MAGÉSZ®

2019
XVI. évfolyam 2. szám

ACÉLSZERKEZETEK

Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association

A Komáromi Duna-híd építése

Fotó: Hódút Kft.

A TARTALOMBÓL:

- A XV. Acélszerkezeti Konferencia programja
- A 2019. évi diplomadíjak átadása
- Ortotrop lemezek horpadásvizsgálatra
- Könnyűszerkezetes épületek alapozása
- Jubileumi CLOOS-ÓE-BÁNKI KAR Szimpózium
- Sikertörténet
- Épületcsodák – Csodálatos épületek, I. rész Dubaj

www.magesz.hu

böhler welding
by voestalpine

diamondspark

Lasting Connections

DIAMONDSPARK PORTÖLTETŰ HUZALOK SZÉLES VÁLASZTÉKA

A kétféle különböző gyártástechnológiával előállított Diamondspark termékcsalád a különleges ipari felhasználásokra szánt portöltetű huzalok teljes palettáját fedi le. A lézerhegesztett Diamondspark L sorozat egyedülállóan precíz termék, amely a legnagyobb termelékenységet biztosítja automata hegesztés során. A Diamondspark T sorozat pedig a legjobb választás az olaj- és gázipar, valamint offshore és csővezeték építés esetében.

Scan for more information

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

SZÖVETSÉGI HÍREK

TÁJÉKOZTATÓ AZ ELNÖKSÉGI ÜLÉSRŐL ÉS A KÖZGYŰLÉSRŐL

A MAGÉSZ elnöksége 2019. március 13-án a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén megtartotta az első negyedévi rendes elnökségi ülését. Az ülést Aszman Ferenc elnök vezette.
A MAGÉSZ elnöke a MAGÉSZ közgyűlését 2019. április 10-re hívta össze, ahol elfogadták az elnökség beszámolóját, az elmúlt év pénzügyi beszámolóját és mérlegét, valamint az idei év költségvetését, a tagdíj mértékét és a munkatervet. A közgyűlés egyéb kérdéseket is tárgyalt. A közgyűlésen ismertettük Az Év Acélszerkezete Nívódíj és a Diplomadíj pályázat eredményét, és átadtuk a díjakat.

I.
TÁJÉKOZTATÓ
a 2019. március 13-i
ELNÖKSÉGI ÜLÉSRŐL

NAPIREND ELŐTT:
Az Év Acélszerkezete Nívódíj és Diplomadíj pályázatok bemutatása és az elnökség értékelése.

Nívódíj: Pályázat nem érkezett.

Diplomadíj pályamunkák értékelése
Az elnökség egyhangúlag úgy döntött, hogy a „Diplomadíj" pályázatok az alábbi helyezéseket kapják:
– **MSC kategória I. hely:**
PÉTER ZSOLT: „Szabad formájú, rácsos acél felületszerkezet alkalmazási lehetőségének vizsgálata gyalogos hídszerkezet esetén"
– **Különdíjban részesült:**
PILLMANN GERGELY: „Vasúti híd fáradásvizsgálata törésmechanikai megközelítéssel"
– **BSC kategória: I. hely:**
HOKSTOK DÓRA: „Jégpálya acél lefedés tervezése"

NAPIRENDI PONTOK TÁRGYALÁSA A MEGHÍVÓ SZERINT:

1. napirend
Közgyűlés előkészítése, munkaterv elfogadása

Az előző elnökségi üléseken megvitatott és kiegészített „MUNKATERV 2019" végleges szövegét az elnökség egyhangúlag jóváhagyta és azt a közgyűlés részére elfogadásra javasolja.

2. napirend
A 2018. évi beszámoló és mérleg elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése

A MAGÉSZ 2018. évi beszámolóját, valamint a 2018. évi mérleget a pénzügyi gazdálkodással kiegészítve az elnökség elfogadta. Jóváhagyásra a közgyűlés elé terjeszti.

3. napirend
A 2019. évi tagdíj mértékére javaslat

Az elnökség egyhangúlag elfogadta a tagdíjak mértékét, mely szerint azokon 2019-ben nem változtatunk. A közgyűlés részére az alábbi előterjesztést teszi a 2019. évi tagdíjak mértékére:

Tagvállalatoknak az előző év nettó árbevételének függvényében:

500 M Ft alatt a tagdíj	*180 E Ft;*
500–1000 M Ft között	*240 E Ft;*
1000–2000 M Fközött	*420 E Ft;*
2000–4000 M Ft között	*480 E Ft;*
4000 M Ft felett	*600 E Ft*
a tagdíj mértéke.	
Egyéni tagoknak	*15 000 Ft;*
nyugdíjasoknak	*0 Ft;*
pártoló tagoknak	*180 000 Ft;*
társult tagoknak	*50 000 Ft.*

– *Az év közben be- illetve kilépők időarányosan fizessék a tagdíjat.*
– *A 2019. második félévi tagdíj befizetése: 2019. augusztus 31-ig történjen meg.*

4. napirend
A 2019. évi költségvetés elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése

Az elnökség az ülésre beterjesztette a MAGÉSZ 2019. évi költségvetését 25 580 E Ft bevételi és 25 260 E Ft kiadási összeggel elfogadta és azt a közgyűlés elé terjeszti.

5. napirend
EGYEBEK

➡ **Statisztika**

A tagvállalatok jelentéséből összeállított statisztikai összesítést az el-

TARTALOM
CONTENTS

Szövetségi hírek 1
Association News 1
STATISZTIKAI JELENTÉS, 2018 3
MUNKATERV, 2019 3
A 2019. évi nívódíjak és diplomadíjak átadása 4
TAGDÍJ, 2019 5
A XV. Acélszerkezeti Konferencia programja 6
A MAGÉSZ pályázati felhívása: „Acélszerkezeti Innovációs Díj" 7
Jubileumi CLOOS–ÓE–BÁNKI KAR Szimpózium 8
ÉPÜLETCSODÁK – CSODÁLATOS ÉPÜLETEK 1. rész: DUBAJ 12
BUILDING MIRACLES – MARVELOUS BUILDINGS, PART I: DUBAI 12
Ortotrop lemezek horpadásvizsgálata – oszlopszerű és lemezszerű viselkedés . 29
Buckling analysis of orthotropic plates – column and plate like behaviour 29
Trapézlemez gerincű, hibrid hídgerenda dinamikai vizsgálata 40
Dynamic analysis for a prestressed concrete ginder bridge with a corrugated steel web 40
Komplex megoldások a SIKA-tól. SIKA-rendszerek az alaptól a tetőig. Volkswagen gyártócsarnok Września, Lengyelország 50
Sikertörténet. Offline programozás a CLOOS RoboPlan szoftverével. Hatékony gyártási folyamatok a Driescher-Wegberg cégnél 56
A MEISER Ferroste Kft. termékei az ipari felhasználáson túl 60
Könnyűszerkezetes épületek alapozása gyorsan és egyszerűen 64

MAGÉSZ®
ACÉLSZERKEZETEK
Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association

nökség kiértékelte és örömmel állapította meg, hogy a bázishoz viszonyítva jelentős növekedés történt. Az értékesítés közel 30%-kal növekedett a létszám 11%-os növekedése mellett.

KONFERENCIA

A 2019. május 22–23-i Acélszerkezeti Konferencia programjáról és előadásairól döntött az elnökség.

ECCS-díjra felterjesztés

Az elnökség felkéri Dr. Dunai László elnökségi tagot a pályázati feltételek tanulmányozására.

Egyéb napirendi pont nem lévén, a levezető elnök az ülést berekesztette.

II.
TÁJÉKOZTATÓ
a 2019. április 10-i
KÖZGYŰLÉSRŐL

Diplomadíjak átadása

Napirend előtt került sor az elnökség 2019. március 13-i ülésén odaítélt diplomadíjak átadására.
(A diplomadíjak átadásáról szóló cikket lásd a 4–5. oldalakon.)

Az elnökség beszámolója

A *„Beszámoló a MAGÉSZ 2018. évi tevékenységéről”* című beszámolót – amely megegyezett a 2018. december 5-i értékeléssel – az elnökség a 2019. március 13-i elnökségi ülésen megvitatta és jóváhagyta.
A közgyűlés egyhangú határozattal az elnökség 2018. évi beszámolóját elfogadta.

A 2018. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása

A MAGÉSZ 2018. évi gazdálkodását az elnökség megvitatta és azt közgyűlés elé terjesztésre megfelelőnek ítélte. Az egyszerűsített mérleget és a gazdálkodásról szóló beszámolót minden jelenlévőnek átadtuk. Ebben az összes bevételünket és az összes kiadásunkat részleteztük. A mérleg „tervezetben”, aláírás nélkül került átadásra, mivel azt csak a közgyűlés elfogadása után lehet véglegesíteni.
A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a Szövetség 2018. évi gazdálkodásáról készített beszámolót és a 2018. évi egyszerűsített mérleget.

A 2019. évi munkaterv jóváhagyása

Az elnökség a 2019. március 13-i ülésén áttekintette a 2018. december 5-i elnökségi ülésen megfogalmazott ajánlásokból elkészített 2019. évi munkaterv-tervezetet. Kisebb javításokkal és időpont-módosításokkal a dokumentumot a közgyűlés elé terjeszthetőnek ítélte. A munkatervet a tagok megkapták.
A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a MAGÉSZ 2019. évi munkatervét.

A 2019. évi tagdíj megállapítása

A tagdíj mértékén 2012-ben változtattunk, és jelenleg is ez van érvényben. 2019-ben tagdíjváltozást az elnökség nem javasol.
A közgyűlés egyhangúlag elfogadta a tagdíj összegére tett javaslatot, mely szerint 2019. évben tagdíjemelés nem lesz.

A 2019. évi költségvetés elfogadása

Az elnökség a MAGÉSZ 2019. évi költségvetését 25 580 E Ft bevétellel és 25 260 E Ft kiadással, javasolja elfogadni a közgyűlés részére. A költségvetés-tervezetet a tagok megkapták.
A közgyűlés egyhangú határozattal elfogadta a MAGÉSZ 2019. évi költségvetését az elnökség által előterjesztett bevételi és kiadási összeggel.

EGYEBEK

Tiszteletbeli tagság

Az elnökség által előterjesztett ***Markó Péter*** tiszteletbeli tagságát a közgyűlés egyhangúlag elfogadta.

XV. ACÉLSZERKEZETI KONFERENCIA

2019. május 22–23-án rendezzük meg a konferenciát. Tagjainkat kértük, hogy minél többen vegyenek részt.

„Acélszerkezeti Innovációs Díj”

A pályázati felhívást az idén is megjelentettük.
Beadási határidő: 2019. szept. 1.
Szeretnénk, ha minél többen pályáznának.

Statisztika:

Tagvállalataink adataiból a *„Statisztikai jelentés 2018”* összesítését a jelenlévők megkapták és értékelték a jelentés adatait.

A közgyűlés résztvevői

STATISZTIKAI JELENTÉS, 2018

MAGÉSZ®
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

Összesítés

	2017	2018	Index %
1. Értékesítés összesen (M Ft)	74 149	**95 878**	129,4
2. Acélszerkezet-gyártás (t)	85 070	**103 372**	121,6
Ebből: – ipari szerkezetek	45 501	**53 358**	117,3
– épületek	17 399	**20 069**	115,4
– hidak	7 875	**7 187**	92,1
– egyéb mérnöki létesítmények	14 819	**22 583**	152,6
2/a Gyártásból export (t)	43 171	**39 264**	91,0
3. Helyszíni szerelés (t)	22 682	**36 423**	106,0
4. Statisztikai létszám (fő)	2 486	**2 777**	111,0

Fenti adatok az országos teljesítmény 60–65%-ának felelnek meg.

Tagvállalatok jelentéseiből összeállította:

Dr. Csapó Ferenc
titkár

Budapest, 2019. március 13.

MUNKATERV, 2019

2019. március 13. (szerda):
ELNÖKSÉGI ÜLÉS

NAPIREND:
1. „AZ ÉV ACÉLSZERKEZETE NÍVÓDÍJ” pályázat bemutatása és az elnökség értékelése.
2. DIPLOMADÍJ pályamunkák elbírálása a bírálók véleménye alapján.
3. Közgyűlés előkészítése, a munkaterv elfogadása az elnökség által.
4. A 2018. évi beszámoló és mérleg elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése.
5. 2019. évi tagdíj mértékére javaslat.
6. A 2019. évi költségvetés elfogadása és jóváhagyásra a közgyűlés elé terjesztése.
7. Egyebek.

2019. április 10. (szerda):
KÖZGYŰLÉS

NAPIREND ELŐTT:
1. „Az Év Acélszerkezete Nívódíj” átadása.
2. A „Diplomadíj” átadása.

NAPIREND SZERINT:
1. Az elnökség beszámolója.
2. A 2018. évi pénzügyi beszámoló és mérleg elfogadása.
3. A 2019. évi munkaterv jóváhagyása.
4. A 2019. évi tagdíj megállapítása.
5. A 2019. évi költségvetés elfogadása.
6. Egyebek.

2019. május 22–23. (szerda–csütörtök):
XV. ACÉLSZERKEZETI KONFERENCIA (Dunaújváros)

- 22-én de.: Az ISD Dunaferr Zrt. szakmai látogatása,
- 22-én du.: Szakmai fogadás,
- 23-án: Konferencia előadások.

2019. szeptember 24. (kedd):
ELNÖKSÉGI ÜLÉS

NAPIREND:
1. Innovációs díj pályázatok bemutatása, értékelése.
2. Ajánlások megfogalmazása a következő év munkatervének elkészítéséhez.
3. Egyebek.
4. A Weinberg ’93 Kft. tájékoztatója.

2019. november

– 23. sz. FÉMSZERKEZETI KONFERENCIA
– XXXII. ACÉLSZERKEZETI ANKÉT
a BME – KTE – MKE – MAGÉSZ rendezésében

2019. december 4. (szerda)
ELNÖKSÉGI ÜLÉS

NAPIREND:
1. A 2020. évi munkaterv előkészítése.
2. Egyebek.

2019. december 4. (szerda)
– ÉVZÁRÓ RENDEZVÉNY
– INNOVÁCIÓS DÍJ ÁTADÁSA

A 2019. ÉVI NÍVÓDÍJAK ÉS DIPLOMADÍJAK ÁTADÁSA

A MAGÉSZ, Magyar Acélszerkezeti Szövetség 2019. április 10-i évi rendes közgyűlésén adtuk át a diplomadíj pályázat nyerteseinek a magas szakmai színvonalat elismerő díjakat.

Minden évben, e rendezvény keretében adjuk át a kiemelkedő színvonalon megvalósult, acélszerkezeti beruházások, ipari létesítmények, építmények alkotóinak (tervezők, gyártók, kivitelezők) erkölcsi elismeréseként **„Az Év Acélszerkezete Nívódíj”**-at.

Az acélszerkezeti szakma magyarországi legrangosabb elismerését a Magyar Acélszerkezeti Szövetség 2000-ben alapította, és az évek során számos hazai acélszerkezeti projekt, illetve annak megvalósítói nyerték el kimagasló műszaki megoldásaikkal a Nívódíjat.

Sajnos 2019-ben felhívásunkra nem érkezett pályázat, melynek oka, hogy előző évben nem voltak befejezett projektek, amely egyik feltétele a pályázásnak.

A Magyar Acélszerkezeti Szövetség „Az Év Acélszerkezete Nívódíj” átadása mellett évről évre nagy hangsúlyt fektet az oktatásra, és figyelemmel kíséri a hazai szakmai utánpótlás alakulását is.

Az acélipar hazai fejlődése egyre több felsőfokú képesítéssel rendelkező, kreatív, magasan képzett szakembert igényel.

MSC kategória I. helyezett: Péter Zsolt és konzulense: Dr. Kovács Nauzika

Az utánpótlás hosszú távú megoldásának egyik alapvető feltétele az acélszerkezeti szakma rangjának emelése.

