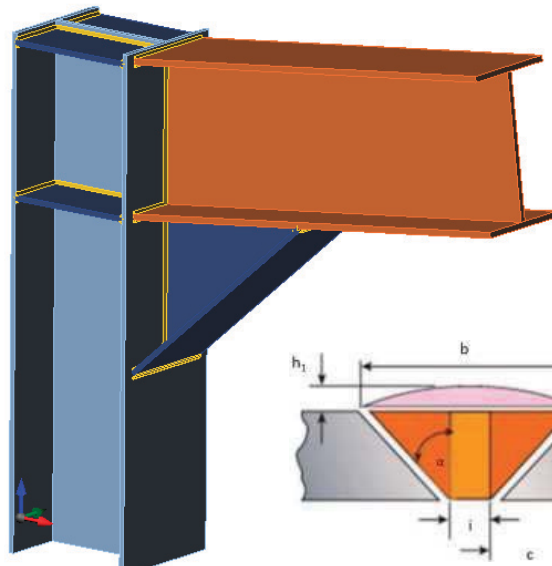
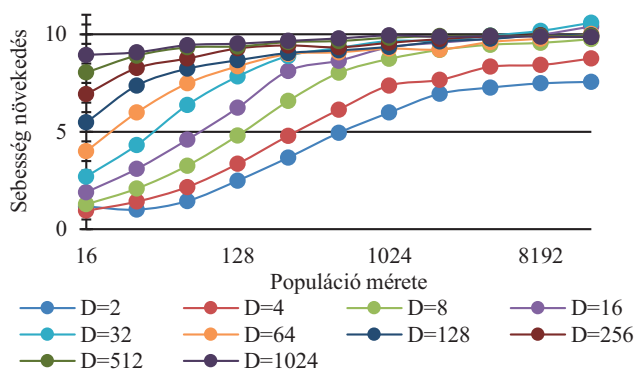
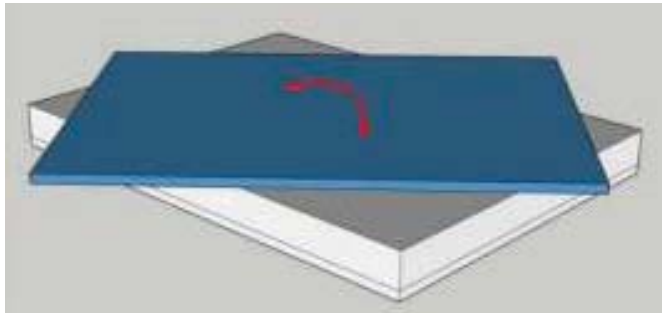
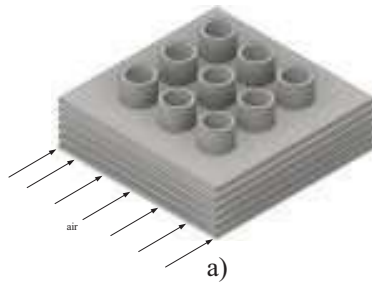
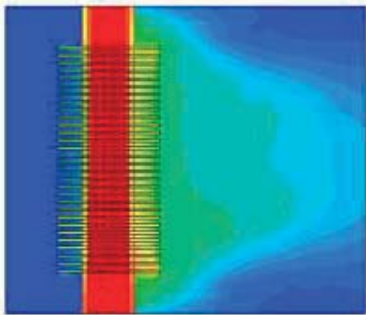


GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



HEGESZTETT CSARNOKKERET OPTIMÁLÁSA TÖMEGRE ÉS KIHASZNÁLTSÁGRA

OPTIMISATION OF A WELDED PORTAL FRAME FOR MINIMUM MASS AND MAXIMUM UTILIZATION

Kászonyi Gábor* – Dr. Jármai Károly**

ABSTRACT: The optimisation in this study is shown on a sway frame structure made of welded I-section members. Structural stress, stability constraints, frame strength, and load-bearing capacities were all considered. The load-bearing capacity of the structure was maximised – using a FEM (Final Element Method) AXIS package for the simulation. Further we carried out test calculations using MathCAD, where we examined our stress results on a welded beam-to-column connection. It was found that significant material could be saved this way. Further development to extend calculations will be used for different steel grades and different semi-rigid beam-to-column connections.

