszet belső oldalán van, kívül pedig a szorítólemezek vannak, a kifelé irányuló húzás idővel meglazíthatja a kapcsolatot. Ha viszont az abroncs belsejére szorítjuk a ponyvát, és még ezen belül helyezkednek el a szorítólemezek, akkor a húzóerő kifelé irányuló komponense súrlódó kapcsolatot hoz létre az abroncs belső, felfekvési felületével - erre a kialakításra kell tehát törekedni.

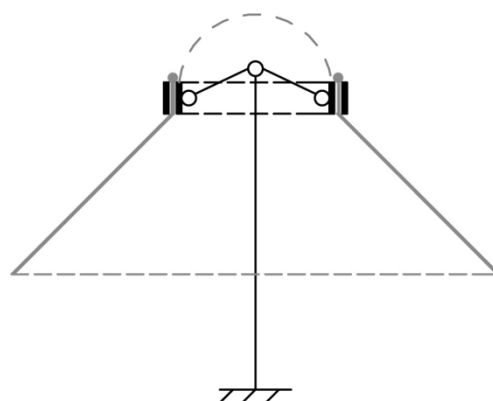
A ponyvát az abroncsra íves szorítólemezekkel feszítjük. A ponyvára mindig hegesztünk kédert, hogy ne csússzon ki a szorítólemezek alól.



VIII-1. ábra

HIGH-POINT, VAGY CSÚCSPONTOS ÁRBOCSZERKEZETEK

KUPOLÁVAL FEDETT ÁRBOCSZERKEZETEK



VII-2. ábra

Bevilágító kupolával gyakran látunk el sáterszerkezeteket. Ebben a projektben igen nagy méretű konstrukciók modelljein keresztül mutatom be ezeket a speciális szerkezeteket, melyeknél jelen projekt keretei közt az elhelyezés a lényeg, nem a gyártmány. Emiatt a kupolák sematikusan vannak lemodellezve. A bevilágító kupola többnyire plexi, de adott esetben lehet üvegfelület is. A három, ebben a kategóriában feldolgozott árbocszerkezet mind konzolos, elsősorban nyomott és hajlított konstrukció. Az oszlopok tetején speciális elemekkel biztosítjuk, hogy a ponyvát fogadó abroncsot csuklósan tudjuk felfüggeszteni (VIII-2. ábra). Ezeknél a nagy méretű konstrukcióknál megjelennek az ún. katasztrófakötelek: a ponyva tönkremenetele esetén ezek a kötelek be tudnak kapcsolódni a teherbírásba.

CWC 01 01

Ennél az árbocnál osztott szelvényű, kihasasodó geometriájú oszlopot használunk. A tetejére egy "persellyel" rögzítjük a kapcsolódó köteleket, amelyekre az abroncs van felfüggesztve. A persely egy acél elem, amely az alján egy félgömb kivágással ül fel egy félgömb elemre. Így három irányú elfordulás korlátozottan biztosított, az abroncs a feszültségeknek bizonyos mértékben utánafordul - így a felületben csak húzás alakul ki, nyomás nem. 8 nagy teherbírású kötelet



használunk erre az erőátadásra. Az abroncs aljára van felfüggesztve a ponyva, az összetett abroncsszelvényen át ezt felcsavarozzuk. Az abroncs felső felületére egy acél korongot fektetünk, majd erre egy újabb lapkorong lesz csavarozva. Erre a másodlagos korongra ül fel a félgömb alakú bevilágító kupola, azaz beemelés előtt, előre rá lehet szerelni. Az abroncs a tetejére ülő korongok furatain át ki van szellőztetve.

CWC 02 01

Szintén kihasasodó, osztott szelvényű oszlopszerkezetet használunk. Az oszlop tetejére mereven csavarozzuk a perselyt, amely három irányból fogadja a nagy teherbírású és méretű ellenmenetes csavarokat. A nagy méretű abroncs alsó részére kívülről van szorítva a ponyva. Az abroncsra függőleges lapkákat hegesztünk, itt kiszellőzik a belső tér. Ezekre a lapkákra egy acél lapkorong érkezik, erre ül fel a bevilágító felület összes eleme, amely ennél a konstrukciónál sík felület.