Ezen gondolatok jegyében díjazza a MAGÉSZ azon mérnökhallgatóknak a szakdolgozatát, diplomatervét, akik a szövetség tagvállalatainak profiljához kapcsolódó témában kiemelkedő színvonalú munkával pályáznak az **„Acélszerkezeti Diplomadíj”** elnyerésére.

„DIPLOMADÍJ” PÁLYAMUNKÁK:

– **MSC kategória I. hely,**
Péter Zsolt, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
„Szabad formájú, rácsos acél felületszerkezet alkalmazási lehetőségének vizsgálata gyalogos hídszerkezet esetén”

A dolgozat térrácsszerkezetek tervezésével foglalkozik. A választott téma igen összetett, átfogó ismereteket igényel, és nagy gyakorlati jelentőséggel bír. A célkitűzés egy konkrét térrács kialakítású híd gazdaságos tervezése a geometria megfelelő megválasztásával. Az irodalomkutatásban első körben nem térrácsszerkezetű hidakkal, majd térrácsszerkezetekkel foglalkozik. Röviden bemutatta a terhekre vonatkozó előírásokat. A téma szempontjából kiemelt jelentőségű héjszerkezetek témakörét csak röviden foglalta össze. Néhány kiválasztottszerkezet elemzésével megállapította, hogy a geometriát úgy kell optimalizálnia, hogy a lehető legnagyobb felületen húzás legyen. Rámutat egy fontos szerkesztési szabályra: a lehető legkevesebb csomópontot kell alkalmazni gyártási szempontból, de a túl hosszú rúdelemeket is kerülni kell stabilitási szempontból. Irodalmi áttekintést ad a bonyolult geometriájú szerkezetek tervezési eszközeire. A választott hídszerkezet modellezésére több speciális szoftvert alkalmazott, köztük a programozást igénylő Grasshopper3D-t, melyek együttes alkalmazása, átlátása a dolgozat legfőbb értéke. Lépésről lépésre ismerteti az optimalizálási eljárás fontosabb fogásait, leírja a szoftverek moduláris felépítését. Ezt követően részletesen leírta a választott szerkezet geometriai felépítésének eljárását szemléletes ábrákkal illusztrálva.

MAGÉSZ DIPLOMADÍJ PÁLYÁZAT, 2019

Beadott pályázatok

MAGÉSZ®
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

MSC kategória

Név	Diplomamunka címe	Intézmény
Illés Zsombor	Interaction analysis of column-and platelike behaviour of stiffened plate structures	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
Péter Zsolt	Szabad formájú, rácsos acélfelületszerkezet alkalmazás lehetőségének vizsgálata gyalogos hídszerkezet esetén	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
Pillmann Gergely	Vasúti híd fáradásvizsgálata törésmechanikai megközelítéssel	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
Török Viktória	Trapézlemez gerincű hibrid hídgerenda dinamikai vizsgálata	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék

BSC kategória

Név	Szakdolgozat címe	Intézmény
Arendt Eszter	Távközlési Antennatorony tervezése	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
Hokstok Dóra	Jégpálya acél lefedés tervezése	BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék

A díjazottak (balról) Péter Zsolt, Hokstok Dóra, Pillmann Gergely

A modellezési megközelítés kidolgozása után kitűzi az optimalizálandó eredményeket az optimalizált geometriai paraméterek függvényében. Külön kiemelendő, hogy a számításait két végeselemes szoftverrel (Karamba és Axis) végezte el, az eredményeket összehasonlította. Az elemzési módszer folyamatábráján világossá teszi, hogy a térrácsszerkezetek esetében nem lehet egy adott elemet külön optimalizálni, a teljes rendszert egészként kell kezelni. Fő megállapítás, hogy a geometriai paraméterek helyett a rácssűrűség helyes megválasztása a legfontosabb feladat. A dolgozat végén az optimálisnak ítélt geometriát részletesen vizsgálja. A diploma átfogó, gyakorlatias szemléletet tükröz, emellett komoly programismereti tudást is feltételez. ***Díjazása javasolt!***

(Dr. Szabó Gergely, bíráló)

– MSC kategória különdíj
Pillmann Gergely, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
„Vasúti híd fáradásvizsgálata törésmechanikai megközelítéssel”

A diploma egy meglévő vasúti híd fáradásvizsgálatával foglalkozik. A választott téma szabványos háttere körüljárt, de a törésmechanikai megközelítés bonyolult kísérleteket vagy numerikus megközelítést igényel. A fáradásvizsgálatra jellemző absztrakció igénye is nehézséget jelent. Az irodalomkutatás korrekt, a célkitűzés egyértelmű és nagyon gyakorlatias. Bemutatta a fáradásvizsgálat két fő megközelítési lehetőségét; egyik a lineáris halmozódó kárelmélet, másik a törésmechanikai megközelítés. A feladat egy meglévő vasúti híd, melyről tervek bemutatása nagyon hiányzott. A probléma a fáradási kihasználtság magas értéke. A fáradási terheléstörténethez meglévő forgalmi adatokból idealizált vasúti forgalmat állított elő, ami igen gyakorlatias megközelítés. Hasznos összefoglalást kaptunk arra vonatkozóan, hogyan változott a járműforgalom és vagonok geometriája az idő függvényében. A két vizsgált szerkezeti részletre elvégezte a szabványos fáradásvizsgálatot. A törésmechanikai megközelítés alkalmazásához összefoglalta annak irodalmi hátterét. A V-bemetszés vizsgálatának hátterét világosan ismerteti. Bemutatja egy S–N görbét szegecselt szerkezeti részletre vonatkozóan, ami szintén hasznos. A törésmechanikai számítás „kézi” megoldásánál megmutatja a Paris által javasolt eredmények erős érzékenységét a bemetszés helyére vonatkozóan, ami végső soron a fáradásvizsgálat paraméter-érzékenységét emeli ki. A repedésterjedés vizsgálatára célszoftvert is alkalmazott, ami erős pluszt jelent. Hiányosság a szoftver részletesebb ismertetése, a numerikus háttér legalább vázlatos bemutatása (végeselemes csomópontok átrendeződése). Sokat segített volna a numerikus eredmények képekkel történő részletesebb bemutatása, ami által a repedésterjedés mechanizmusa jobban megérthető lett volna. A dolgozat végén nagyon szemléletes összefoglalást kapunk az elért eredményről: a széles körben alkalmazott halmozódó kárelmélettel kapott kihasználtság jelentősen csökkent a numerikus törésmechanikai megközelítéssel. Ez az eredmény komoly gyakorlati jelentőséggel bír a hídtervezésben. ***Díjazása javasolt!***

(Dr. Szabó Gergely, bíráló)

– BSC kategória I. hely
Hokstok Dóra, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
„Jégpálya acél lefedés tervezése”

A diplomatervező 45 m fesztávolságú, háromövű rácsos acéltartóval tervez tetőszerkezetet, RHS szelvényekből. A szakirodalmi áttekintés kifejezetten alapos, részletesen vizsgálja nem csak a jégpályák, hanem általánosságban a háromövű rácsos tartók felhasználási lehetőségeit nagy fesztávolságok esetén, mind hazai, mind külföldi példákon keresztül. A diplomaterv külalakja jól áttekinthető, megfelelő részletezettségű. A statikai számítás mélysége szokásosnak mondható. A Műszaki leírás rész lehetne informatívabb. A diplomaterv erőssége a rajzi munkarészek kidolgozottsága, mely az átlagot mind mennyiségében, mind színvonalában lényegesen meghaladja.

Fentiekre tekintettel állítható, hogy a szokványos BSC szinten túlmutat. ***Díjazásra javasolható.***

(Duma György, bíráló)

***

„Az Acélszerkezeti Diplomadíj” a kezdő szakemberek anyagi támogatása mellett, elsősorban magas szakmai kitüntetés és egyben lehetőség a korai szakmai elismerés megszerzésére.

A díjazottak diplomamunkáiból készült cikkeket kiadványunkban megjelentetjük.

TAGDÍJ, 2019

MAGÉSZ
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

I.	Tagvállalatok		VÁLTOZATLAN
	Árbevétel/év (M Ft)	Tagdíj 2019 (E Ft)	
	500 alatt	180	
	500–1000	240	
	1000–2000	420	
	2000–4000	480	
	4000 felett	600	
II.	Egyéni tagok	15 000 Ft/év	
	Nyugdíjasok	0 Ft/év	
III.	Pártoló tagok	180 000 Ft/év	
IV.	Társult tagok	50 000 Ft/év	

A tagdíjbefizetés időpontja:
– Az első félévi tagdíjbefizetés 2019. május 31-ig,
– míg a második félévi 2019. augusztus 31-ig történjen meg.

XV. ACÉLSZERKEZETI KONFERENCIA
2019. május 22–23. – Dunaújvárosi Egyetem

22-én délelőtt:	Az ISD Dunaferr Zrt. szakmai látogatása (A **gyárlátogatásra** korlátozott számban van lehetőség, ezért a jelentkezés sorrendjét vesszük figyelembe.)
22-én délután:	Szakmai fogadás
23-án	Konferencia előadások

PROGRAM – 2019. MÁJUS 23.

9.00–9.05	**Elnöki megnyitó** – Aszman Ferenc, MAGÉSZ
9.05–9.10	**A konferencia üdvözlése** – Dr. Palotás Béla
9.10–9.25	**Acélpiaci aktualitások** Dr. Móger Róbert, MVAE
9.25–9.40	**Esettanulmány személyre szabott szolgáltatásról a Dutrade Zrt.-nél** Virágné Brust Mónika
9.40–10.00	**Lángegyengetés hatása a nagyszilárdságú acélok mechanikai tulajdonságaira** Nacsa Geregely, MAHEG
10.00–10.35	**BridgeBeam – innovatív öszvér- és hibrid gerendák fejlesztése** Dr. Dunai László, Dr. Kovács Nauzika, BME
10.35–10.55	**Kávészünet**
10.55–11.20	**Ikonikus szabadtéri színház acélszerkezete** Uhrinyi Balázs, KÉSZ
11.20–11.50	**Acél-üveg szerkezetek – az acél szerepe az üveghomlokzatokban** Dr. Stocker György, BME
11.50–12.30	**Egy „kis tigris" felnőtté vált: SZINGAPÚR** Dr. Domanovszky Sándor
12.30–13.30	**Ebédszünet**
13.30–14.00	**A Puskás Ferenc Stadion acél tetőszerkezetének kivitelezése** Kocsis András Balázs, KÉSZ
14.00–14.30	**A Komáromi Duna-híd – tervezés, kivitelezés** Mátyássy László, Pont-TERV; Sereg Tamás, Hódút
14.30–14.50	**Vasúti acél Langer-híd tervezése az M6-os autópályán** Gyurity Mátyás, MSc
14.50–15.05	**Szabad formájú rácsos acélszerkezet alkalmazása gyalogoshíd esetén** Péter Zsolt, a MAGÉSZ Diplomadíj nyertese 2019-ben
15.05–15.10	**Elnöki zárszó**

SZÁLLÁS: rendkívül mérsékelt árakon: – Dunaújvárosi Egyetem Kollégium (szállodai szintű),
– Klub Hotel.

Résztvevőknek térítésmentes prospektusok, szórólapok elhelyezésére lehetőséget biztosítunk.
Konferenciakiadványunkban hirdetések megjelentetését vállaljuk.

Részletes felhívásunk és jelentkezési lap honlapunkon május elején lesz elérhető.

ÉRDEKLŐDNI: **Dr. Csapó Ferenc** **30/9460-018**
Nagy József **20/468-4680**

MAGÉSZ®
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

A MAGÉSZ PÁLYÁZATI FELHÍVÁSA

A Magyar Acélszerkezeti Szövetség meghirdeti az

„ACÉLSZERKEZETI INNOVÁCIÓS DÍJ”

pályázatot

A MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség a tagjai részére, azok innovatív tevékenységük elismerésére díjat alapított.

A díj neve: „ACÉLSZERKEZETI INNOVÁCIÓS DÍJ”

A díj azon magánszemélyek, vagy társaságok erkölcsi elismerése, akik az acélszerkezeti – vagy ahhoz közelálló – szakterületen kiemelkedő műszaki, gazdasági innovációs teljesítményt értek el, és tagjai a MAGÉSZ-nek.

A díjat pályázattal lehet elnyerni.

Pályázhatnak a szakterülethez kapcsolódó oktatás, tervezés, gyártás, építés, felületvédelem, tűzvédelem, műszaki ellenőrző vizsgálatok résztvevői, külön-külön és együttesen is.
Pályázni olyan pályaművel lehet, amely a műszaki-gazdasági előnyök bemutatása mellett az innováció eredetiségét és hasznosságát is kellőképpen tartalmazza.

A pályázat tartalmi és formai követelményei:

- **Összefoglaló** a pályázó adataival, tömör témaleírás, a díjra terjesztés indoklása (2 oldal).
- **Részletes leírás** az innováció tartalmáról, megvalósításáról, eredményéről (max. 3 oldal).
- **Referenciák,** szakvélemény, minőségi tanúsítványok, vevővélemény, szaklapcikk stb.
- **Nyilatkozat:** a pályázati adatokról, információkról és a szellemi tulajdonvédelmi jogok hitelességéről.

A pályázatot a MAGÉSZ elnökségi ülésén max. 10 perces, vetített előadásban is be kell mutatni.

Értékelés

A díj odaítéléséről az elnökség dönt – két fő felkért szakértő véleményezését is figyelembe véve – a vetített előadást követően. A döntésnél az újszerűség, az eredményesség és az eredetiség meghatározó szempont.

Általános feltételek

- Évente egy díj ítélhető oda.
- Pályázni a pályázati felhívást megelőző 3 naptári évben történt innovációs tevékenységgel lehet.
- A díj átadása a MAGÉSZ évzáró rendezvényén történik.
- A díj plakett, bekeretezett kivitelben (Pintér Lajos, kreatív tervező alkotása).
- A díjazottak publikációjukban, kiadványaikban, hirdetésükben, neveik mellett feltüntethetik a díj elnyerését.
- A pályázati hirdetményt az „Acélszerkezetek” című folyóiratunkban és honlapunkon (www.magesz.hu) közzétesszük.
- A MAGÉSZ arra törekszik, hogy a díj átadása, illetve a díjazottak teljesítménye minél nagyobb nyilvánosságot kapjon, ezáltal a díjazott szakmai elismerése jelentősen nőjön.

Beadási határidő

2019. szeptember 1.

A pályázatokat egy példányban az következő címre kérjük eljuttatni:
MAGÉSZ Magyar Acélszerkezeti Szövetség
1161 Budapest, Béla u. 84.

MAGÉSZ elnöksége

További információ: Dr. Csapó Ferenc, 30/9460-018, magesz@t-online.hu, www.magesz.hu

Dr. Gáti József *rektorhelyettes, a MAHEG elnöke*
Óbudai Egyetem
Makk Piroska *tulajdonos-ügyvezető*
Crown International Kft.

JUBILEUMI CLOOS–ÓE–BÁNKI KAR SZIMPÓZIUM

10 évvel ezelőtt indult útjára a CLOOS–ÓE–Bánki Kar Szimpózium-sorozat, mely évről évre nagyszámú érdeklődő mellett a hegesztés szakterület legújabb ismereteit, fejlesztési eredményeit mutatja be a résztvevők számára.

