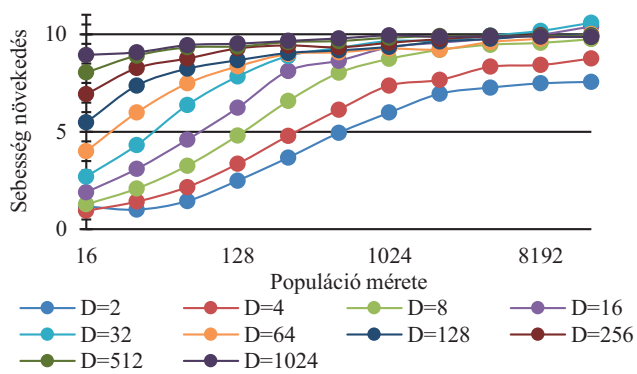
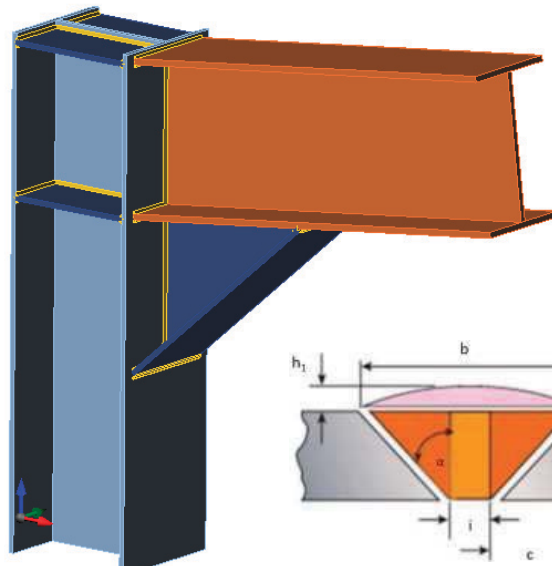
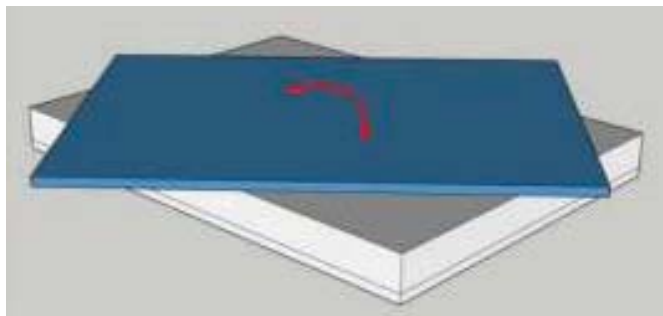
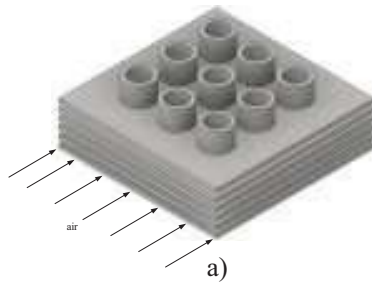
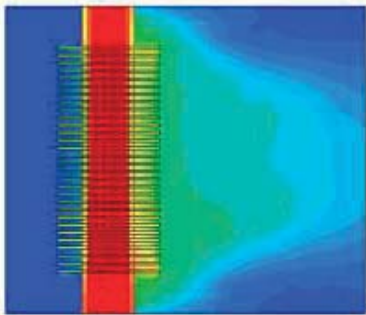


GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA





Miskolci Egyetem - IIW Program

NEMZETKÖZI HEGESZTETT SZERKEZET TERVEZŐMÉRNÖK KÉPZÉS INTERNATIONAL WELDED STRUCTURES DESIGNER (IWSO)

A képzés célja olyan, korszerű ismeretekkel rendelkező, a nemzetközi normáknak megfelelő szakemberek kiképzése, akik alkalmasak a korábban megszerzett mérnöki tudásuk és a képzés során elsajátított ismeretek birtokában az új tudományos eredmények befogadására, alkalmazására, a korszerű hegesztett szerkezetek tervezésére a gyártási, a minőségbiztosítási és a gazdaságossági szempontok figyelembevételével. A képzés megfelel a Nemzetközi Hegesztési Intézet (International Institute of Welding, IIW, 58 ország tagja a világon) ajánlásának. Az IIW-nek Magyarország képviselőjében a Magyar Hegesztési Egyesület (MAHEG) és a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés (MHTE) a tagja.

A képzés 7 modulból áll: 1. modul: Hegesztési technológiák, 2. modul: Anyagok feszültségei, 3. modul: Hegesztett szerkezetek tervezése, 4. modul: Hegesztett kötések tervezése, 5. modul: Hegesztett lemezszerkezetek tervezése, 6. modul: Hegesztett szerkezetek optimalizálása, 7. modul: Gyártás, költség, minőség és ellenőrzés. Egy szakmai tervezési feladat végigvitele.

A képzés sikeres vizsga esetén Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervezőmérnök Diplomával zárul, amit az MHTE, mint Nemzeti Meghatalmazott Testület ad ki.

A képzés időtartama 2 félév, 250 óra, mely 2019. szeptember – 2020 május között történik.

Helyszíne: Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc Egyetemváros

Ideje: általában minden hónap második hetén 3 nap (szerda-csütörtök-péntek).

Költsége: 380 eFt/félév/fő, + 80 eFt/fő a záró-vizsga és az IIW diploma díja.

Minimális csoportlétszám: 15 fő.

Jelentkezési határidő: 2019. augusztus 15.

Jelentkezhet: aki alapképzésben gépészmérnöki, építőmérnöki, vagy közlekedésmérnöki szakon szerzett szakképzettséggel rendelkezik (főiskolai, BSc. oklevél, egyetemi, MSc. diploma) és legalább egy éves szakmai gyakorlata van. Más műszaki felsőfokú végzettséggel felvételizni kell.

Kapcsolat (név, telefon, fax, e-mail)

Szakmai kérdésekben: Dr. Jármái Károly egyetemi tanár, +46 565-111 mellék: 20-28, jarmai@uni-miskolc.hu

Adminisztratív kérdésekben: [Mentorius Tudás- és Képzőközpont](#), +46 565-111 mellék 10-93, mentorius@uni-miskolc.hu

Honlapok:

<http://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/EVG/>
<http://iiwelding.org/>

<http://www.mentorius.hu/kepzesek>
<https://mhte.webnode.hu/>

GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczöni Ádám

elnök

Vesza József

főszerkesztő

Dr. Jármai Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

főszerkesztő-helyettesek

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálincás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

TISZTELT OLVASÓ!

A Miskolci Egyetemen a 4-es Kiválósági Központ keretében *Innovatív Járműmérnöki, Energetikai és Gépészeti Tervezés és Technológiák* címmel folynak kutatások. A központ célja a kutatási potenciál fejlesztése olyan kutatásokkal, amelyek innovatív modellezést, tervezést és technológiai folyamatokat valósítanak meg, összhangban az Európai Unió azon törekvésével, amely az innováció serkentésére, a leghatékonyabb környezetbarát technológiák alkalmazására és fejlesztésére irányul. A Kiválósági Központ szeretné az elért eredményeket továbbfejlesztetni, újjakkal bővíteni. Lassan lezárul a 2014-2020-as kutatási időszak, befejeződnek a korábban elindult GINOP és EFOP pályázatok. Remélhetőleg az elkövetkező ciklusban is lesznek hasonló kutatási projektek.

A 2016-ban a Miskolci Egyetemen elindult járműmérnök képzés új kihívásokat teremtett. Az új doktoranduszok, akik részben a Stipendium Hungaricum keretében érkeztek hozzánk szintén lendületet adtak bizonyos területeken. Ezen új irányok és eredmények bemutatását kívánjuk ezzel a folyóiratszámmal megvalósítani.

A cikkek túlnyomó része a 4-es KK 6-os Tudományos Műhelye eredménye, aminek témaköre a Mérnöki tartó- és vázszerkezetek optimális méretezése. A cikkek kapcsolódnak az Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet Vegyipari Gépek Tanszékéhez.

A cikkekben ismertetett kutató munka részben az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatallodó 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 valósult meg.

Prof. Dr. Jármai Károly

a Kiválósági Központ vezetője

A szerkesztésért felelős: Vesza József. A szerkesztőség címe: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Telefon/fax: 06-46/379-530, 06-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: 06-1/202-0656, fax: 06-1/202-0252, e-mail: a.gaby@gteportal.eu, internet: www.gteportal.eu

A GÉP folyóirat internetcíme: <http://www.gepujsag.hu>

Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: Dr. Igaz Jenő ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. • Postacím: 1900 Budapest

Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél, www.posta.hu WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon 06-1-767-8262 számon, levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen. Külföldre és külföldön előfizethető a Magyar Posta Zrt.-nél: www.posta.hu WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>), 1900 Budapest, 06-1-767-8262, hirlapelofizetes@posta.hu

Egy szám ára: 1260 Ft. Dupla szám ára: 2520 Ft.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

A megjelent cikkek lektoráltak.

A kiadvány a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával jelenik meg.

TARTALOM

1. Hazim Nasir Ghafil, Dr. Jármai Károly

A RÉSZECSCKE CSOPORT ÉS A MESTERSÉGES MÉHCSALÁD MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA 5

Ebben a munkában a részecske csoport optimalás és a méhcsalád algoritmusai közötti összehasonlítást mutatjuk be különböző vizsgálati módszerekkel. Minden algoritmust részletesen ismertetünk, és bemutatjuk a matematikai modelljüket. Megállapítást nyert, hogy a részecske csoport optimalás jobb, mint a mesterséges méhcsalád, módszer és egy speciális tesztfüggvény esetében a mesterséges méhcsalád nem tudott megfelelő megoldást találni.

2. Erdős Antal, Dr. Jármai Károly

NYOMÁSTARTÓ EDÉNY HEGESZTÉSI KÖLTSÉG SZÁMÍTÁSA 9

A nyomástartó edények manapság fontos szerepet töltenek be a mérnöki tevékenységben. Ezért a hozzájuk kapcsolódó költségek minimalása kulcsfontosságú lehet a termelési költségek vagy a működési költségek szempontjából. Ezeket a szerkezeteket általában hegesztik. Ezért a helyes hegesztési technológia és a töltőanyag kiválasztása fontos szempont a költségek megtakarításában. Működési oldalról a karbantartás költsége és a ciklusok száma fontos, mert fáradás adódhat a szerkezetnél.

3. Nagy Szilárd, Dr. Jármai Károly

FPA ALGORITMUS IMPLEMENTÁLÁSA MASSZÍVAN PÁRHUZAMOS ARCHITEKTÚRÁRA 16

Az evolúciós algoritmusok hatékony eszközök a nemlineáris, többdimenziós optimalási problémák megoldására. A nagyméretű problémák megoldása gyakran időigényes. A GPU-k (grafikus feldolgozó egység) evolúciója az elmúlt években lehetővé teszi számukra, hogy általános célú számításokra használják őket. Ebben a tanulmányban bemutatjuk az FPA (Virág megporzás algoritmus) algoritmusának GPU-n való megvalósítását és az elért eredményeket.

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

EMELŐASZTAL TERVEZÉSE, BASIC ENGINEERING 20

Ebben a munkában az emelőasztal-konstrukciók csoportjában bemutattuk az alaptchnikát. Ezeket az asztalokat kisebb vagy nagyobb tömegek emelésére használják. A platform hossza és szélessége nagyon eltérő lehet. A függőleges vagy vízszintes irányban az ollók száma nagyban befolyásolja az alkalmazhatóságot és a terhelést. A vizsgálat azt mutatja, hogy a minimális tömegű, vagy költségű szerkezet kialakítása érdekében végzett innovatív tervezés nem könnyű, sok variáns lehet.

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

BORDÁSCSÖVES HŐCSERÉLŐ HŐÁTADÁSI FOLYAMATÁNAK VIZSGÁLATA CFD-VEL 27

Ez a tanulmány a kompakt autó hűtők áramlás dinamikája számításával (CFD) foglalkozik és az ezzel történő hőteljesítményének paraméteres elemzését célozza meg. Az elemzést különböző levegősebességeken hajtottuk végre különböző hűtőbordák modellezésével, mint például valódi hűtőbordák és porózus közegek alkalmazása. A vizsgálathoz használt CFD szoftver SC-Tetra volt.

6. Kászonyi Gábor – Dr. Jármai Károly

HEGESZTETT CSARNOKKERET OPTIMÁLÁSA TÖMEGRE ÉS KIHASZNÁLTSÁGRA 32

Ebben a tanulmányban az optimalást egy hegesztett I-szelvényű elemekből álló keretszerkezeten mutatjuk be. Figyelembe vettük a szerkezeti feszültséget, a stabilitási korlátokat, a keret erősséget és a teherbíró képességeket. A szerkezet teherbíró képességét maximalizáltuk - a szimulációhoz egy VEM (Végeselem módszert) AXIS csomagot használva. Kimutattuk, hogy jelentős tömegmegtakarítás érhető el optimalással.

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

MÉHSEJTVÁZAS KOMPOZIT PANELEK TERVEZÉSE ÉS MÉRÉSE ALKALMAZÁSSAL 36

E tanulmány célja új méhsejtvázás szendvics kompozit szerkezetek kidolgozása volt. A könnyű panelek óriási megtakarítást biztosítanak a tömeg vonatkozásában, és így csökkentik az üzemanyag-fogyasztást vagy növelik a légi járművek forgalmát a hagyományos konténerekhez képest. A Nemzetközi Légi Közlekedési Szövetség (IATA) számításai szerint az 1 kg-os többlettömeg óránkénti szállításához szükséges üzemanyag súlya 0,04 kg.

A RÉSZECSCKE CSOPORT ÉS A MESTERSÉGES MÉHCSALÁD MÓDSZEREK ÖSSZEHAJONLÍTÓ VIZSGÁLATA

COMPARATIVE STUDY OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHMS

Hazim Nasir Ghafil*, Dr. Járfmai Károly**

ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a munkában a részecske csoport optimalás és a méhcsalád algoritmusai közötti összehasonlítást mutatjuk be különböző vizsgálati módszerekkel. Minden algoritmust részletesen ismertettünk, és bemutatjuk a matematikai modelljüket. Megállapítást nyert, hogy a részecske csoport optimalás jobb, mint a mesterséges méhcsalád, módszer és egy speciális tesztfüggvény esetében a mesterséges méhcsalád nem tudott megfelelő megoldást találni.

ABSTRACT

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.

1. BEVEZETÉS

A PSO egy csoport intelligencián alapuló optimaló algoritmus; az optimaló algoritmusok egy osztályába tartozik, amelyet meta-heurisztikusnak neveznek. A PSO utánozza az állatok, mint a halak és a madarak csoport viselkedését, és ez egy egyszerű, hatékony optimaló módszerhez vezet. Sikeresen alkalmazták a tudomány különböző területein, mint például a gépi tanulásban, a képfeldolgozásban, az adatbányászatban, a robotikában és sok más területen. A PSO-t 1995-ben Russell Eberhart és James Kennedy vezette be [1]. Egy olyan modell kidolgozásával, amely leírja az állatok csoport viselkedését, mint a madarak és a halak raja. 1995 óta a PSO az egyik leghatékonyabb és legnépszerűbb algoritmus lett a különböző területek különböző optimalási problémáinak megoldására. Ennek a csoport

intelligenciának a legfontosabb pontja az egyedek közötti együttműködés. Az egyéni intelligencia hatékonyabbá válik, ha együttműködik egy másik egyeddel [2]. 2005-ben [3] bevezetésre került a mesterséges méhcsalád ABC nevű csoport intelligencia optimaló algoritmus. Ez szintén egy metaheurisztikus algoritmus, amellyel hatékonyan lehet megoldani a többdimenziós optimalizálási problémákat. A mézelő méh kolónia táplálkozási magatartását utánozza a [4] által javasolt modell alapján. Mesterséges méh kolónia úgy működik, hogy vannak méhek (egyedek), akik gazdag élelmiszerforrást keresnek (legjobb megoldás) a kaptár szomszédságában (keresési hely). Minden egyed egy lehetséges megoldás, és csak egy konkrét megoldáshoz kapcsolódik a keresési térben.

2. A PSO ALGORTMUS

Tekintsük az 1. ábrát, amely a PSO mögötti matematikai modellt mutatja. Hasonlóképpen hivatkozhatunk az csoport egyedeire és a csoport egészére, mivel minden részecske a megoldandó optimalizálási probléma egy potenciális megoldása. A keresési terület korlátozza az összes lehetséges megoldást a problémára, és a részecskéknak a legjobb helyzetbe kell kerülniük (a legjobb megoldás az optimalási problémára) a térben. Egy adott részecske pozícióját és sebességét a következők jelölik.

$$x_k(t) \in x$$

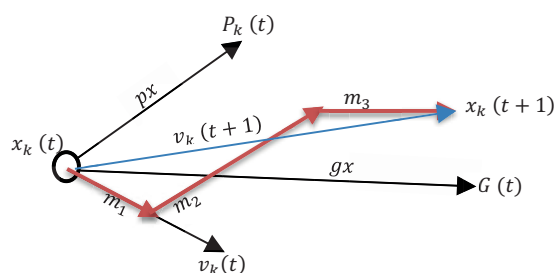
$$v_k(t) \in x$$

ahol k a részecske indexe a csoportban, és x a keresési tér, míg (t) egy diszkrét időszakasz, és az algoritmus iterációs számát mutatja. A sebesség- és pozícióvektorok ugyanabban a térben vannak, ugyanolyan dimenzióval. Tekintsük az 1. ábrán látható rendszert, amely egy egyszerű matematikai modellt mutat be, amely leírja a PSO-t. Ahol $x_k(t)$ a

* PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Miskolc, H-3515 Miskolc, Egyetemváros, vegyhnr@uni-miskolc.hu

** Professzor Dr., Miskolci Egyetem, Miskolc, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

részecske aktuális helyzete, és az új pozícióba kell eljutnia $x_k(t+1)$. Minden részecske rendelkezik saját tapasztalattal és saját memóriával a legjobb helyzetére vonatkozólag, ezt nevezzük a saját legjobb pozíciójának a k -adik részecskénél $p_k(t)$. A részecske elmozdul a jelenlegi helyzetéből $v_k(t)$ sebességgel és iránnyal. A részecskék nem egyedülállóak, egymással kommunikálnak és egymással kölcsönhatásba lépnek, és megosztják személyes tapasztalataikat, hogy megismerjék és eldöntsék, mi a legjobb pozíció a többi egyed tapasztalata alapján, vagyis amit globális legjobbnak nevezünk és $G(t)$ -vel jelölünk. Az alábbi mennyiségek azonosíthatók az 1. ábrán:



1. ábra. A PSO matematikai modelljét ábrázoló vázlatos diagram

Az aktuális helyet és a személyes legjobbat összekötő vektor értéke:

$$p_x = p_k(t) - x_k(t) \quad \dots\dots(1)$$

Továbbá, az aktuális helyet a globális legjobbhoz kapcsoló vektor értéke:

$$g_x = G(t) - x_k(t) \quad (2)$$

A részecskének az új pozícióba történő mozgását a következő egyenletek adják meg:

$$x_k(t+1) = x_k(t) + v_k(t+1) \quad (3)$$

$$v_k(t+1) = w * v_k(t) + C_1(p_k(t) - x_k(t)) + C_2(G(t) - x_k(t)) \quad (4)$$

A (4) egyenletben a $v_k(t+1)$ vektor a három részmozgás m_1 , m_2 és m_3 összegzése, mellyel a részecske mozog $v_k(t)$, a px és a gx vektorok irányában:

$$v_k(t+1) = m_1 + m_2 + m_3 \quad (5)$$

ahol

$$m_1 = w * v_k(t) \quad (6)$$

$$m_2 = C_1 p_x = C_1(p_k(t) - x_k(t)) \quad (7)$$

$$m_3 = C_2 g_x = C_2(G(t) - x_k(t)) \quad (8)$$

$$x_{kj}(t+1) = x_{kj}(t) + v_{kj}(t+1) \quad (9)$$

$$v_{kj}(t+1) = w * v_{kj}(t) + r_1 C_1(p_{kj}(t) - x_{kj}(t)) + r_2 C_2(G_j(t) - x_{kj}(t)) \quad (10)$$

$v_{kj}(t+1)$: jelöli a k -dik részecske j -irányú sebesség komponensét a $(t+1)$ időlépésben,

r_1, r_2 : véletlen számok, egyenletesen elosztva a 0 -1 intervallumon,

C_1, C_2 : gyorsulási együtthatók,

$w * v_{kj}(t)$: inercia kifejezés,

w : inercia együttható,

$r_1 C_1(p_{kj}(t) - x_{kj}(t))$: kognitív komponens,

$r_2 C_2(G_j(t) - x_{kj}(t))$: szociális komponens.

