

**RAGASZTOTT FAELEMEKBŐL KIKÉPEZETT ÍVES
TETŐSZERKEZETEK. SZERKEZETI ÖSSZEHASONLÍTÁSOK****GLULAM ARCH ROOFINGS. STRUCTURAL COMPARISONS**

Márton Péter

*Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, MSC hallgató,**Cím: 400114, Románia, Kolozsvár, Memorandumului (Unió), 28; Telefon / Fax: +4
0264 401 200, levelezési cím, marion.peter17@gmail.com***Abstract**

The topic of our essay is a subunit of wooden roofings. We chose this subject, because our my opinion the natural building materials will be often used in the near future. If we use this renewable resource reasonably, then practically it will be always be at service. In our essay, we studied the glulam arch roofings, during by making a sportshall structural project, which is a certain part of my state examination essay. In our opinion, to find the best solution for a structure, which depends on many criteria like: execution technology, deadline and the lowest price, which nowadays many times can be at the expense of quality, is a challenge for every civil engineer. We tried more solutions, to find the best way, regarding the cost and efficient material consumption. These solutions are presented in our essay.

*Keywords: roofings, glulam, arch.***Összefoglalás**

Dolgozatunk témájául a fa tetőszervezetek egyik alegységét választottuk, mert véleményem szerint a természetes építőanyagok hamarosan megint reneszánszukat fogják élni. A dolgozatot keresztül, a rétegelt ragasztott faelemekből kiképezett íves tetőszervezeteket tanulmányoztuk, egy sportcsarnok tervezése által, amely részben, államvizsga dolgozatot témáját is képezi. Megtalálni a legmegfelelőbb megoldást egy épület tervezése előtt nagyon fontos, attól függően, hogy milyen kivitelezési technikával rendelkezik a gyártó, mit követel a határidő és napjainkban sajnos a legmeghatározóbb kritérium, amely gyakran a minőség rovására is megy, hogy milyen költségvetéssel rendelkezünk. A legmegfelelőbb ár és anyaghasználat megtalálása érdekében több megoldást kipróbáltunk, amelyek között párhuzamot is vontunk. Ezeket a megoldásokat a dolgozatunkon keresztül tárgyaljuk.

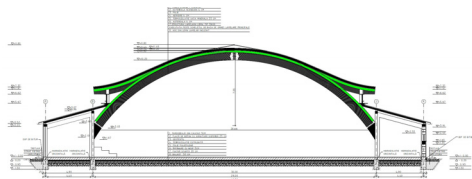
*Kulcsszavak: tetőszervezetek, rétegelt ragasztott fa, ívek.***1. Bevezetés**

Dolgozatunk témája a fa tetőszervezetek egyik alegységét képezi, amelyben szerkezeti megoldások között vontunk párhuzamot. Államvizsga dolgozatot témájául egy sportcsarnok statikai tervezését választottuk. A különleges tetőszervezete miatt indultunk ebbe az irányba. Mivel nekünk egy 28,66 m fesztávú, 7,55 m tartómagas-

ságú és 6 m-es állasközü ívekre volt szükségünk, ezért a legkedvezőbb statikai modell miatt, a háromcsuklós ívek mellett döntöttünk. A látvány szempontjából, nem a vonórudas megoldást használtuk, így az íveket tartó diafragmákat oldalt, keretszerkezetekkel kellett megerősítenünk. Ezek a keretszerkezetek, az ívekből adódó oldalnyomásokat hivatottak átvenni. Az **1. ábra**

a szerkezet keresztmetszeti rajzát, a **2. ábra** pedig a hosszanti metszet szemlélteti.

Az ívekből származó oldalnyomások miatt, az alapozás tervezése is nagy figyelmet igényelt, két irányú, elasztikus sávalapot használtunk, melyet helyenként diafragmákkal kellett megerősíteniük.