A 2019. április 17-i szakmai találkozónak a tradícióknak megfelelően az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar adott otthont az átadásának 130. évfordulóját ünneplő, Hauszmann Alajos tervezte oktatási épület Bánki Donát termében. A szakmai találkozót dr. Gáti József, az Óbudai Egyetem általános rektorhelyettese, a Magyar Hegesztési Egyesület elnöke nyitotta meg, utalva a rendezvénysorozat szakmai jelentőségére, jubileumi eseményekre. Idézte az intézmény Hírlevelében 2009-ben megjelent híradást, miszerint *„2009. április 29-én Dr. Rudas Imre, a 130 éves jubileumát ünneplő Budapesti Műszaki Főiskola rektora és Makk Piroska, a Crown International Kft. – 1997 óta a Carl Cloos Schweisstechnik GmbH kizárólagos magyarországi képviselet – ügyvezetője kölcsönös előnyökön nyugvó együttműködési megállapodást kötött."*

Makk Piroska tulajdonos-ügyvezető köszöntötte a szimpózium-sorozat története során legnagyobb érdeklődés mellett zajló programján megjelent érdeklődő kollégákat, kiemelve, hogy ez évben az alapításának 100. évfordulóját ünneplő Carl Cloos Schweisstechnik GmbH jubileumára nem csak e program során emlékeznek, hanem májusban is, a cég központjában. Makk Piroska elismerő ajándék átadásával köszöntötte, és röviden méltatta a 65. születésnapját ünneplő Gáti Józsefet. Kiemelte, hogy az ünnepelt meghatározó egyénisége a hazai hegesztési közösségnek, aki jelentős szerepet vállalt az Óbudai Egyetem és a Crown International Kft. együttműködésének kialakításában, a szimpózium-sorozat létrejöttében, melynek minden alkalommal levezető elnöke is.

Dr. Gáti József születésnapi tortája

A CLOOS–ÓE–Bánki Kar Szimpózium megnyitása

A résztvevőknek eredményes tanácskozást kívánva mutatta be Gáti József az első előadót, **Jan Pitzer** urat, a Carl Cloos Schweisstechnik GmbH alkalmazástechnikai mérnökét, aki a ***„NexT: new excellent Technology in welding, automatization and digitalization"*** című előadásában ismertette a fejlesztés eredményeit. Előadásának bevezetőjében a cég 100 éves történetét áttekintve kiemelte, hogy a Carl Cloos Schweisstechnik GmbH, amely a névadó Carl Cloos mérnök 1919-es cégalapítása óta a hegesztéstechnika vezető cégei közé tartozik, a jubileumi évben újabb fejlesztésekkel biztosítja technológiavezető szerepét. Az új C-Gate alkalmazásával partnereik egy lépéssel közelebb kerülhetnek az Ipar 4.0 hálózatba kapcsolt termeléshez.

Jan Pitzer

A Szimpózium résztvevői

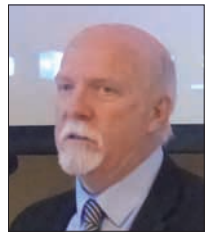
Az előadás részletesen bemutatta a Qineo NexT, a „**N**ew **Ex**cellent **T**echnology” elemeit: a moduláris felépítésű inverteres áramforrást, a QINEO – NexT – kezelőpanelek alkalmazását, a diagnosztikai lehetőségeket, a hegesztési eljárásváltozatokat, valamint a platform alapú üzemelést.

Halász Gábor

Halász Gábor, a Messer Hungarogáz Kft. nemzetközi hegesztőmérnöke a ***„Varratminőséget befolyásoló hibaforrások a gázforrástól a hegesztő munkadarabig”*** címmel tartott előadást, mely arra kereste a választ, hogy mi az oka annak, hogy védőgázos ívhegesztéseknél, ha porozitások vannak a varratban, gyakran hangzik el a vád a hegesztők részéről, hogy: „*rossz a gáz*”.

Előadásában utalt arra a gyakorlati tapasztalatra, hogy a védőgázforrás is tartalmazhat szennyeződéseket, de az esetek nagy többségében a szennyezők a gázforrástól a hegesztendő munkadarabokig tartó szakaszon jutnak be a rendszerbe és rontják a védőgáz minőségét, illetve károsítják a hegesztett varratot.

Ezeket a potenciális szennyezőforrásokat – mint a gázforrás, vezetékrendszer, nyomáscsökkentők, tömlők, csatlakozások, toldások, hegesztő-áramforrás, munkakábel, hegesztőpisztoly, munkadarab felülete stb. – és a szennyezések elkerülése érdekében alkalmazott egyszerű intézkedéseket foglalta össze szemléletes példákkal az előadás.


Dr. Gáti József

Dr. Gáti József rektorhelyettes ***„140 év a gazdaság és a tudomány szolgálatában”*** címmel tartott prezentációjában az intézmény három évszázadon átívelő, az iparoktatástól a felsőoktatásig vezető fejlődési folyamatának főbb állomásait tárta a szimpózium résztvevői elé. Az első jogelőd, a Közép Ipartanodától, a szakiskolán, a Felső Ipariskolán, majd a technikumok időszakán át vezetett az út a Bánki Donát és a Kandó Kálmán, majd később a Könnyűipari Műszaki Főiskola alapításához, az integrált Budapesti Műszaki Főiskola létesítéséhez, majd jogutódjaként a XXI. század Óbudai Egyetemének törvénybe iktatásához.

Kiemelte, hogy az intézmény mindig élen járt a hegesztő szakemberek képzése terén, 1907–1913 között a Magyar Királyi Állami Felső Ipariskola és a Technológiai Iparmúzeum által szervezett 46 ***„Autogénhegesztő”*** tanfolyamán 749 fő végzett, melyben jelentős szerepet vállalt Petrik Lajos, az iskola kémiai technológia tanára.

Utalt arra, hogy a Felső Ipariskola építészeti szakosztályából létesült a későbbi Ybl Miklós Főiskola, a vegyészeti szakosztályból alakult meg a mai Petrik Lajos Szakgimnázium, a faipari szakosztály kiválásával jött létre az újpesti faipari szakgimnázium, míg a ***„Technológia”*** Könyvtárból alakult meg az Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár.

Az intézmény 140 éves történetét áttekintve végezetül utalt a 2009. november 23-án törvénybe iktatott XXI. századi Óbudai Egyetemre, mely az 1395-ben alapított, majd 1410-ben újjáalapított középkori Óbudai Egyetem szellemiségét kívánja életben tartani, a tradíciók ápolásával, a haladás és a fejlődés együttes biztosításával. Idézte az intézmény 2009. novemberi cikkét, mely utalt az első alkalommal megrendezett szimpóziumra. *„A BMF–CLOOS Hegesztőrobot Állomás átadására kettős jubileum, a főiskola jogelőd intézménye – a Magyar Királyi Állami Ipariskola – alapításának 130 éves évfordulója, valamint a német CLOOS cég 90 éves fennállása alkalmából* 2009. október 26-án *került sor. A mintegy 110 résztvevő az ünnepélyes szalagátvágást követően a főiskola Bánki Donát termében szimpóziumon vett részt.”*

Biró Tamás

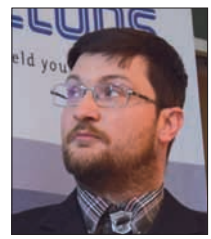
A kávészünetet követően **Biró Tamás**, a TLC Kft. nemzetközi hegesztőmérnöke a ***„Robothegesztés a darugyártásban”*** témakörű előadásában rámutatott arra, hogy az emelőgépek, mobil daruk gyártásában is egyre elterjedtebb a hegesztés gépesítése, robotosítása. Megerősítette, hogy napjainkban a megrendelők dinamikusan növekvő mennyiségi igényeit a minőségi szint folyamatos magas szinten tartása mellett, a hegesztőrobotok alkalmazásával lehet biztosítani.

Felhívta a figyelmet arra, hogy a hegesztett terméket tervező konstruktőröknek is szem előtt kell tartaniuk, hogy hegesztési szempontból „*robotbarát*” legyen a megtervezett termék.

Majoros Zsolt

A programon részt vevők a Kemper cég képviselője, ***„Past, present and future”*** című előadásával kaptak ízelítőt a vállalat tevékenységéről, majd **Majoros Zsolt**, a KL-System Kft. kereskedelmi vezetője „***Hegesztés és egészség***” összefüggéseit feltáró előadását követhette nyomon a megjelent nagyszámú érdeklődő.

Az előadás szemléletesen tekintette át a hegesztési füstből származó emisszionak az emberi szervezetre gyakorolt egészségkárosító hatásait, utalva a füstöt alkotó 0,1 μm és 1,0 μm közé eső részecskék által okozott problémákra. Bemutatta azon légtechnikai, légkezelési megoldásokat, melyek az eltérő munkakörülményekhez igazodva, a hegesztési füst befogásán és szűrésén alapulnak. Szemléltette a költséghatékony KEMPER KemJet, valamint a KEMPER CleanAirTower csarnoklégtisztító rendszert, valamint a KEMPER AirWatch levegőfelügyelet működését követően a cég által javasolt egyéni légzésvédelmi megoldásokat.


Dr. Kővágó Csaba

A délelőtti program záró előadásában **dr. Kővágó Csaba**, az Állatorvostudományi Egyetem Gyógyszertani és Méregtani Tanszékének tudományos munkatársa, a MAHEG Hegesztés Munkavédelme Bizottsági tagja ***„Az ívhegesztés során felszabaduló füst fémtartalmának sorsa a szervezetben”*** című előadásával hívta fel a figyelmet arra, hogy milyen veszélyeket rejt a hegesztőüzemek levegője és milyen védekezésre van lehetőség.

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma 12190/2017/FEKUTSTRAT azonosító számú támogatási szerződésének keretében, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék, KL-SYSTEM Környezet- és Légtechnikai Kft., valamint a Linde Gáz Magyarország Zrt. közreműködésével megvalósuló kutatás a belélegzett részecskék szervezetben való eloszlását és hatását vizsgálja.

A délelőtti előadásokat követően ebédszünet és párhuzamosan gyakorlati **hegesztési bemutatók** következtek.

A kvízjáték győztese

Gyakorlati bemutató a robotlaborban

A sorsolás fődíjának átvétele

Kiállítás az aulában

Ennek során a résztvevők bepillantást nyerhettek az ultrahangos hegesztés rejtelmeibe, valamint egy CLOOS Qineo Pulse Pro 451 típusú kézi hegesztő-áramforráson élőben láthatták a Rapid Pulse speciális eljárásváltozatot.

A délutáni programot **Jan Pitzer**, a Carl Cloos Schweisstechnik GmbH alkalmazástechnikai mérnöke nyitotta ***„Automatization and digitalization Cloos Gateway”*** témájú előadásával, melyben az előadó az automatizált hegesztőrendszerek számos példáját szemléltette, így pl. traktorfülkék, mobil daruk, teherautó-alkatrészek gyártási folyamatában. Videófilmmel illusztrálta az automatikus nagy teherbírású, magas raktár kialakítását és működését, végezetül betekintést nyújtott a *„Cloos Gateway”,* a cég adatkezelési világa kapujának alkalmazásaiba. Ennek fő elemei a gyártástervezés, az anyaggazgálkodás, a minőségbiztosítás, a karbantartás és szerviz, valamint a Cloos menedzsment.

Az ezt követő, már hagyományossá vált sorsoláson a szerencsések a Crown International Kft., illetve a partner szervezetek hasznos ajándékait vehették át, a főnyeremény egy bevont elektródás, inverteres hegesztőgép volt.

A szimpózium meglepetésprogrammal, kvízjátékkal folytatódott, melynek során a résztvevők Bogár Anita (Crown International Kft.) vezetésével okostelefon alkalmazásra épülő kvízjátékban vettek részt. A legeredményesebb résztvevő az egyedi hangulatú, vásárosnaményi Hunor Hotel és Étterem kétszemélyes, kényeztető, korlátlan wellness-használattal járó ajándékutalványát vehette át.

A szimpózium megrendezését támogató partnerek: Carl Cloos Schweisstechnik GmbH, Óbudai Egyetem, KL-System Kft., Messer Kft., Linde Gáz Zrt., MAGÉSZ, MAHEG.

A kvízjáték izgalmas pillanatai

A szimpózium zárszavában dr. Gáti József elismerését és köszönetét fejezte ki Makk Piroskának a 10 évvel ezelőtt elindított konferenciasorozat sikeres és értékes szakmai programsorozatának szervezéséért. Elismeréssel szólt a Crown International Kft. tulajdonos-ügyvezetője kiemelkedő együttműködéséről, az Óbudai Egyetem hallgatói képzését támogató Cloos robot laboratórium kialakításáért és működtetéséért, melynek elismeréseként Makk Piroska az elmúlt évben az Óbudai Egyetem Mecénása kitüntetésben részesült.

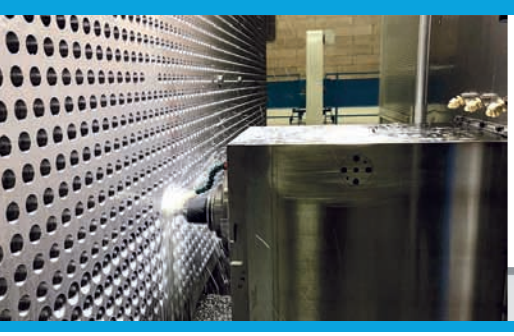
Végezetül megköszönte az előadók gondos felkészülését és színvonalas előadását, a hallgatóság figyelmét és érdeklődését. A résztvevők a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által kiadott, a nemzetközi és európai hegesztő diplomák továbbképzési rendszerének igazolását vehették át.

WEINBERG

ACÉLSZERKEZET-GYÁRTÁS

FORGÁCSOLÁS ÉS FELÜLETKEZELÉS

FORGÁCSOLÁS



Dr. Jankelovics János

ÉPÜLETCSODÁK – CSODÁLATOS ÉPÜLETEK
1. rész: DUBAJ

BUILDING MIRACLES – MARVELOUS BUILDINGS, PART I: DUBAI

„Mindenből a legnagyobbat – mindenből a legdrágábbat." Ebben a tőmondatban összegezheti tapasztalatait az emírségbe látogató. A városállam a modern építészet kedvelőinek eldorádója, ahol varázsütésre a gravitációval viaskodó szerkezetek nőnek ki a sivatag homokjából. A cikk bemutatja Dubaj világhírnevet szerzett toronyházait, figyelemre méltó acélszerkezeteit és egyéb látványos létesítményeit. A fotókat a szerző készítette 2018 tavaszán.

„The biggest from everything – the most expensive from everything", in this sentence, you can sum up your experiences in the Emirates. The city state is the Eldorado of the lovers of modern architecture, where constructions struggling against gravitation grow out of the sand of the desert quickly, almost magically. This article introduces Dubai's world famous tower buildings, remarkable steel structures and other spectacular facilities. Photos were taken by the author in spring 2018.

DUBAI VAGY DUBAJ?

A válasz egyszerű, mindkettő helyes! Korábban az angol átírás szerinti – Dubai – használata volt általános Magyarországon. Az idegenforgalmi és a kereskedelmi kapcsolatok bővülésével az emírség neve bekerült a „köznyelvbe". Manapság egyre jobban terjed a magyar kiejtéshez közelebb álló Dubaj írásmód. Cikkemben – az angol és arab nevek kivételével – az utóbbi forma mellett döntöttem.

DUBAJRÓL RÖVIDEN

A 4,1 ezer km^2 területű – egy átlagos magyar megyényi – emírség Budapestről 5 órás repüléssel érhető el. Dubaj, az – 1971-ben létrehozott hét szövetségi államot összefogó – Egyesült Arab Emírségek legnagyobb lakosságú tagja. Az egykori halászfalu kiváló földrajzi elhelyezkedésnek és aktív gazdaságfejlesztési politikájának köszönhetően 20–30 év alatt a térség egyik turisztikai, üzleti és pénzügyi központja lett. Az építőiparban, a nemzetközi vállalatoknál és a szolgáltató szektorban dolgozó vendégmunkások a 3,3 milliós lakosság kb. 85–90%-át alkotják.

A városállam 70 km hosszan és 15–20 km mélységben nyúlik el a Perzsa-öböl mentén. A terület nagy része sivatag, a lakosság főleg a szűk tengerparti sávban él. Ebben a zónában a világon szinte páratlan építési boom zajlott, illetve zajlik napjainkban is.