A (9) és (10) egyenlet az a két szabály, amelyeket minden részecskének követnie kell a csoportban, és ez a csoportintelligencia pontos jelentése. Ezen szabályoknak a meghatározásával a PSO minden iterációja során, az egyes részecskék sebessége és helyzete ezen egyszerű mechanizmus szerint frissül.

3. MESTERSÉGES MÉHCSALÁD

Az algoritmus általános szerkezete a következő:

Cserkész méhek fázisa (inicializálás),
Ismétlés

Foglalkoztatott méhek,

Kereső méhek,

Cserkész méhek,

Tárolja a legjobb megoldást az aktuális nyomvonalban,

Amíg (konvergencia feltétel, a ciklusok maximális száma),

Az algoritmus minden egyes részének saját alacsony szintű szerkezete van, és ezek a globális szintet befolyásolják egymás közötti kölcsönhatással. Kezdetben minden méh cserkész és véletlenszerűen új megoldásokat keres.

Tegyük fel, hogy x a véletlenszerű megoldások vektora, amelyet eredetileg a cserkész méhek adtak vissza.

$$x = (x_1, x_2, x_i, \dots, x_{n-1}, x_n) \quad (11)$$

ahol $n \in \mathbb{R}^n$, $i=1 \dots n$

3.1 Foglalkoztatott méhek szekció

A foglalkoztatott méhek kiaknázzák az élelmiszerforrást, és visszaadják az információt, és elhagyják a kimerült forrást. Az ABC-nél ezt véletlenszerűen kell tennünk. [5] a következő képletet javasolta:

$$v_i = x_i + \phi_i(x_i - x_k) \quad (12)$$

ahol v_i az új megoldás vektor, ϕ_i véletlen szám $[-1, 1]$ között. k szintén véletlen szám, ami a megoldás vektor különböző véletlen sorrendjét képviseli.

3.2 Kereső méhek szekció

A böngésző méhek a valószínűséget használják, amely a fitness érték függvénye, a legjobb megoldás kiválasztásához. Rulett kerék kiválasztási módszert

alkalmazza [6], amely fitness érték alapú kiválasztási technika. A megoldás valószínűsége (P_i) a következő értékű:

$$P_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^{pop} f_i} \quad (13)$$

$$f_i = \begin{cases} \frac{1}{1+O_i} & O_i \geq 0 \\ 1+abs(O_i) & O_i < 0 \end{cases} \quad (14)$$

ahol f_i a fitness értéke az O_i célfüggvénynek.

3.3 Cserkész méhek szekció

Az algoritmus elején az összes méh cserkész, majd programfutás közben átalakul a foglalkoztatottá, vagy keresőre. A foglalkoztatott méheknek, akiknek a pozíciója (megoldása) nem változik egy adott időpont után, el kell hagynia pozícióját és át kell alakítania azt a cserkészeknek. Az elhagyási kritérium, amelyet határellenőrzésnek nevezünk, nagyon fontos a helyi minimumból való kiugráshoz, és továbbra is keresni kell az optimálási probléma globális minimumát.

1. táblázat. Teszt függvények az optimáló algoritmusokhoz

Teszt függvény	Képlete	Megengedett tartomány, globális optimum
Sphere függvény	$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	$-5.12 \leq x_i \leq 5.12$ $x_i = 0, i = 1, \dots, n$ $f(x)=0$
Rosenbrock's valley függvény	$f(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [100 \times (x_{i+1} - x_i^2)^2 + (1 - x_i)^2]$	$-2.048 \leq x_i \leq 2.048$ $x_i = 1, i = 1, \dots, n$ $f(x)=0$
Rastrigin's függvény	$f(x) = 10 \times n + \sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10 \times \cos(2\pi x_i)]$	$-5.12 \leq x_i \leq 5.12$ $x_i = 0, i = 1, \dots, n$ $f(x)=0$
Schweffel's függvény	$f(x) = 0,5 + \frac{\sin^2(x_1^2 - x_2^2) - 0,5}{[1 + 0,001 \times (x_1^2 + x_2^2)]^2}$	$-10 \leq x_i \leq 10$ $x_i = 0, i = 1, 2$ $f(x)=0$
Griewangk's függvény	$f(x) = \frac{1}{4000} \times \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1$	$-600 \leq x_i \leq 600$ $x_i = 0, i = 1, \dots, n$ $f(x)=0$

2. táblázat. PSO és ABC algoritmusok futási eredményei különböző teszt függvényeknél

Teszt függvény	Globális megoldás	Algoritmus	Legjobb megoldás	Fő érték	Szórás
Sphere függvény	0	PSO	0	0.0030	0.0365
		ABC	0	0.0112	0.0763
Rosenbrock's valley függvény	0	PSO	0	0.0166	0.0621
		ABC	0	0.0252	0.0453
Rastrigin függvény	0	PSO	0	0.1556	1.0164
		ABC	0	0.3091	1.5653
Schwefel függvény	-837.9658	PSO	-719.5274	-717.7633	12.9889
		ABC	$-7.86 \cdot 10^{83}$	$-6.89 \cdot 10^{81}$	$6.06 \cdot 10^{82}$
Griewangk függvény	0	PSO	0.0049	0.0347	0.1426
		ABC	0.0025	0.0592	0.1973

4. TESZT FÜGGVÉNYEK

Különböző vizsgálati függvényeket alkalmaztunk a részecske csoport optimalítás és a mesterséges méh kolónia összehasonlítására (1. táblázat). A 2. táblázat a két algoritmus összehasonlítását mutatja be az öt különböző tesztfüggvényen [7]. A populációszám költségei és a költségek szórása egyértelműen azt mutatja, hogy az előny a PSO algoritmusánál van. Azt is megállapítottuk, hogy az ABC algoritmus nem közelíti meg a megoldást a Schwefel függvény használatakor.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az optimalizálási technikák fontos szerepet játszanak abban, hogy számos alternatívából megtalálják a legjobb megoldást. Számos optimalizációs technika áll rendelkezésre. Napjainkban a metaheurisztikus algoritmusok népszerűek. Kiválasztottuk a részecske csoport PSO és a Bee kolónia algoritmusokat. Mindkettő a csoport intelligenciát használja. Összehasonlításunkban azt találtuk, hogy a részecske csoport algoritmus jobb alkalmazhatósággal bír, minden esetben jó megoldást adott.

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] Eberhart R, Kennedy J (1995) A new optimizer using particle swarm theory. In: Micro Machine and Human Science, 1995. MHS'95., Proceedings

of the Sixth International Symposium on, IEEE, pp. 39-43.

- [2] Beni G, Wang J (1993) Swarm intelligence in cellular robotic systems. In: Robots and Biological Systems: Towards a New Bionics? Springer, pp. 703-712.
- [3] Karaboga D (2005) An idea based on honey bee swarm for numerical optimization. Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer engineering department,
- [4] Tereshko V, Loengarov A (2005) Collective decision making in honey-bee foraging dynamics. Computing and Information Systems 9 (3):1
- [5] Karaboga D (2010) Artificial bee colony algorithm. Scholarpedia 5: 6915
- [6] Goldberg DE, Holland JH (1988) Genetic algorithms and machine learning. Machine learning 3 (2): 95-99.
- [7] Marcin Molga, Czesław Smutnicki (2005) Test functions for optimization needs, 43 p. <http://www.robertmarks.org/Classes/ENGR5358/Papers/functions.pdf> (accessed 14 Aug.2018)

NYOMÁSTARTÓ EDÉNY HEGESZTÉSI HOZAGANYAG KÖLTSÉGE ÉS FÁRADÁSA

CALCULATION OF THE COST OF THE FILLER MATERIAL AND THE FATIGUE IN CASE OF A PRESSURE VESSEL

Erdős Antal *, Dr. Jármai Károly **

ABSTRACT

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.

1. BEVEZETÉS

A mérnöki gyakorlatban a tervezés egyik legfontosabb lépése a tervezendő berendezés geometriájának meghatározása, azaz méretezése. Nincs ez másként nyomástartó edények esetén sem. Első lépésként a falvastagságot kell meghatározni az MSZ EN 13445-3 szabvány szerint. Az erre vonatkozó számításokat, továbbá az egyes acélokra vonatkozó anyagköltségek meghatározását tartalmazza a Hegesztéstechnika 2018 XXIX. évfolyam. 2. számában olvasható. A most következő cikkben 23 különböző korrózióálló acél került összehasonlításra, a hegesztési költség, a hegesztési idő és a törésig elviselt ciklusszámok tekintetében. A változó igénybevételt a nyomástartó edény belsejében végbemenő nyomásváltozás okozza, mely a varratban húzófeszültséget eredményez.

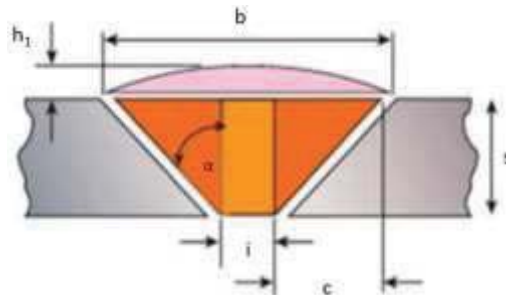
2. HOZAGANYAG KÖLTSÉGEK ÉS HEGESZTÉSI IDŐK

A vizsgált acélok mindegyike korrózióálló, és ezen magas ötvöztartalommal rendelkező acélok esetében a legfontosabb szempont a hegesztés során korrózióállóság megtartása a hegesztett kötésre a hegesztés után. Hozaganyag katalógusokban található ajánlott hozaganyagot az adott eljárásra adott alapanyaghoz.

A hozaganyag választás elvégezhető az ESAB Stainless Steel Technical Welding Handbook ajánlása alapján, melyben a különböző

alapanyagokhoz a vegyi összetételüknek megfelelően található ajánlás a különböző ferrites, ausztenites és duplex acélokhöz, minden ezen acélok esetén alkalmazott hegesztési eljárásokra, melyek a következők: tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés (121), kézi ívhegesztés (111), tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés; MIG-hegesztés (tömör huzalelektrodával) (131), tömör hozaganyaggal (huzal / pálca) végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés; tömör hozaganyagos TIG hegesztés (141) [1].

A következő lépés a költségszámításokban, a varrat tömegének meghatározása. Ehhez szükség van a varrat geometriájának ismeretére, így meg lehet határozni a keresztmetszetét, amit majd a varrat hosszával megszorozva adódik a varrat térfogata, ezt szorozva a hegyanyag sűrűségével adódik a varrat tömege. A keresztmetszet számítása különbözik sarokvarrat és tompavarrat esetén, előbbi esetén egy kicsit egyszerűbb, utóbbi esetében a számítás folyamata bonyolultabb. A vizsgált ammónia szintézis konverter csak tompavarratokat tartalmaz, így a továbbiakban csak az kerül feldolgozásra. Ennek a paraméterei láthatóak a 1. ábrán.



1. ábra: A varrat keresztmetszeti méretei [2]

A számítások elvégzéséhez három paraméter ismerete szükséges: az ábrán α -val jelölt leélezési szög, a i -vel jelölt gyökhézag, és az a h_1 méret mellyel a varrat koronája magasabb a lemeznél és természetesen a lemezvastagság, melyet az ábrán s betű jelöl. Az első lépés a c -vel jelölt méret kiszámítása, melyre az alábbi összefüggés használható [3]:

* doktorandusz, Miskolci Egyetem Vegyipari Gépek Intézeti Tanszék

** egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Vegyipari Gépek Intézeti Tanszék

$$c = s \cdot \tan(\alpha). \quad (1)$$

Ennek a segítségével meghatározható egy narancssárga háromszög területe [2]:

$$T_{háromszög1} = s \cdot (\tan(\alpha) \cdot s) \cdot \frac{1}{2}. \quad (2)$$

A két narancssal jelölt háromszög területe tehát [2]:

$$T_{háromszög} = s \cdot (\tan(\alpha) \cdot s). \quad (3)$$

A koronarész szélessége [2]:

$$b = 2 \cdot (\tan(\alpha) \cdot s) + i. \quad (4)$$

A rózsaszínnel jelölt koronarész területéhez meg kell határozni a varratdudor sugarát:

$$r = \frac{\frac{b^2}{4} + h_1^2}{2 \cdot h_1}. \quad (5)$$

Az r sugarú varratdudorhoz tartozó kör esetén a körcikk sarokpontja és a kör függőleges sugara által bezárt β szög:

$$\sin(\beta) = \frac{b}{2 \cdot r}. \quad (6)$$

Így a körszelet területe:

$$T_{körszelet} = \frac{r^2}{2} \cdot (\beta - \sin(\beta)) \quad (7)$$

Ekkor a zárójelben szereplő β -t mely nem szögfüggvényben szerepel radiánban kell helyettesíteni.

A középső sárga területrészt [2]:

$$T_{téglalap} = i \cdot s. \quad (8)$$

A teljes varratkeresztmetszet a fentiek összegeként számolható [2]:

$$T_{varrat} = T_{háromszög} + T_{körszelet} + T_{téglalap}. \quad (9)$$

A varrat tömegéhez ezt a keresztmetszetet meg kell szorozni a varrat hosszával és a varratfém sűrűségével [2]:

$$m_{varrat} = T_{varrat} \cdot L_{varrat} \cdot \rho_{varrat}. \quad (10)$$

A varrat súlyának meghatározására egy másik módszer is használható. A Böhler és a Voestalpine oldalán található Welding-Calculator is használható. Ebben a programban első lépésként a hegesztési eljárást kell kiválasztani, három közül választhatunk: a bevontelektródás kézi ívhegesztés, védőgázos fogyóelektródás kézi ívhegesztések és a fedettív hegesztés.

Ez a választás nem befolyásolja számottevően a számítás végeredményét, vagyis lényegében az eljárás választásának nincs befolyása a létrehozandó varrat térfogatára, tömegére. Második lépésként a varratalakját kell kiválasztani.

Itt 13 darab tompavarrat és a sarokvarrat közül választhatunk. Én az egyszerű V-alakú varratkialakítást választottuk. A következő és egyben utolsó lépés a szükséges adatok bevitele és a számítás elvégzése. Ekkor is hasonló adatok megadása szükséges mint, az előző manuális esetben, de itt a számítást a program automatikusan alvégzi a varrat tömegére vonatkozóan. Ekkor is szükséges a s -el jelölt lemezvastagság, az α -val jelölt nyílásszög (ekkor a varratra vonatkozóan kell megadni, míg az előző esetben a leélezés szögét kell megadni), l -el meg kell adni a hegesztés hosszát, i -vel a gyökhézagot és c -vel az élszalag méretét. Lehetőség nyílik a tömeg meghatározása után hozaganyagra vonatkozóan, például hegesztés esetén a huzalelektróda átmérőjének megadására, aminek a segítségével a szükséges huzalhosszra is kaphatunk egy közelítő értéket, hogy hány méter huzalelektródára lesz szükség a kész kötés létrehozásához.

A hegesztés költségének meghatározásához a következő lépés a hozaganyag költségének meghatározása. Ezt úgy kapjuk meg, hogy az előzőekben meghatározott tömegét a szükséges varratfémnek meg kell szorozni az adott hozaganyag 1 kilogrammra vonatkoztatott költségével. Így a vizsgált acélminőségek között nem csak a falvastagság, hanem a hegesztési költségeket is figyelembe vehetők az anyagválasztás során. Példák a hozaganyagokra láthatóak a 1. táblázatban.

1. táblázat: Az alkalmazott hozaganyagok [1]

Acél	Bevont- elektróda	Huzal- elektróda	Fedőpor	AWI pálca
X2 CrMoTi 17-1	OK 61.20	OK Autrod 430Ti	OK Flux 10.94	OK Tigrod 308l
X2 CrMoTi 18-2	OK 61.20	OK Autrod 430ti	OK Flux 10.94	OK Tigrod 308l
X6 CrMoNb 17-1	OK 61.35	OK Autrod 430LNb	OK Flux 10.94	OK Tigrod 308

A meghatározott varratömegeket a megfelelő hozaganyag költséggel megszorozva kaphatjuk meg a hegesztés hozaganyag költségét. Ez az előzetes számítás azonban csak kivételes esetekben egyezik meg a tényleges hozaganyag költséggel. Ez a veszteségeknek köszönhető. Ilyen hozaganyagokra vonatkozó veszteség lehet például a sérült bevonatos vagy a nem megfelelően tárolt bevontelektroda, vagy a bevontelektroda el nem hegesztett része, vagy a huzalelektroda azon része védőgázos fogyóelektrodás ívhegesztésnél, melyet az előtöltő nem tud kitolni a huzal dobról való lefutásakor. Ezeket a veszteségeket egy szorzótényezővel lehet figyelembe venni, melyekkel a tömegeket kell megszorozni az adott eljárásra jellemző tényezővel.

Ezek a tényezők feltételezik, hogy a gyártás megfelelően tiszta, fegyelmezett környezetben zajlik, és nem keletkezik egyéb okokból további veszteség. Ezeket a tényezőket mutatja az alábbi 2. táblázat [2].

Azonban adatokat ezekről a veszteségekről egyes gyártók közölnek a hozaganyag katalógusaikban, arra vonatkozóan, hogy az üzemi veszteség hogyan változik a hozaganyag típusának és átmérőjének függvényében.

2. táblázat: A hozaganyag veszteségtényezők [2]

Ívhegesztő eljárás	Szorótényező
<i>Kézi ívhegesztés (111)</i>	1,5
<i>Tömör hozaganyaggal (huzal / pálcá) végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (141)</i>	1,1
<i>Tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (131)</i>	1,05
<i>Tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés (121)</i>	1,02

A hegesztési költség kalkuláció következő lépése a hegesztési idő, azon belül a varratfém leolvasztásához szükséges idő meghatározása. Ez függ a választott hegesztő eljárástól, hiszen azok leolvasztási teljesítménye is igen eltérő, és a leolvasztási idő elsősorban attól függ. Ennek a teljesítménynek a szokásos mértékegysége a kg/h, mely folyamatos hegesztésre vonatkozik, nem számolunk a salakolással, elektrodacserével vagy egyéb idővesztésekkel. A leolvasztási teljesítményt számos tényező befolyásolja és ezek adott eljárásra adott áramerősség tartományra jellemző értékek, melyeket a 3. táblázat tartalmaz. Ezek ideális esetre vonatkoznak, mely során a legjobb minőségű varrat létrehozásához a lehető legkevesebb mennyiségű hozaganyagot alkalmazták, a lehető legnagyobb átmérővel a lehető legnagyobb áramerősség mellett, a lehető

legrövidebb idő alatt és a varrat tökéletesen hozzáférhető helyen található. Ezt lehetetlen elérni, mivel a legtöbb hegesztési feladat során hőbeviteli korlátok vannak, vagy a varrat nem vályúhelyzetben készül vagy egyéb okok miatt [2].

3. táblázat: Hegesztő eljárások leolvasztási teljesítménye [2]

Hegesztő eljárás	Leolvasztási teljesítmény [kg/h]	
	Minimum	Maximum
<i>Kézi ívhegesztés (111)</i>	0,4	5,5
<i>Tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (131)</i>	0,6	12
<i>Tömör hozaganyaggal (huzal / pálcá) végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (141)</i>	0,2	1
<i>Tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés (121) egy huzalelektrodával</i>	3	16

Ha pontosabb értékre van szükség, akkor a leolvasztási teljesítmény egy gyakorlatiasabb úton is meghatározható. Mégpedig a hegesztendő lemezből vegyünk egy darabot, majd mérjük le annak a súlyát, ezután az adott eljárással készítsünk rá egy varratot az adott paramétereknek megfelelően, úgy hogy közben az időt rögzítjük. Ezután mérjük le ismét a darab tömegét, majd a két tömeg különbségét elosztva a mért idővel megkaphatjuk a leolvasztási teljesítményt [2].

Az előzőekben meghatározásra került a leolvasztandó varratfém súly, a fenti táblázatból pedig kiolvasható a hozaganyag leolvasztási sebessége, előbbi az utóbbival elosztva adódik a varrat létrehozásához szükséges idő.

4. táblázat: Az üzemeleti tényező értékei [2]

Hegesztő eljárás	Üzemeleti tényező [%]
<i>Kézi ívhegesztés (111)</i>	15-30
<i>Tömör hozaganyaggal (huzal / pálcá) végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (141)</i>	25-40
<i>Gépesített tömör hozaganyaggal (huzal / pálcá) végzett volfrámelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (141)</i>	80-90
<i>Tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (131)</i>	30-45
<i>Gépesített tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (131)</i>	80-90
<i>Tömör huzalelektrodás, fedett ívű hegesztés (121)</i>	80-95

Azonban a kötés elkészítésének ideje nem csak a leolvasztás teljesítménye befolyásolja. A másik tényező melynek jelentős befolyása van üzemeleti tényezőnek nevezik. Ez egy olyan százalékos érték,

melynél az ív égési idejét viszonyítjuk a kész kötés elkészítéséhez szükséges időhöz. A tényező értékei láthatóak az alábbi 4. táblázatban [2].