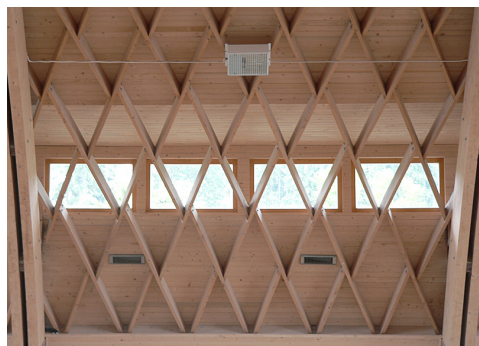


1. ábra. A sportcsarnok keresztmetszeti rajza



2. ábra. A sportcsarnok hosszanti irányban készített metszeti rajza

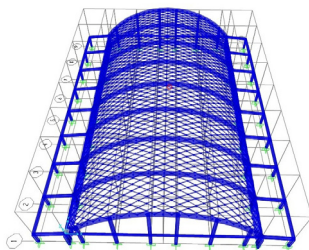
Az Oikos rendszerben kiképezett tetőszerkezetet szokás nevezni még lamellatetőnek is, amely egy fából készült, formaazonos lamellákból kialakított, acél kötőelemekkel rögzített, kiváló mérnöki esztétikával rendelkező íves térrács, amely alkalmas nagyfeszítávú terek lefedésére. A **3. ábra** az Oikos térrács kialakítását szemlélteti.



3. ábra. Oikos térrács-www.larixstudio.ro [1]

2. A szerkezetek modellezése

A szerkezet statikai modellje (**4. ábra**) SAP 2000 Nonlinear-ban készült, annak ellenére, hogy találtunk néhány empirikus számolást a Dr. Dumitru Marusciac professzor által szerzett könyvben, de úgy gondoltuk, hogy a pontosabb eredmények érdekében statikai szoftvert használunk. A modellezésre több eljárást találtunk lehetségesnek.



4. ábra. A szerkezet statikai modellje

Az egyik módszer esetében, amely viszonylag egyszerű és kevesebb munkát igényel, elégséges csupán az íveket és a rájuk helyezkedő födémet modellezni. Ennél még egyszerűbb megoldás, a csupán ívelt födémet használata. Az előbb említett esetekben az oikosok nincsenek külön modellezve, de figyelembe kell venni azok teherhordási hozzájárulását is. A legaprólékosabb modellezést választottuk, amelyben minden szerkezeti elem megtalálható. Ez az eljárás többletmunkát igényelt, de fontosnak tartottuk ebbe az irányba elindulni, ugyanis így valósághűbb eredményeket kaptunk. A térrács elemeinek igénybevétele és viselkedésének pontos vizsgálata is, az aprólékosabb munka mellett szólt, amelynek következtében néhány érdekes dologot figyelhattunk meg, amely a dolgozatunk során bemutatásra kerül. A SAP 2000 segítségével (**4. ábra**) az elemekben jelenlévő erőket és lehajlásokat kaptuk meg. Ezek alapján voltak a méretezések és ellenőrzések végezve.

Az ívek anyaga GL24h rétegelt ragasztott fenyőfa, a rátevődő Oikos háló pedig C24-es tömör fenyőfából van. A faelemek vizsgálata az Eurocode 5 alapján történt és négy eset közül választottuk ki a kereszt-metszetben jelenlévő legnagyobb feszültséget. Az alábbi esetek a maximum nyomaték és annak megfelelő tengelyirányú erő vagy a maximális axiális erő és annak megfelelő nyomaték párosításait tükrözik:

1. $M = -257,825 \text{ kNm}$ $N = -275,31 \text{ kN}$
2. $M = 247,446 \text{ kNm}$ $N = 113,776 \text{ kN}$
3. $M = -463,642 \text{ kNm}$ $N = -102,46 \text{ kN}$
4. $M = 114,481 \text{ kNm}$ $N = 227,906 \text{ kN}$.