1. kép: Dubaj sziluettje a Frame-ból

Az emírség a tengert meghódítva folyamatosan terjeszkedik, elkészült a híres Pálma-sziget, megkezdték a Világszigetcsoport építését, ezen túlmenően további fejlesztések is napirenden vannak.

Joggal vetődik fel a kérdés, de mindezt miből? A válasz: csak részben az olaj, bár a fellendülés a fekete aranynyal indult. Mára azonban a GDP csupán 3–5%-a származik az olajból. A gazdasági élet motorja az üzleti szolgáltatások, a turizmus és az ezeket megalapozó építőipar. Az idegenforgalommal összefüggésben emeljük ki, hogy Dubajt 2017-ben 17 millió turista kereste fel. A rendelkezésükre álló szállodai szobák száma 110 ezer.

A helyi lakosság életkörülményei jók, az életszínvonal magas. A közbiztonság kiváló. A fogyasztói árak – a presztízsmárkákat leszámítva – a magyar látogatók számára is megfizethetőek. A luxustermékek kínálata szinte valamennyi árucsoportban hihetetlenül széles. Dubaj utcáin láthatjuk a legtöbb szuper sportkocsit és terepjárót, ugyancsak lenyűgöző látványosság – mintegy 300 üzletével – az aranybazár.

MAGASHÁZAK

Dubaj első magasházát, a World Trade Centert 40 éve, 1979-ben adták át. A 149 méteres – 38 szintes – irodakomplexum építése 5 évig tartott. Az erőteljes konjunktúra a 90-es évek közepétől vette kezdetét. A korszak világhírnevet szerzett épülete az 1999-ben megnyitott Burj Al Arab volt, amely egyben az emírség első 300 méter feletti tornya volt, pontos magassága 316 méter. Az 56 emeletes, 7*-os luxushotel egy gigantikus vitorlás hajót formáz. A 2000-es évek elején további nevezetességek egész sorát építették fel. Ezek közül az alábbiak emelhetők ki:

- **Emirates ikertornyok:** az egyik egy 355 méter magas irodaház, a másik a 309 méteres Jumeirah Emirates Towers Hotel,
- **a Dusit Thani Dubai Hotel:** a két – mindössze 153 méteres – üvegtorony a felső szintek magasságában találkozik, ezáltal összetett tenyerekre emlékeztet, amely egy thai üdvözlési formát jelképez,
- és a **21st Century Tower:** 296 méterével a világ legmagasabb lakóháza volt átadásakor.

2. kép: Dubaj első magasháza, a World Trade Center

4. kép: A Burj Al Arab luxusszálló a város felől

3. kép: A Burj Al Arab luxusszálló

A 2008. évi világgazdasági válság Dubajban is éreztette hatását. A gyors fejlődést ugyan mérsékelte, de nem állította meg. Ezt tükrözi, hogy a 2007–2010 közötti időszakban 92 darab 150 métert meghaladó felhőkarcolót húztak fel. A 2011-től napjainkig épített magas házak száma 65, ezek között több világelső is van. A jelenlegi helyzetet az alábbi adatok mutatják:

– a 100 m feletti házak száma: 312,
– a 150 m feletti házak száma: 189,
– a 200 m feletti házak száma: 80,
– a 300 m feletti házak száma: 22.

A világon a legtöbb 200 méter feletti toronyház Dubajban van. Az építési konjunktúra ma is tart, 11 darab 300 métert túllépő ház kivitelezése van folyamatban. Ezek közül a legmerészebb a 711 méteres Dubai One lakó- és szállodatorony. A 161 emeletes óriás várhatóan 2022-re készül el.

Az iszlám építkezés díszítőelemei kezdetben főleg a házak legfelső, tetőszintjének kiképzésében jelentek meg. A motívumok között gyakoriak a kupolák, az ívek és a rácsos elemek, amelyek a változatossá teszik a tornyokat, ezzel a város sziluettjét is. Ugyanakkor a magas tetők olykor elérik a 77 métert is. Napjainkra a magasházak homlokzatai is változatosabbá váltak, itt is megjelentek az iszlám elemek, közöttük a „szamárhát". Az egyes emeletek különböző erkélymegoldásai ugyancsak oldják a hatalmas felületek monotonitását.

Burj Khalifa

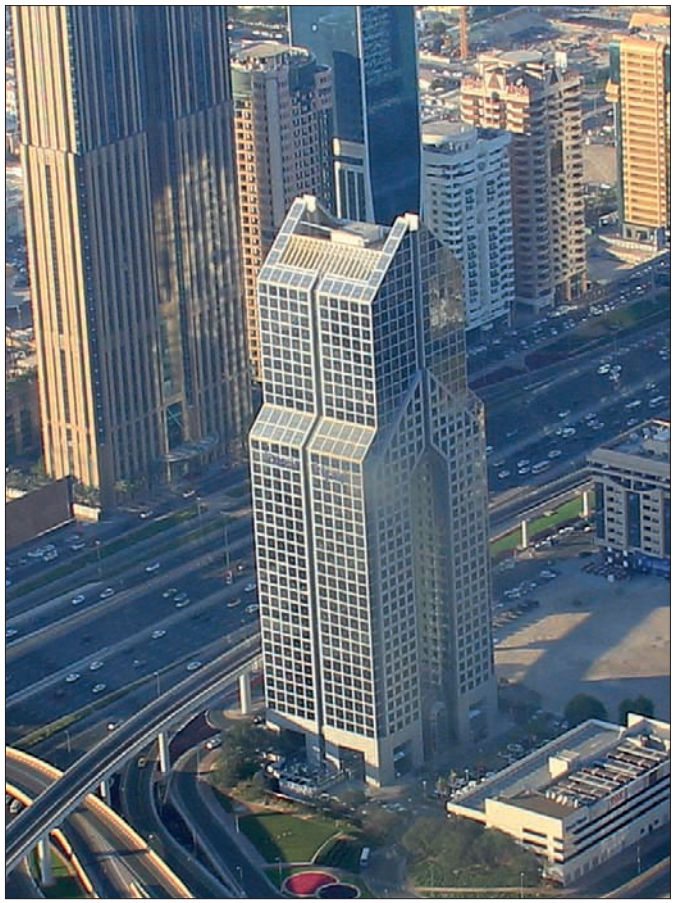
Dubaj számos világrekorder felhőkarcolóval büszkélkedhet. Ezek bemutatását „a világ legmagasabb épülete" címmel büszkélkedő – antennáival – 828 méteres toronnyal kezdjük. A Burj Khalifa mintegy 200 méterrel magasabb a jelenlegi világranglista második helyén álló Shanghai Towernél. Tervezője Adrian D. Smith (1944–) amerikai építész. A neves szakember több magasház – többek között – a Trump International Hotel & Tower (Chicago); a Jin Mao Tower (Shanghai) és a Zifeng-torony (Nanjing) terveit készítette el. Az építkezés fővállalkozója a dél-koreai Samsung Engineering & Construction volt. A cég a Kuala Lumpur-i Petronas-tornyok és a tajvani Taipei 101 toronyház kivitelezésében is részt vett.

A komplexum a város üzleti központjában a települést északnyugat és délkelet irányban átszelő, 2x6 sávos

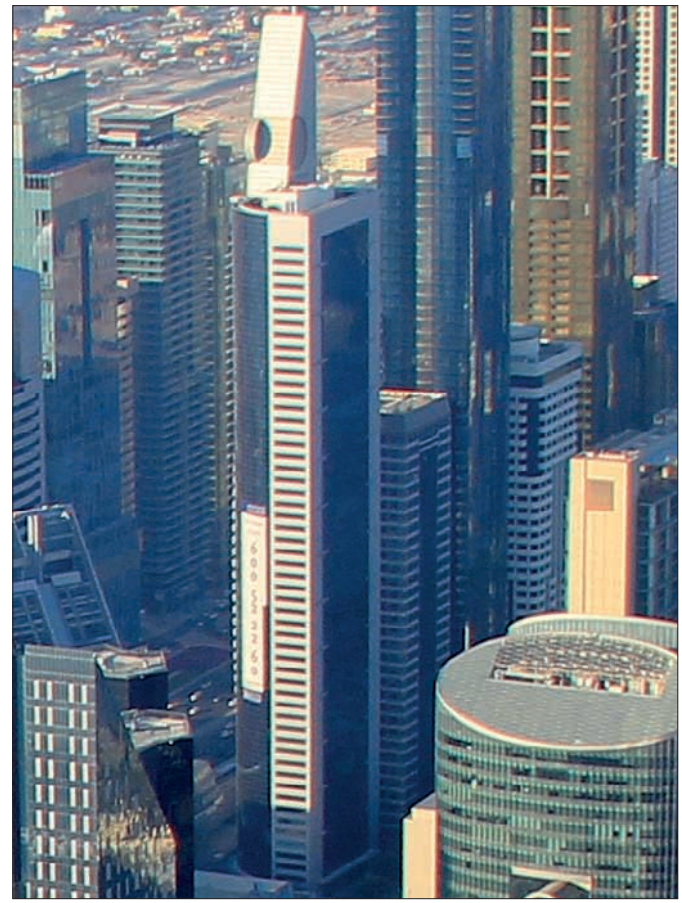
5. kép: Az Emirates ikertornyok

főút, a Sheikh Zalyed Road közelében van. A torony alaprajza pókliliomot formáz, amely három szirmának legnagyobb hosszúsága egyformán 90–90 méter. A szirmok egy központi „magból" ágaznak ki, magasságuk és hosszúságuk felfelé haladva spirálisan csökken. Az építést 2004-ben kezdték, a kivitelezés során az építőknek számtalan nehézséggel kellett megküzdeniük. A gigantikus szerkezet alapja 192 darab 50 méter mélyre levert pillérből áll. Az építkezés kritikus fázisa volt a betonozás. A nagy forróság miatt a betonhoz a különféle speciális adalékok mellett, jeget is kevertek. A munkások jobbára éjszaka, nehéz körülmények között dolgoztak. Ugyancsak kritikus munkafázis volt a betonkeverék feljuttatása a 800 méter feletti magasságba. Az építés során mintegy 330 ezer köbméter betont és 39 ezer tonna betonacélt használtak fel.

A 163 emeletes, gigantikus épület 2010-ben készült el. Érdekességként jegyezzük meg, hogy a ház neve eredetileg Burj Dubai volt, azonban a befejezés előtt kimerült a beruházásra szánt keret. Ebben a kritikus helyzetben Abu Dhabi uralkodója – Khalifa ben Szaid al-Nahajan sejk – hitelt nyújtott Dubajnak. Viszonozva a gesztust az új büszkeség nevét Burj Khalifára változtatták. Az 5–8. és 37–38. emeleteken Armani Hotelt nyitottak, a 45–108. szinteken 700 luxuslakást alakítottak ki, ezek többsége az értékesítés megkezdését követően 24 óra alatt elkelt. 452 méteres magasságban – 124–125. emelet – zárt és nyitott kilátó van a látogatók számára. A további emeleteken irodahelységek vannak.



6. kép: A Dusit Thani Dubai Hotel



7. kép: 21th Century lakótorony

8. kép: Magasházak egy csoportja a Burj Khalifa toronyból

9. kép: A Burj Khalifa, a világ legmagasabb épülete

10. kép: A Burj Khalifa esti fényei

11. kép:
A Burj Khalifa élei

12. kép: A Burj Khalifa hatalmas homlokzatának részlete

13. kép: A Marina negyed

A belső forgalmat kétszintes gyorsliftek biztosítják. A torony valóságos „függőleges város”, ahol telt ház esetén mintegy 12 ezer fő tartózkodik. A fejlesztés költsége internetes források szerint meghaladta a 1,5 milliárd USD-t. Érdemes néhány szót ejteni a Burj Khalifa környezetéről is. Ennek különlegessége a világ egyik legnagyobb szökőkútja. A Dubai Lake mesterséges tórendszerben kialakított Dubai Fountain 280 méter hosszú szökőkútrendszer hang- és színhatásokkal kísért show-műsorait turisták ezrei csodálják. A szökőkút 150 méter magasra lövelli fel a „táncoló” vízsugarakat.

Dubaj öt legmagasabb épületéből négyet a város Marina negyedében találunk. A városrész a tenger és egy 4 km hosszú, hajózható mesterséges csatorna mentén épült. A 300–400 méteres óriások gyűrűjében tengerparti hangulatot árasztanak a hidak, a sétányok, jachtkikötők, a teraszok, az éttermek és a szórakozóhelyek.

Marina 101

Dubaj második legmagasabb épülete – 425 méterével – egyben a világ legmagasabb lakóháza. A névben szereplő „101”, az emeletek számára utal. Az építési munkák 11 évet vettek igénybe, az átadás 2017-ben volt. Az épületben 500 luxuslakás és 280 szállodai szoba van, ez utóbbiak a Hard Rock hotellánchoz tartoznak. Az art deco építészeti elemeket magán viselő, karcsú toronyház különlegessége a tetején elhelyezett 40 méter magas „korona”, amely a város számos pontjáról jól kivehető.

Princess Tower

A Marina 101-től mindössze 200 méterre lévő, 413 méter magas lakóház 6 évig épült. A tulajdonosok 2012-ben vehették birtokukba a 760 apartmant. A karcsú, sarokerkélyekkel díszített torony jellegzetessége az antennájával együtt 43 méter magas, kettős kupola. A homlokzat több, szembetűnően eltérő szakaszra tagolható, ezek az erkélyek és az ablakok, továbbá az egyéb díszítőelemek stílusában különböznek egymástól.

23 Marina

Az emírség negyedik legmagasabb épülete csupán 8 méterrel marad el a bűvös 400 métertől. A magasház a Sheikh Zalyed Road közelében van. A nyolcszögletű hasáb 69 emeletén összesen 300 nagyméretű lakást alakítottak ki. A házat egy hat emelet magas „dobogóra” tették, amely egyben az elegáns fogadócsarnok is. A homlokzatot az emeletcsoportonként eltérő ablak- és erkélymegoldások teszik változatossá. Ugyancsak egyedi a torony 77 méter magas tetőkiképzése. A háromszög formájú befelé hajló korona elemei egy hatalmas árbocot ölelnek körül, ezzel a torony egy gigantikus ceruzára hasonlít. A gondosan megtervezett fejlesztés konditermeket, futópályát, gyógyfürdőt, gyermekmedencét, klubhelységeket és további közösségi tereket foglal magában.

Elite Residence

A 380 méteres torony a 23 Marina felhőkarcolótól 300 méterre, ugyancsak 2012-ben épült, és Dubaj ötödik legmagasabb épülete. A 66 méteres tetőszerkezet építészeti megoldása ugyancsak figyelemre méltó. A házban 76 luxuslakás van, ezekből fantasztikus kilátás nyílik az Arab-öbölre és a tengerben kialakított mesterséges Pálma-szigetre, a Palm Jumeirahra. A lakók kényelmét – a többi fejlesztéshez hasonlóan – számtalan közösségi létesít-

14. kép: A Marina 101 torony magasházak gyűrűjében

15. kép: A Princess Tower, előtérben az Elite Residence

16. kép: A 23 Marina torony kiemelkedik a felhőkarcolók közül

17. kép: A Cayan Tower, mellette a Damac Hights toronyház

mény szolgálja: bel- és kültéri medencék, konditermek, gyermekjátszóterek és kiskereskedelmi egységek.