Meg kell azonban jegyezni, hogy ez a tényező nem tartalmazza az előkészületi időket, akár a hegesztő berendezésre, akár a gyártmányra vonatkozóan. Az egyes gyártmányok specifikus tulajdonságai akár csökkenthetik, akár növelhetik is ennek értékét.

Veszteség időnek számít minden, amit a hegesztő a hegesztésen kívül végez. Ide tartozik a fűzővarratok készítése, salak eltávolítása, felületek tisztítása, elektródacsere, hegesztési pozíció változtatása, munkadarabok ki- és behelyezése a hegesztő készülékbe [2].

Az üzemelési tényező növelése az egyik módszer a termelékenység növelésére. Egyik lehetséges módszer a helyes munkaszervezésen keresztül is növelhető az üzemelési tényező, vagy másik nagyobb üzemelési tényezőjű eljárás választása. A táblázat értékeit vizsgálva a gépesítés is egy jó módszer az üzemelési tényező és azon keresztül a termelékenység növelésére. Azonban ez egyedi és kis sorozatok gyártása során nem biztos, hogy kifizetődő, az átállás ideje és beruházás költsége nem biztos hogy megtérül [2].

A hegesztési költségekhez tartozik a gázvédelmű eljárásoknál a védőgázok és fedettívű hegesztésnél a huzal mellett a fedőporok költsége is. A védőgázt vizsgálva a hagyományos vállig érő palack körülbelül 10000 liter gázt tartalmaz. Az átlagos gázfogyás nagyjából 12-15 liter percenként, ezzel a gázáramlási sebességgel egy palack nagyjából 10-12 munkaóra elegendő, és tartalmazza az ív gyújtásához és a kialvása utáni gázfogyást is.

Mivel az ív égési ideje ismert és a gázvédelmet elég ezen időtartamra biztosítani, az átlagos 11 liter gázfogyást feltételezve a szükséges gáz mennyisége kiszámolható, ha a kettőt összeszorozzuk egymással.

A költségét illetően ezt a meghatározott gázfogyást ha elosztjuk az egy palackból kinyerhető gázzal, akkor megkapjuk, hogy a hegesztés során hány palack kerül felhasználásra [2].

A számolt értéket mindig a nagyobb egész szám felé kell kerekíteni, ezt megszorozva egy palack kereskedelmi árával a gázköltség számolható. Mivel minden acél korrózióálló, ezért a használt védőgáz alapvetően argon. De meg lehet említeni, hogy napjainkban a leolvastási teljesítmény fokozására 1-2%-ban oxigént is tartalmazhat a védőgáz. Védőgázos fogyóelektródás hegesztésre én ezzel az utóbbival számoltuk úgy, hogy az adott esetben a felhasznált védőgáz mennyiség 2%-a oxigén, erre is meghatározva hogy a varrathoz hány palack szükséges, melyre az oxigénpalack kereskedelmi árát kell alkalmazni [2].

A fedőport illetően feltételezzük, hogy 1 kg varratfém létrehozása során 1 kg fedőpor kerül felhasználásra. Ez az arány feltételezi, hogy a hegesztés megfelelő körülmények között zajlik, és hatékony fedőpor visszanyerő rendszer működik a folyamat során. Ezen hegesztési segédanyagok szükséges mennyisége és így a költségük is egyszerűen kiszámíthatók [2].

3. A KIFÁRADÁS FIGYELEMBEVÉTELE NYOMÁSTARTÓ EDÉNYEKNÉL

Ezen számítások elvégzésére is található segítség az MSZ EN 13445-3-as szabványban, csakúgy mint a nyomástartó edényekre vonatkozó egyéb számításokra.

A számítási folyamatnak alapvetően két alapvető információra van szüksége [3]:

- A feszültség vagy terhelési ciklusok, melyek az adott pontra jellemzők
- És a fáradási szilárdságra vonatkozó jellemzők ugyanabban a pontban

A feszültség tartomány becslése [3]:

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta P}{P_{max}} \cdot \eta \cdot f. \quad (11)$$

Ahol a képletben szereplő kifejezések a következők:

- $\Delta\sigma$ a feszültségi tartomány,
- ΔP a nyomásváltozás,
- P_{max} a megengedett nyomás maximális értéke,
- η a feszültségi tényező,
- f a tervezési feszültség értéke az adott hőmérsékleten.

A képlet azon az alapvető feltételezésen nyugszik, hogy a maximális terhelésnél (P_{max}) jelentkezik a maximális feszültség (σ_{max}). A maximális terhelés meghatározása során több tényezőt is figyelembe kell venni, többek között a biztonsági tényezőt és a különböző falvastagsági pótlékokat ezek figyelembevételével és a berendezés tulajdonságaival együtt határozzák meg. A feszültségi tényező pedig a maximális terhelésnél fellépő feszültség arányát fejezi ki, az adott hőmérsékletre vett tervezési feszültséghez képest. Ennek a tényezőnek a hatására került be a hegesztési tényező az edény falvastagságának kiszámítására irányuló képletbe [3].

5.táblázat: A feszültségi tényező [4]

Részletes leírás		Részletszám	Megengedett nyomás maximális értéke	Körülmények	Feszültségi tényező	Kapcsolódó táblázatok	
Kúpos vagy hengeres fal	Körbemenő tompavarrat	Egyenlő falvastagság eltolás nélkül	S2.1	Hengeres falra 7.4-3 Kúpos falra 7.6-4	$D_1 = D_2$ és $e_1 = e_2$	1,0 · z	1.1, 1.2, 1.5 és 1.6
		Nem azonos falvastagság eltolás nélkül	S2.2		$D_1 = D_2$	1,1 · z	1.2
		Azonos falvastagság δ eltolással	S2.3		$e_1 = e_2 = e$	$(1 + \frac{\delta}{2 \cdot e}) \cdot z$	1.3, 1.5 és 1.6
		Általános eset (kombinált eltolás nem azonos falvastagsággal)	S2.4		$e_1 \leq e_2$	$(1,1 + \frac{\delta}{2 \cdot e}) \cdot z$	1.1-től 1.3-ig, 1.5 és 1.6
	Hosszirányú tompavarrat	Alakhiba nélkül	S1.1			1,0 · z	1.1-től 1.3-ig, és 1.5

A vizsgált rész a fenti 5.táblázat alapján a S2.1-es csoportba tartozik. Így a η értéke 1 lesz, mert a varratjósági tényező értéke is 1. A maximális megengedhető nyomást pedig az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni [3]:

$$P_{max} = \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_a}{D_m} \quad (12)$$

ahol:

- f a tervezési feszültség (a folyáshatár és a biztonsági tényező hányadosa),
- z a varratjósági tényező,
- e_a a falvastagság értéke a korróziós pótlék nélkül,
- D_m a középátmérő.

Képlet formájában a tényező:

$$\eta = \frac{\sigma_{max}}{f} \quad (13)$$

A gyakorlati tapasztalatokat figyelembe véve a tényező értéke ritkán van 3 alatt.

Egy nyomásciklusban, amely $P=0$ -tól $P=P_{max}$ -ig tart, ebben a speciális esetben a feszültség tartomány pontosan meg fog egyezni a maximális feszültséggel és a fenti összefüggésből könnyen kifejezhető:

$$\Delta\sigma = \sigma_{max} = \eta \cdot f. \quad (14)$$

Ha a vizsgálatok több kritikus pontot is találtak, akkor azon pontokra mindegyikre külön-külön kell a feszültségi tényezőt meghatározni.

Mivel a falvastagság értéke minden esetben 25 mm felett van, ezért szükség van falvastagság miatti korrekciós tényezőre [3]:

$$C_e = \left(\frac{25}{e_n}\right)^{0,25} \quad (15)$$

A hőmérséklet is meghaladja a 100 °C-t, így az ebből adódó korrekciós tényező, először ferrites acélokra majd az ausztenitésekre, amellet a feltételezés mellett, hogy a hőmérséklet nem változik [3]:

$$C_t = 1,03 - 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot t^* - 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot t^{*2}, \quad (16)$$

$$C_t = 1,043 - 4,3 \cdot 10^{-4} \cdot t^{*2}. \quad (17)$$

A korrekciós tényezők segítségével a feszültségi tartomány [3]:

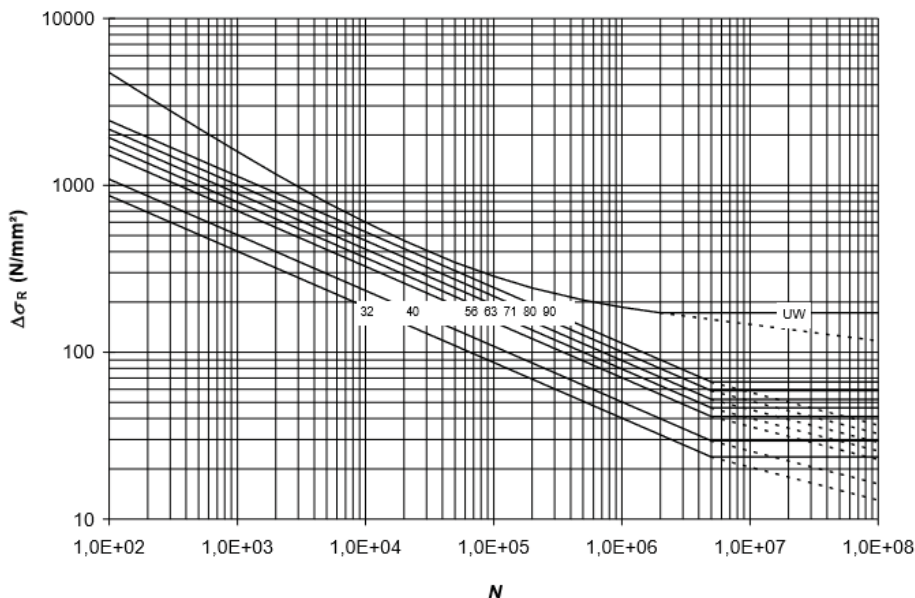
$$\Delta\sigma^* = \left(\frac{\Delta\sigma}{C_t \cdot C_e}\right). \quad (18)$$

Az érvényes fáradási szilárdsági görbék láthatóak a fenti 2. ábrán. Ha a ciklusszám kisebb, mint $5 \cdot 10^6$, akkor a hegesztést tartalmazó részeknél [3]:

$$\Delta\sigma_R = \left(\frac{C_1}{N}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (19)$$

Ha a ciklusszám ezt meghaladja, vagy a terhelés amplitúdó nem állandó, akkor szintén a hegesztett kötést tartalmazó részeknél [3]:

$$\Delta\sigma_R = \left(\frac{C_2}{N}\right)^{\frac{1}{5}} \quad (20)$$



2. ábra: Fáturási szilárdsági görbék [4]

Állandó terhelésamplitúdóra [3]:

$$\Delta\sigma_R = \Delta\sigma_D. \quad (21)$$

A C_1 , C_2 és a σ_D konstansok meghatározására szolgál az alábbi 6.táblázat, melyben az értékek találhatóak az osztály szerint [3]:

6.táblázat: A konstansok [3]

Osztály	Kifáradási határ	Levágási határ	A fáturási szilárdsági görbe konstansai	
			$5 \cdot 10^6$ ciklusszám alatt C_1	$5 \cdot 10^6$ ciklusszám felett C_2
90	66,3	36,4	$1,5 \cdot 10^{12}$	$6,4 \cdot 10^{15}$
80	58,9	32,4	$1 \cdot 10^{12}$	$3,6 \cdot 10^{15}$
71	52,3	28,7	$7,2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{15}$
63	46,4	25,5	$5 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{15}$
56	41,3	22,7	$3,5 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^{14}$
40	29,5	16,2	$1,3 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{14}$
32	23,6	12,9	$6,6 \cdot 10^{10}$	$3,6 \cdot 10^{13}$

A hegesztett kötések nem tartalmazó területekre a feszültségi tartományokat az alábbi összefüggésekkel kell meghatározni. Ha a ciklusszám kisebb, mint $5 \cdot 10^6$, akkor a hegesztést tartalmazó részeknél [3]:

$$\Delta\sigma_R = \frac{46000}{\sqrt{N}} + 140. \quad (22)$$

Ha a ciklusszám ezt meghaladja és a terhelésamplitúdó is változik [3]:

$$\Delta\sigma_R = \left(\frac{C_3}{N}\right)^{\frac{1}{10}}. \quad (23)$$

Ekkor a konstansok meghatározására az alábbi az előzőhöz hasonló 7.táblázat szolgál.

7.táblázat: Konstansok meghatározása [3]

Osztály	Kifáradási határ	Levágási határ	A fáturási szilárdsági görbe konstansai
			$2 \cdot 10^6$ ciklusszám felett C_3
UW	172,5	116,7	$4,7 \cdot 10^{28}$

Ezek után a megengedett ciklusszám meghatározható. Ha a $\Delta\sigma^* > \Delta\sigma_D$, akkor az alábbi képleteket kell alkalmazni hegesztett kötésekre illetve azokon kívülre [3]:



$$C_t = 1,043 - 4,3 \cdot 10^{-4} \cdot t^{*2}. \quad (24)$$

$$N = \left(\frac{46000}{\Delta\sigma^* - 140}\right)^2. \quad (25)$$

Ha a feszültségek minden esetben kisebbek a $\Delta\sigma_D$ -nél, akkor a ciklusszám elméletileg végtelen. Ha a feszültségi tartomány a levágási feszültség alatt van, akkor eltekintünk a fáturás hatásától.

Ha a $\Delta\sigma^*$ a levágási határfeszültség és a kifáradási határfeszültség közé esik, akkor a ciklusszámra az alábbi összefüggések érvényesek hegesztett kötésekre és az azokon kívüli területekre [3]:

8. táblázat: Az osztályok értéke [3]

Részlet-szám	Kötés típusa	Ábra	1-es vagy 2-es tesztcsoport	3-as tesztcsoport	Megjegyzés	Kapcsolódó táblázatok
1.5	Teljes beolvadású tompavarrat egy oldalról hegesztve		63 40	40	Roncsolásmentes anyagvizsgálat után a varrat jelentős hibától mentes Ha biztosítani lehet a teljes beolvadás Ha a belső oldalt nem lehet vizuálisan vizsgálni, a teljes beolvadásról nem lehet meggyőződni Minden egyéb esetben	S1.1-től S2.4-ig, DE1. CE1.2, FE3
1.6	Teljes beolvadású tompavarrat egyoldali folyamatos megtámasztással		56 40	40	Csak körvarratok, a varrat minimális magassága egyenlő a lemeztávastagsággal Többsoros varrat megbizonyosodva a gyök teljes beolvadásáról Egysoros varrat Minden egyéb esetben	S2.1-től S2.4-ig

$$N = \frac{C_2}{(\Delta\sigma^*)^5}, \quad (26)$$

$$N = \frac{C_3}{(\Delta\sigma^*)^{10}}. \quad (27)$$

Az osztály pedig az alábbi EN 13445-3-ban szereplő 8. táblázat segítségével lehet megállapítani. A 40-es osztály és a hozzá tartozó konstansok kerültek felhasználásra.

A számoláshoz a ΔP értéket a már előzetesen felvett az ammóniagyártás kisnyomású eljárására jellemző értékek 10%-ában került meghatározásra. A számoláshoz a ΔP értéket a már előzetesen felvett az ammóniagyártás kisnyomású eljárására jellemző értékének 10%-ában került meghatározásra.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az általunk vizsgált nyomástartó edény hegesztési költségének meghatározása során az első lépés a hozaganyag kiválasztása volt az egyes acélokhoz négy különböző hegesztési eljárásra. Maga a kiválasztási folyamat az acélok kémiai összetétele alapján történt. A varratelőkészítés és a lemeztávastagságok, valamint a hegesztési hossz segítségével meghatározható a leolvasztandó hozaganyag tömege és a hozaganyagok kereskedelmi költségének segítségével a hozaganyag költsége is. Az egyes ívhegesztő eljárásokra jellemző leolvasztási teljesítményekből visszaszámolva az ív égési idejét a hegesztési folyamat során, és ebből az üzemi tényező segítségével a korrigált hegesztési időt. Végezetül

feltártuk egy lehetséges számítási módot a nyomástartó edények fáradására, azon belül az elviselt ciklusszámra vonatkozóan, melyet az MSZ-EN 13445-3-as szabvány elírásai alapján lett elvégezve. További feladat a megbízhatóság-alapú költségsszámítás, amint az bordázott lemezeknél került kiszámításra [4].

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű "Fiatallodó 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."

6. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <http://eng.esab.co.kr/Web-App/Upload/2012/03/28/Stainless%20Steel%20Welding%20Handbook.pdf> (a letöltés dátuma 2018.09.20)
- [2] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/welding-costs-096> (a letöltés dátuma: 2019.03.05.)
- [3] MSZ-EN 13445-3 2002: Unfired pressure vessels part-3: Design
- [4] Luis M.C. Simões, Jármái Károly, Virág Zoltán: Hosszirányú merevítőekkel ellátott hegesztett lemezek megbízhatóság alapú költségsszámítása, GÉP, Vol. LXIX. No. 2, 45-48. old. 2018, ISSN 0016-8572

FPA ALGORITMUS IMPLEMENTÁLÁSA MASSZÍVAN PÁRHUZAMOS ARCHITEKTÚRÁRA

IMPLEMENTATION OF FPA ALGORITHM ON MASSIVLY PARALLEL ARCHITECTURE

Nagy Szilárd*, Dr. Jármay Károly**

ABSTRACT

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.

A harmadik pontban a bővítés történhet többek között például mutációval. A negyedik lépés feladata, hogy a populáció méretet adott n méreten tartsa.

Iterációs eljárásokról lévén szó, elképzelhető, hogy egy-egy optimalizálási feladat megoldása költséges, idő igényes lesz. Egyrészt köszönhető a célfüggvény többszöri kiszámításának. Másrészt pedig az algoritmus belsejében lezajló mutáció és szelekció műveletek műveletigényének. Jelen cikk az utóbbi kiküszöbölésére kínál alternatívát, a párhuzamosítás alkalmazásával.

1. BEVEZETÉS

A mesterséges intelligencia heurisztikus ágához tartozó evolúciós algoritmusok kutatása az elmúlt években nagy hangsúlyt kapott. Ez nem meglepő, hiszen jól használhatók nem lineáris, sokváltozós, bonyolult keresési, optimalizálási feladatok megoldására.

$$\min f(\bar{x}) \quad \bar{x} = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_j \ \dots \ x_D] \quad (1)$$

ahol D a probléma változóinak száma, és minden x_j rendelkezik egyenként egy alsó és felső határral.

Olyan esetekben is képesek eredményesek lenni, amikor a tradicionális gradiens alapú módszerek nehézkesen, vagy egyáltalán nem alkalmazhatók. További nagy előnyük, hogy képesek a célfüggvényt feketedobozként kezelni. Nem kell ismerni a függvény konkrét belső felépítését elég csak a bemeneteket és az azokra adott választ.

A rengeteg típusú evolúciós algoritmus létezik. Mindegyik közös jellemzője, hogy az alapelvét valamilyen a természetben is lejátszódó folyamat ihlette és az alábbi általános lépésekből áll [1]:

1. legyen $p^{(0)}$ a kezdeti populáció,
2. ha a megállási kritérium teljesül, add vissza a $p^{(G)}$ populációt,
3. egyébként bővítsd a $p^{(G)}$ populációt új egyedekkel,
4. szelekcióval állítsd elő a $p^{(G)}$ populációból az új $p^{(G+1)}$ populációt,
5. ismételd a 2. ponttól.

2. EREDETI VIRÁG BEPORZÁSI ALGORITMUS

A virág beporzási algoritmust (flower pollination algorithm; röviden: FPA), mint ahogyan a neve is mutatja a növények beporzási folyamata inspirálta. Fiatal algoritusról van szó. Először Xin-She Yang javasolta [2] 2012-ben.

A természetben a növények reprodukciós folyamatára a különböző beporzási módszerek a működnek. Az adott növényre jellemző virágpor, pollen átkerül egy másik növényre, rovarok, madarak, denevérek, egyéb állatok vagy a szél segítségével. Van néhány növény, ami ettől eltérő speciális beporzási módszert választott.

Általánosságban megfogalmazható négy domináns szabály, melyek alapján modellezhető a folyamat, és az algoritmus matematikai alapját képezik:

- **globális-beporzás** (kereszt-beporzás) során a pollen átkerül az egyik egyedről egy másik egyedre. A beporzók mozgása modellezhető Lévy eloszlást követő véletlen számmal.
- **helyi-beporzásnál** a pollen ugyanabból a virágból, vagy ugyanazon növény másik virágából származik.
- adott fajból származó pollen csak az ugyanabba fajba tartozó növényt tudja beporozni. Az FPA vonatkozásában ez azt jelenti, hogy a beporzás csak akkor történik meg, ha utána a meglévőnél jobb eredmény jön létre.
- helyi- és globális-beporzás bekövetkezésének valószínűségét egy $P \in [0; 1]$ normál eloszlású véletlen valós szám fejezi ki.