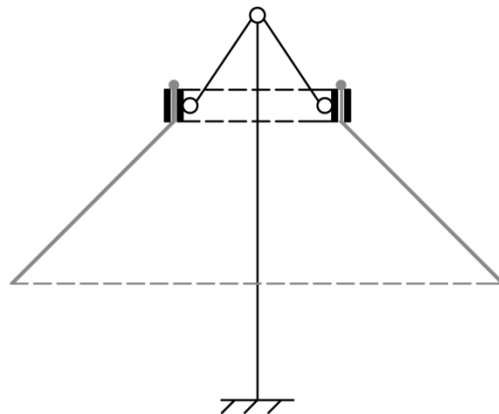
CWC 03 01

Ennél a konstrukciónál egy acél cső alkotja az oszlopot. Felső részéhez 8 acél lapka van hegesztve, ezek fogadják a teherközvetítő köteleket. A kötelek egy gyűrű alakú rácsos tartót



függesztenek, melyre kívülről, eltartva egy acél gyűrűszelvény van hegesztve - erre az abroncsra érkezik a ponyva. A katasztrófakötelek síkjában diafragmákkal van kierősítve az osztott szelvényű rácsos tartó. A rácsos tartó teteje fogadja a bevilágító kupolát, mely egy alumínium- vagy műanyagprofilokból kialakított csonka gúla.

COLUMNS WITH HOOP-STICKS - ÁRBOCSZERKEZETEK OSZLOPRA FÜGGESZTETT ABRONCCSAL

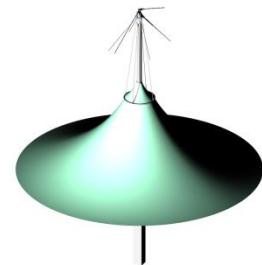


VII -3. ábra

Az itt feldolgozott szerkezetek zömmel egyszerű konzolos acél csőoszlopok. Az abroncsot ezekre függesztjük fel.

CWHS 01 01

Ennél a szerkezetnél két ponyva látható. Az alsó ponyva a nagy terheket hordja. A különválasztást az indokolja, hogy a kisebb ponyva a kisebb fesztáv miatt könnyebben kialakítható ráncok nélkül. Mindkét ponyva az abroncs belső felületére van szorítva, a szorítólemez-sor közös. Az abroncsot kívülről függesztjük négy kötéllel az oszlopfejre. A felső ponyvát egy szorítógyűrűvel (gallér) fogatjuk fel az oszlopra, kéder itt is van. Az árbotot további kötelek merevíthetik a fejénél, ez több szerkezet együtt való működtetése esetén lehet fontos.



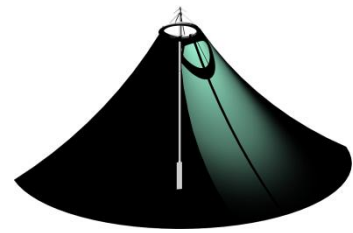
CWHS 02 01

Ennél a szerkezetnél egy nagy ponyva van. Az abroncs sugarasan "szelvényekkel" van kierősítve, egyben ezekkel tartjuk el az oszloptól. Az abroncsot kívülről függesztjük. A ponyva az abroncs külső részére érkezik. Az oszlopfej fogadja az abroncsot függesztő köteleket.