1. A feladat leírása

A feladat tárgyát képező acél építőanyagból készülő csarnokkeret közvetlenül egy elméleti helyszínen épül fel – szemléltetés céljából feltüntetjük a szerkezet egészét, aminek keretünk az egyik alkotója.

A feladat egy keretállású csarnokkeret tartószerkezeti, technológiai optimalásának elvégzése. Feladatrészeink az optimalás elvégzése,

majd a kapott eredmények VEM szoftverrel történő megjelenítése, a tervezett létesítmény építésének során alkalmazott oldhatatlan kötési technológia bemutatása, valamint a keret néhány jellemző csomópontjának részlettervi kidolgozása.

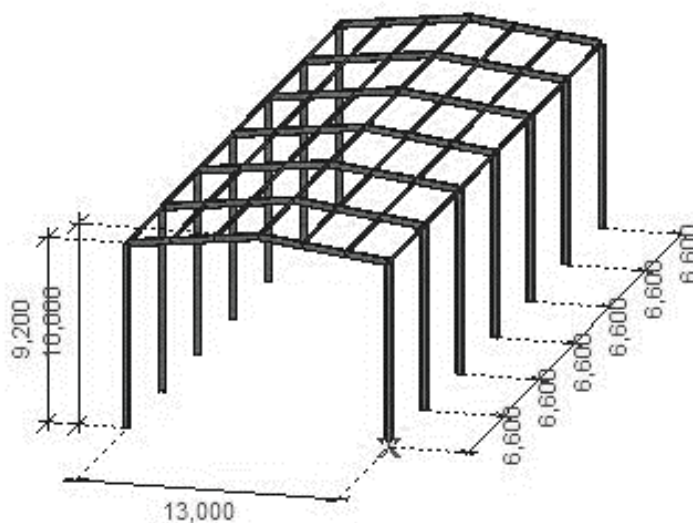
A munka során több szakági méretező programmal készítettünk modellt:

- A számításban a tehermodellt és a szerkezeti erőjátékot, valamint a teherkombinációkat AXIS VM 14 statikai méretező szoftverével építettük fel.

- A csomóponti méretezést két jellemző kapcsolati helyen (oszlop-gerenda és gerenda-gerenda) IDEA STATICA programcsomaggal végeztük.

A keret többtámaszú, statikailag határozatlan váz megoldással összeállított szerkezet, méretezés szerinti anyagokból és szerkezeti-kapcsolati kialakításokkal.

Mechanikai értelmezése: egynyílású többtámaszú törvonalú tartószerkezet az alsó pontokon csuklós kapcsolattal kialakítva. Az alaptest csomópontját leszámítva a felső két csomópont (vö.:2.-3. csomópont) merev, nyomatékbíró kapcsolattal készül.



1. ábra A keret kialakítása

*okl építőmérnök és nemzetközi hegesztőmérnök IWE, Omniber Tervezőiroda, Budapest
** egyetemi tanár, DSc, Miskolci Egyetem

A keret vállmagassága 9,20 méter, legnagyobb magassága $\approx 10,00$ méter. A keretlábak tengelytávolsága 13,00 méter.