* PhD hallgató, Miskolci Egyetem, vegynsz@uni-miskolc.hu

** egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, jarmay@uni-miskolc.hu

$p^{(0)}$ populáció inicializálása véletlenszerűen
 \bar{g}^* legjobb megoldás kiválasztása $p^{(0)}$ -ból
 $P \in [0; 1]$ valószínűség meghatározása
ciklus míg $G < \text{maximum generáció}$

ciklus $i = 1:n$ (összes egyedre)

ha $\text{rand} < P$

L Lévy eloszlású véletlen szám generálása (3)

globális beporzás (2) alapján

egyébként

ϵ véletlen szám generálása

helyi beporzás (4) alapján

ha vége

új függvényérték meghatározás

ha a kapott eredmény jobb, új egyed megtartása

ciklus vége

ciklus vége

1. ábra Szekvenciális FPA algoritmus

A kereszt-beporzás matematikai formája:

$$\bar{x}_i^{(G+1)} = \bar{x}_i^{(G)} + L(\bar{g}^* - \bar{x}_i^{(G)}) \quad (2)$$

ahol \bar{g}^* a G generációig megtalált globális minimum, L pedig a Lévy-szám, ami közelíthető az alábbi formulával [2][3]:

$$L \approx \frac{\lambda \Gamma(\lambda) \sin\left(\frac{\pi\lambda}{2}\right)}{\pi} \frac{1}{s^{1+\lambda}} \quad (3)$$

ahol λ egy konstans (ajánlott értéke: $\lambda = 1,5$), $\Gamma(\lambda)$ gamma eloszlási függvény, s pedig $s > 0$ véletlen lépés.

A helyi-beporzást pedig a differenciál evolúcióból [4] jól ismert mutációs formulával lehet leírni:

$$\bar{x}_i^{(G+1)} = \bar{x}_i^{(G)} + \epsilon(\bar{x}_{r_1}^{(G)} - \bar{x}_{r_2}^{(G)}) \quad r_1 \neq r_2 \neq i \quad (4)$$

ahol $\epsilon \in [0; 1] \cup \mathbb{R}$ normál eloszlású véletlen szám, r_1 és r_2 véletlen egész számok.

Az előzőekben ismertetett szekvenciális FPA algoritmus pszeudokódját az 1. ábra szemlélteti.

3. FPA ALGORITMUS IMPLEMENTÁCIÓJA CUDA ALKALMAZÁSÁVAL.

3.1. GPU programozás és C-CUDA koncepciója

Az elmúlt években a grafikus kártyák rohamos fejlődése új igényt fogalmazott meg velük szemben, az általános célú felhasználást: GPGPU. A kérdés az, hogy a GPU-k mért tesznek lehetővé gyorsabb számításokat, mint a CPU. A válasz az eltérő architektúrában rejlik. Míg a CPU általános célú műveletekre (be- kimeneti eszközök elérése, adatfeldolgozás stb.) van

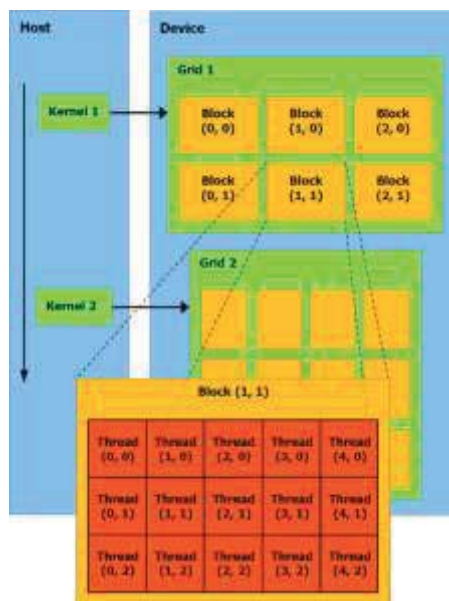
optimalizálva, addig a GPU egyetlen meghatározott feladatra. Ezért nem minden feladat implementálható hatékonyan az utóbbi eszközön.

Habár történtek erőfeszítések API-k kifejlesztésére még mindig komoly kihívásokat jelentő feladat maradt GPU-k programozása. NVida kifejlesztette a CUDA környezetet [5]. Lehetővé teszi a C/C++ programozási nyelvek minimális kiegészítésével, a kódok direktben GPU-ra történő fordítását.

Két futtatásra alkalmas eszköz került nevesítésre: a gazdagép (host), és az eszköz (device, GPU). A hívható függvények pedig három csoportba sorolhatók:

- **__global__** kulcsszóval azonosítható függvények. Csak a gazda eszköz tudja meghívni és az eszközön futnak. Visszatérési értékük kizárólag *void* lehet.
- **__device__** kulcsszóval azonosítható függvények. Eszköz tudja meghívni őket és az eszközön futnak. Bármilyen típusú lehet a visszatérési értékük.
- normál C/C++ függvények. Gazda eszköz tudja meghívni és a gazda eszközön futnak. Bármilyen típusú lehet a visszatérési értékük.

A függvény típusokon kívül, még a CUDA a saját struktúrájában (2. ábra) bevezeti a rács, a blokk, és a szálak fogalmát.



2. ábra CUDA architektúra Forrás: [6]

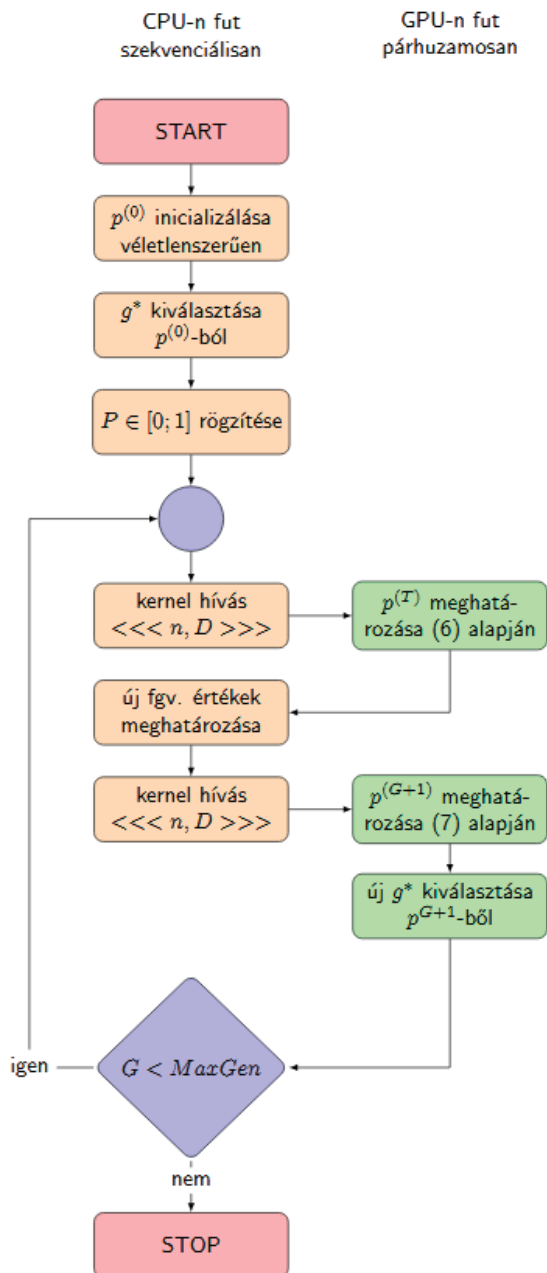
Minden egyes kernel hívás egy rácsot eredményez, ami több blokkból áll. Egy rácson belül képzeletben a blokkok egy kétdimenziós elrendezéssel jellemezhetők. A blokkok tovább bonthatók szálakra, amik elrendezése képzeletben háromdimenziós. Egy blokkban minden szál ugyanazt a feleadatot hajtja végre, csak más adaton. Tipikus példája SIMD (single instruction multiple data) típusú párhuzamosításnak [7]. Ugyanazon blokkba tartozó szálak szinkronizálhatók és képesek egymással kommunikálni egy gyors elérésű néhány Kbyte nagyságú osztott memória területen keresztül. Egy

eszközön párhuzamosan, aszinkron módon futhat több különböző feladat is. Ekkor több egymástól független rács jön létre.

A CUDA a C/C++ nyelv kiegészítésén kívül még tartalmaz az eszköz egyéb funkcióit elérő függvény könyvtárakat is.

3.2. FPA algoritmus párhuzamos implementációja

A populáció egyedei legyenek egy mátrixban tárolva. Az így kapott mátrix minden egyes sora feleljen meg egy-egy egyednek.



3. ábra Párhuzamos FPA algoritmus

$$p^{(G)} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1^{(G)} \\ \bar{x}_2^{(G)} \\ \vdots \\ \bar{x}_i^{(G)} \\ \vdots \\ \bar{x}_n^{(G)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{1,1}^{(G)} & x_{1,2}^{(G)} & \cdots & x_{1,D}^{(G)} \\ x_{2,1}^{(G)} & x_{2,2}^{(G)} & \cdots & x_{2,D}^{(G)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i,1}^{(G)} & x_{i,2}^{(G)} & \cdots & x_{i,D}^{(G)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,1}^{(G)} & x_{n,2}^{(G)} & \cdots & x_{n,D}^{(G)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

A beporzással kapott új egyedek legyenek tárolva egy ideiglenes $p^{(T)}$ mátrixban. Könnyen belátható, hogy ekkor a mátrix minden eleme egymástól függetlenül számolható. Hatékonyan párhuzamosítható. A szekvenciálisan $O(n \cdot D)$ művelet igényű beporzási lépés elméletileg $O(1)$ művelet igényű lesz.

$$p_{i,j}^{(T)} = \begin{cases} x_{i,j}^{(G)} + L(g^* - x_{i,j}^{(G)}) & \text{ha } rand < P \\ x_{i,j}^{(G)} + \epsilon(x_{a,j}^{(G)} - x_{b,j}^{(G)}) & \text{egyébként} \end{cases} \quad (6)$$

A szelekció is hasonló módon párhuzamosítható. Elméletileg $O(n \cdot D)$ művelet igény itt is $O(1)$ -re csökken.

$$p_{i,j}^{(G+1)} = \begin{cases} p_{i,j}^{(T)} & \text{ha } f(p_i^{(T)}) < f(p_i^{(G)}) \\ p_{i,j}^{(G)} & \text{egyébként} \end{cases} \quad (7)$$

A párhuzamos FPA-t a 3. ábra részletezi. A kódok egyrésze szekvenciálisan fut a CPU-n, a számításigényes műveletek pedig a GPU-n. Két művelet között a CPU-nak van egy szinkronizációs feladata is, vagyis megvárja míg egy lépés teljesen befejeződik és csak utána hívja meg a következő lépést. Megtartva a fekete doboz elvet a függvény kiértékelés megvalósítása a felhasználóra van bízva. Jelen esetben a feldolgozása maradt szekvenciális.

4. SZIMULÁCIÓ

Szimulációhoz a

$$f(x) = \sum_{j=1}^D (x_j)^2 \quad (8)$$

egyszerű, könnyen optimalizálható, de annál kevésbé hatékonyan párhuzamosítható függvényt választottuk.

Az alkalmazott számítógép főbb jellemzői:

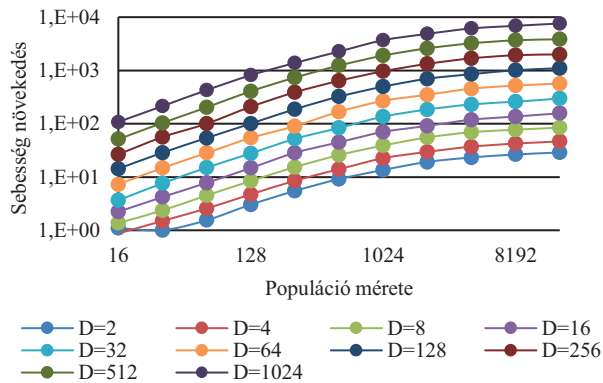
- processzor: Intel i5-3470 3,2GHz
- videokártya: Nvidia Geforce 650
- memória: 8 Gbyte
- operációs rendszer: Linux Mint 18.3

Egy iterációs lépéshez szükséges idő két részre bontható

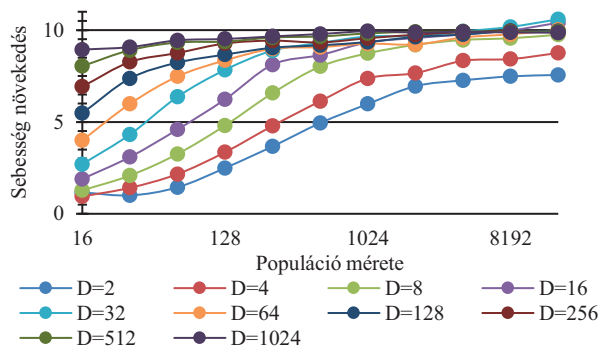
$$t_{it} = t_{alg} + t_{fgv} \quad (9)$$

az új függvényérték kiszámításához szükséges t_{fgv} időre és maga az algoritmushoz szükséges számítások t_{alg} idejére.

Szimuláció során a t_{it} és t_{alg} időknél elérhető sebesség növekedés lett vizsgálva. Mind a teljesen szekvenciális FPA algoritmusnál, mind a párhuzamosítottnál az új függvényérték kiszámítását a CPU végzi. Kapott eredményeket a 4. ábra és 5. ábra szemlélteti.



4. ábra FPA algoritmus (t_{alg}) sebesség növekedése különböző változó szám és populáció esetén



5. ábra Egy iterációs lépés (t_{it}) sebesség növekedése különböző változó szám és populáció esetén

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Komoly sebesség növekedés érhető el párhuzamosítással. Csak az FPA algoritmus mutációs és szelektációs lépését vizsgálva (4. ábra) megközelítőleg 7000-szeres sebesség növekedés is elérhető. Minél több változóból áll az optimálandó feladat és minél nagyobb a populáció mérete annál szembetűnőbb a sebesség növekedés. Míg a használt hardware korlátait el nem érjük addig a várható gyorsulás közelítőleg exponenciálisan nő a probléma nagyságával.

A teljes iterációs lépésre fókuszálva, ahol a függvény kiértékelés maradt szekvenciális, nem ennyire szembetűnőek az eredmények. A sebesség növekedés egy felső korláthoz tart, és a számítási idő nagy százalékát már a célfüggvény meghatározása teszi ki. Jelen esetben ez körülbelül 10-szeres. Messzemenő következtetés nem vonható le, mert a sebesség növekedés az optimálási probléma bonyolultságától is függ.

Az eredmények további kutatásra adnak okot, ahol már a teljes iterációs lépés párhuzamosításra kerül, így az optimálást még gyorsabbá és hatékonyabbá téve.

6. 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.

7. IRODALOM

- [1] SIMON, D.: *Evolutionary Optimization Algorithms*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2013.
- [2] YANG X. S.: Flower Pollination Algorithm for Global Optimization, *Unconventional Computation and Natural Computation*, Vol. 7445, (2012), pp 240-249, doi.org/10.1007/978-3-642-32894-7_27
- [3] YANG X. S.: *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms Second Edition*, Luniver Press, Frome, 2010.
- [4] STORN R., PRICE K.: Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces, *Journal of Global Optimization*, Vol. 11, (1997), pp 341-359, doi.org/10.1023/A:1008202821328
- [5] NVidia CUDA C programming guide v10.0.130 <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/index.html>, 2018.
- [6] FÁBIÓ F, RENATO A. K.: A co-evolutionary differential evolution algorithm for solving min-max optimization problems implemented on GPU using C-CUDA, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, (2012), pp 10324-10333
- [7] JASON S, EDWARD K.: *CUDA by Example*, Addison-Wesley, Boston, 2010.

EMELŐASZTAL TERVEZÉSE, BASIC ENGINEERING

LIFT TABLE DESIGN, BASIC ENGINEERING

Szűcs Renáta *, Galambos József **, Dr. Virág Zoltán *** és Dr. Jármái Károly ****

ABSTRACT

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.

1. BEVEZETÉS

Számos munkaterületen alkalmaznak fix emelőasztalokat napjainkban. Ezek állhatnak szabadon, de részben akár berendezésekbe vagy gödrökbe is beépíthetők. Az emelőasztalokon belül megkülönböztetünk mobil emelőasztalos kocsikat, melyek erős alsó vázzal, valamint műanyagból vagy tömör gumból készült görgőkkel rendelkeznek. A beálló görgők kettős fékkel vannak ellátva a biztonságos rögzítés érdekében. Az emelőasztalos kocsik területén is, úgymint a fix emelőasztalok esetére, különböző méretek és kivitelek választhatók függően a szükséges teherbírástól és a tároló felület szükséges méretétől

A jelenleg piacon kapható (fix) emelőasztalok típusai, szerkezeti kialakításai, méretek, teherbírási plusz opciók (moduláris elemként beépíthető funkciókra kiemelt lehetőséget mutatva) az alábbiakban felsorolt kivitelekben jelennek meg:

- egy ollós kivitel,
- vertikális dupla-, tripla- vagy négy ollós kivitel,
- horizontális dupla ollós kivitel és
- lapos (szuperlapos) kivitel.

Ezen emelőasztalok alap kivitelben standard asztallappal rendelkeznek, de elérhető olyan verziójuk, mely U- vagy E-profilú asztallappal és a rakodást megkönnyítő kiegészítő rámpával felszerelt.

2. EMELŐASZTAL JELLEMZŐK

Az emelőasztalok legfőbb jellemzőit a következő felsorolás tartalmazza:

- EN 1570 szerinti kivitel,
- Becsípődés elleni védelem,
- Stabil, lapos padlólemez,

- Megerősített peremprofilú asztal,
- Masszív acél ollók,
- Körkörös biztonsági kapcsolóléc,
- Kitémasztások a biztonságos karbantartáshoz,
- Túlterhelés elleni védelem,
- Tömlőszakadási biztonsági szelep,
- Keménykrómozott henger és dugattyúrúd,
- Élettartam-kenéssel ellátott, karbantartásmentes csapágyak,
- Külső meghajtó egység (lapos kivitel esetére),
- Alacsony zajszintű hidraulika egység beépített biztonsági szeleppel a szabályozható süllyesztési sebesség érdekében. Az emelőasztal hidraulika aggregát zajszintje: 52 dB,
- Vezérlését tekintve: elektromos, elektrohidraulikus, hidraulikus,
- Kialakításuk szerint a padlóra vagy a padlóba süllyesztve egyaránt telepíthetők,
- Védelem: IP 65,
- Az emelőasztal hidraulika aggregát zajszintje: 52 dB,
- Alap kivitel:
 - Tartozék 24 V-os távkapcsoló nyomógombokkal és vészleállítóval,
 - Leszerelhető emelőszemek az egyszerű szállítás, kezelés érdekében.

3. KIALAKÍTÁS SZERINTI CSOPORTOSÍTÁS

3.1. Egy ollós emelőasztal

Az 1. ábra az egy ollós emelőasztal sematikus képét mutatja. A piacon lévő termékek általában standard asztallap kialakításúak, de ha a helyzet megkívánja, U-profilú asztallappal felszerelt változat is elérhető. Helytakarékos megoldásként a padlózatba is süllyeszthető a telepítés során.

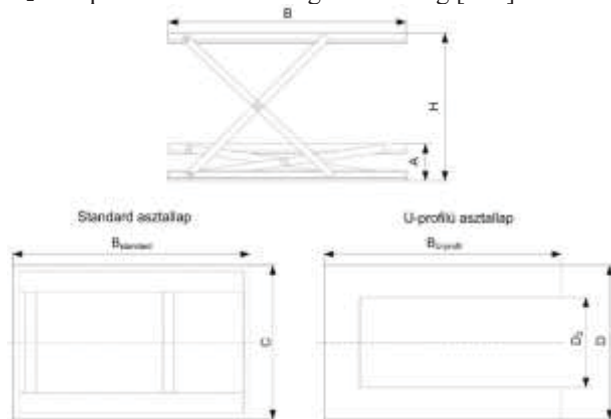
Jellemző geometriai méretek:

- A – emelőasztal alapmagasság (zárt állapotban) [mm],
- H – teljes magasság [mm],
- (H – A) – emelési magasság [mm],
- B – asztal hossza [mm],
- C – standard asztal szélesség [mm],
- D – U-profilú asztal szélesség [mm],

* mérnök, ügyvezető, S&M Solution Kft., ** nemzetközi hegesztett szerkezet tervező mérnök IWSD, ügyvezető, Weldminker Művek ZRt.,

*** docens **** egyetemi tanár, Miskolci Egyetem H-3515 Miskolc, Egyetemváros, Hungary, jarmai@uni-miskolc.hu

D₂ – U-profilú asztal U kivágás szélesség [mm].



1. ábra Egy ollós emelőasztal sematikus ábrája standard és U-profilú asztalappal verziókkal

A kutatás során összegezett egyollós emelőasztalok jellemző paraméterei (szerkezet geometriája, teherbírás, emelési magasság és idő, motor teljesítmény, összsúly) az alábbiak szerint változnak (1. táblázat).