CWHS 03 01

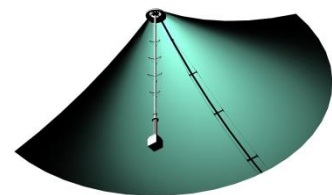
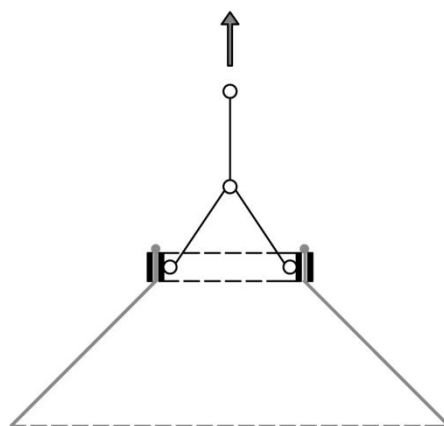
Az előző szerkezettől ez annyiban üt el, hogy más kialakítású az abroncs. Az oszlopfejre nem kötelekkel, hanem dupla acélsávokkal függesztjük az abroncsot, mely egy gyűrűvé hajlított acél cső (tórusz). Erre alulról acél lapkákat hegesztünk, melyeken keresztül a cső egy lapkorongot fogad. A korongra alulról csavarozzuk a ponyvát.

**CWHS 04 01**

Ez a szerkezet speciális abban az értelemben, hogy nem konzolos az acél csőoszlop, hanem négy irányból, csuklósan további acélcsövek támasztják alá. Ezek a lábak egy alapvetően egy csövet fognak össze, melybe az oszlop állítható módon beleül. Az állítási lehetőség az oszlop furatain keresztül van. A tetejéhez mereven kapcsolódik az abroncs, az erőket sugarasan elhelyezett acél "szelvények" viszik át. A ponyva az abroncs külső oldalára fekszik fel.

**CWHS 05 01**

A merev konzolként működő acélcsövet kihajlás ellen három irányból kötélrendszerrel biztosítjuk. Igen összetett konstrukció, mely a hajlított gerendák aláfeszítésének elvén alapul. Az oszlop fejére sugarasan acél lapkákat hegesztünk. Ezekre a lapkákra egyaránt rögzülnek a katasztrófakötelek, valamint az abroncsot függesztő elemek. Ez utóbbiak páros acél lapelemek, melyek felülről függesztik az abroncsot. Az abroncs két szelvényből van összerakva, kívülről fogadja a ponyvát.

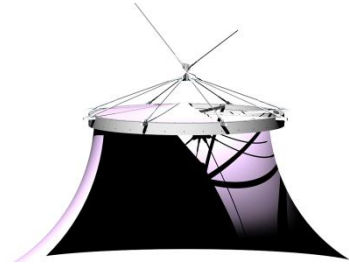
**SUSPENDED HOOP-STICKS - FÜGGESZTETT ABRONCSOK**

VII-4. ábra

Itt kizárólag a függesztő abroncs a lényeg, amelyre a ponyvát futtatjuk. Ennél a szerkezettípusnál az abroncsot kötelekkel továbbfüggesztjük valamilyen teherhordó szerkezetre.

SHS 01 01

Az acél abroncsgyűrűt sugaras acélszelvények merevítik. Igen nagy átmérőt el lehet érni ilyen konstrukciókkal. A merevítő szelvények túlfutnak a gyűrűn, külső végükre acéllapkákat hegesztünk, ezek segítségével függesztjük fel az abroncsot. A függesztő köteleket egy acéllapka-sugársor fogja össze, melyek egy acél csőre kapcsolódnak. Ezt az acél csövet pedig (szintén acél lapkákon keresztül) tovább tudjuk függeszteni. Az abroncsra még egy ponyvát fektetünk, középen kicsi "oszlop"elemmel kiemeljük.



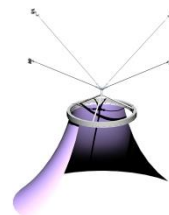
SHS 02 01

A ponyvát ennél a szerkezetnél egy acél "tányér" fogadja kívülről. A tányéron egy nagy méretű csavart vezetünk át, ezen keresztül állítható a tányér magassága. A csavar kierősített feje alkalmas függesztő elemek hegesztett acéllapkákon keresztül történő fogadására. Jelen esetben a csúcspontot három irányból acél csőoszlopokkal, "lábakkal" emeljük ki.