1.1. Felhasznált alapanyagok, kapcsolatok

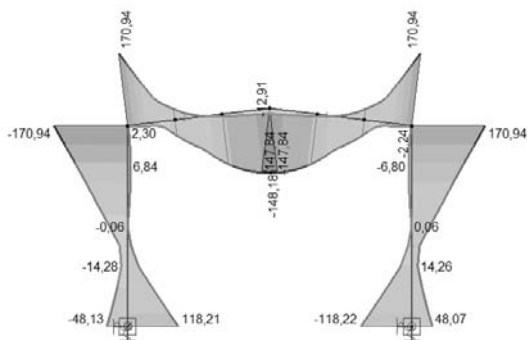
Keretlábak, gerendák: S 235 alapanyag. Kapcsolatok: I. osztályú három- illetve négyoldali sarokvarratok

Az optimalálás során az oszlop-talp csomópont teljes vagy akár részleges befogását is elkerültük a teljesebb kihasználtság elérése érdekében. Természetesen maradék befogást tapasztaltunk, de modellünk csuklósan készül.

2. Az optimalálás folyamata – VEM

Feladat az optimalásra: tömegminimum; valamint kihasználtsági maximum, ezt határoztuk meg célfüggvényünknek. A szerkezet optimalálás összetett feladat volt. Első optimalálási fokoként csarnokkeretünket csuklós kapcsolatúvá alakítottuk át az oszlop-alaptest csomópontban. Az 1. modellből kiderült (2. ábra), hogy az igénybevételek rendre csökkentek, ezért a későbbi változatoknál már a csuklósan befogott 2. modellt vittük tovább (3. ábra).

A szerkezet optimalálás következő verziójánál (3. modell) a szelvények – keretgerendák és oszlopok – hagyományos, készen vehető hengerelt szelvényekből a lehető legjobban kihasznált verzióját építettük fel (4. ábra). Az ábrákon lévő nyomtatók kNm mértékegységűek.



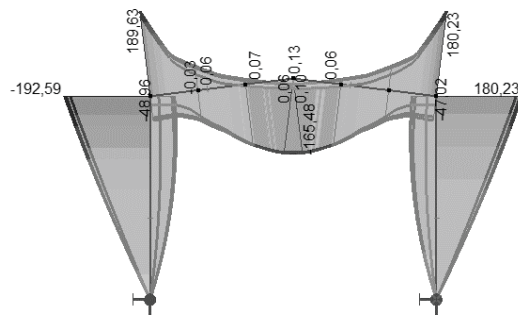
2. ábra. 1. modell: befogott keret

A csarnok optimalálását a következőkben az AXIS szoftver speciális acéltervező parancssorát használtuk.

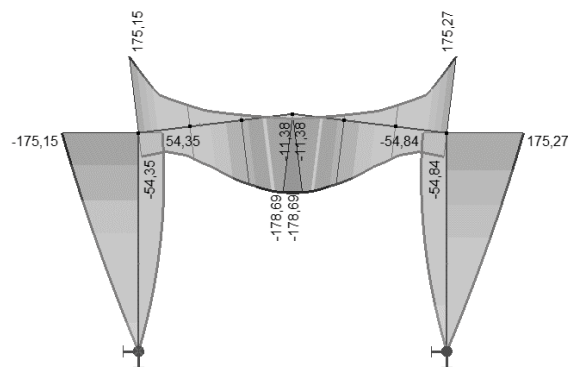
Az optimalálást először tehát a kihasználtsági maximum felé törekedve a piacon kapható melegen hengerelt szelvényeken végeztük el. A számításban mindig a valódi, tehát a szelvénykatalógusban magadott értékekkel haladtunk tovább. A kihasználtságokat ennél jobban már nem lehetett közelíteni, a megépített szerkezetünk kihasználtsága 91,6 % - oszlop és 79,3 % gerenda lett.