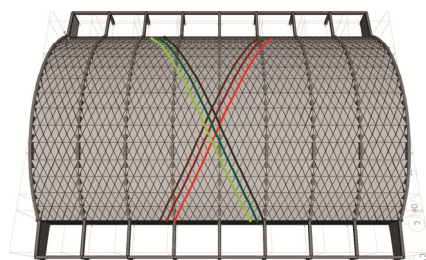
Az ívekben a legnagyobb feszültséget az $M = 247,446 \text{ kNm}$ nyomaték és az ennek megfelelő $N = 113,776 \text{ kN}$ nyomás kombinációja adja. A feszültség számolásakor a kihajlást is figyelembe vettük a nyomott elemeknél. A faelemeknél gyakori eset, hogy a keresztmetszet végső méretét a lehajlás feltételei szabják meg. A mi esetünkben is ez így történt, ugyanis az Eurocode alapján, az ívekben $40,51 \text{ mm}$ lehajlással kellett számoljunk. A megengedett lehajlás a ragasztott faelemeknél $L/500$, ami a mi esetünkben $28,66 \text{ m} / 500 = 57,32 \text{ mm}$. Ezeket az eredményeket 36 cm széles és 80 cm magas keresztmetszetű ívekkel értük el, amely több próbálkozás eredményeként sikerült optimalizálni, ami a szükséges és felhasznált anyagmennyiséget illeti.

Az Oikos rendszer legterheltebb elemében a következő igénybevételt kaptuk a statikai program szerint:

$N = 86,02 \text{ kN}$ $M = 1,01 \text{ kNm}$

Az ellenőrzéseket, nyomásra és hajlításra igénybevett elemek mintájára végeztük, ahol természetesen figyelembe vettük a kihajlást is. A 4 cm szélességű és 20 cm magasságú keresztmetszet esetében a fe-szültség és tervezési szilárdság aránya csupán $0,72$. Számunkra nagyon meglepő volt ez az eredmény, amelyet egy $8,6$ tonnányi tömeg által nyomott $4/20 \text{ cm}$

keresztmetszetű fenyőfa terhelésével vontunk párhuzamba. Egy Oikos sávban történő lehajlás legnagyobb értéke 5 cm , amely teljesíti az $L/150 = 9,67 \text{ cm}$ feltételt. Ebben az esetben nem mondhatni, hogy túlnyomórészt a lehajlási feltételek határozzák meg a keresztmetszet méreteit. Amire igazán felfigyeltünk az az volt, hogy sávokban, az oikosokban jelenlévő igénybevételek nagyon közeli értékek voltak. Az **5. ábrán** megjelöltünk, példának okáért három sávot, amellyel tükrözni szeretnénk a fent említett észrevételeinket.



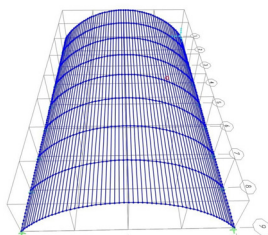
5. ábra. Hasonló igénybevételek a megjelölt sávok mentén

Az **5. ábrán** látható modellben az ívek főtartó-, míg a fenyőfa deszkákból kiképezett oikos háló másodtartó szerepet játszik. Ennek a hálónak a hatékonyságának felmérése céljából, létrehoztunk még egy modellt, amelyben a főtartók ugyancsak az ívek, a másodtartók pedig a szelemenek voltak. A második modell (**6. ábra**) egyszerűsége miatt döntöttünk úgy, hogy a másodtartók szelemenek lesznek. A szelemenek változat esetében az ívekben megjelenő hajlítónyomatékok és tengelyirányú erők a következőképpen alakultak:

1. $M = -239,03 \text{ kNm}$ $N = -424,45 \text{ kN}$
2. $M = 330,61 \text{ kNm}$ $N = -328,31 \text{ kN}$
3. $M = -1,21 \text{ kNm}$ $N = -576,21 \text{ kN}$
4. $M = 9,31 \text{ kNm}$ $N = 2,12 \text{ kN}$

Ebben az esetben azt figyeltük meg, hogy az ívekben keletkezett maximum feszültség értéke $1,5$ -ször nagyobb, mint az első változatban. Az ívek végleges keresztmetszete ebben az esetben is a lehajlási

feltételekből adódik. A szelemenés változat esetében a lehajlás értéke az ívekben 9mm-rel nagyobb, mint az első modell esetében, de még mindig a megengedett értékeken belül maradt. Ezért mindkét esetben 36/80 cm keresztmetszetű íveknél maradtunk.