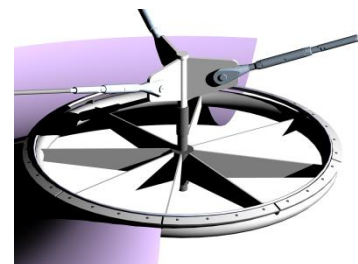
SHS 03 01

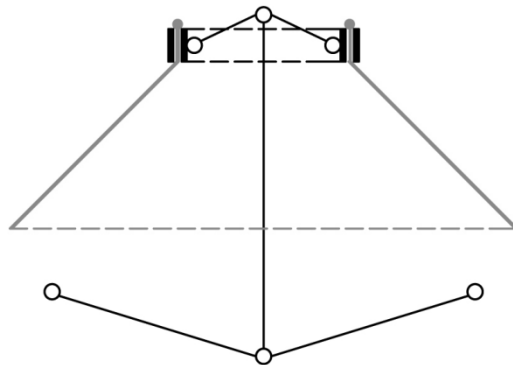
Ennél a konstrukciónál az abroncs a belső felületén fogadja a ponyvát. A belső felületéhez ferde acélrudak vannak hegesztve, melyek térben felfelé állnak, és egy kis acél csőelemen találkoznak. Ezt a csövet négy irányba függesztjük tovább.



SHS 04 01

Az abroncs itt egy gyűrűvé hajlított acélszelvény. Sugaras acéllapokkal van kierősítve, melyek egy menetes hüvelyre kapcsolódnak. Ezen egy csavart vezetünk át, melyet acéllapkákon keresztül felfüggeszthetünk. Az acél csőgyűrűre lapkákon keresztül egy kónuszos korongot hegesztünk, ez fogadja kívülről a ponyvát.



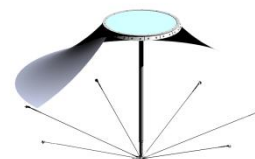
SUSPENDED RODS - FÜGGESZTETT RÚDSZERKEZETEK

VII-5. ábra

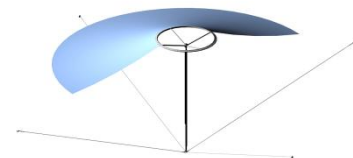
Talán a legszebb konstrukciók az árbocszerkezeteken belül. Lényegük, hogy a nyomott teherhordó oszlop nem a földre támaszkodik, hanem fel van függesztve. Nagyon fontos a magassági állítási lehetőség kialakítása, ennek rengeteg variációja ismert.

SR 01 01

A szerkezet egy perselybe ül bele, melyet 8 kötéllel függesztünk fel. A persely félgömb alakú kiharapásába egy kónuszos acéltest ül bele, a feltámaszkodás egy kis acélhegyen keresztül történik meg. Ez a kónuszos test egy csőben folytatódik, melyen a magassági állítás céljából több furat található. A kívánt furaton egy csavart vezetünk át, mely egyben megtartja a felső acél csőoszlopot. A csőoszlop tetejére egy sugaras acélszelvényekkel kierősített abroncs ül fel. Az abroncs egy négyszög alakú acélszelvény, amely ferde, külső oldalán a ponyvát, felső oldalán pedig a plexi bevilágító elemeit fogadja.

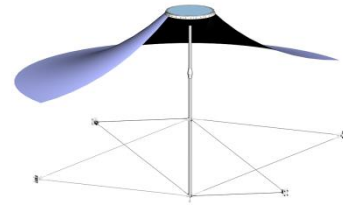
**SR 02 01**

Ennek a kapcsolatnak az alsó kialakítása megegyezik az előzőével, itt viszont 4 kötél függeszti a teherbíró perselyt. Az oszlop felső része pontosan úgy van kialakítva, mint az alsó kónuszos acéltest. Ennek a hegyére ül fel egy acél golyó, melyhez acél csöveket hegesztünk. Ezek az acélcsövek tartják az egyszerű szelvényű abroncsot, melyre kívülről, ferdén futtatjuk a ponyvát.