3. Az egyedi szelvény (5. ábra)

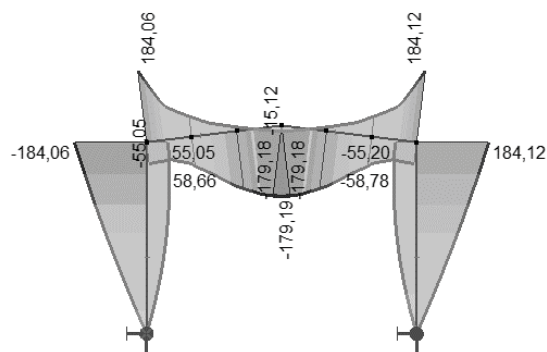
Betartva a kapott eredményeket, a szelvények méretét egyedi szelvénytervezéssel közelítettük tovább (4. modell). A tervezés során a gyári szelvényeket a legegyszerűbben beszerezhető 10 mm anyagvastagságú, előregyártott



3. ábra. 2 modell: csuklós keret



4. ábra. 3. modell: a gyári szelvények optimuma



5. ábra. 4. modell: hegesztett szelvényből készült keret

hegesztéssel összeállított lemezekkel helyettesítettük, így az oszlopot és a gerendát egyedi módszerrel készített profilokkal képeztük el.

4. Az eredmények

1. A hegesztett gerenda (egyedi 320) keresztmetszeti területe növekedett 15%-kal, ami tömegnöveléssel járt, 49,1 kg/m-ről 56,4 kg/m-re.
2. A hegesztett oszlop (egyedi 280) keresztmetszeti területe viszont csökkent a korábbi modell HEA280 szelvényéhez képest, mégpedig 26 %-kal, ami igen jelentős súlytartalékokat képez (76,4 kg/m helyett 57,3 kg/m súly).
3. Összehasonlítva a növekedést és az egyedi szelvénycsökkentést, a keretállások tömege összesítetten mintegy 8%-kal csökkent. Ezzel a kihasználtság maximalizálása (mint járulékos elvárásunk) mellett az elérhető tömegoptimum megvalósult.

Az optimalás végén a megvalósuló szerkezet kihasználtsága:

Gerenda: 90,2 %

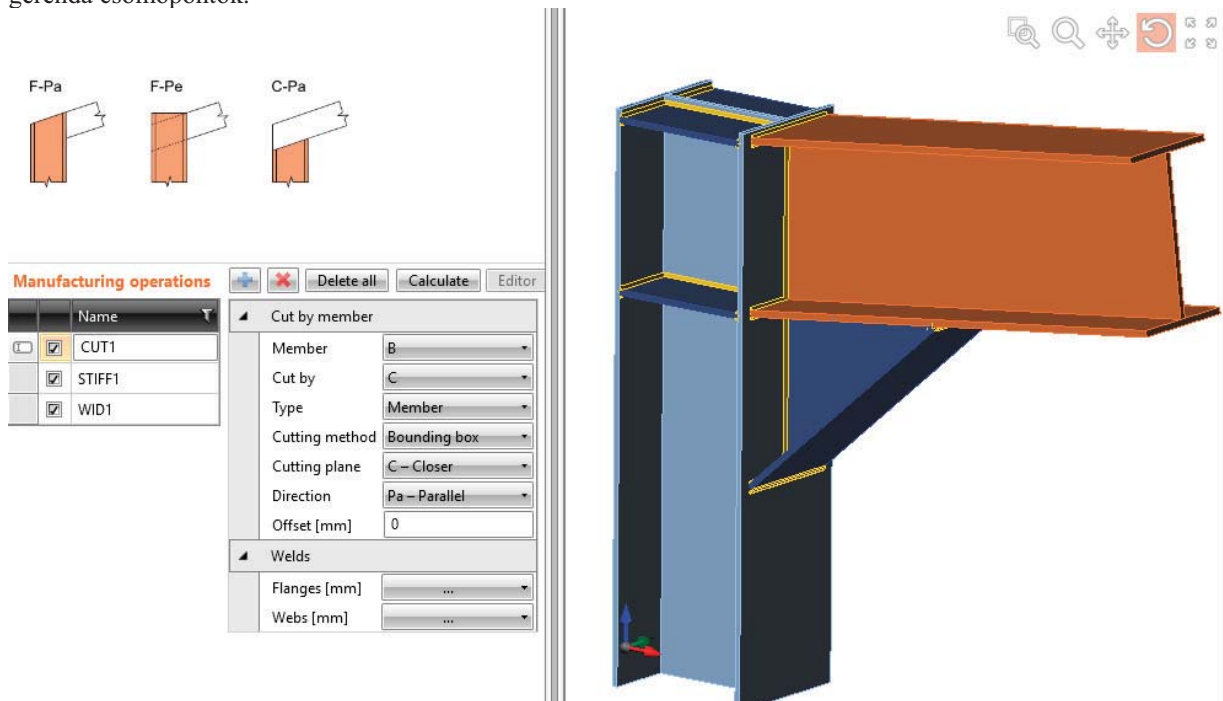
Oszlop: 98,3 %

Előzőekben említett tömeg-lean: 8 %.

5. Csomópontok

1. Alaptest-oszlop csomópont. A csomópont kialakítását a csuklós modellnek megfelelően nem befogott kapcsolatként értelmezem, tehát a kapcsolatot csavaros kialakításuként terveztük meg.

2. Oszlop-gerenda csomópont és 3. gerenda-gerenda csomópontok.



6. ábra. Oszlop-gerenda kapcsolat – 2. csomópont

A két nyomatékíróan megtervezett csomópontot a mértékadó nyomaték- és nyíró-, valamint húzóerőre méreteztük hegesztett kapcsolattal.

Az alkalmazott hegesztési eljárás MAG 135-ös eljárás.

A 2. csomópont illeszkedési pontján rövid kiékelést alkalmaztunk.

Az egyedi 280 oszlop előnyös inercia-iránya miatt az ugyancsak előrehegesztett egyedi 320 gerendaszelvény így teljesen az oszlop övlemezéhez illeszthető a gerendaszelvényünk hosszszelvényében.

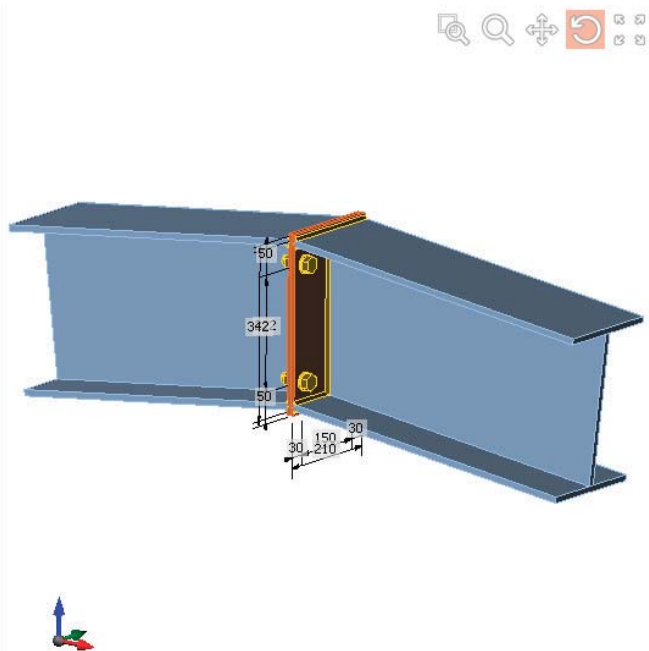
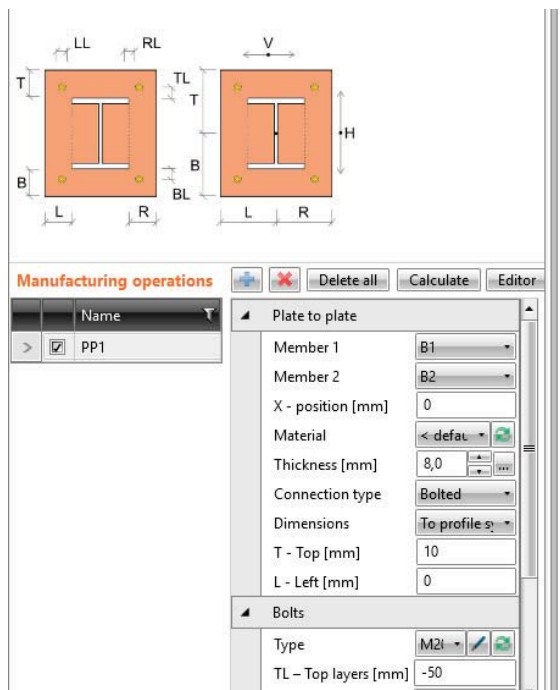
A 3. csomópont keretgerendás kapcsolatainál 10 mm-es homloklemez használunk, megegyező anyagminőségben, mint a gerendák anyaga.