Cayan Tower

A – korábban Infinity Tower néven ismert – épület 300 méteres magasságával mindössze Dubaj 21. legmagasabb háza, egyediségét 90 fokos csavarodása adja. A szintek az óramutató járásával egyező irányban 1,2 fokkal fordulnak. Átadásakor – 2013-ban – világrekordernek számított, mivel ez volt a legmagasabb, 90°-ban csavarodó épület. (2015-ben 632 méteres magasságával megelőzte a Shanghay Tower.) A 73 szintes toronyban 500 luxuslakás van. Érdekességként jegyezzük meg, hogy az épületen nincsenek erkélyek, homlokzatának dinamikáját éppen a forgás adja, és egyben a megfelelő árnyékolást is biztosítja. A felhőkarcolót egy hatszintes kiszolgáló létesítménynyel kapcsolták össze, amelyben kereskedelmi egységek és közösségi terek vannak. Ez egyben átjárási lehetőséget is biztosít a város felől a tengerpart irányába. A Cayan Tower mellett áll a 2018-ban elkészült 88 emeletes 335 méter magas Damac Heights lakótorony, amelynek jellegzetességét a homlokzat ívelt vonalvezetése és változatos kialakítása adja.

Gevora Hotel

A 356 méteres, 75 emeletes és 530 szobás hotel a világ legmagasabb szállodája. A város főútja – a Sheikh Zayed Road – mellett álló épület homlokzata egyszerű, klasszikus kialakítású. A magasház sarkaiban aranyszínű homlokzati elemeket, tetején egy piramis formájú acél vázszerkezetet helyeztek el. A szálloda 2017 év vége óta fogad vendégeket. (Megjegyezzük, hogy a Gevora Hotel 1 méterrel magasabb a korábbi rekorder JW Marriott Marquis Hotel Dubai 2012-ben és 2013-ban átadott ikertornyainál.)

18. kép: A Gevora Hotel, a világ legmagasabb szállodája

BEVÁSÁRLÓKÖZPONTOK

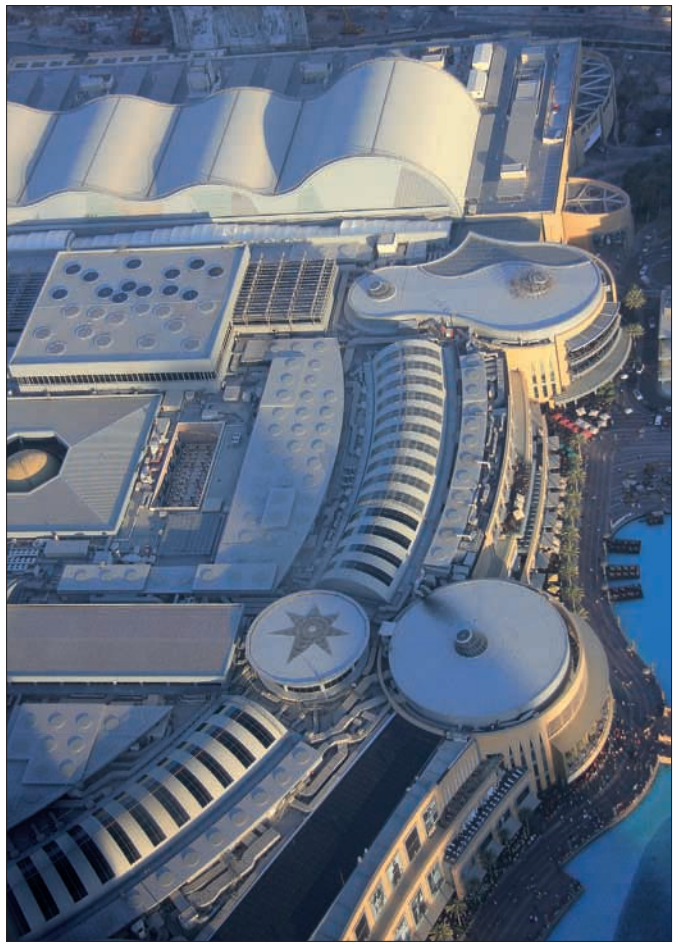
Dubajban 23 nagy alapterületű bevásárlóközpont várja a hazai és a külföldi vásárlókat. A hatalmas alapterületű létesítmények jellemzője, hogy a kereskedelmi és vendéglátási funkciók mellett, egyéb attrakciókkal is igyekeznek a látogatók számát bővíteni. A város jelenlegi legnagyobb shopping centerei a Dubai Mall és a Mall of the Emirates.

A Burj Khalifa és a Dubaj szökőkút mellett fekvő **Dubai Mall** az ország legnagyobb, egyben a világ második leghatalmasabb bevásárlóközpontja. A tíz éve megnyitott létesítmény alapterülete 502 ezer m^2, üzleteinek és éttermeinek száma 1200. Az üzletközpont attrakciója a hatalmas tengeri akvárium, amelyben 300 fajta halat csodálhat meg a látogató.

A várost észak–dél irányban átszelő, 2x6 sávos főútja a Sheikh Zayed road és magasvasúti pályán futó metró mentén, Al Barsha negyedben épült a 255 ezer m^2 alapterületű **Mall of the Emirates.** A 2005-ben megnyílt, majd többször bővített bevásárlóközpont, kereskedelmi egységeinek száma meghaladja az 500-at. A hatalmas építményben színház, mozi és kiállítótér egyaránt van, azonban igaz vonzereje a Ski Dubai, ahol alpesi falu, sífelvonó, ötféle nehézségű lesikló- és bobpálya valamint síiskola egyaránt van. Az L alakú beltéri síközpont teljes hossza mintegy 300 méter, szélessége 75 méter, alapterülete 22 500 m^2 és természetesen ez a világ legnagyobb ilyen jellegű létesítménye.

19. kép: A Dubai Mall belső terének részlete

20. kép: A Dubai Mall akváriuma



21. kép: A Dubai Mall tetőszerkezete

23. kép: A Ski Dubai kívülről

24. kép:
A Ski Dubai belső terének részlete

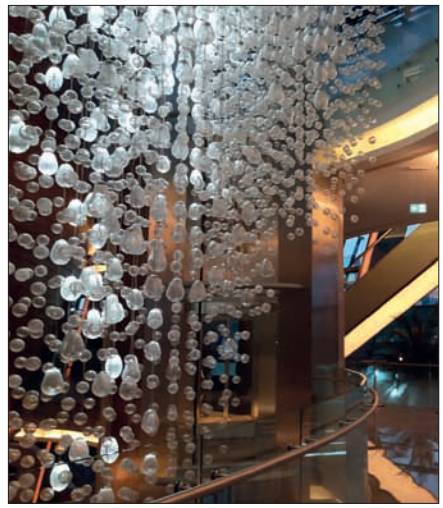
22. kép: A Mall of the Emiratas belső terének részlete

25. kép: Az Operaház főhomlokzata

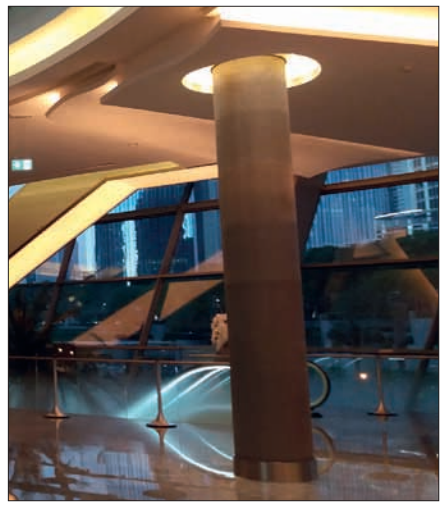
26. kép: Az Operaház homlokzata

OPERAHÁZ

A Burj Khalifa és a szökőkút közvetlen közelében 2016 őszén nyitották meg ünnepélyes keretek között az Operaházat. A ház története a kétezres évek elejére nyúlik vissza. A tervek elkészítésével a világhírű iraki építésznőt, Zaha Hadidot kérték fel. A 2008-ban készült nagy ívű terv egy komplex kulturális központot álmodott a belvárosba. A félkész – homokdűnéket megformázó – épület a kivitelezés során összedőlt, és a projektet leállították. Az új terveket Janus Rostock dán építész készítette. Az építkezés 2013-ban kezdődött. A hagyományos halászhajóra emlékeztető ház 120 méter hosszú, legnagyobb szélessége 70 méter. A homlokzat üveg és acél, különösen érdekes az oldalfalak rácsainak iszlám mintás díszítése. A 2000 fő befogadására alkalmas intézmény lehetővé teszi nagyoperák, színházi előadások, koncertek, kiállítások és fogadások rendezését.



27. kép: Az Operaház belső terének részlete 1.



27. kép: Az Operaház belső terének részlete 2.

28. kép: A Nemzetközi Repülőtér 3. termináljának részlete I.

29. kép: A Nemzetközi Repülőtér 3. termináljának részlete II.

30. kép: A metró magasvasúti pályája

31. kép: A metró egyik állomása

32. kép: A főút felett átívelő gyalogoshíd és lejárata

KÖZLEKEDÉSI LÉTESÍTMÉNYEK

Repülőtér

Az emírségbe érkező turisták többségének első élménye a gigantikus méretű Dubaji Nemzetközi Repülőtér. A légikikötőben évi 90 millió utas fordul meg, ezzel a világ 3. legnagyobb forgalmú repülőtere, a nemzetközi utasforgalmat tekintve első helyen áll. Dubaj tranzitforgalma is jelentős, a város kiváló átszállóhely Délkelet-Ázsia, Ausztrália és Új-Zéland irányába. Az Emirates állami légitársaságot a világ legjobbjai és legbiztonságosabbjai között tartják számon.

A repülőtér három terminálja közül a 3. a legnagyobb, amely egyben az Emirates légitársaság bázisa. A több szektorból álló csarnok ugyancsak a világ leghatalmasabbjai közé tartozik. Hossza 1800 méter, utasforgalmi kapuinak száma 50, ezek többsége a kétszintes Airbus A-380-as óriásgépek kiszolgálására is alkalmas. A terminál kapacitása évi 65 millió utas. A növekvő utasforgalom igényeinek kielégítésére Dubaj új repülőtér építését kezdte meg a város déli szektorában, egy korábbi kis forgalmú légikikötő helyén. Az Al Maktum Airport átadását 2030-ra tervezik, teljes kiépítettségében évente 240–260 millió utast fogadhat. A fejlett légi irányítási technika lehetővé fogja tenni 200 széles törzsű repülőgép egyidejű kiszolgálását, parkoltatását, valamint ezzel párhuzamosan 4 gép biztonságos landolását.

Metró

A város közlekedése szempontjából meghatározó a Dubai Light Rail Transit System, azaz a metró. Az első vonalat 10 éve adták át a forgalomnak. A jelenlegi két vonal – a piros és a zöld – együttes hossza 75 km, 49 ál-

lomással. Az ötvagonos szerelvények a belvárosban a felszín alatt, míg a város többi részén a „kétszer hatsávos” főút felett 4 méter magasságban futnak. A hálózat érdekessége, hogy valamennyi vonat vezető nélküli. A 100 méter hosszú föld feletti állomások aranyszínű, üveg/acélburkolata azonos dizájnt követ, tágasak és természetesen légkondicionáltak. A magasvasúti megállókat 90 méteres, acélszerkezetű hidak kötik össze a főút „túlsó” oldalával, ezek közül több mozgójárdával felszerelt. A hálózat bővítése folyamatban van, ennek keretében a DUBAI 2020 EXPO idejére a vonalak hossza 15 km-rel és újabb 7 állomással bővül.

NÉHÁNY TOVÁBBI ÉRDEKESSÉG

Dubai Frame

Az óriási képkeret az emírség 2018 elején megnyílt látványossága, turistacsalogatója. A 150 méter magas és 93 méter széles építményt az „új” és „régi” Dubaj határán építették.

Az aranyal bevont, hatalmas szerkezet alsó, vízszintes részében multimédiás show és egy kisebb kiállítás fogadja az érkezőket. A függőleges szárakban panorámaliftek viszik fel, illetve hozzák le a látogatókat. A felső hídelemről páratlan látvány nyílik a városra. A 360°-os kilátás mellett, az élményeket fokozza az áthidalóelem közepének üvegpadlója.

A Dubai Frame-től egy karcsú, 200 méteres gyalogos kábelhíd vezet át a forgalmas Sheikh Zayed út csomópontja felett, illetve alatt, a város kedvelt szabadidőközpontjához, a Zabeel Parkhoz. A parkban botanikus kert, szórakoztató-özpont, mesterséges tó, gyermekjátszóterek és sportpályák egyaránt várják a kikapcsolódni és pihenni vágyókat.

Hűtött buszmegálló

A Dubaji Közlekedési Hatóság (RTA) 2006-ban kezdett foglalkozni a légkondicionált buszmegállók gondolatával és 2007-ben már meg is jelentek az elsők. Az óriási „hűtőszekrények” igazi kuriózumok, amelyek a buszra várakozó utasokat védik a rekkenő hőségtől. Az RTA adatai szerint a tulajdonukban álló 2700 várakozóhely közel negyede, 636 hűtött. A kényelmes ülőhelyekkel ellátott, formatervezett, házikókban WiFi kapcsolatot is biztosítanak a várakozóknak.

33. kép: A Dubai Frame

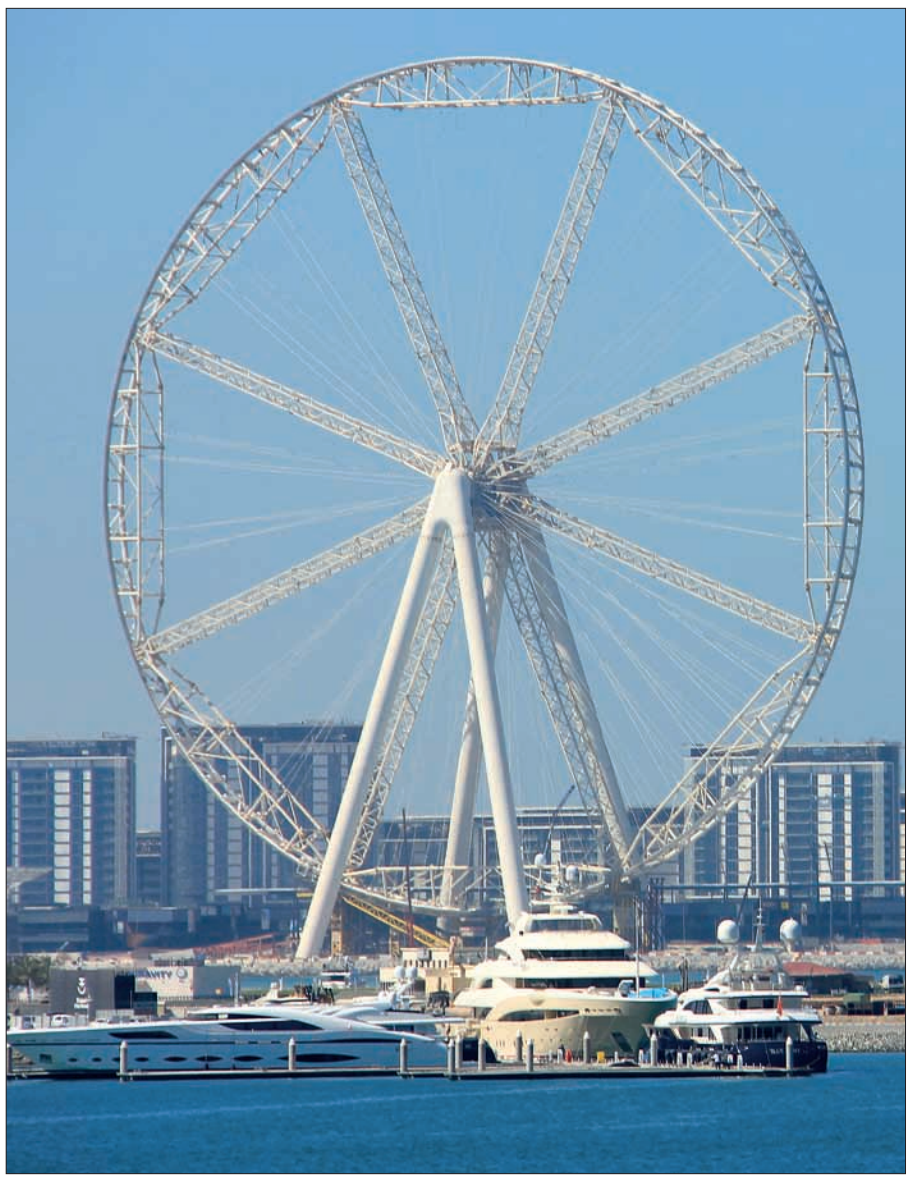
33. kép: A hatalmas keret kilátószintje üvegpadlóval

35. kép: Gyalogos kábelhíd

36. kép: Hűtött buszmegálló

Óriáskerék

Dubajban átadás előtt áll a világ legnagyobb óriáskereke, amelynek magassága 210 méter. (Zárójelben jegyezzük meg, hogy a híres London Eye „csak” 135 méter magas.) A szerkezet a Bluewater Island projekt keretében épül. Az óriáskerék 48 légkondicionált kabinjában 1400 látogató gyönyörködhet egyidejűleg a város és a tengeröböl panorámájában. A kerék 48 perc alatt tesz meg egy teljes fordulatot.