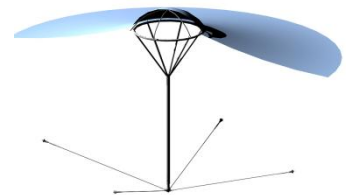


SR 03 01

Igen ravasz és szép konstrukció. A két részből álló acél csőoszlop nyomatékátadó módon ül bele egy kis csődarabba, melyet négy irányból függesztünk. Az oszlopot középen is biztosítjuk kötelekkel eldőlés ellen (ez különösen a ponyva ráfeszítése előtt lehet szükséges). A magassági állítás a következő: az alsó oszloprészre egy hengeres elemet hegesztünk kívülről. Ennek belső oldalán, ahol a felső oszlop megérkezik, menet van. A felső oszlopot tehát el lehet forgatni ezen a hengeres elemen keresztül - még hozzá úgy, hogy a felső oszlop alsó részét lefenekeljük, és kis acéllapkákat hegesztünk az aljára. Az egész szerkezet alja felől pedig, az alsó csövön keresztül vezetünk egy rudat, amellyel a felső oszlopot el tudjuk forgatni. A felső oszlop tetejére ül fel egy sugaras erősítésű abroncs, amely kívülről fogadja a ponyvát, felül pedig a plexi bevilágító elemeit.

**SR 04 01**

A szerkezetet alulról egy kicsi, merev csődarabka segítségével függesztjük fel. Ehhez kapcsolódnak a kötelek. Ezen a csődarabkán keresztül csavaros magassági állítási lehetőség van. A csőoszlop tetejéhez mereven acél rudakat hegesztünk. Ezek mereven rögzítik a hajlított acél gyűrűszelvényt, amely maga az abroncs. A nagy ponyva erre érkezik meg. Ezen kicsi acélelemek is találhatóak, amelyek hajlított acél rudakat tartanak ki - ezekre a rudakra fektetjük fel a kis ponyvát. Ezzel az áttétel a lefedett tér ki tud szellőzni.

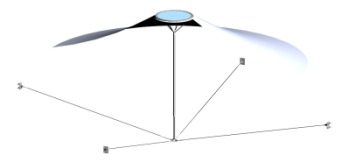
**SR 05 01**

Négy irányban függesztjük ezt a szerkezetet is. A függesztés helye felett rögtön, négy irányba nyílnak szét acélrudak, melyek mereven összefogják az acél abroncsot - az abroncs itt egy négyszögszelvény ferde külső fogadófelülettel a ponyva részére. Az előző szerkezethez hasonló áttéteken keresztül feszítjük ki a kisebb ponyvát. A szerkezet megint ki van szellőztetve. Kis szerkezet, magassági állítás csak a függesztő kötelek foglalatainál van.



SR 06 01

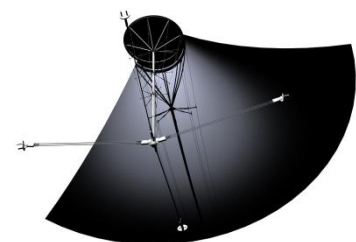
Az árbot négy irányba futó kötelekkel, alul mereven függesztjük. Az árbot két csőoszlopból áll, melyek közül az alsó, rövidebb darabon végig menet van vágva. Erre egy acél elemet csavarunk, amelybe beleül a felső, nagyobb acélrúd. A felső acélcsőhöz ferde rudak kapcsolódnak, melyek mereven megtartják a négyszögszelvényű abroncsot. Az abroncs ferdén, kívülről fogadja a ponyvát, felső oldalán pedig a plexi bevilágító elemeit.

**SR 07 01**

Az alsó függesztésnél az árbot egy megszakítatlan kötélre ül fel. Alsó részén kiviteli okokból egy lyuk van hagyva, ide az alpinisták bele tudnak akaszzkodni. E felett a lyuk felett menetes, állítható módon van összekapcsolva az árbot csőszerkezete a feltámaszkodást biztosító alsó elemmel. Az abroncs összetett. A mereven rudakra rögzített csőgyűrűhöz külső, gyűrűvé hajlított acélap kapcsolódik. Erre fut a nagy ponyva. A csőgyűrűre ezen kívül további acél lapkák vannak hegesztve, melyekre áttéteken keresztül egy felső szerkezet ül fel. Ez a felső szerkezet egy kisebb ponyvát hord. A szerkezet ki van szellőztetve.