6. IDEA Statica – csomópont-méretező szoftver

Az alábbiakban látható módon számítási melléklettel lefuttattuk az elméleti varratkialakítást és a keletkező kihasználtságokat a vizsgált két csomópontnál. A méretezést IDEA Statica negyedik generációs szoftverrel végeztük, mely a jellemző keresztmetszeti pontokon elvégzi a szerkezeti analízist.

A kapott értékekkel a csomópont elméleti szerkesztett vázát közöljük, importálva a szoftverből. Az ábrák a terven szereplő valós szögben és helyzetben ábrázolják a kapcsolatokat.

1.



5. ábra Gerenda-gerenda kapcsolat – 3. csomópontonra

7. Az acélszerkezetek és az ipari építészet jövője

Az acélszerkezetek a tervezői gyakorlat szerint alapesetben kevésbé merev szerkezetek, ezért több síkban történő megtámasztásuk elengedhetetlen. A szerkezetek tervezése során a teherbírási tartalék kimerülése mellett a stabilitásvesztés és az interakciós hatások fogják megadni a tervezés lehetséges irányait.

Az acél építőanyag sajátosságai miatt az egyik legjobban tipizálható gyártású anyagunk, és fizikai tulajdonságai miatt egyben a legkönnyebb is. Sok esetben kizárólag acélnyag tervezése a kézenfekvő iparunkban, például a nagy térfelületű igényű építményeink, hídjaink megépítésékor.

A Feladatban tárgyalt alapanyagunk olyan, tömegtermelésre rendszeresített ötvözetlen acél építőanyag szelvények, amelynek a karbonon kívüli ötvöző-anyag mennyisége az 1,65 % alatt marad.

Optimálással, mely a legmodernebb szoftverek alkalmazásával történt, igyekeztünk a rendelkezésre álló anyagokból a lehető leghatékonyabban megépíteni egy olyan elméleti keretet, amit ipari környezetünkben az egyik leggyakrabban láthatunk egy kapu, vagy ipari épület, hídí rácsos tartó részeként, vagy éppen önálló géptartóként.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló

intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

1. Halász Ottó – Plathy Pál: Acélszerkezetek. Tankönyvkiadó 1989. 197-204. old.
2. Farkas József – Jármái Károly: Fémszerkezetek innovatív tervezése, Gazdász-Elasztik Kiadó és Nyomda, 2015. 19. fejezet, 295-336. old. (kivéve: szeizmika); valamint 223-226. old.
3. József Farkas & Károly Jármái: Design and optimization of metal structures, Horwood Publishing, Chichester, UK, 2008., pp. 58-65.
4. Németh György: Tartószerkezetek III. HEFOP - jegyzet, 2006., 7-10. old.
http://www.sze.hu/~nemethgy/Tszerk_III.pdf
5. Szerkezettechnológia, Katula dr. – Horváth dr. – Strobl dr. – Kristóf Csaba, HEFOP - jegyzet, 2007, 32-48. old.
6. Horváth Katalin: Tervezési segédlet I.-II. – Acélszerkezetek II., SZIE-YMÉK, 2012., 2-10. oldal
7. Seregi György.: Acélvázcsarnokok. TERC, 2001., 13-22. és 103-118. old.
8. Korányi Imre: Acélszerkezetek. Tankönyvkiadó, 1960., 163-202. old.
9. Halász Ottó – Iványi Miklós: Stabilitáselemlet. Akadémiai Kiadó, 2001., 54-98. és 1097-1120. old.