3.2. Vertikális dupla-tripla-négy ollós emelőasztal

Több ollós szerkezet egymás fölé történő építésével nagyobb emelési magasság érhető el. Ezek a vertikális, dupla-tripla és négy ollós emelőasztalok felhasználhatók, mint szerelőlift, mozgássérült lift, munkaasztal vagy munkadarab adagoló. Többféle változata elérhető, úgymint az emelési magasság, teherbírás, asztalméretet tekintve.

A padlóra vagy a padlóba süllyesztve egyaránt telepíthetők.

A 2. ábra a vertikális dupla- és tripla ollós emelőasztal sematikus képét szemlélteti. Az egyes változatok standard asztalapp kialakításúak.

Jellemző geometriai méretek:

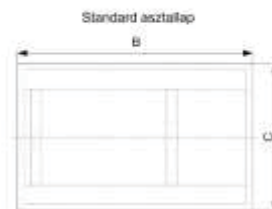
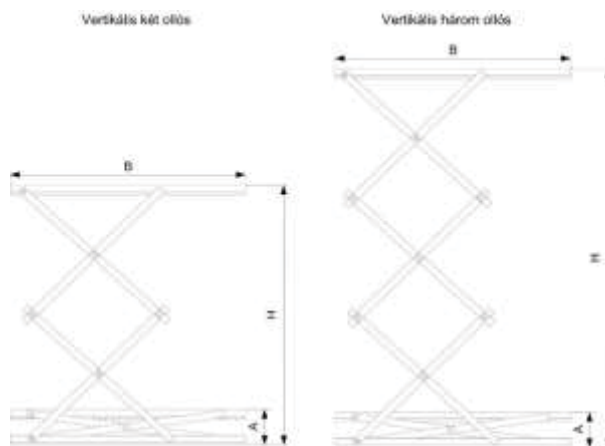
A – emelőasztal alapmagasság (zárt állapotban) [mm]

H – teljes magasság [mm]

(H – A) – emelési magasság [mm]

B – asztal hossza [mm]

C – asztal szélesség [mm]



2. ábra. Vertikális dupla-tripla-négy ollós emelőasztalok kialakítása

A kutatás során összegezett vertikális két-három vagy négy ollós emelőasztalok jellemző paraméterei (szerkezet geometriája, teherbírás, emelési magasság és idő, motor teljesítmény, összsúly) az alábbi tartományok szerint változnak (2. táblázat).

1. táblázat. Egyollós emelőasztalok jellemző paraméterei

1 ollós emelőasztal	Standard asztalappal	U-profilú asztalappal
Teherbírás [kg]	500 - 10000	600 - 2000
A - teljes magasság [mm]	160 - 2500	630 - 800
(H - A) - emelési magasság [mm]	500 - 4000	550 - 700
B - asztal hossz [mm]	800 - 5600	1200 - 1500
C - asztal szélesség [mm]	600 - 2400	-
D - asztal szélesség [mm]	-	1085 - 1200
D ₂ - asztal kivágás [mm]	-	585 - 700
Emelési idő [s]	8 - 95	12 - 16
Motor teljesítmény [kW]	0,37 - 24	0,75 - 1,1
Súly [kg]	95 - 2900	210 - 350

2. táblázat. Vertikális dupla-tripla-négy ollós emelőasztal

Vertikális emelőasztal	2 ollós	3 ollós	4 ollós
Teherbírás [kg]	200 - 6000	1000 - 4000	800
A - teljes magasság [mm]	200 - 3600	500 - 1000	706
(H - A) - emelési magasság [mm]	500 - 6000	470 - 6000	3504
B - asztal hossz [mm]	700 - 6000	1300 - 2000	1700
C - asztal szélesség [mm]	600 - 2500	800 - 1200	1600
Emelési idő [s]	12 - 155	40 - 104	-
Motor teljesítmény [kW]	0,37 - 24	1,5 - 5,5	2,2
Súly [kg]	120 - 3680	450 - 2800	858

3.3. Horizontális dupla ollós emelőasztal

A duplaollós horizontális emelőasztal két olló összeépítésével jön létre, mely hosszú és nehéz áruk emelésére alkalmas. A piacon kapható emelőasztalok elsősorban dupla ollós kivitelűek, standard asztallappal felszerelve (ld. 3. ábra), de egyéni igény esetén tripla ollós kialakításban is elérhetőek.

Jellemző geometriai méretek:

A – emelőasztal alapmagasság (zárt állapotban) [mm]

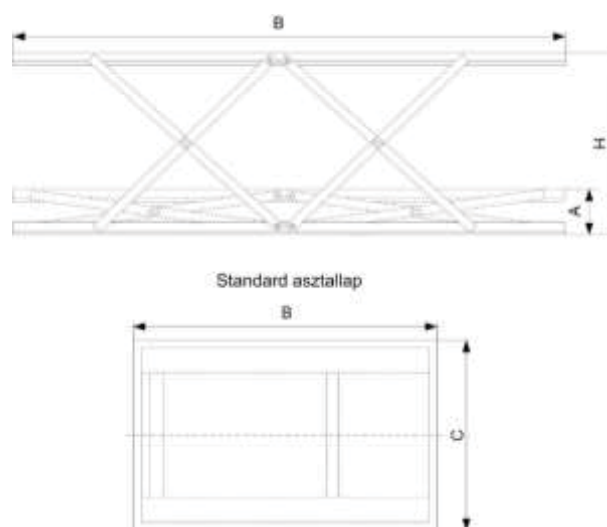
H – teljes magasság [mm]

(H – A) – emelési magasság [mm]

B – asztal hossza [mm]

C – asztal szélesség [mm]

A kutatás során összegezett horizontális dupla ollós emelőasztalok jellemző paraméterei (kialakítás geometriája, teherbírás, emelési magasság és idő, motor teljesítmény, összsúly) a 3. táblázat szerint változnak.



3. ábra Horizontális dupla ollós emelőasztal képe standard asztallap mellett

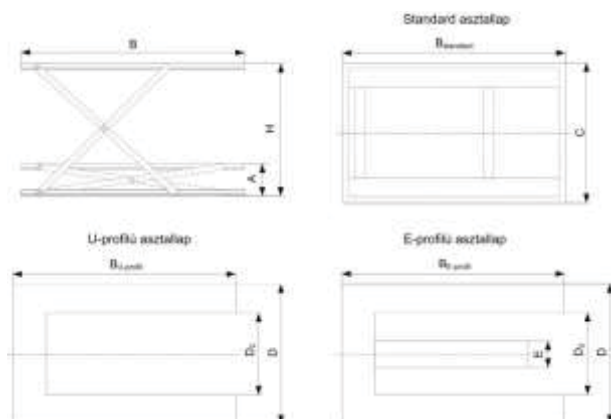
3. táblázat. Horizontális 2 ollós emelőasztal

	Horizontális 2 ollós emelőasztal
Teherbírás [kg]	1000 - 10000
A - teljes magasság [mm]	180 - 1950
(H - A) - emelési magasság [mm]	205 - 2000
B - asztal hossz [mm]	1350 - 6200
C - asztal szélesség [mm]	600 - 2000
Emelési idő [s]	15 - 75
Motor teljesítmény [kW]	0,37 - 4,6
Súly [kg]	210 - 3240

4. táblázat. Lapos egy ollós emelőasztalok jellemző paraméterei

Lapos 1 ollós emelőasztal	Standard asztallappal	U-profilú asztallappal	E-profilú asztallappal
Teherbírás [kg]	500 - 2000	500 - 2000	300 - 2000
A - teljes magasság [mm]	80 - 105	80 - 105	70 - 100
(H - A) - emelési magasság [mm]	720 - 870	720 - 970	720 - 970
B - asztal hossz [mm]	900 - 1600	1283 - 1600	1300 - 1450
C - asztal szélesség [mm]	600 - 1320	-	-
D - asztal szélesség [mm]	-	900 - 1200	900 - 1180
D2 - asztal kivágás [mm]	-	585	570
E - E-profil belső villaszélessége [mm]	-	-	185
Emelési idő [s]	12 - 42	12 - 42	13 - 30
Motor teljesítmény [kW]	0,48 - 24	0,48 - 24	0,75 - 1,1
Súly [kg]	180 - 401	185 - 530	220 - 350

A 4. ábra a lapos emelőasztal sematikus képét szemlélteti.



4. ábra Horizontális dupla ollós emelőasztal képe standard asztallap mellett

A kutatás során összegezett lapos egy ollós emelőasztalok jellemző paraméterei a 4. táblázat szerint változnak.

3.4. Vezérlés szerinti osztályozás

Vezérlésüket tekintve megkülönböztetünk:

- manuális (kézi- vagy lábműködtetésű) hidraulikus emelőasztalt, ezek általában mobil görgős kivitelűek, és kisebb terhek mozgatására alkalmasak;
- elektrohidraulikus emelőasztalt, mely során a hidraulika rendszer beépített túlterhelés védelemmel van ellátva,

- elektromos emelőasztalt (elektromos emelő- és haladómotor), általában beépített töltőkészülékkel,
- félelektromos (mobil) emelőasztal, mely manuálisan mozgatható és automatikusan emel.

Számos nagyobb kivitel elektrohidraulikus aggregáttal rendelkezik. A kisebb és könnyebb modellek között megtalálhatók hagyományos hidraulikával ellátott modellek a kézi beállítás érdekében. Az emelőasztalok területén minden hidraulikus rendszer bio-olajat tartalmaz, és az optimális biztonság legszigorúbb szabványainak és követelményeinek felelnek meg.

Az elektromos emelőasztal kis karbantartás-igényű akkumulátorokkal rendelkezik, amelyek a beépített töltőkészüléknek köszönhetően bármely konnektorral feltölthetők.

3.5. Szerkezeti anyag szerinti értékelés

Az emelőasztal szerkezeti anyaga:

- talprész: acéllemez,
- masszív acél ollók.
- munkafelület:
 - o asztal kialakítása: festett acél, rozsdamentes acél, alumínium,
 - o felépítmény szerint: sima vagy cseppmintás, csúszásmentes, ESD-vel védett.

3.6. Alkalmazási területek feltételei

- Gyógyszer-, élelmiszer és vegyipar: horganyzott és rozsdamentes kivitel,

- tűz- és robbanásveszélyes területekre: ATEX szerinti robbanásvédelemmel kivitel (robbanásvédelem motor, teljes berendezés szikramentességének biztosítása, a berendezés antisztatikus tulajdonságainak egységes tervezése, stb.),
- elektrotechnikai üzemek, műhelyek: ESD (elektrostatic discharge) védelemmel ellátott munkalap a statikus kisülések megakadályozására (a munkalap gumiburkolattal van ellátva a statikus kisülések biztonságos elvezetése miatt - az asztalra szerelt földelő doboz segítségével, melyhez a dolgozó földelő karkötője is csatlakoztatva van).

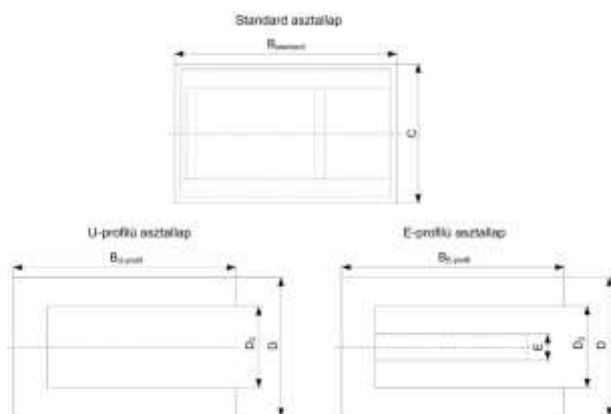
4. FUNKCIÓKRA BONTÁS

A következőkben a funkciókra bontást vizsgáljuk, illetve az egyes részfunkcióhoz tartozó megoldási, variációs esetek összevetését végezzük el.

4.1 Asztallap kialakítása szerinti osztályozás

Megkülönböztetünk alapesetben standard, továbbá U- és E-profilú asztallapos emelőasztalokat.

Asztallap funkcióját tekintve a standard asztallap feljáróékkal kiegészítve bármely raklaptípus vagy különféle doboz mozgatására alkalmazható, míg U-profil esetére (feljáróék nélkül) az U szátrak közé állva valósítható meg a felrakódás (pl. targoncával). Ez utóbbi típus (mérete és alakja miatt) csak EUR-raklapokat tud felvenni (ellentétben a standard asztallappal).



5. ábra. Asztal kivitelek

Az emelőasztal alapjára/asztallapjára különböző felépítmények szerelhetők a további igényeknek megfelelően.

Ezek lehetnek (a teljesség igénye nélkül):

- golyós betéttel ellátott lap,
- görgős felépítmény,
- forgatható asztallap,
- forgózsámoly felépítmény,
- cseppmintás rakodófelületű asztallap,

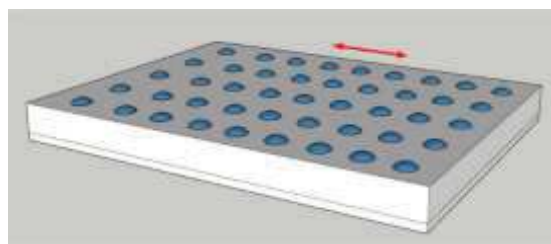
- csúszásmentes emelőlap.

4.2. Emelőasztal tartozékok és felépítmények

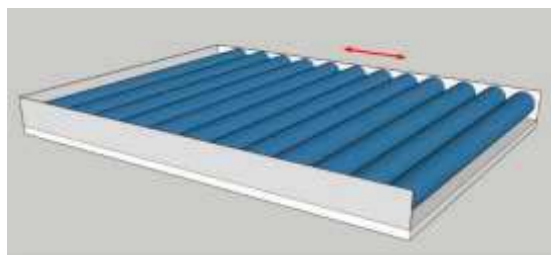
Az asztal alapjára szerelhető tartozékok a szükséges rakodási műveletnek megfelelően tetszőlegesen cserélhetők, átszerelhetők, vagy egyszerűen az asztallap felületére helyezhetők csavarokkal fixen rögzítve.

Kialakításukat és funkciójukat tekintve a felépítmények az alábbiak lehetnek:

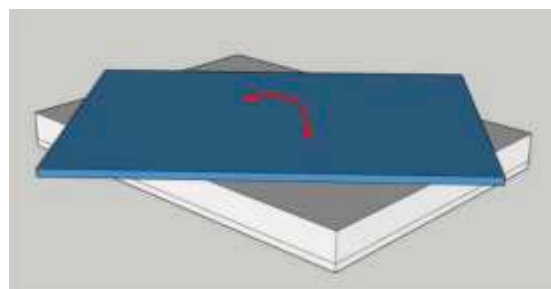
- *golyós betéttel ellátott lap*: jellemzően tábla vagy lemezszerű sima, síkfelületű anyagok mozgatására (asztal alapjára csavarosan rögzíthető)



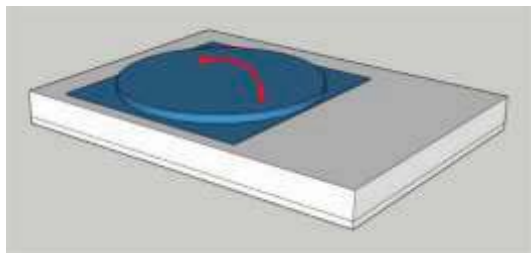
- *görgős felépítmény*: raklapok, különböző dobozok továbbítására (asztal alapjára csavarosan rögzíthető)



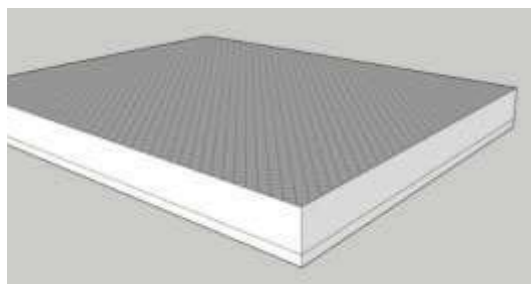
- *forgó asztallap*: asztallapra rögzíthető, becsípődés ellen beépített szenzor védi



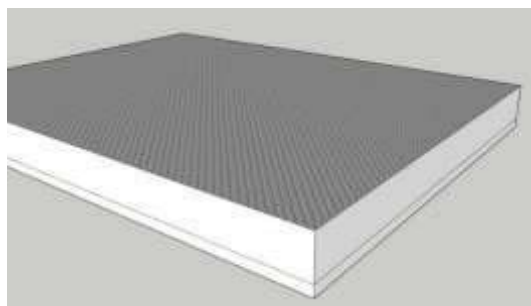
- *forgózsámoly felépítmény*: asztallapra helyezhető csavaros rögzítéssel vagy besüllyeszthető, forgatás kézi vagy gép meghajtással, forgatási tartomány: 360°, igény szerinti pozícionálással, reteszeléssel



- *cseppmintás rakodófelületű asztallap* a teher legurulásának megakadályozására, elsősorban kültéri használatra javasolt (asztal alapjára csavarosan rögzíthető)



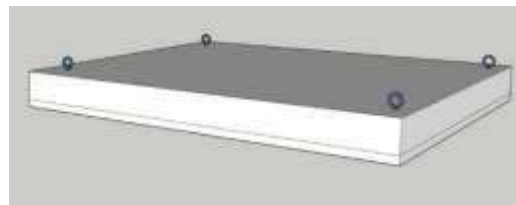
- *csúszásmentes emelőlap alumínium rakodófelülettel* (asztal alapjára csavarosan rögzíthető)



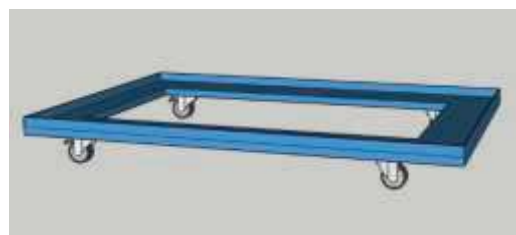
- *rámpa*: az asztal hosszú és rövid oldalához helyezhető felhajtórámpa



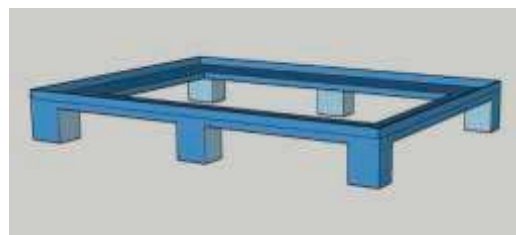
- *emelőszem*: az emelőasztal szállítását könnyíti meg és teszi biztonságossá csavarozással rögzíthető



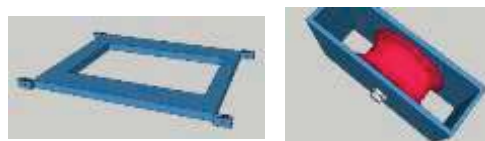
- *gurítható alváz*: kerekkel felszerelt alváz 2 beálló és 2 fix görgővel rendelkezik, az emelőasztal alá helyezendő



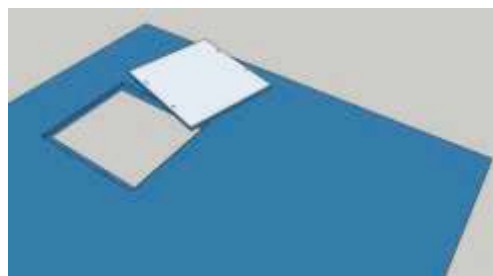
- *szállítható alváz*: a megemelt alváznak köszönhetően az emelőasztal targoncával vagy raklapemelővel is szállítható, emelőasztal alá helyezendő



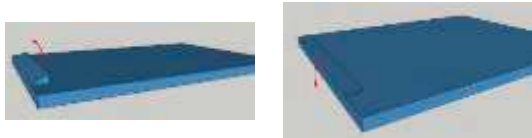
- *sínen gurítható alváz*: sínhez kötött szállítórendszerhez adaptálható



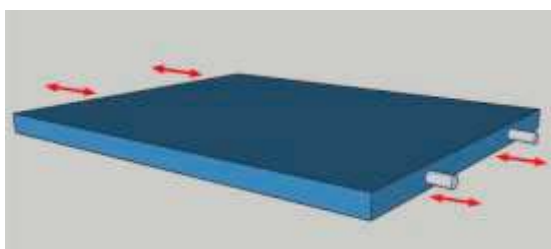
- *szerelnyílás*: a szerviz és karbantartási munkák megkönnyítésére lecsavarozható fedélnyílással



- *legurulás elleni védelem*: meggátolja a teher legurulását az asztról, kétállású, használata esetén az asztallap meghosszabbítása szükséges



- *hidraulikus rakodőfelület rögzítő*: aknában történő telepítés esetén alkalmazható, funkciója a rakodőfelület akna oldalához való rögzítése



ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a munkában az emelőasztal-konstrukciók csoportjában bemutattuk az alaptéchnikát. Ezeket az asztalokat kisebb vagy nagyobb tömegek emelésére használják. A platform hossza és szélessége nagyon eltérő lehet. A függőleges vagy vízszintes irányban az ollók száma nagyban befolyásolja az alkalmazhatóságot és a terhelést. A vizsgálat azt mutatja, hogy a minimális tömegű, vagy költségű szerkezet kialakítása érdekében végzett innovatív tervezés nem könnyű, sok variáns lehet.