**SR 08 01**

A szerkezetet kötéلكötegek függesztik - ez azért van, mert egy kötélnak túl nagy lett volna az átmérője. Alul az oszlop egy menetes hüvelybe ül bele - ezt a hüvelyt függesztik a kötelek. Az oszlop elforgatható és magasságilag állítható ebben a hüvelyben, a mechanizmust alulról egy levehető acél elemmel elfedjük. Az oszlop kihajlás ellen kötélszerkezettel van biztosítva - egyben ez a kötélszerkezet lefeszíti a felső abroncsot, merevvé alakítva a rendszert. A négyszögszelvényű abroncs csuklósan elforgó rudak végére van hegesztve. A ponyva kívülről érkezik az abroncs ferde felületére, felülről pedig a profilokkal merevített sík plexi bevilágítót fogadja. A rendszer ki van szellőztetve.

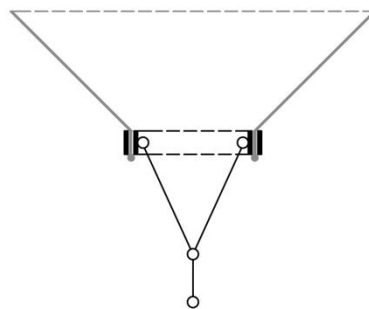
**SR 09 01**

Az osztott szelvényű, kihasasodó oszlopot 6 irányba függesztjük. Az oszlop egy acél korongba ül bele. Ez a korong csavarokon keresztül, állítható módon fel van akasztva egy másik, több emeletes

korongrendszerre, amelyet pedig a kötelek függesztenek. A felfelé elvékonyodó oszlop fent egyetlen csőben folytatódik, melyre körben háromcsuklós tartók vannak felrögzítve. Ezek tartják a nagyobb méretű ponyvát kívülről fogadó gyűrűvé hajlított csőabroncsot. Erre az abroncsra egy következő gyűrű van ráemelve, amelyről a felső, kisebb ponyvát indul. A felső ponyva fent egy merev, négyszögszelvényű oszlopra van felfeszítve, mely plexi bevilágítónak is helyet ad.



LOW-POINT, AVAGY "ALSÓ CSÚCSPONTOS" ÁRBOCSZERKEZETEK



VII-6. ábra

Ezeknél a szerkezeteknél a felületet lefelé feszítjük, egyfajta tölcséreket hozunk létre. A ponyva abroncsra történő felfekvésének szabályai itt is érvényesek. Előjön még a víz elvezetésének kérdése, de ez nem feltétlenül probléma - ahol ugyanis sátrakat építenek, gyakran nem esik annyi eső.

LWP 01 01

A ponyva egy kónuszos abroncs belső oldalára van rögzítve. Az abroncs külső oldalához acéllapkákat hegesztünk, ezekhez kapcsolódnak a lefeszítő kötelek. A térbeli elfordulás végett áttéteket alkalmazunk. A lefeszítő kötelek egy alsó "dobba" érkeznek meg. Ebbe a "dobba" fut bele a lehorgonyzó kötél csavaros végződése.



LWP 02 01

A ponyvát a külső oldalán fogadó abroncs belső oldalára acél rudakat hegesztünk, amelyek egy kis csődarabon találkoznak. A húzóerőket egy ebbe akasztott csavaron keresztül adjuk le a két irányban elfordulni képes talpcsuklónak.



LWP 03 01

Az alul három irányba korlátozottan elfordulni tudó lehorgonyzás miatt az oszlopot három irányban kötelekkel feszítjük ki. Felül az abroncs belső oldalára fekszik fel a ponyva. Az abroncs külső oldalán rögzítünk kis, nyomatékátadó, teherkövetítő áttét-elemeket. Az abroncs alatt víz- és levélgyűjtő tölcser található, mely kiemelhető a gallérból.

**LWP 04 01**

A merev acélcső oszlopkonzolra egy adott magasságban vízszintes lapkák vannak hegesztve. Ezek a lapkák a teherkövetítő csavarok számára lyukakat fúrunk ki. Ezek a csavarok állítható módon lefelé feszítik azt a gyűrűvel ellátott "dobot", amely külső oldalára a ponyva rá van feszítve. A "dob" helyenként lyukas, hogy a víz és egyéb dolgok elvezethetőek legyenek.