CONTENTS

1. Hazim Nasir Ghafil, Károly Jármai Dr.

COMPARATIVE STUDY OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHMS 5

In this work greedy comparison between particle swarm optimization and artificial bee colony algorithms was made using different test functions. Each algorithm was explained in detail, and the mathematical model behind the algorithms has been presented. It is found that particle swarm optimization is better than artificial bee colony and for a specific test function, artificial bee had failed to find a feasible solution.

2. Antal Erdős, Károly Jármai Dr.

CALCULATION OF THE WELDING COST OF A PRESSURE VESSEL 9

Pressure vessels play an important role in engineering today. Therefore, minimizing the costs associated with them can be crucial, either in terms of cost of production or cost of operation. These devices are often made with welded joints. Therefore, choosing the right welding technology and filler material is an important point in saving costs. From the operation side, the cost of maintenance and the number of cycles to failure during the operation.

3. Szilárd Nagy, Károly Jármai Dr.

IMPLEMENTATION OF FPA ALGORITHM ON MASSIVELY PARALLEL ARCHITECTURE 16

Evolutionary algorithms are powerful tools for solving non-linear, multidimensional optimization problems. Solving large-scale problems is often time consuming. Evolution of GPUs (Graphics Processing Unit) in recent years allows them to be used for general purpose calculations. In this paper the implementation of the FPA (Flower Pollination Algorithm) algorithm on GPU and the results are presented.

4. Renáta Szűcs, József Galambos, Zoltán Virág Dr. és Károly Jármai Dr.

LIFT TABLE DESIGN, BASIC ENGINEERING 20

In this work basic engineering is shown in the group of lift table constructions. This kind of tables are used to lift smaller or larger masses. Platform lengths and widths can be very different. The number of scissors in the construction in vertical or horizontal directions has a great effect on applicability and loadings. The survey shows that to find an innovative design in order to have a minimum mass or cost construction, it is not easy.

5. Máté Petrik, Gábor Szepesi Dr., Károly Jármai Dr.

CFD ANALYSIS OF FINNED TUBE HEAT TRANSFER PROCESS 27

This paper aimed to fulfil the parametric analysis on the heat performance of a compact automotive radiator using computational fluid dynamics (CFD). The analysis has been carried out at different air velocities with different fins modelling such as real fins and as porous media. The used CFD software to this study was SC-Tetra.

6. Gábor Kászonyi –Károly Jármai Dr.

OPTIMISATION OF A WELDED PORTAL FRAME FOR MINIMUM MASS AND MAXIMUM UTILIZATION 32

The optimisation in this study is shown on a sway frame structure made of welded I-section members. Structural stress, stability constraints, frame strength, and load-bearing capacities were all considered. The load-bearing capacity of the structure was maximised – using a FEM (Final Element Method) AXIS package for the simulation. We have shown, that great reduction of the frame mass can be achieved with optimization.

7. Alaa Al-Fatlawi, Károly Jármai Dr.,

György Kovács Dr.

DESIGN AND MEASUREMENT OF HONEYCOMB COMPOSITE PANELS WITH APPLICATION 36

The aim of this paper was to develop new honeycomb sandwich composite structures. The lightweight containers provide a huge savings in weight and thus reduce fuel consumption or increase aircraft turnover compared to conventional containers. According to the International Air Transport Association (IATA) calculations, the weight of fuel required to carry 1kg additional weight per hour is 0.04 kg.