37. kép: Dubai Eye

NÉHÁNY FOLYAMATBAN LÉVŐ FEJLESZTÉS

A jelenleg folyó gigantikus beruházások többsége a DUBAI 2020 EXPO-hoz kapcsolódik. A 2020 októberétől 2021 áprilisáig tartó eseményre mintegy 25 millió látogatót várnak a rendezők. Valamennyi fejlesztés bemutatása lehetetlen. A városképet toronydaruk uralják, bármerre is nézünk, építkezéseket látunk.

Világ szigetcsoport

A parttól mintegy 4 km-re, a Perzsa-öbölben elkezdett egyedülálló fejlesztés során – ellipszis alakban – 300 mesterséges szigetet alakítanak ki, amelyek a Föld kontinenseit, régióit és országait képezik le. A „kiterített földgömb" 9 km hosszú, szélessége 6 km. A 2000-es évek elején megkezdett beruházást a 2008-as gazdasági válság megakasztotta, ezt követően a munkálatok felgyorsultak. A kotrás és feltöltés jórészt befejeződött, és néhány sziget ingatlanjainak értékesítését is megkezdték. A jelenleg zajló kampány során, többek között a nagy bevásárlóközpontokban, látványos makettek és katalógusok csábítják vásárlásra a módosabb érdeklődőket.

Bluewater Island

A Marina közelében épített 900 méter hosszú és 500 méter széles mesterséges szigeten a lakóházak, kereskedelmi egységek, szállodák, parkok, sportlétesítmények, strandok és játszóterek létesülnek, a fő látványosság azonban a korábban említett Dubai Eye óriáskerék. A létesítményt híd köti össze a szárazfölddel. Az objektum autómentes, a járműveket föld alatti mélygarázsokban helyezik el.

Address Residences Sky View

A Burj Khalifa szomszédságában épülő különleges ikertorony egy 261 méteres (60 emeletes) és egy 237 méteres (55 emeletes) egységből áll, amelyeket egy 200 méter hosszú, hajó formájú, hatemeletes áthidalás – a Sky Deck – köt össze. Ennek érdekessége a hatalmas vízfelület – amely egyben uszoda is – közepén éttermekkel, bárokkal, kilátókkal és egyéb közösségi terekkel. A lakók kényelmét konditerem és gyógyfürdő is szolgálja majd. A különleges formájú épületben szállodát és luxuslakásokat egyaránt létesítenek. A 2014-ben indult beruházást várhatóan 2020-ban adják át.

Dubai Creek Tower

A számtalan folyamatban lévő fejlesztés közül a legmerészebb a Creek Tower. Dubaj uralkodója 2016-ban jelentette be, hogy a Burj Khalifánál is magasabb, újabb világrekorder torony építését tervezik. A létesítmény a 6 km^2-es kikötő menti új városközpont fő attrakciója lesz. A torony magasságáról hivatalos adatokat nem publikáltak, korábban szinte hihetetlen 1300 méter jelent meg a szaksajtóban. Tervezője Santiago Calatrava (1951–) spanyol sztárépítész, aki számtalan meghökkentő építmény megálmodója világszerte. (Alkotásai közül kiemelhető: a Művészetek és a Tudomány városa, Valencia és a World Trade Center közlekedési csomópontja, New York.) A Creek Tower egy vékony buzogányra, sivatagi virágra, esetleg minaretre hasonlító szerkezet, amelyet kábelek rögzítenek, stabilizálnak. Csúcsára egy óriási, 20 szintes, ovális alakú „kapszulát" építenek, amelybe lakásokat, szállodát, irodákat, kilátót és kereskedelmi egységeket terveznek. Jelenleg a szerkezet 235 méter mély alapozása folyik. Az eredeti elképzelések az átadást a DUBAI 2020 EXPO-ra irányozták elő, a beruházás jelenlegi állása alapján az avatás vélhetően több évet is késhet.

38. kép: A Világ szigetcsoport promóciós makettje

39. kép: Az épülő Address Residences Sky View

40. kép: A Creek Tower makettje a Dubai Mallban

ZÁRÓGONDOLATOK

A Budapestig tartó kényelmes repülőút alkalmat ad arra, hogy az utazó elgondolkozzon a Dubajban látottakon és tapasztaltakon. A merész építészeti megoldások lenyűgözőek, ezek a mérnöki munka csúcsát jelentik. Azonban óhatatlanul felmerülnek kérdések is: Nem jár-e mindez földünk energiakészletének túlságosan nagy igénybevételével? Nem okoz-e túlzott erőforrás-felhasználást az impozáns, 300 méter feletti felhőkarcolók folyamatos hűtése? Biztosan szükség van-e a sivatagban sípályára, amely kétségtelenül a légkondicionálás csodája?

Az Interneten kutatva, kérdéseinkre aggasztó és biztató válaszokat egyaránt találunk. Az Egyesült Arab Emírségek, így Dubaj ökológiai lábnyoma a 2010-es évek elején a világ „élvonalába" tartozott, megelőzve az Egyesült Államokat. A kiugróan magas környezetterhelés elsősorban a szén-dioxid-kibocsátásból (légkondicionálás energiaigénye, járműforgalom stb.) fakadt.

Dubaj vezetői az elmúlt években eljutottak ennek felismeréséhez, és 2050-re grandiózus programot dolgoztak ki. Célul tűzték ki, hogy Dubaj ökológiai lábnyoma a legalacsonyabbak közé tartozzon a világon. A program látványos eleme a fosszilis energiaforrások felhasználási arányának számottevő csökkentése, és ezzel párhuzamosan a megújulóak részesedésének 75%-ra való növelése. A nagyszabású terv részét képezi zéró szén-dioxid-kibocsátású városok létesítése. Amennyiben az elképzelések megvalósulnak, a jövő generációja már kételyek nélkül tekinthet Dubaj jelenlegi és jövőbeni nagy ívű építészeti alkotásaira.

MAGÉSZ®
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

Honlapunkon az MAGÉSZ Acélszerkezetek
előző számai is olvashatók.

www.magesz.hu

Nullifire®

Profiltényezős, gazdaságos, tűzvédő festékbevonat-rendszerek

SC803
(ETA 18/0002)

CE warrington certification

SC901/902
(ETA 14/0079)

CE warrington certification

Forgalmazza:

henelit FESTÉKEK & LAKKOK

Mipa Hungária KFT.
H-8000 Székesfehérvár
Alba Ipari Zóna
Zsurló utca 2.

Tel.: +36 22 514 510
Fax: +36 22 514 517
e-mail: info@mipahungaria.hu
www. mipahungaria.hu

mipa Professional Coating Systems
A Mipa AG Csoport tagja

A termékek gyártója:

Nullifire LTD. Torrington Avenue, Coventry, West Midlands, CV4 9TJ UNITED KINGDOM

OERLIKON

CITOWAVE III

Hegesztő áramforrások harmadik generációja

MODERN TERVEZÉS

teljes mértékben alkalmazkodik az Ön igényeihez

ECO
KÖRNYEZETBARÁT
HEGESZTÉS
ÉS VÁGÁS

SWAN

Hegesztés-felügyelő adminisztrátor hálózat

KÖNNYEN KEZELHETŐ KORSZERŰ TECHNOLÓGIA

GARANCIA

3

ÉV

7 EGYEDI ELJÁRÁS:

Speed Short Arc, Puls,
Soft Silence Pulse, Spray Modal,
High Penetration Speed, Advanced
SeQuencer, Pure Controlled Metal

www.oerlikon-welding.com
www.lincolnelectric.com

Illés Zsombor *doktorandusz*
BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék
Dr. Kövesdi Balázs *egyetemi docens*
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

ORTOTROP LEMEZEK HORPADÁSVIZSGÁLATA – OSZLOPSZERŰ ÉS LEMEZSZERŰ VISELKEDÉS

BUCKLING ANALYSIS OF ORTHOTROPIC PLATES – COLUMN AND PLATE LIKE BEHAVIOUR

Acél szekrény keresztmetszetű hidak esetén a pályalemez, a fenéklemez és a gerinclemez is általában merevítőbordákkal merevített ortotrop lemez, mely kialakításnak lényege, hogy a stabilitásvesztésre érzékeny acéllemezek teherbírását oly módon növelik meg, hogy meghatározott osztásközönként merevítőbordákat helyeznek el rajtuk. A bordák keresztmetszetük szerint lehetnek nyitott (I, L, vagy T bordák), vagy zárt bordák (trapézbordák). A merevítetlen lemezekre a lemezszerű stabilitásvesztés, míg az erősen merevített ortotrop lemezekre az oszlopszerű, illetve a lemezszerű és oszlopszerű viselkedés interakciója jellemző. Ebben a cikkben a nyitott bordákkal merevített lemezek stabilitásvesztését mutatjuk be, egy dominánsan lemezszerű, egy oszlopszerű és egy interakciós viselkedést mutató szerkezet jellemzésével. A kutatás keretében numerikus paramétervizsgálatot végeztünk különböző geometriájú merevített lemez horpadási ellenállásának meghatározására, melyet ANSYS program [1] segítségével hajtottunk végre. A numerikus szimulációk eredményeit az EN 1993-1-5 [4] alapján számított teherbírással vetettük össze. Bemutatjuk, illetve értékeljük az Eurocode alapú méretezési módszer alkalmazhatóságát ezen lemezek esetén.

In case of steel bridges, one of the most common structural layout is the orthotropic plate. Steel box girder bridges can contain different type of orthotropic plates in elements such as the bridge deck, the bottom flange or the webs of the girder. The main idea behind orthotropic plates is that the plain steel plates are sensitive to buckling problems, in order to increase the compression strength they are stiffened by stiffeners placed in certain distances. Stiffener profiles can be open (I, L and T-sections), or closed sections (trapeze-profiles). For unstiffened plates the plate-like buckling is characteristic, while for orthotropic plates the column-like behaviour or the interaction between plate- and column-like behaviour is typical. In the current paper stiffened steel plates with I-section stiffeners are analysed. Three plate buckling behaviour is presented, one with dominant plate-like behaviour, one with column-like behaviour and the last one with interaction of these two. In the frame of the research work, numerical parametric study was conducted using Ansys software [1]. Numerical simulations are executed to characterize the structural behaviour and to determine the compression resistance of the analysed plate geometries. The results of the numerical simulations are compared to the results obtained by the EN 1993-1-5 [4] design rules. Furthermore, the applicability of the Eurocode standard in case of the analysed steel plates are discussed and evaluated.

1. BEVEZETÉS

A merevítetlen lemezek teherbírásának meghatározására az elmúlt közel 50 évben számos tanulmány készült, pl. Kármán T. [2], Timoshenko S. [3], mely kutatások eredményei jórészt beépültek a szabványokba (pl. EN 1993-1-5 [4]). Merevített lemezek tiszta nyomásra történő horpadásvizsgálatával is régóta foglalkoznak kutatók, melyet először Timoshenko S. [3] vizsgált, majd részletesen Klöppel K., Scheer J. [5] és Möller KH. [6]. Az első kutatási eredmények jellemzően olyan hosszbordákra vonatkoztak, melyek nem rendelkeztek számottevő csavarómerevséggel. Nagyszámú 1:1 léptékű kísérletet és numerikus szimulációt hajtottak végre az elmúlt 20–30 évben. A kutatók hosszbordákkal merevített lemezmezők horpadási ellenállásának meghatározásával foglalkoztak, többek között Yamada Y. és Waranabe E. [7], később pedig Mikami I. és Niwa K. [8] hajtottak végre nagyszámú kísérletet, és határoztak meg méretezési képleteket a merevített lemezes szerkezetek horpadási ellenállásának számítására. Nagyszabású összeurópai kutatási programot hajtottak végre a Combri RFCS Project keretében több nyugat-európai egyetem együttműködésében a merevített lemezes szerkezetek teherbírásának meghatározására, ugyanakkor az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés és ezek interakciójának kérdése a mai napig lezáratlan kutatási téma. Az elmúlt években a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken a hosszbordákkal merevített lemezek esetén a merevítőborda optimális geometriájának meghatározására Vigh L. G. és Simon J. [9] végeztek vizsgálatokat. A jelen numerikus vizsgálati program célja az EN 1993-1-5 [4] szabvány lemezes szerkezetek méretezésére, és azon belül is az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés interakciójának figyelembevételére vonatkozó számítási módszerének pontosítása.

2. MEREVÍTETT LEMEZEK MÉRETEZÉSE AZ EUROCODE SZERINT

Az EN 1993-1-5 szabvány [4] két módszert ajánl a merevített lemezek méretezésére, az effektív keresztmetszetek és a redukált feszültségek módszerét. Ebben a cikkben az effektív keresztmetszet alapú eljárást mutatjuk be [14] és [15] alapján, melynek első lépése a keresztmetszet effektív, dolgozó részének meghatározása. Az effektív keresztmetszet alapú vizsgálatnál keresztmetszeti szintű ellenőrzéseket kell végezni külön a hosszirányú normálfeszültségek, a nyírófeszültségek, valamint a keresztirányú erőbevezetés vizsgálatára. A jelen cikkben csak a hosszirányú normálfeszültségek hatásával foglalkozunk. A méretezési módszer alapelve az, hogy a csökkentett (effektív) keresztmetszet szélső szálában fellépő maximális normálfeszültség értéke nem haladhatja meg az alapanyag folyáshatárát [14].

A lemezhorpadás hatása az effektív keresztmetszeti területben kerül figyelembevételre. A méretezési eljárás lépései a következők:

– a keresztmetszeten belüli feszültségeloszlás meghatározása,
– a nyomott merevítőbordák közti almezők lokális horpadásához és a teljes lemezmezők globális horpadásához tartozó effektív keresztmetszet meghatározása,
– az effektív keresztmetszeten feszültségeloszlás meghatározása,
– az effektív keresztmetszeti terület pontosítása a módosított feszültségeloszlással.

Az ortotrop lemez globális horpadásához tartozó csökkentőtényező (ρ_c) meghatározásánál a csökkentőtényezőt meg kell határozni ún. oszlopszerű szerkezeti viselkedés (χ), illetve ún. lemezszerű szerkezeti viselkedés (ρ_p) figyelembevételével is. A két szerkezeti viselkedés jelentősen különbözik egymástól, a lemezszerű viselkedés számottevő posztkritikus tartalékkal rendelkezik, míg az oszlopszerű viselkedés nem. A gyakorlatban alkalmazott jellemző szerkezeti geometriák esetén a két szerkezeti viselkedés együttese jelentkezik, ezért a ρ_c csökkentőtényező értékét a két szerkezeti viselkedés közti interpolációval kell meghatározni. A méretezési módszer folyamatábráját az *1. ábra* mutatja be.