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] https://www.cmco.hu/wp-content/uploads/CMCO_KatalogusNr3_305-315.oldal_.pdf
- [2] https://www.liftingtable.eu/files/products/01_lifting_tables/P-Series_ProductDescription_ENG.pdf
- [3] <http://www.h-itb.hu/emeloasztal.aspx>
- [4] <https://www.rema.eu/hu/products/mozgathato-fix-emeloasztalok/fix-emeloasztalok/hs-fix-emeloasztal>
- [5] <http://starex.hu/index.php?i=1&serie=1&serieCat=110&subCatId=113&c=113>
- [6] http://ecocranes.hu/uploads/Marco_Datasheet.pdf

- [7] <https://www.flexlift.de/en/products/compact-lift-table/data-tables/>
- [8] <http://jouleing.hu/data/webshop/attachment/1079.pdf>
- [9] <https://hymo.se/en/product-category/optima-lift-table-ax-en/>
- [10] <https://hymo.se/en/product-category/maxima-lift-table-dx-en/>
- [11] <https://hymo.se/en/product-category/maxima-lift-table-lx-en/>
- [12] <https://www.liftingtable.eu/double-and-triple-scissor-lift-tables/>
- [13] <https://www.rema.eu/hu/products/mozgathato-fix-emeloasztalok/duplaollos-fix-emeloasztalok/hsd-duplaollos-fix-emeloasztal>
- [14] <http://jouleing.hu/data/webshop/attachment/802.pdf>
- [15] <http://starex.hu/index.php?p=1069>
- [16] <https://hymo.se/en/product-category/maxima-lift-table-bx-bxt-en/>
- [17] <http://jouleing.hu/data/webshop/attachment/802.pdf>
- [18] http://www.novotransz.hu/bundles/files/product/emeloasztalok-fix-es-mozgathato/dupla-ollos-emeloasztalok-vertikalis/hanselifter-trsh-tripla-ollos-emeloasztalok-vertikalis-1000-2000-kg/pdf/hanselifter_trsh_emeloasztal.pdf
- [19] <http://starex.hu/index.php?p=1070>
- [20] https://www.liftingtable.eu/files/products/05_tandem/PT-Series_Product_information.pdf
- [21] http://www.novotransz.hu/bundles/files/product/emeloasztalok-fix-es-mozgathato/dupla-ollos-emeloasztalok-horizontalis/hanselifter-tasht-duplaollos-emeloasztalok-horizontalis-2000-8000-kg/pdf/hanselifter_tasht_emeloasztal.pdf
- [22] <http://starex.hu/index.php?p=4044>
- [23] <http://jouleing.hu/data/webshop/attachment/686.pdf>
- [24] https://www.cmco.hu/wp-content/uploads/CMCO_KatalogusNr3_305-315.oldal_.pdf
- [25] <https://www.rema.eu/hu/products/mozgathato-fix-emeloasztalok/alacsony-beepitesi-magassagu-fix-emeloasztalok/hsl-alacsony-beepitesi-magassagu-fix-emeloasztal>
- [26] <https://www.rema.eu/hu/products/mozgathato-fix-emeloasztalok/alacsony-beepitesi-magassagu-fix-u-alaku-emeloasztalok/hsu-alacsony-beepitesi-magassagu-fix-u-alaku-emeloasztal>
- [27] http://www.novotransz.hu/bundles/files/product/emeloasztalok-fix-es-mozgathato/lapos-ollos-emeloasztalok/hanselifter-htf-g-elektromos-alacsony-ollos-emeloasztal-rampaval-1000-kg/pdf/novotransz_htf-g-u.pdf
- [28] <http://starex.hu/index.php?p=514>
- [29] <http://starex.hu/index.php?p=515>
- [30] https://www.flexlift.de/fileadmin/pdf/produkte/fe/datenblatt-fe_en.pdf
- [31] http://jouleing.hu/data/fm/brochure/Lapos_ollos_emeloasztal.pdf
- [32] <http://jouleing.hu/data/webshop/img/810.jpg>
- [33] <http://jouleing.hu/data/webshop/img/811.jpg>

BORDÁSCSÖVES HŐCSERÉLŐ HŐÁTADÁSI FOLYAMATÁNAK VIZSGÁLATA CFD-VEL

CFD ANALYSIS OF FINNED TUBE HEAT TRANSFER PROCESS

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

ABSTRACT

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. The fluids are incompressible, the flow was three-dimensional and turbulent. The geometry of the fins has a high impact to the heat transfer coefficient and the heat performance, so the shape, the size and the thickness of the fins are compared to each other. Our goal to find a dependable Nu-number correlation for this type of heat exchanger and using this function to find the optimal shape of the radiator, which can cool the cooling liquid to the necessary value and has the smallest weight.

1. BEVEZETÉS

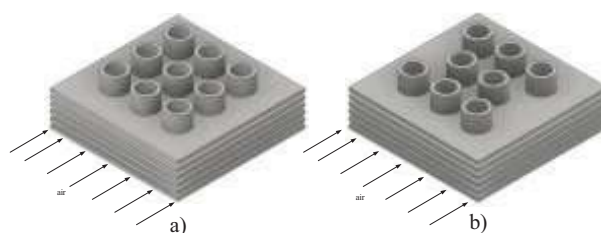
A bordáscsöves hőcserélők külön csoportot képviselnek a felületi hőcserélők között. Ezeket a berendezéseket leggyakrabban olyan helyen alkalmazzák, amikor az egyik hőátadásban szereplő közeg gáz halmazállapotú, például járművek esetén vagy légkondicionáló rendszerekben. A bordákkal a hőátadó felület növelhető meg jelentős mértékben, bár ezáltal ellenállásokat helyezünk az áramlási térbe, melynek következménye egy kisebb hőátviteli tényező lesz. A szakirodalomban több elmélet is található, viszont általánosságban elmondható, hogy nem léteznek olyan széles tartományban használható összefüggések, köszönhetően a borda geometriájának.

Az analitikus számítás nehézségei ellenére mind ipari, mind háztartási felhasználása jelentős. Risberg et al. [1], Liping és Wong [2], valamint Awbi [3] a lakóházakban használt radiátorok konvektív hőátadásával kapcsolatban végzett kutatásokat. Oliet et al [4], valamint Astrouski et al. [5] autóhűtő radiátorokkal kapcsolatos tanulmányokat készítettek. Ezek a berendezések a motorhűtő rendszer legfontosabb elemei: a zárt rendszerben keringtetett

hűtőfolyadék a motorblokkot hűti azáltal, hogy felveszi a robbanás hőjét, mely hőt később a radiátoron keresztülráamló levegőnek ad le. Az autóhűtő radiátor tervezésénél a geometriai méretek megválasztása létfontosságú. Kis méretek esetén a hőcserélő teljesítménye túl kis érték lesz, mely rövid idő alatt a motorblokk túlhevül. Túl nagy méretek esetén pedig a radiátor befoglaló méretei lesznek túl nagyok, melynek következménye a tömeg növekedése.

A szakirodalomban számos bordageometria érhető el, melyek közös jellemzője, hogy a gázoldalon tapasztalható hőátadási tényező tapasztalati összefüggéssel számítható. A Nu-szám értéke függ a bordák alakjától (négyzetleges vagy kör alak; hosszanti vagy radiális irányú bordák), az áramló közeg közepes hőmérsékletén vett anyagi jellemzőitől és a sebességétől. Ilyen esetekben nem kell az áramlás jellegét vizsgálnunk, mivel a bordák miatt biztos, hogy turbulens lesz az áramlás.

Számos kutató végzett vizsgálatokat a különböző típusú bordák hőátadásával kapcsolatban. Jang et al [6] háromdimenziós szimulációs vizsgálatok végzett négyzetleges bordákra, egy sorban elhelyezett és eltolt csövek esetén (1. ábra).



1. ábra: Egy sorban és eltolva elrendezett csövek

Mérési és szimulációs vizsgálataikban kimutatták, hogy az eltolt csőosztás jobb hőátadási tényezőt fog okozni. Ennek oka az, hogy a gáz a legkisebb ellenállás irányában áramlik, így a sorban elhelyezett csöveknél nem vesz részt az egész hőátadó felület a hőcserében, míg eltolt csőosztás esetén gyakorlatilag ez a hatás nem lép fel.

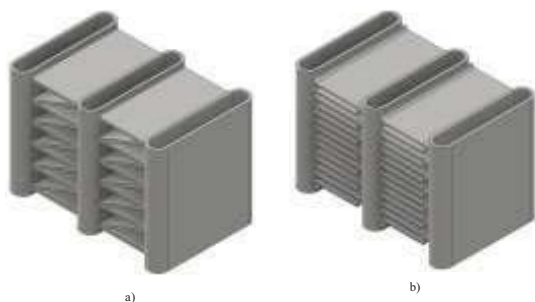
A másik gyakran használt bordatípus a louver borda. A légkondicionáló rendszerekben és járműveknél is ezt a

* tanársegéd, Miskolci Egyetem Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék

** egyetemi docens, Miskolci Egyetem Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék

*** egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék

felépítést használják (hasonlóan a nagyteljesítményű számítógépek vízűtéses processzorhűtőjéhez). Ilyenkor több, nagyon kis keresztmetszetű csőben áramlik a hűtőfolyadék, és ezeket a csöveket ezek a lamellás bordák kötik össze. A 2. ábrán ilyen kialakítások láthatók.



2. ábra: Lamellás bordák háromszög- a) és négyzetosztással b)

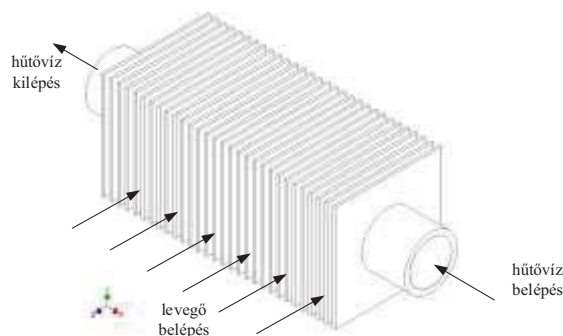
Chang et al. [7], Achaichia et al. [8] és Jin Sheng et al. [9] végeztek vizsgálatokat ezekkel a bordákkal kapcsolatban, ahol változtatták a lamellák geometriai adatait és osztását, valamint a cső keresztmetszetét. Kimutatták, hogy nem létezik általánosan használható empirikus összefüggés, csak nagyon szűk geometriai adatok között lehet viszonylag jól illeszkedő összefüggést létrehozni.

2. HŐTANI SZIMULÁCIÓ

2.1. Szimulációs technikák

A CFD-szimulációk a kereskedelmi forgalomban elérhető SC-TETRA szoftverrel készültek. Ezzel a programmal a bordák által képviselt kiterjesztett felület két különböző módszerrel is modellezhető: fizikai modellként, amikor minden egyes bordát a kívánt geometriával valamilyen 3D-s modellező szoftverrel megrajzolunk, illetve porózus térfogatként, amikor az összes bordát és a közöttük lévő gáz-térfogatot egyetlen térfogatként modellezünk. Tanulmányunkban a kétféle modellezési módszert hasonlítottuk össze.

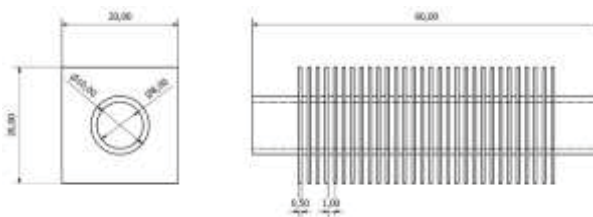
Abban az esetben, amikor a bordákat fizikailag létező bordaként modellezzük (3. ábra), a lehető legpontosabban járunk el. Pontosabban definiálható, mi lesz az áramlási tér, mi lesz a hőcserében részt vevő fal, valamint a hálósűrítésre vonatkozó beállítások is megadhatók.



3. ábra: Fizikai borda modellje

Ennek a módszernek pontosan ezek a jellemzők lesznek a hátrányai is: mind a geometria modell megalkotása, mind a felületek definiálása sokkal nagyobb odafigyelést igényel, a falak melletti hálósűrítés pedig a számítási időt fogja növelni.

A vizsgálatainkban egy 60 mm hosszú, 10 mm külső és 8 mm belső átmérőjű csövet modelleztünk, melyen 30 db, 20x20 mm-es, 0,5 mm vastagságú, négyzet alakú bordát helyeztünk el, melynek sematikus vázlatát a 4. ábra mutatja. A cső és a bordák mind alumíniumból készültek.

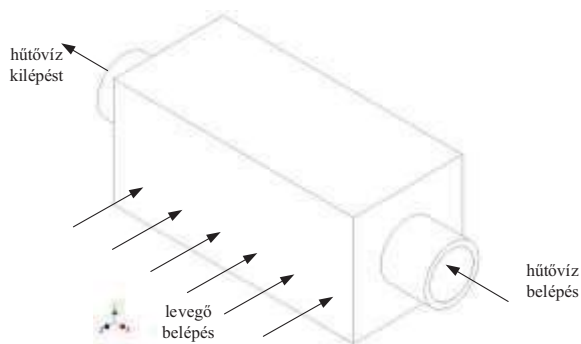


4. ábra: A bordás cső sematikus vázlatja

Ezzel szemben, amikor a bordákat egyetlen porózus térfogatként modellezzük, a geometriai modellben csak a befoglaló méreteket kell figyelembe vennünk, a bordákra vonatkozó paramétereket a hálóval együtt kell definiálnunk.

1. táblázat: A vizsgált geometria

Geometria	Jele	Érték
Borda szélesség	W	20 mm
Borda magasság	H	20 mm
Borda vastagság	t	0,5 mm
Bordaköz	s	1 mm
Cső külső átmérő	D_o	10 mm
Cső belső átmérő	D_i	8 mm
Bordák száma	n_b	30
Cső hossza	L	60 mm
Teljes hőátadó felület	A_{total}	0,01049 m ²
Cső hőátadó felülete	$A_{cső}$	0,0011 m ²



5. ábra: A porózus térfogat modellje

2.2. Peremfeltételek

Az áramló levegőt konvencionális fluidumként kezeltük, melynek az anyagjellemzőit $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on vettük figyelembe, a gravitációs gyorsulást pedig az y -tengely irányában. A levegő áramlása egy dimenziós a z -tengely mentén, nagysága 8 m/s . A szimulációban a hőszugárzás hatását elhanyagoltuk. A levegő belépő hőmérséklete $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A hűtőfolyadék inkompresszibilis vízként került modellezésre. Belépő hőmérséklete $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, sebessége $0,2\text{ m/s}$ az x -tengely irányában. A víz anyagjellemzőinek hőmérséklet-függésétől eltekintettünk, az anyagjellemzők értékét a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak megfelelő értékre állítottuk be.

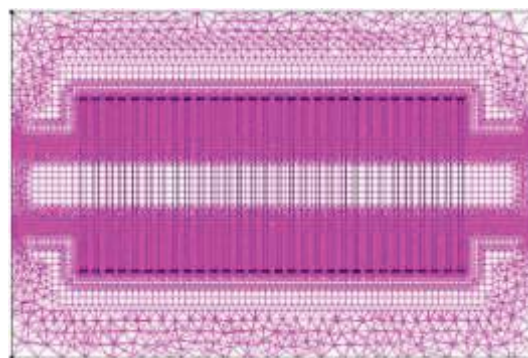
Mindkét közeg kilépő felületére statikus nyomás peremfeltételt állítottunk be. Figyelembe véve a turbulencia hatását, mind a belépő, mind a kilépő felületekre a belépő turbulencia értékét $0,0001\text{ m}^2/\text{s}^2$ értéknek feltételeztük.

A szimulációkat SC-Tetra szoftverrel végeztük, az alkalmazott turbulencia-modell a realizábilis k -EPS, a nyomáskorrekcióra vonatkozó modellt pedig a SIMPLEC módszer volt.

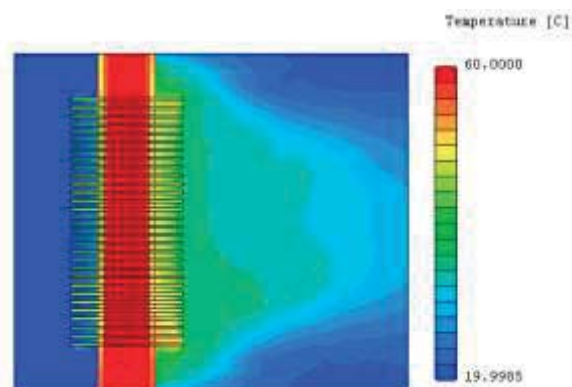
2.3. Hálózás és eredmények

A modellek alkalmazhatóságának érdekében az első vizsgálatot a fizikai bordás modellel végeztük. A hőátadás hatásának érdekében a hőátadó felületekre hálósűrítést alkalmaztunk. Mivel a bordák falvastagsága $0,5\text{ mm}$ volt, a hálósűrítést ettől kisebb értékre kellett beállítani. A modellben 10^{-4} m nagyságú réteget alkalmaztunk 3 rétegben, 1,1-szeres sűrítéssel. Az egyenletesebb háló érdekében hexahedral típusú elemeket is alkalmaztunk a modell szélső felületein. Ezekkel a beállításokkal a háló elemszáma $9,8$ millióra adódott (6. ábra). A szimuláció kalkulációja $2\text{ óra }45\text{ perc}$ ig tartott és kialakult a stacionárius állapot (a reziduálok 10^{-4} érték alá csökkentek). A kapott eredmények azt mutatják, hogy a kilépő levegő átlagos

sebessége $23,08\text{ }^{\circ}\text{C}$, míg a kilépő víz átlagos hőmérséklete $57,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt (7. ábra).

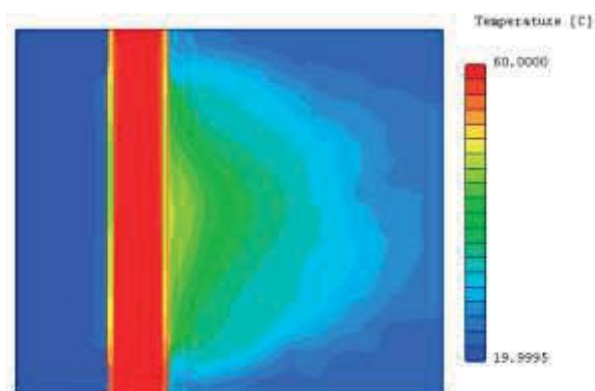


6. ábra: A fizikai bordára alkalmazott háló részlete



7. ábra: A fizikai bordával kapott hőmérséklet-eloszlás

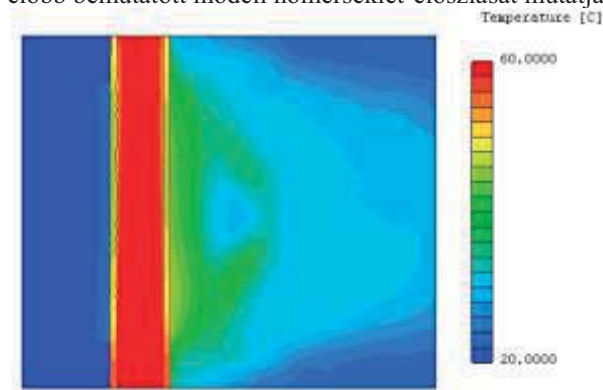
A porózus térfogat alkalmazásával a számítási teljesítmény csökkenését szerettük volna elérni. Ezt bizonyítandó 2 hálósűrítéssel végeztük el a szimulációt erre a modellre. Ezekben az esetekben is alkalmaztunk felületi hálósűrítést a cső és a porózus térfogat, valamint a porózus térfogat és a levegő között. A kisebb háló $\sim 1,5$ millió elemet tartalmazott, a stacionárius állapotot 299 iterációs lépés után értük el, melynek számítási ideje mindössze 35 perc volt. A hőmérséklet-profil a 8. ábra mutatja:



8. ábra: A kisebb porózus térfogattal kapott hőmérséklet-eloszlás

Az összehasonlítás alapja ismét a kilépő felületek átlagos hőmérséklete volt, mely jelen esetben a levegőre 22,33°C-ot, míg a hűtővízre 58,18°C-ot eredményezett. A két modell között a levegőre 3,35%, vízre pedig 0,34% adódott.