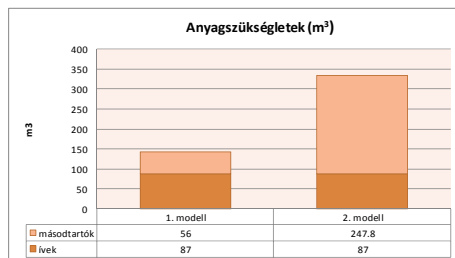
6. ábra. 2. modell, amelyben a másodtartók a szelemenek

A szelemenekben a domináns igénybevétel a nyomaték, a többi erők méretüket tekintve elhanyagolhatóak. A második modell esetében igazolódik leginkább az a tézis, hogy a faelemek keresztmetszének meghatározásában jelentős szerepe van a lehajlás vizsgálatának. Több keresztmetszettel próbálkoztunk a másodtartók esetében, úgy a rétegelt ragasztott fával, mint az egyszerű tömör fával. Mivel a RR fatartók esetében megengedett lehajlás az $L/500$, ami nagyon szigorú határok közé sűrített, ezért kénytelenek voltunk tömör fát használni. A tömör fa esetében az Eurocode 5 alapján a lehajlás megengedett mértéke $L/200$. Ezt a feltételt 25 cm X 35 cm keresztmetszetű szelemenekkel tudtuk teljesíteni, amelyeket 34 cm-ként tettem. Valószínűleg a gyakorlatban nem szükséges ekkora méretű másodtartó, mert mi a számolásainkban nem vettük figyelembe a deszka borítás hozzájárulását.

3. Következtetések

Ami az anyagfelhasználást illeti, a két modell jelentősen különbözik egymástól. Az első változat esetében az ívekhez 87 m^3 megmunkált ragasztott faanyag, a teljes oikos hálózhoz pedig, 56 m^3 tömör, meg-

munkált fa szükséges. A második változatnál a ívekhez szükséges anyagmennyiség nem változik, a másodtartók ebben az esetben a szelemenek, amelyek $247,8 \text{ m}^3$ megmunkált faanyagot igényelnek. Ezeket az adatokat az 7. ábra szemlélteti.



7. ábra. Anyagszükségletek

A fenti adatokból kiindulva megállapítható, hogy az 1. modell a költséghatékonyság szempontjából előnyösebb, mint a 2. modell, annak ellenére, hogy nem tükrözi a szerelési költségeket. A szelemenek esetében ez nem jelent nagy költséget ugyanis az előregyártott elemeket a helyszínre szállítják és a munkálatok megfelelő fázisában az ívekre illesztik. Az oikos térrács esetében is van megoldás a hatékonyabb szerelésre, különböző méretű oikos-panók készíthetők, amelyek segítségével a szerelési munkálatok időtartama jelentősen lerövidül, tehát a két változat szerelési költségeiből adódó különbség nem dönt a második modell javára, ami a hatékonyságot illeti. Következtetésképpen, a térrácsos megoldás számos előnyt tartalmaz, amely használata nagy fesztávok esetén is igazolt. Az egyszerű, egy réteggel fedett terrácstól, a többrétegű tetőig, bármilyen rétegrend kialakítható, így az épület rendeltetésétől függetlenül lehet alkalmazni ezt a fajta tetőszerkezetet.

4. Szakirodalmi hivatkozás

[1]. www.larixstudio.ro - letöltve: 2014. április