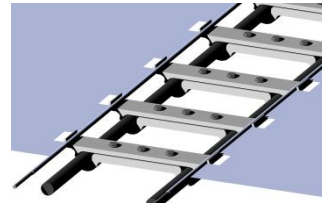


VIII. SPECIÁLIS FELÜLETKAPCSOLÁSOK

Egyelőre egy modell épült meg ebben a kategóriában.

MD 01 01

Ennél az extrém méretű toldásnál, melyet a londoni Millenium Dome-nál alkalmaztak, két teherhordó kötél van összefogva. Ezt az összefeszítést a tengelyre merőleges, két darabból összezsavazott acél elemekkel oldják meg. Ez a két elem a kötélén függ - kivitelezéskor is hasznosak. A ponyvák végeire itt is kéder van hegesztve. Az említett acél összefogató szerkezetnek kiálló kis ívelt karmaik vannak. A fém kéder ezekbe van beakasztva - a beakasztásoknál a ponyva meg van szakítva.



Az összefogató elemeken hajlított bádoglemezt fektetnek végig, melyek szintén csavarosan vannak rögzítve.

IX. ELEMÉK

FLEXIBLE EDGES - RUGALMAS PEREMKAPCSOLATOK

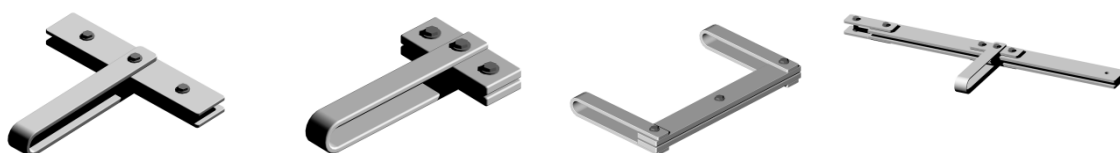
Rugalmas peremkapcsolati szerelvényekre a nagyobb szerkezetknél van szükség. A nagy erők miatt kiütözik a ponyva és a kötél elterő megnyúlása, valamint a nagy erők erősen rácolnák a ponyvát. Emiatt a nagy erőt a sodronykötélben szállítjuk. A ponyvát minden esetben kéderrel zárjuk le, ezt az alább következő szerelvényekkel lehet megfogni. Részletes megtekintésük a Tervlapgyűjteményben lehetséges.



FE 01 01, FE 01 02, FE 01 03

FE 02 01, FE 02 02

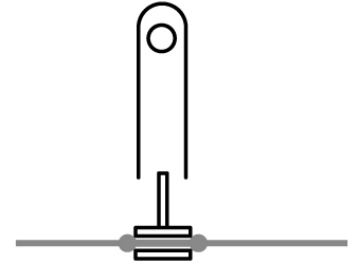
FE 03 01, FE 04 01, FE 04 02, FE 04 03, FE 04 04



SURFACE CONNECTIONS - FELÜLETKAPCSOLÁSOK, TOLDÁSOK SZERELVÉNYEI

Felületkapcsolások igénytől függően alakíthatóak ki. Előfordul, hogy egyszerű rugalmas peremszerelvényeket használunk - ez akkor fordul elő, amikor egy teherbíró kötelet két oldalról határol membránfelület.

Másrészt kialakíthatunk olyan toldási szerelvényeket, amelyek segítségével fel lehet függeszteni a membránt. Ilyenkor a két oldalról befutó felületet egy szorítólap-sorral összefogjuk, és ezeket a szorítólapokat különböző csavaros áttéteken keresztül a kötélre függesztjük.