A hálófüggelenségi vizsgálathoz az előbb vizsgált hálót egy nagyságrenddel tovább sűrítettük, mely 8,37 milliós elemszámot eredményezett. Ez a szám még mindig kisebb érték, mint amit a fizikai bordás modellnél alkalmaztunk, tehát azt vártuk tőle, hogy gyorsabban szolgáltat eredményt. Stacionárius megoldás viszont 850 iteráció után sem kaptunk, a hőmérséklet reziduálokra vonatkozó feltétel nem teljesült. A számítás 4 óra 43 percig tartott, a 850 iteráció után kapott átlagos hőmérsékletek pedig 22,74°C és 58,00°C lettek. Ezek az eredmények még kisebb eltérést mutatnak a fizikai bordás modellhez képest, de alkalmazásával nem értük el azt a célt, amiért az összehasonlítás készült. A 9. ábra az előbb bemutatott modell hőmérséklet-eloszlását mutatja:



9. ábra: A nagyobb porózus térfogattal kapott hőmérséklet-eloszlás

2. CFD EREDMÉNYEK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA AZ EMPIRIKUS EREDMÉNYEKSEL

Ahogy a hőátadási folyamatok jelentős hányadánál, a bordás csövek hőátadását is empirikus összefüggésekkel határozhatjuk meg. Jelen tanulmány a CFD-szimulációval kapott eredményeket Cengel [10] tapasztalati összefüggéseivel számított hőátadási tényezőkkel hasonlítja össze.

3.1. Vízoldali hőátadási tényező

A hűtőfolyadék kör keresztmetszetű vezetékben áramlik. Az alkalmazandó összefüggés az áramlás jellegétől függ, mely a Re-szám függvénye:

$$Re_w = \frac{v_w \cdot D_i \cdot \rho_w}{\eta_w} = 3355,068 \quad (1)$$

Mivel az áramlás átmeneti, az alkalmazott Nu-összefüggés:

$$Nu_w = 0,008 \cdot Re_w^{0,9} \cdot Pr_w^{0,43} = 19,149 \quad (2)$$

ahol a Pr-szám értéke 3,012. Ezekből a hőátadási tényező értéke

$$\alpha_w = \frac{Nu_w \cdot \lambda_w}{D_i} = 1560,2 \frac{W}{m^2 K} \quad (3)$$

3.2. Levegőoldali hőátadási tényező

Mivel a bordák a csőre merőlegesen helyezkednek el, ezért az ilyen orientációjú bordákra vonatkozó összefüggést kell alkalmazni. Ebben az esetben is a Re- és Nu-szám meghatározásával kell kezdeni a számítást, majd a kapott hőátadási tényezőt a bordahatásfok értékével korrigálni kell.

$$Re_a = \frac{v_a \cdot W \cdot \rho_a}{\eta_a} = 10621,49 \quad (4)$$

Az összefüggésben a karakterisztikus hossz a bordák magassága. Az tényezők számításában (ahogy a szimulációban is) az anyagjellemzők hőmérsékletfüggésétől eltekinttünk. A levegő Pr-száma 0,708, így a Nu-szám értéke:

$$Nu_a = 0,228 \cdot Re_a^{0,731} \cdot Pr_a^{0,33} = 178,31 \quad (5)$$

melyből 229,207 W/(m²K) hőátadási tényező adódik. A bordahatásfok számításához meg kell határozunk egy ζ bordaparamétert:

$$\zeta = \left(\frac{W - D_o}{2} + \frac{t_f}{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{\alpha_{a*}}{\lambda_f \cdot t_f}} = 0,245 \quad (6)$$

A paraméter ismeretében a bordahatásfok meghatározása grafikonból történhet [10], mely jelen esetben 0,8804-es értéket jelent, melyből a módosított hőátadási tényező 201,79 W/(m²K) értéket jelent a levegőoldalon.

3.3. Hőteljesítmény számítása

A teljes hőcserélőt jellemző hőátviteli tényező számítása is módosul a bordák által képviselt kiterjedt hőátadó felület miatt:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \frac{A_{total}}{A_{cső}} \cdot \frac{\lambda_{cső}}{s_{cső}} + \frac{1}{\alpha_w}} = 90,1 \frac{W}{m^2 K} \quad (7)$$

A logaritmikus hőmérséklet-különbség számításához felhasználjuk a fizikai bordás modell szimulációjából a kilépő hőmérsékletek értékeit, így

$$\Delta T_n = T_{w,i} - T_{a,o} = 37,98^\circ\text{C} \quad (8)$$

és

$$\Delta T_k = T_{w,o} - T_{a,i} = 36,92^\circ\text{C} \quad (9)$$

melyből $\Delta T_{LOG}=37,45^\circ\text{C}$ érték adódik. Az értékekből számítható a hőteljesítmény:

$$\dot{Q} = k \cdot A_{total} \cdot \Delta T_{LOG} = 35,41\text{ W} \quad (10)$$

A numerikus szimulációkból kapott hőteljesítmények értékét a következő táblázat tartalmazza:

2. táblázat Hőteljesítmények

Fizikai borda	Kis porózus	Nagy porózus
83,61 W	75,33 W	82,78 W

Az eredményekből látszik, hogy az analitikus számítással kapott eredmények sokkal kisebbek, mint a numerikus szimulációval kapott eredmények. Ebből kijelenthető, hogy az általánosan használható empirikus összefüggések az ilyen viszonylag egyszerű bordás csőre nem alkalmazhatók. Ahhoz, hogy a bemutatott geometriára jól illeszkedő empirikus összefüggést állítsunk fel, mérésre és további szimulációs vizsgálatokra van szükség. A közeljövőben a bordák hatására vonatkozó analíziseket fogunk végezni, melyekben a csövek geometriáját állandónak tekintve a bordák távolságának, alakjának és méretének hatását vizsgáljuk.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben/előadásban/tanulmányban 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”

6. IRODALOM

- [1] D. Risberg, M. Risberg, and L. Westerlund, “CFD modelling of radiators in buildings with user-defined wall functions,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 94, pp. 266–273, 2016.
- [2] L. Wang and N. H. W. Å, “Coupled simulations for naturally ventilated rooms between building simulation (BS) and computational fluid dynamics (CFD) for better prediction of indoor thermal environment,” vol. 44, pp. 95–112, 2009.
- [3] H. B. Awbi, “Calculation of convective heat transfer coefficients of room surfaces for natural convection,”

- Energy Build.*, vol. 28, no. i, pp. 219–227, 1998.
- [4] C. Oliet, A. Oliva, J. Castro, and C. D. Pérez-Segarra, “Parametric studies on automotive radiators,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 27, no. 11, pp. 2033–2043, 2007.
- [5] I. Astrouski, M. Raudensky, and I. Krásny, “Polymeric hollow fiber heat exchanger as an automotive radiator,” vol. 108, pp. 798–803, 2016.
- [6] J.-Y. Jang, M.-C. Wu, and W.-J. Chang, “Numerical and experimental studies of threedimensional plate-fin and tube heat exchangers,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 39, no. 14, pp. 3057–3066, 1996.
- [7] Y. J. Chang and C. C. Wang, “A generalized heat transfer correlation for louver fin geometry,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 40, no. 3, pp. 533–544, 1997.
- [8] A. Achaichia and T. A. Cowell, “Heat transfer and pressure drop characteristics of flat tube and louvered plate fin surfaces,” *Exp. Therm. Fluid Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 147–157, 1988.
- [9] J. S. Leu, M. S. Liu, J. S. Liaw, and C. C. Wang, “A numerical investigation of louvered fin-and-tube heat exchangers having circular and oval tube configurations,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 44, no. 22, pp. 4235–4243, 2001.
- [10] Y. A. Cengel, *Heat Transfer - A Practical Approach. Second Edition.* McGraw-Hill International Editions, 2002.

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.

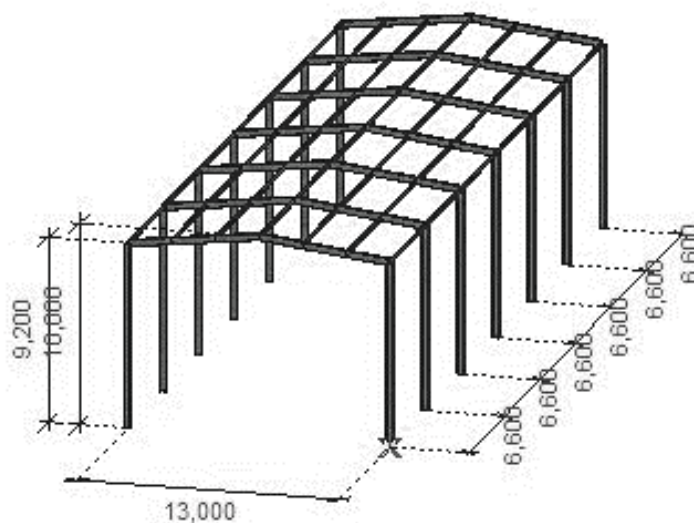
A munka során több szakági méretező programmal készítettünk modellt:

- 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

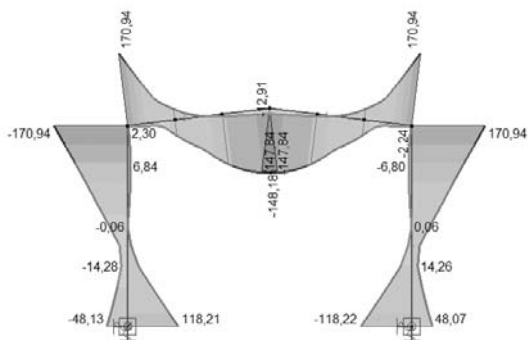
Keretlábak, gerendák: S 235 alapanyag. Kapcsolatok: I. osztályú három- illetve négyoldali sarokvarratok

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.



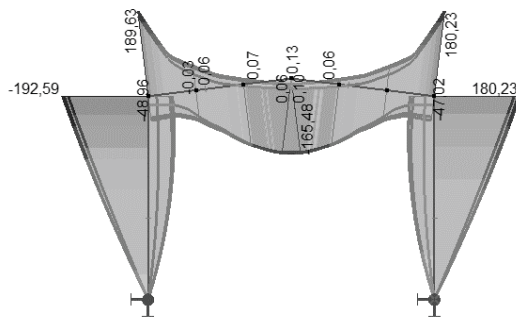
2. ábra. 1. modell: befogott keret

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

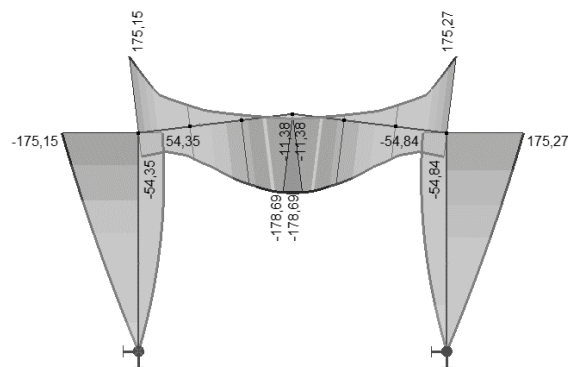
Az optimalálást először tehát a kihasználtsági maximum felé törekedve a piacon kapható melegen hengerelt szelvényeken végeztük el. A számításban mindig a valódi, tehát a szelvénykatalógusban magadott értékekkel haladtunk tovább. A kihasználtságokat ennél jobban már nem lehetett közelíteni, a megépített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

3. Az egyedi szelvény (5. ábra)

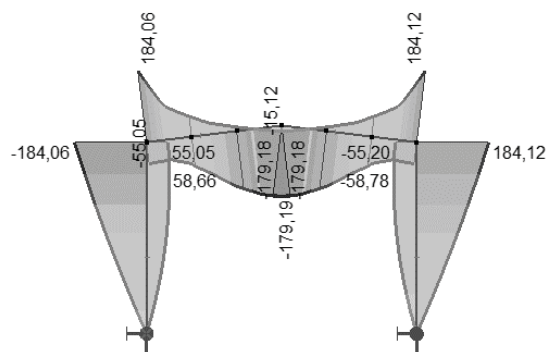
Betartva a kapott eredményeket, a szelvények méretét egyedi szelvénytervezéssel közelítettük tovább (4. modell). A tervezés során a gyári szelvényeket a legegyszerűbben beszerezhető 10 mm anyagvastagságú, előregyártott



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 képzeljük 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 %

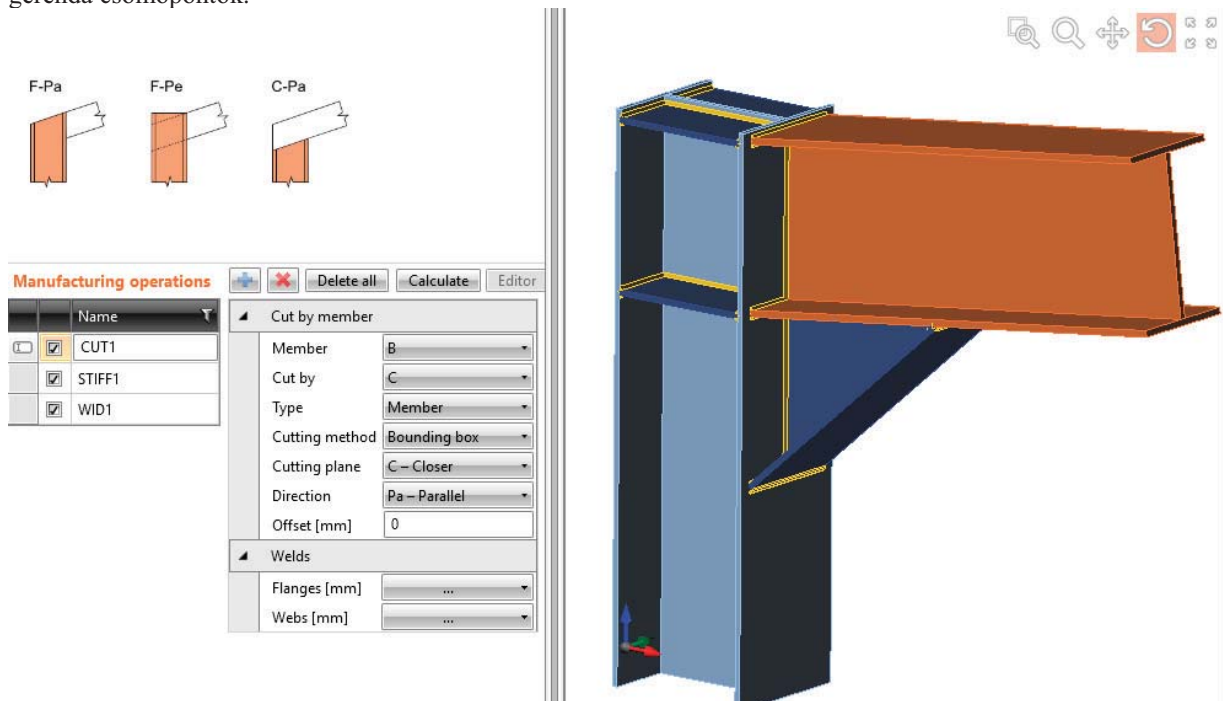
Oszlop: 98,3 %

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.

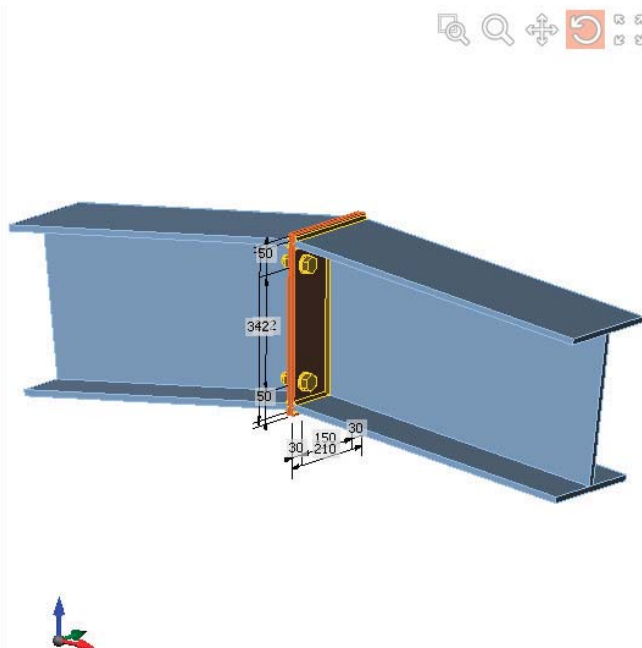
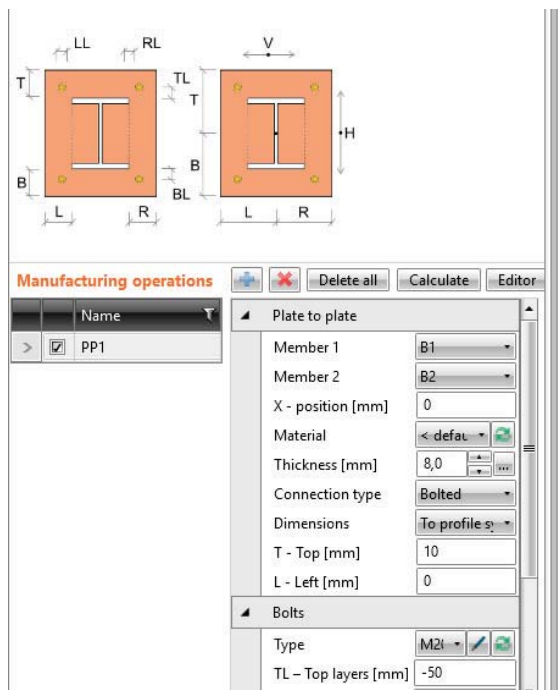
A 3. csomópont keretgerendás kapcsolatainál 10 mm-es homloklemez használunk, megegyező anyagminőségben, mint a gerendák anyaga.

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 – Platthy 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. (kivétele: 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: Stabilitáselemzés. Akadémiai Kiadó, 2001., 54-98. és 1097-1120. old.

MÉHSEJTVÁZAS KOMPOZIT PANELEK TERVEZÉSE ÉS MÉRÉSE ALKALMAZÁSSAL

DESIGN AND MEASUREMENT OF HONEYCOMB COMPOSITE PANELS WITH APPLICATION

Alaa Al-Fatlawi*, Dr. Jármay Károly**, Dr. Kovács György***

ABSTRACT

Many international manufacturing and development companies are competing to design lightweight containers to meet the requirements of shipping and airlines carriers. In this study the static behaviors of honeycomb sandwich composites panels, made up of Aluminium honeycomb core and glass fibre face skin which can be used for manufacturing of the walls, floor and roof of containers, are investigated a peeling test and a four-point bending test. The aim of this paper was to develop new sandwich composite structures as shown in Figure 1. 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 [1-3].

1. BEVEZETÉS

A méhsejt szendvicspanelek nagy szilárdságú, könnyű, erős, stabil, költséghatékony, nedvesség és korrózióálló anyagok, amelyek hatékony mechanikai teljesítményt nyújtanak. A könnyű panelek kiváló alternatívát jelentenek a monolit anyagok (pl. szilárd alumínium, fa és acél), valamint a hagyományos alapanyagok, például rétegelt lemez, balsafa és habanyagok vonatkozásában. A méhsejt-panelek széles méretválasztékban kaphatók, és sokféle alkalmazásban és folyamatban használhatók. Úgy alakíthatók ki, hogy megfeleljenek a szilárdsági és a merevségi követelményeknek. A méhsejt paneleket sok olyan helyen használják, amelyek megnövelt nyíró- és nyomószilárdságot és tapadási szilárdságot igényelnek. Sok méhsejt-panel gyártó van, amelyek nagyszilárdságú és könnyű paneljeit hajózási és légi teherszállító konténereknél használják. Tesztelésénél a négyponos hajlítási próbát alkalmazzák, ahol a panel egyszerűen alátámasztott. Az eredmény egy nagyszilárdságú, könnyű szerkezet. A méhsejt mag, szemben a szilárd anyaggal, növeli a szendvicspanel hajlítási merevségét,

amely lehetővé teszi kevesebb anyag felhasználását és a súly csökkentését. Az alábbi kialakítás olyan panelszerkezetet mutat be, ahol alumíniumot használnak mag- és kompozit fedőanyagként. A méhsejt szendvicspanel összetevői két merev és erős fedőlemez és könnyű mag közöttük. A fedőlemez eltávolítása egymástól növeli a tehetetlenségi nyomatékot, kis súlynövekedéssel jár és hatékonyan ellenáll a hajlítás és a hajlítás hatásának. A méhsejt szendvicsszerkezetek mechanikai viselkedése a fedőlemez és a mag tulajdonságaitól, valamint a geometriától függ. Jellemzően a méhsejt szendvicsszerkezeteknek bizonyos merevséggel és szilárdsággal kell rendelkezniük. A közlekedési ipar kezd felfedezni a méhsejt szendvicspanelek és a méhsejt előnyeit az energiaelnyelés szempontjából, és fontos lett számukra az egyes járművek súlyának csökkentése is. Európa vezető szerepet tölt be a könnyű vasúti kocsik gyártásában. Sok európai vasúti kocsiban méhsejt szendvic ajtók és padlók találhatóak. Franciaországban egy szuper könnyűsúlyú vasúti kocsin dolgoznak, amelyet teljes egészében a méhsejtből készítenek.