2.1. Lemezszerű viselkedés

A keresztmetszet effektív részéhez tartozó csökkentőtényező függ a lemezmezőn belüli feszültségeloszlástól és megtámasztási viszonyoktól. Két oldala mentén megtámasztott nyomott lemezmező esetén [11] a csökkentőtényező értéke a következő képlettel számítható:

$$\rho = \frac{1}{\overline{\lambda}_p} - \frac{0.055(3+\psi)}{\overline{\lambda}_p^2} \leq 1$$

ahol $\overline{\lambda}_p$ a relatív karcsúság, amely nem negyedik keresztmetszeti osztályú lokális almezők esetén az alábbiak szerint számolható:

$$\overline{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}}$$

A képletben f_y az acélanyag folyáshatárát, a σ_{cr} a merevített lemez kritikus horpadási feszültségét jelenti, mely a következő képlet alapján számolható:

$$\sigma_{cr,p} = k_{\sigma,p} \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

ahol a $k_{\sigma,p}$ a merevített lemez horpadási együtthatója a merevítőbordák hatásának figyelembevételével, t a lemez vastagsága, b a szélessége, E és ν anyagjellemzők.

2.2. Oszlopszerű viselkedés

Azok a merevített lemezmezők, melyek oldalaránya kisebb, mint egy, illetve melyek ortotropia-foka nagy (erős merevítőbordákkal merevített lemezek), kisebb poszt-kritikus tartalékkal rendelkeznek, azaz a szerkezeti viselkedésük közelebb áll az oszlopszerű szerkezeti viselkedéshez. Ezért minden lemez esetén szükséges az oszlopszerű viselkedéshez tartozó csökkentőtényező meghatározása is, melynél azt tételezzük fel, hogy a merevített lemez a hosszéle mentén síkra merőlegesen nincs megtámasztva. Az oszlopszerű viselkedéshez tartozó kritikus feszültség az alábbi képlettel számítható:

$$\sigma_{cr,sl} = \frac{\pi^2 E I_{sl}}{A_{sl} l^2}$$

ahol:

l a lemez síkra merőleges megtámasztások közötti távolsága,
A_{sl} a lemez keresztmetszeti területe merevítőbordákkal együtt,
I_{sl} a keresztmetszet inercianyomatéka a lemez síkjára merőleges irányban.

A relatív karcsúságot ($\overline{\lambda}_c$) az alábbiak alapján lehet meghatározni:

$$\overline{\lambda}_c = \sqrt{\frac{A_{sl.eff} \cdot f_y}{A_{sl} \cdot \sigma_{cr.c}}} = \sqrt{\frac{\beta_{A.c} \cdot f_y}{\sigma_{cr.c}}}$$

ahol az effektív keresztmetszet a lokális lemezhorpadás hatását veszi figyelembe.

A kihajlási csökkentőtényezőt a rúd viszonyított karcsúsága alapján a kihajlási görbék felhasználásával lehet meghatározni.

2.3. Interpoláció az oszlopszerű és a lemezszerű viselkedés között

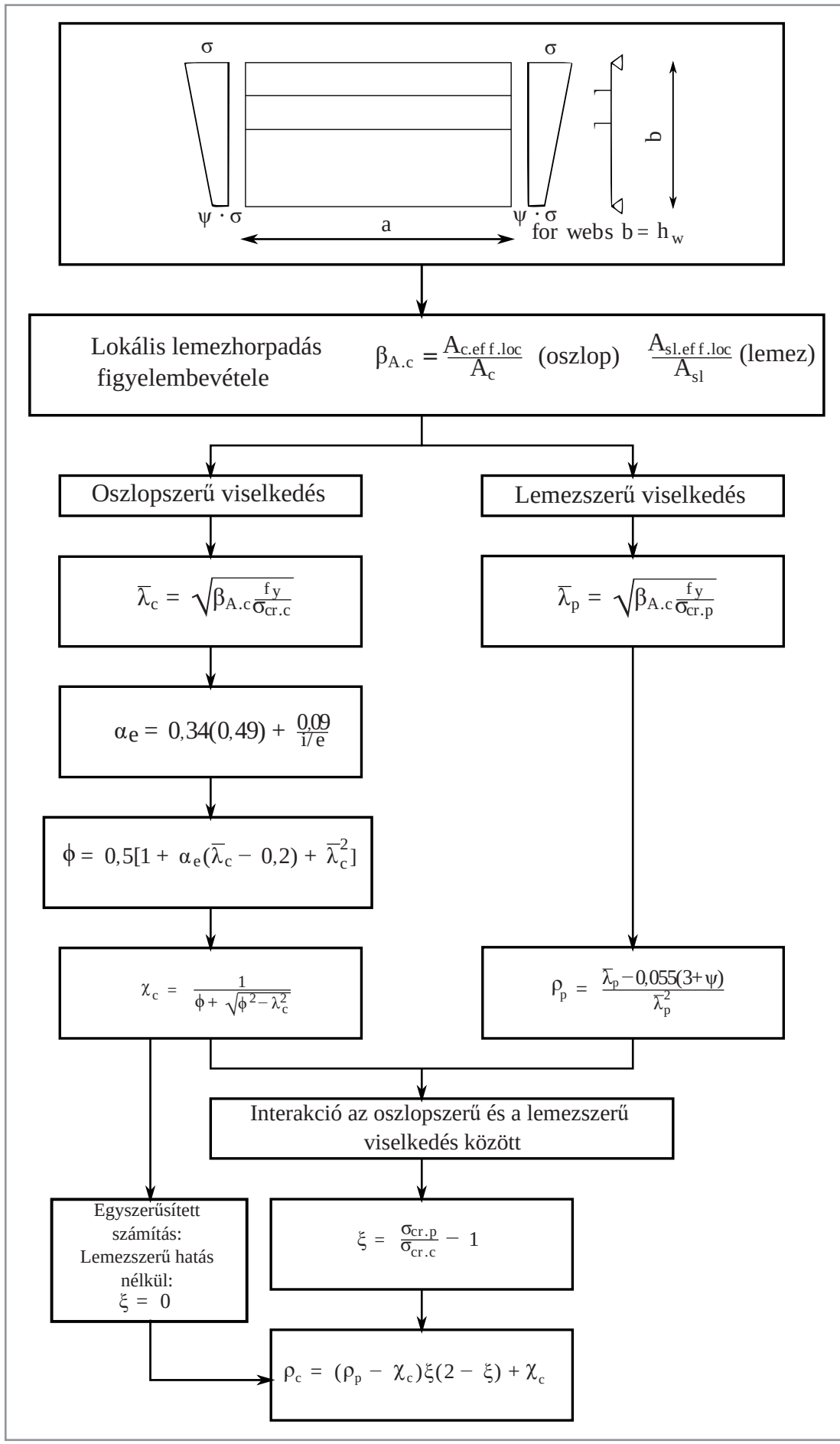
Miután mind a lemezszerű (ρ), mind az oszlopszerű (χ_c) szerkezeti viselkedéshez tartozó csökkentőtényezőt meghatároztuk, a valós viselkedést reprezentáló interakciós csökkentőtényezőt kell meghatározni (ρ_c), melyre az Eurocode az alábbi interakciós formulát ajánlja *(2. ábra)*:

$$\rho_c = \xi(2-\xi)(\rho - \chi_c) + \chi_c$$

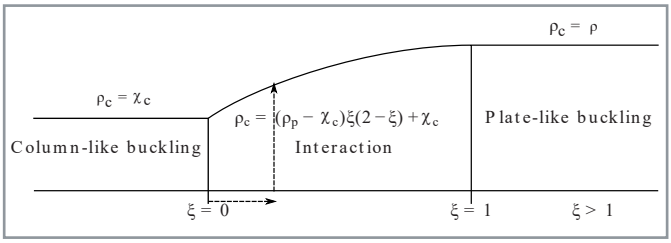
ahol ξ paraméter az oszlopszerű és lemezszerű kritikus feszültségek arányának mérőszáma, melyet az alábbi képlet alapján lehet meghatározni:

$$\xi = \frac{\sigma_{cr.p}}{\sigma_{cr.c}} - 1 \quad \text{de} \quad 0 \leq \xi \leq 1$$

Jelen kutatás célja az, hogy az Eurocode szabvány által merevített lemezekre kidolgozott méretezési eljárás alkalmazhatóságát és pontosságát megvizsgálja különböző ortotropia-fokkal és hosszborda-konfigurációval kialakított merevített lemezmezők esetén. Jelen cikkben néhány példán keresztül bemutatásra kerül a dominánsan oszlopszerű és



1. ábra: Az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés számításának folyamatábrája [10]



2. ábra: Interpoláció az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés között [14]

lemezszerű viselkedés, továbbá a paraméter vizsgálat keretében végrehajtott kísérletek Eurocode alapú kiértékelését is ismertetik a szerzők. A példák szemléltetése előtt a geometriai paraméterek, a numerikus modell peremfeltételei, anyagmodellje és az alkalmazott imperfekciók kerülnek röviden bemutatásra. A bemutatott példák és a paramétervizsgálat eredményei alapján a szerzők konklúziót fogalmaznak meg az Eurocode alapú méretezési módszer alkalmazhatóságával kapcsolatban.

3. NUMERIKUS MODELL BEMUTATÁSA

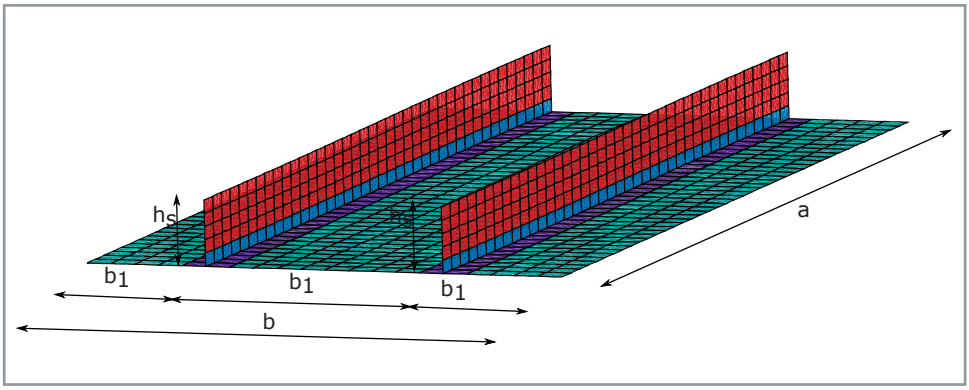
3.1. Alkalmazott geometriai paraméterek

A cikkben bemutatásra kerülő lemezgeometriákat az alábbiak szerint neveztük el: $t_p - N_s - b_1 - t_{sf}$, ahol a rövidítéseket és a paraméterek által felvehető értékeket a *1. táblázatban* foglaljuk össze.

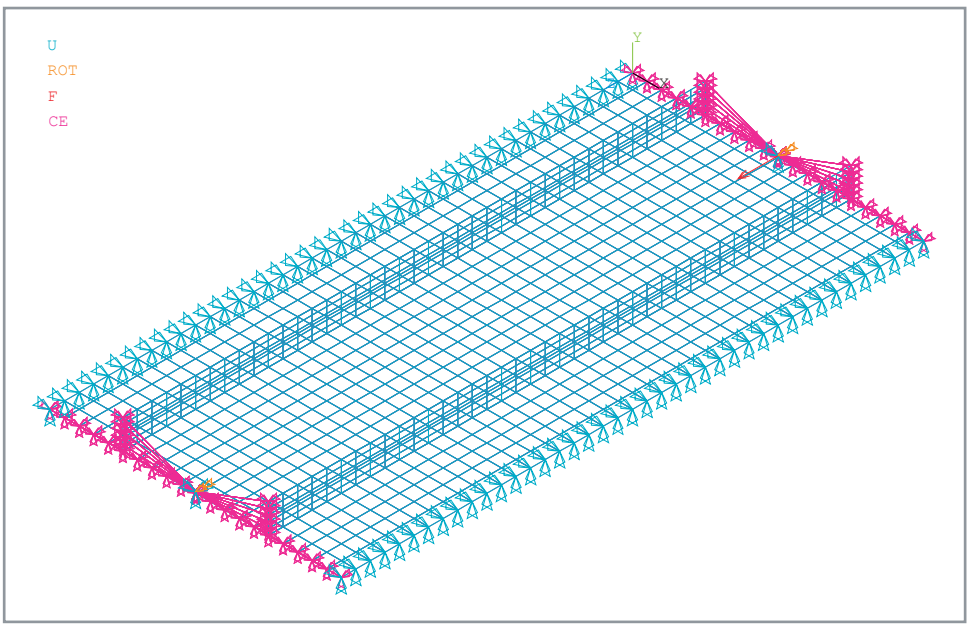
1. táblázat: Alkalmazott paraméterek és jelöléseik, [mm]

Jelölés	Paraméter	Vizsgált értékek
N_s	merevítőbordák száma	{2; 4; 6; 8}
t_p	lemezvastagság	{12; 16; 20; 25; 40}
t_{sf}	bordák vastagsága	{8; 10; 12; 16; 20}
b_1	merevítőbordák közti táv	{400; 600; 800}
α	a merevített lemez aránya	{0,5; 2/3; 1,0; 2,0}

A paramétervizsgálatot ANSYS APDL makró segítségével hajtottuk végre. A makró, az *1. táblázatban* felsoroltakhoz képest további két inputadatot tartalmazott: (i) megtámasztási viszonyokat (oszlop- vagy lemezszerű) és (ii) az imperfekció előjelét. Minden számítást elvégeztünk pozitív és negatív előjelű imperfekciókkal is. Erre azért volt szükség, mert a lemezek keresztmetszete nem szimmetrikus, és nem lehetett előre eldönteni, milyen irányú, síkra merőleges imperfekció adja a mértékadó teherbírást. Az α paraméter a terheletlen és a terhelt oldal arányát határozza meg (hossz / szélesség arány). A vizsgált merevített lemezmező *(3. ábra)* minden esetben a híd két keresztirányú közötti lemezmezőjét reprezentálja, ennek határoztuk meg a horpadási ellenállását azzal a feltételezéssel, hogy a keresztirányú kellő síkra merőleges megtámasztást adnak a lemeznek, de nem adnak elfordulással szembeni megtámasztást. Korábbi vizsgálataink ennek a feltételezésnek a helyességét megerősítik. Egy ilyen lemezmező látható a *3. ábrán,* melyen az alkalmazott geometriai paraméterek jelentését is feltüntettük.



3. ábra: A vizsgált lemez geometriája és az alkalmazott jelölések

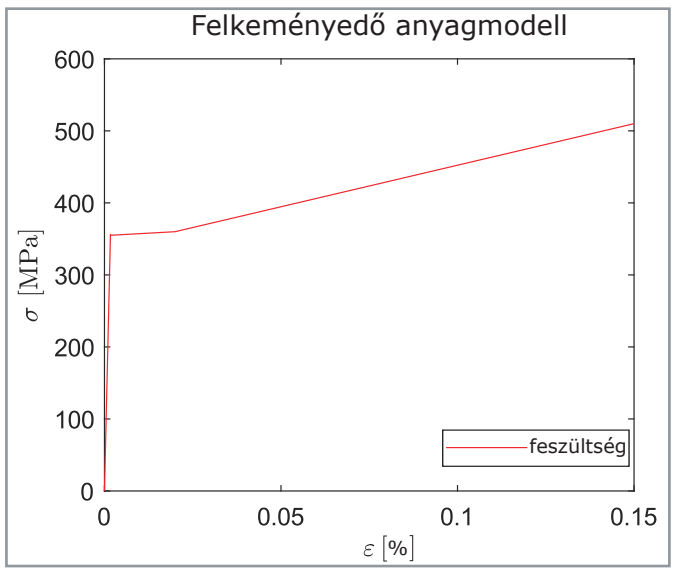


4. ábra: Lemezszerű megtámasztás peremfeltételei

3.2. Alkalmazott peremfeltételek és anyagmodell

A vizsgált lemezmező megtámasztásait a *4. ábra* mutatja be. Az ábrákon a végeselem-felosztás, a terhek és a megtámasztások láthatók. A kékeszöld háromszögek az elmozdulás elleni megtámasztást, míg a narancssárga dupla háromszögek az elfordulás elleni megtámasztásokat jelentik. A lemezmező két végét csuklósan támasztottuk meg, a hosszirányú éleket pedig a lemezszerű viselkedés elemzése során síkbeli és síkra merőleges elmozdulás ellen támasztottuk meg. Az oszlopszerű viselkedés vizsgálata során a hosszirányú élek szabadon el tudtak mozdulni, hogy a jellemző oszlopszerű kihajlás ki tudjon alakulni. A lemezmezőt az egyik végén terheltük központos nyomóerővel úgy, hogy az erőt a lemez keresztmetszetének súlypontjában definiáltuk egy virtuális csomóponton, melyet a keresztmetszet minden pontjával merev testekkel kötöttünk össze. A lemezmező másik végén hosszirányú elmozdulás ellen támasztottuk meg a szerkezetet.