A Tervlapgyűjteményben és a honlapon a következő szerelvényeknek lehet utánanézni:

SC 01 01, SC 01 02



X. FORRÁSJEGYZÉK

Internetes adatgyűjtés – képek:

- <http://www.arcaro.org/tension/connection/index.htm>
- http://fabricarchitecturemag.com/articles/0110_ce_connection.html
- <http://sites.upc.es/~www-ca1/cat/recerca/tensilestruc/webdetalles/index.html>
- www.tensinet.com
- www.detail.de – Bücher – Konstruktionstatlantent – Membrane und Kunststoffe (im

Buch blättern)

- <http://www.tensis.gr/tensile%20structures.html>
- <http://uk.ask.com/wiki/File:Expoaxis-knippershelbig-04.jpg?qsrc=3044>
- www.google.com – címszavak:

o membrane structure building

o membrane structure and function

o membrane structures innovative building with film and fabric

o membrane tension

o tension membrane structures

o awning detail

Könyvek, szakirodalom:

- Michael Seidel: Tensile Surface Structures: A practical guide to cable and membrane construction (kiadó: Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. HG Berlin, Germany - 2009)
- Kollár Lajos: Ponyvaszerkezetek (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987)
- Kollár Lajos: Ponyvaszerkezetek – Tervezési Segédlet – Statika (ÉVM megbízásából,

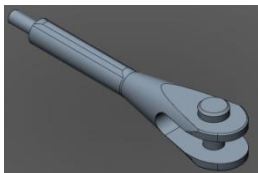
Tervezési és Technikai Építészeti Intézet – 1988)

Az alábbiakban a Pfeifer kötélgyártó vállalat ingyenesen letölthető kapcsolati modelljei láthatóak - ezek a modellek kerültek beépítésre a projektben.

<http://www.pfeifer.de/seilbau/download/katalog/> - a kötél szerkezeti mérettáblázat

<http://www.pfeifer.de/seilbau/download/cad/3d/> - a modellgyűjtemény

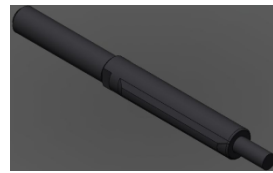
- **PE Offenes Spiralseil - Edelstahl**
 - IGS-Format
 - STP-Format
- **PG Offenes Spiralseil - GALFAN**
 - IGS-Format
 - STP-Format
- **PV Vollverschlossenes Seil - GALFAN**
 - IGS-Format
 - STP-Format
- **Zugstabsystem Typ 860**
 - IGS-Format
 - STP-Format



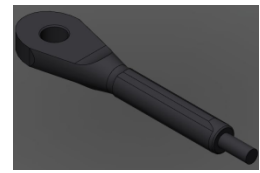
PE Gabelfitting 981



PE Gespannschloss 985



PE Gewindefitting 989



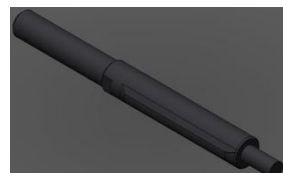
PE Oesenfitting 983



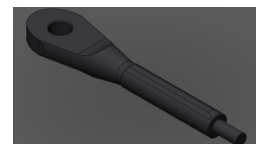
PE Gabelfitting 980



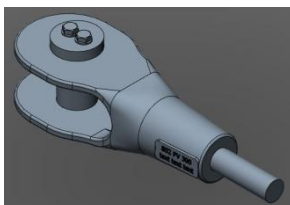
PE Gabelspannschloss 984



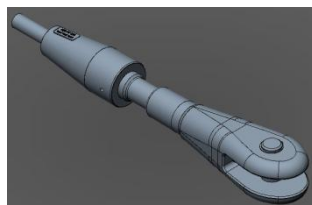
Pe Gewindefitting 988



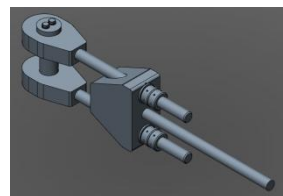
Pe Oesenfitting 982



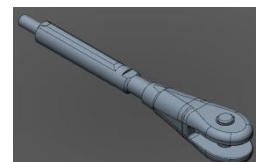
PV Gabelseilhülse 802



PV Konische Vergusschülse mit Gabelkopf 864



PV Vergusschülse mit Augenstab 804



ZS Gewindefitting 861