1. ábra. Méhsejtvázás légi konténer

Néhány New York-i gyorsforgalmi vonat és a San Francisco-i öböl területén a vasúti kocsiknál mennyezetre és a padlóra szerelt méhsejt paneleket használnak. A floridai Orlandóban, az új Disney World

* Ph.D hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar 3515 Miskolc-Egyetemváros

** Profeszor, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar 3515 Miskolc-Egyetemváros

*** Docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar 3515 Miskolc-Egyetemváros

egysínű kocsijait a méhsejt segítségével építik. 1974-ben a Hexcel 12.2 m-es teherautóautót tervezett és épített, alumínium méhsejt és burkolatok segítségével. Ez a furgon csak 3629 kg-os súlyú volt, 1361 kg-nál könnyebb, mint egy tipikus furgon. Légi konténernél szintén jól alkalmazható a méhsejtváz panel, lásd az 1. ábrát [4-13].

2. A MÉHSEJTVÁZAS PANELEK MECHANIKAI TESZTELÉSE

A szendvicspanel szerkezeti teljesítményének értékeléséhez különböző mechanikai vizsgálatokat végeznek a katonai szabvány (MIL-STD-401B) vizsgálati módszereivel. A következő tesztek kerültek elvégzésre szendvicspaneleken.

2.1. Négy pontos hajlítási teszt

Ezen vizsgálat során számos lehetséges tönkremeneteli mód van (lásd a 2. ábrát). A tipikusabb tönkremenetek közül néhány a héjlemez húzó-nyomó feszültsége miatt, a héjlemez gyűrődése és fodrozódása miatt következik be. A *gerenda* hajlítási vizsgálatából megállapítható a szendvic hajlítózilárdsága és a hajlítási rugalmassági modulus.

Az átlagos héjfeszültség és a rugalmassági modulus az alábbi egyenletekkel határozható meg.

$$\sigma = \frac{Ps}{8(h-t)wt} \quad (1)$$

$$E = \frac{11 P s^3}{384 d wt(h-t)^2} \quad (2)$$

ahol: s = fesztáv, c = magvastagság, P = teljes alkalmazott terhelés, t = a héj vastagsága, d = lehajlás közepén, w = panel szélessége, h = panelvastagság, P/d = terhelés-hajlítási görbe meredeksége, L = a próbatest hosszúsága, σ = héjfeszültség, E = a héj rugalmassági modulusa [14-15].

2.2. Hántolási teszt

Ez a vizsgálati módszer arra szolgál, hogy meghatározza a ragasztókötések héjazási ellenállását a fedőlemezek és a szendvicspanel magja között (lásd a 3. ábrát). A vizsgálat előrehaladtával elérjük a ragasztó hántolásához szükséges átlagos állandó nyomatókszintet. Ez a nyomatókszint azonban magában foglalja a csupasz héjlemez görgetéséhez szükséges forgatónyomatótkot is, így ezt a szintet előre meg kell határozni. Ezt a számot ezután levonhatjuk a ténylegesen mért értékből, hogy a ragasztó héjzilárdságának tényleges értékét érjük el. Ezeket a

teszteket a Kompozitor cég laboratóriumában végezték. Mi is végeztünk hasonló méréseket, de ezek még folyamatban vannak.

A hántoló nyomatók a következő egyenlet alapján számítható ki.

$$T = \frac{(R_o - R_i)(F_o - F_i)}{W} \quad (3)$$

ahol: R_o = az övszélesség és plusz a terhelő pánt vastagságának fele, R_i = a dob sugara, F_o = mért átlagos terhelés, F_i = a csupasz héjlemez hajlításához és tekeréséhez szükséges terhelés, W = a próbatest szélessége, T = hántolási nyomatók egység-szélességként [14-15].



2. ábra - Próbatest konfiguráció a hajlítási teszthez

3. A MÉHSEJT SZENDVICSPANEL SZÁMÍTÓGÉPES MODELLEZÉSE

A méhsejt szerkezetek természetes vagy mesterséges szerkezetek, amelyek méhsejt geometriájával rendelkeznek ahhoz, hogy minimálisra csökkentsék a felhasznált anyag mennyiségét a minimális súly eléréséhez és minimális anyagköltséghez. A méhsejt struktúrák geometriája széles körben változhat, de az összes ilyen szerkezet közös jellemzői a vékony függőleges falak között kialakított üreges cellák. A DIGIMAT program szendvics kompozit lemezt modellez. Először két kompozit lemezt definiál, majd méhsejtet hoz létre közöttük. Ezután a három modell elemet kombinálja statikus szerkezetre a feszültség elemzéshez. A DIGIMAT a kompozit modell megalkotása után a peremfeltételek megadását igényli. Ezután elemzi ki a modell viselkedését. Az 1., 2., 3. és 4. táblázatok bemutatják a méhsejt mag, a gyanta/epoxi és a fedőlemez kompozit anyagok mechanikai tulajdonságait, valamint a próbatestek méreteit.



3. ábra. Hántoló teszt

A végeelem-számítás (VEM) technikája használható a méhsejt szendvicsszerkezet kifinomultabb elemzésére, figyelembe véve, hogy a szendvicspanel különböző erőhatásnak van kitéve. Általánosságban elmondható, hogy a panelre merőlegesen ható nyíróerőket a méhsejt mag veszi fel. A panelen lévő hajlítónyomatékokat és a síkban lévő erőket membránerőként veszik fel a héjlemezek. Számos gyakorlati esetben, amikor a panel feszítávja nagy a vastagságához képest, a nyírási alakváltozás elhanyagolható.

Ezekben az esetekben válik lehetővé a megfelelő eredmények elérése, ha a szerkezetet kompozit héjlemezekkel modellezzük. Meg kell jegyezni, hogy a méhsejt síkbeli merevsége elhanyagolható, összehasonlítva a héjlemezekkel.

1. táblázat A méhsejt anyagának mechanikai tulajdonságai

		Sűrűség	kg/m ³	130	
Termékszerkezet		Cella méret	mm	3	
	Nyomás	Stabilizált	Szilárdság	MPa	11
			Modulus	MPa	2414
Lemez nyírás	L - irány		Szilárdság	MPa	5
			Modulus	MPa	930
	W - irány		Szilárdság	MPa	3
			Modulus	MPa	372

2. táblázat. Az üvegszálak kompozit tulajdonságai: 0/90° a terhelés irányára vonatkoztatva, száraz környezetben, szobahőmérsékleten, Vf = 50%

Jellemző	Szimbólum	Egység	Üvegszál
Young modulus 0°	E_1	GPa	25
Young modulus 90°	E_2	GPa	25
Síkbeli nyírási modulus	G_{12}	GPa	4
Fő Poisson szám	ν_{12}	-	0.2
Határ húzófeszültség 0°	X_t	MPa	440
Határ nyomófesz. 0°	X_c	MPa	425
Határ húzófesz. 90°	Y_t	MPa	440
Határ nyomófesz. 90°	Y_c	MPa	425
Síkbeli nyírószilárdság	S	MPa	40
Sűrűség	ρ	kg/m ³	1900

3. táblázat Az epoxy töltőanyag mechanikai jellemzői

Mátrix anyag	Szimbólum	Egység	Epoxy
Young modulus	E	MPa	3200
Sűrűség	ρ	kg/m ³	1.2
Poisson arány	ν_{12}	-	0.33

4. EREDMÉNYEK ÉS ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat kísérleti részében egy sor vizsgálatot végeztünk, köztük négyponos hajlítási próbákat és hántolási tesztek alumínium méhsejtmaggal és üvegszálak szövet/epoxi burkolattal készített szendvicsmintákkal. A 4. táblázat a vizsgált minták méreteit mutatja. Összehasonlítottuk a kísérleti és a numerikus eltérést és a feszültségeket. Ami a kísérleti tesztekkel ilgili, a hántolási vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a méhsejt mag vastagsága nem befolyásolja hántolási ellenállást, míg a héjlemez vastagsága viszont jelentősen. Minél vastagabb a héjlemez, annál nehezebben tekerhető fel a dobra, nagyobb az ellenállás és hántolási erő. A négyponos hajlítási vizsgálatnál az eredmények azt mutatják, hogy a méhsejt mag magassága, vagyis a panel vastagsága

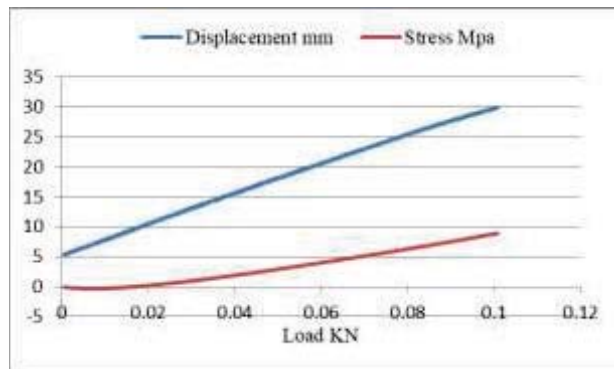
jelentős hatású, valamint a rétegek száma és a héjlemez vastagsága bőrfelület vastagsága is jelentős. Ez azt jelenti, hogy ha a szendvicspanel vastagabb, az eredmények jobbák (minimális lehajlás és feszültség adódik). A számítási eredmények DIGIMAT-al jó egyezést mutatnak a mérésekkel, lásd 4. és 5. ábrák. A kísérleti eredmények a 4. táblázatban láthatóak.

4. táblázat. Kísérleti eredmények (4 pontos hajlítás)

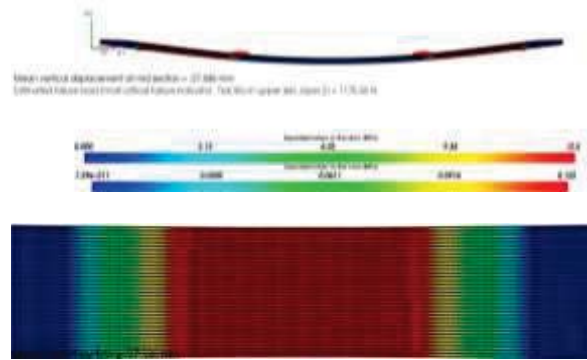
Sy.	Egység	Próbatestek				
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
<i>l</i>	mm	1000	1000	1000	1130	890
<i>s</i>	mm	840	840	840	840	840
<i>b</i>	mm	120	120	115	54	118
<i>h</i>	mm	6	22	15	20	22
<i>t_c</i>	mm	5	20	13	18	20
<i>t_f</i>	mm	1	2	2	2	2
<i>W</i>	kg	0.63	0.615	0.64	0.37	0.455
<i>P</i>	N	100.8	1053	506	384	620
δ_{Exp}	mm	29.875	24.565	25.943	25.437	17.74
δ_{Num}	mm	27.586	26.574	28.474	27.068	16.751
σ	MPa	8.932	15.555	9.893	13.818	8.645

ahol: *s* = feszítáv, *l* = a próbaest hossza, *t_c* = magvastagság, *P* = teljes alkalmazott terhelés, *t* = a héj vastagsága, *d* = lehajlás közepén, *W* = panel szélessége, *h* = panelvastagság, σ = héjfeszültség, *t_f* = a héjvastagság, δ_{Exp} = mért lehajlás, δ_{Num} = számított lehajlás.

A hántolási tesztet egy 20 mm vastag panelnél végezték, héjlemezrel mindkét oldalán. Az eredmények az 5. táblázatban és az 5. ábrán láthatók.



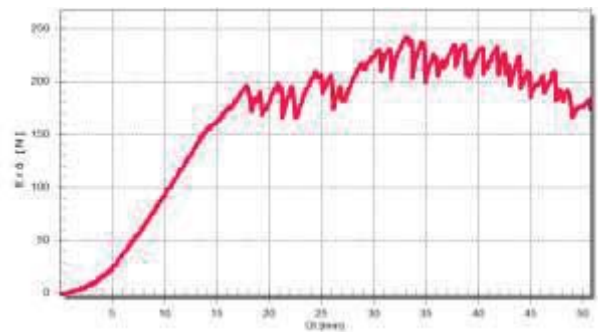
4. ábra. Erő, lehajlás és feszültség mért értékei az 1-es próbatestnél



5. ábra. Kompozit panel – méhsejt mag – 4 pontos hajlítás numerikus számítása az 1-es próbatestnél

5. táblázat. Mechanikai tulajdonságot a hántolási teszténél

Jellemző	Szabvány	Érték
Hántolási szilárdság	EN 1372	5.4 N/mm
Panel – burkolat		
Hántolási szilárdság	DIN EN 2243-3	2.1 N/mm
Méhsejt rétegek		



6. ábra. A hántolási teszt mérési eredményei

5. 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. Ezúton mondunk köszönetet a Kompozitor Kft. kollégáinak a mérési képek és eredmények részbeni átadásáért, valamint a Miskolci Egyetemen Bozzay Péter, Dr. Szepesi Gábor, Csukás Géza, Farkas László és Ramada Zoltán kollégáknak a méréseknél nyújtott segítségükért.

6. IRODALOM

- [1] ZENKERT D.: *An Introduction to Sandwich Construction*, Emas Publishing, London, 1997.

A jövő karnyújtásnyira van.



MACH-TECH

Nemzetközi gépgyártás-technológiai
és hegesztéstechnikai szakkiállítás



IPAR NAPJAI

Nemzetközi ipari szakkiállítás



2019. május 14-17.



hungexpokiállítás
programod van

MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkiállítások – Magyarország legjelentősebb üzleti eseménye az iparban

Helyszín: HUNGEXPO Budapesti Vásárcsopont

A MACH-TECH és IPAR NAPJAI kiállítás-együttes évről évre teret ad az ipari ágazatok, az egyedülálló innovációk bemutatkozására, valamint az üzleti kapcsolatépítésre.

Kiemelt téma: Ipar 4.0 – M2M, IoT, AI, smart solutions, termelési hálózatok és további számos technológiai irányzat.

Legfontosabb megjelenő tematikák:

elektronika, automatizálás, gépipar, robotika, logisztika, energetika, IT, beszállítóipar és még sok más iparág.

Betétkiállítás: Védőháló Budapest

Biztonságos és egészséges környezet otthon és a munkahelyen – Munkavédelmi kiállítás

A szórakozás új dimenziója!

A narancssárga robotok szakértője bemutatja a robotalapú hullámvasút legújabb generációját: a **hattengelyes ipari robottal kialakított utazásszimulációs rendszerrel** garantált a maximális adrenalin és szórakozás.

Látogatók részére előzetes online regisztráció működik a kiállítás honlapján az ingyenes belépésért.

Bővebb információ: www.iparnapjai.hu

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 MASSIVLY 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.

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám
President of Editorial Board

Vesza József
General Editor

Dr. Jáрмаi Károly
Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
Deputy

Dr. Barkóczi István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercsey Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Kármán Antal
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálincás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Szűcs Edit
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit
Dr. Zobory István

DEAR READER,

Research at the University of Miskolc at the 4th Center for Excellence is under the heading *Innovative Vehicle Engineering, Power Engineering and Mechanical Engineering and Technologies*. The Center's objective is to develop research potential through research that innovates modelling, design and technological processes, in line with the European Union's drive to foster innovation, and the application and development of the most efficient environmental technologies. The Center for Excellence wants to improve the results achieved with new ones. The 2014-2020 research period will be completed slowly, and the GINOP and EFOP applications launched earlier will be also finished. Hopefully there will be similar research projects in the next research cycle.

In 2016 at the University of Miskolc, a car engineer training course started and created new challenges. The new PhD students who came to Stipendium Hungaricum to us also gave impetus to certain areas. We intend to introduce these new directions and results with this issue.

Most of the articles are the result of the 6th Scientific Group of 4th KK, the topic of which is the Optimum Design of the Engineering Support and Frame Structures. All articles are linked to the Department of Chemical Machinery at the Institute of Energy and Chemical Machinery.

The described articles partially were carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-2016-00011 "Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation" project implemented in the framework of the Széchenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund."

Prof. Dr. Károly Jáрмаi
leader of the Center of Excellence

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Postal address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Web: www.gteportal.eu

Web: http://www.gepujsag.hu * Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Publisher: Dr. Igaz Jenő, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Distributed to subscribers by Magyar Posta Zrt, Postal address: 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered at any Hungarian post office, from postmen, from the link: www.posta.hu WEBSHOP

(https://eshop.posta.hu/storefront/), via e-mail: hirlapelofizetes@posta.hu, by phone: 06-1-767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Magyar Posta Zrt. Visit: www.posta.hu WEBSHOP (https://eshop.posta.

hu/storefront/), mail to: 1900 Budapest, 06-1-767-8262, or hirlapelofizetes@posta.hu

Domestic subscription prices are: HUF 1,260 a single copy and HUF 2,520 a double copy.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

The published articles have been reviewed.

The publication is supported by the National Cultural Fund of Hungary

3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2018

2-4. Sept 2020. University of Miskolc, Hungary



Call for papers

We have the pleasure to invite you to participate in 3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering (VAE2020) will be held from 2nd to 4th September, 2020 in Miskolc, Hungary. The aim of the conference is to bring together the experts from both the academic and industrial. The aim of the conference is to bring together the experts from both the academic and industrial areas.

Main branches of topics of the conference:

- A. Conventional Powertrain & Emission
- B. Alternative Powertrains
- C. Vehicle Dynamics
- D. Materials & Manufacturing
- E. Vehicle Electronics
- F. Autonomous vehicles
- G. Noise & Vibration
- H. Active and Passive Safety
- I. Sustainability
- J. Education
- K. Design of Vehicle Structures and Surfaces
- L. Optimization
- M. Welding

Publication of Papers

All papers are peer-reviewed and the accepted ones will be published in the *Lecture Notes in Mechanical Engineering series*, published by *Springer Verlag*, indexed by Scopus, as was on the previous conference (<https://www.springer.com/gp/book/9783319756769>). The Proceedings will be available to all registered participants electronically upon arrival at the Conference. Offered papers shall not have been published elsewhere. Paper length is minimum 6 pages, maximum 16 pages.

Time schedule

Event	Deadline
Call for papers	
Abstract submission	January 10. 2020.
Abstract acceptance	January 31. 2020.
Full paper submission	March 20. 2020.
Full paper acceptance	April 30. 2020.
Payment	May 15. 2020.
Conference	Sept 2-4. 2020.

The conference language is English. The abstract text must be between **300 and 500 words**.

Conference fee: 290 Euro/person (May 15. 2020),

Fees for publication: 150 Euro/paper (May 15. 2020) (one paper between 6-16 pages).

For further details, please contact:

Prof. Dr. JÁRMAI, Károly
University of Miskolc, Hungary
H-3515 Miskolc, Egyetemvaros
Tel. +36-46-565111 ext 2028
Fax. +36-46-563399
e-mail: jarmai@uni-miskolc.hu

The conference homepage

<http://vae2020.uni-miskolc.hu>

E-mail: vae2020@uni-miskolc.hu



1st International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development, 2019



University of Miskolc 26-27 September 2019

Hosted by Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, University of Miskolc



Head of Organizing Committee:
Prof. Dr. Klára SZITA Tóthné

About Conference

ICESSD 2019 aims to provide a premier interdisciplinary platform for researchers and practitioners to present and discuss the most recent innovations, trends, and concerns as well as practical challenges encountered and solutions adopted in the fields of Technical and Environmental Science.

The conference themes covers the below issues:

- Circular Economy and Life Cycle Approaches
- Environmental Management and Ecodesign
- Innovation and Efficiency
- Life-time management of welded structures
- Process Engineering, Modelling and Optimisation
- Smart Manufacturing, Smart Buildings
- Sustainable and Renewable Energy and Energy Engineering
- Waste Management and Waste Logistics

All accepted papers of the conference will be published by a Scopus indexed publication

Important Dates

Abstract submission deadline:
5 April 2019

Registration and Final Paper deadline:
17 May 2019

Scientific Committee:

Chair:

Prof. Károly JÁRMAI (University of Miskolc)

Members (in alphabetical order):

Adrienn BUDAY-MALIK (ÉMI Nonprofit Llc.)

ANTHONY HALOG (University of Queensland)

Zsolt ISTVÁN (Bay Zoltán Nonprofit Ltd.) **Prof.**

Zbigniew KŁOS (Poznan University of Technology)

Viktória MANNHEIM (University of Miskolc) **Zoltán**

SIMÉNFALVI (University of Miskolc)

Prof. János SZÉPVÖLGYI (Hungarian Academy of Sciences)

MISKOLCI
EGYETEM



bay.

ÉMI

LCA
CENTER

For any inquiry about the submission and conference, feel free to contact us: e-mail: icesd@uni-miskolc.hu