Az alkalmazott anyagmodell lineárisan rugalmas keményedően képlékeny *(5. ábra)*. A numerikus paramétervizsgálatokat az S355-ös acélanyag folyáshatárához és szakítószilárdságához tartozó nominális értékekkel hajtottuk végre.



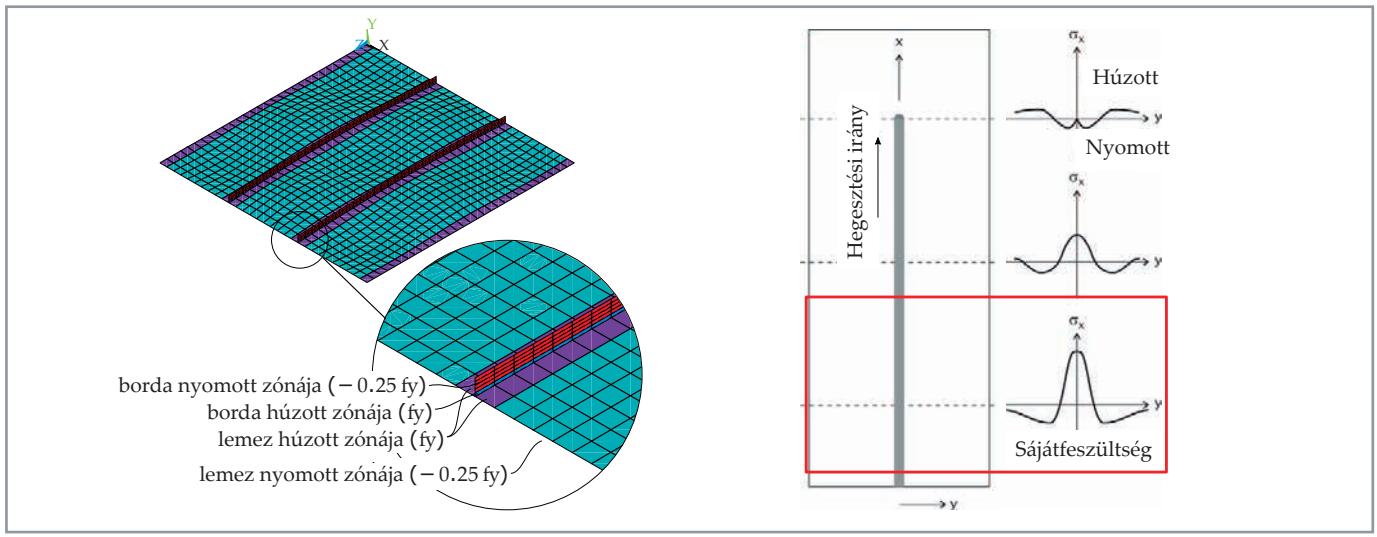
5. ábra: Alkalmazott anyagmodell

3.3. Alkalmazott imperfekciók

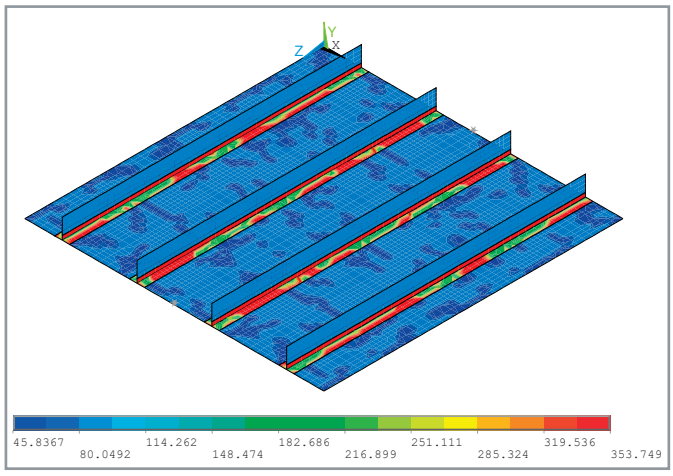
A numerikus modellben alkalmazott imperfekciót a következő elvek alapján vettük fel. Minden lehetséges tönkrementelhez tartozó imperfekciót alkalmazni kell a numerikus modellen, melynek teherbírást befolyásoló hatása van. Ennek megfelelően a merevített lemezek esetén globális és lokális horpadáshoz tartozó geometriai imperfekciót is alkalmaztunk a számítások során. A globális geometriai imperfekciót a lemez hosszának ezred részére vettük fel (a/1000), míg a lokális imperfekciót a merevítőbordák közötti távolság ötszázad (b_1/500) részére. A globális és lokális geometriai imperfekciókon kívül a numerikus vizsgálatokhoz alkalmazott numerikus modell a hegesztési sajátfeszültségeket is figyelembe veszi. A húzási sajátfeszültség értékét a folyáshatárral megegyező értékűre (f_y), a nyomó sajátfeszültségeket 0,25·f_y értékűre vettük fel nemzetközi szakirodalmi ajánlások alapján. Az alkalmazott sajátfeszültségeknek terheletlen állapotban egyensúlyban kell lenniük, mely egyensúlyi állapotot a numerikus modellben úgy biztosítottuk, hogy a lemezmezőn belül az elemek negyedét húzó sajátfeszültséggel, míg a mellette lévő négy negyedét nyomó sajátfeszültséggel terheltük. Az elemeket a *6. ábrán* a sajátfeszültség-eloszlásnak megfelelően különböző színnel jelöltük. A nyomott zónákat a merevítőbordák esetén pirosra, míg a lemez esetén zöldeskékre állítottuk be. A húzófeszültséggel terhelt elemeket a merevítőbordák esetén világoskékkel, míg a lemez esetén lila színnel jelöltük. Az egyensúlyi állapot és az egyenletes feszültségátmenettel rendelkező feszültségmező az első terhelési lépcsőben alakul ki, melynek jellemző ábráját a *7. ábra* mutatja be.

4. SZERKEZETI VISELKEDÉS BEMUTATÁSA

Ebben a fejezetben három dominánsan különböző merevítettségi fokú ortotrop lemez viselkedése kerül részletes bemutatásra, illetve az elvégzett numerikus kísérletek eredményeit az interakciós görbe függvényében értékeljük ki. Dominánsan oszlopszerű viselkedésre a 25-2-600-16 geometriájú merevített lemez, jellemzően interakciós viselkedésre a 20-4-600-12, míg a dominánsan lemezszerűre a 16-8-800-10 geometriájú lemez szolgál mintapéldaként. A merevített lemez valós teherbírását a lemezszerű megtámasztással ellátott modell adja, ezen modellel nyert csök-



6. ábra: Alkalmazott geometriai imperfekciók és sajátfeszültségek



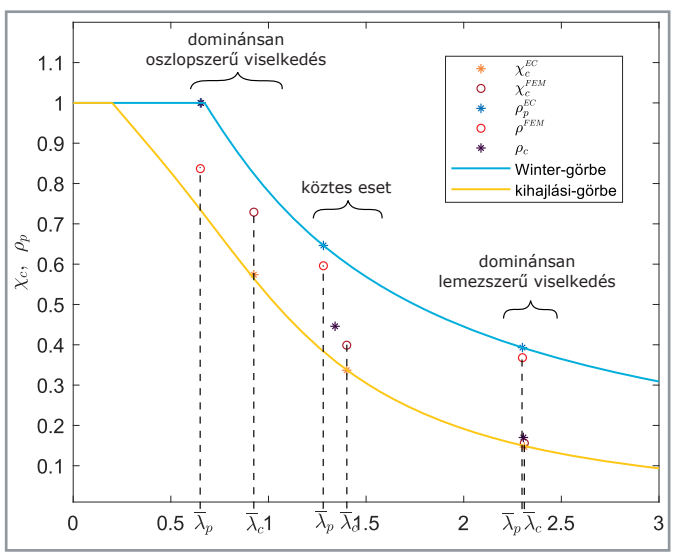
7. ábra: Egyensúlyi állapot és összehasonlító feszültségek az első terhelési lépcső után

kentőtényező alapján értékeljük a modelleket. Amennyiben a lemezszerű viselkedést leíró Winter-görbéhez van közel a számított csökkentőtényező, mint például a 16-8-800-10-es lemez esetén, akkor dominánsan lemezszerű viselkedésről beszélünk. Ha az oszlopszerű viselkedést leíró kihajlási görbéhez van közel a csökkentőtényező, akkor az utóbbi viselkedést tekintjük dominánsnak. A numerikus szimulációk által meghatározott csökkentőtényezőt és az oszlopszerű, valamint a lemezszerű viselkedéshez tartozó csökkentőtényezők görbéit a *8. ábra* mutatja be. A diagramon külön pontok jelölik az EN 1993-1-5 alapján számított csökkentőtényezők értékeit külön az oszlopszerű és külön a lemezszerű viselkedés esetén. Szintén külön pontok mutatják be a numerikus számítási eredményeket. A hosszanti él mentén megtámasztott numerikus modellen számított csökkentőtényezőt a ρ^{FEM}, míg a megtámasztás nélküli modell eredményét a χ_c^{FEM} jelöléssel láttuk el. Az interpolált csökkentőtényező (ρ_c) az oszlopszerű és lemezszerű csökkentőtényezőhöz tartozó egyenesen helyezkedik el. Az eredmények alapján az látható, hogy a jelenlegi interpolációs formula a három eset közül kettőben jelentősen alulbecsüli a csökkentőtényezőt, míg egy esetben túlbecsüli azt. A dominánsan oszlopszerű viselkedéssel rendelkező merevített lemez esetén az Eurocode 3 szerint interpolált csökkentőtényező a Winter-görbére esik. Ez a lemezkialakítás nem túl kedvező, hiszen a lemezszerű megtámasztás alig rendelkezik poszt-kritikus tartalékkal az oszlopszerű megtámasztással ellátott lemezhez képest. Ez látható az *2. táblázat* utolsó oszlopában is, ahol az első esetben a legkisebb a különbség a végeselemes modell által kapott lemezszerű és az oszlopszerű (ρ^{FEM}-χ_c^{FEM}) megtámasztás között.

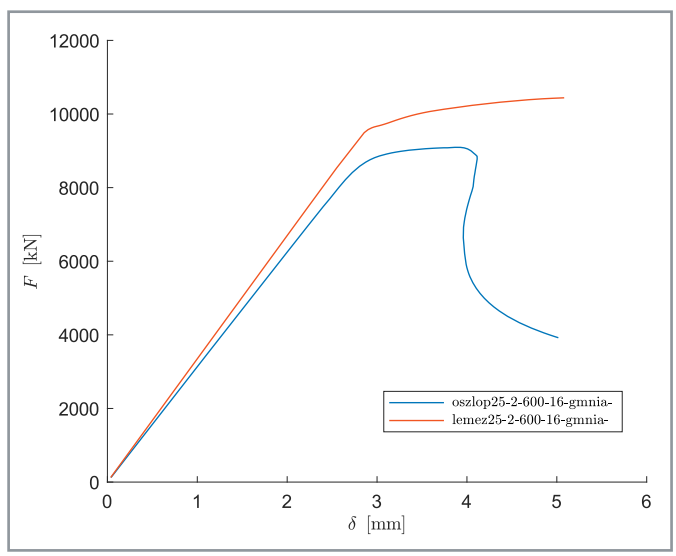
A *2. táblázat* foglalja össze a három vizsgált geometria csökkentőtényezőit. A 4. oszlopban található az Eurocode szerinti lemezszerű (ρ_p^{EC}) és a végeselemes modellből nyert lemezszerű (ρ^{FEM}) csökkentőtényező különbsége. Minél kisebb ez a különbség, annál inkább lemezszerűnek tekintjük az adott merevített lemez viselkedését. A 7. oszlopban az Eurocode szerinti oszlopszerű (χ_c^{EC}) és a végeselemes modellből nyert oszlopszerű (χ_c^{FEM}) csökkentőtényező különbségének abszolút értéke található.

4.1. Dominánsan oszlopszerű viselkedés

Jellemzően oszlopszerű viselkedést mutat a 25-2-600-16-os geometriájú merevített lemez, melynek erő-elmozdulás diagramjait a *9. ábrán* mutatjuk be. Minden vizsgált geometria esetén 2 futtatást (imp+, imp–) hajtottunk végre



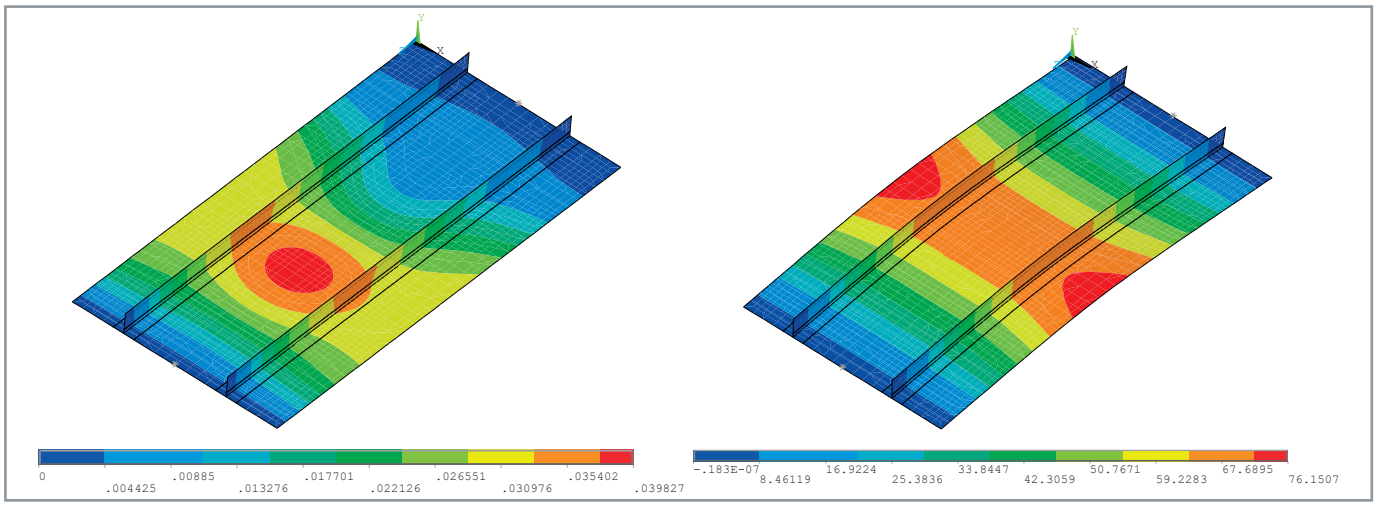
8. ábra: Interpoláció három esetben az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés között



9. ábra: A 25-2-600-16 geometriájú ortotrop lemez oszlopszerű és lemezszerű megtámasztásainak mértékadó erő–elmozdulás diagramja

2. táblázat: Számított csökkentőtényezők összehasonlítása

	ρ_p^{EC}	ρ^{FEM}	ρ_p^{EC}-ρ^{FEM}	χ_c^{EC}	χ_c^{FEM}	$\lvert\chi_c^{EC}$-$\chi_c^{FEM}\rvert$	ρ^{FEM}-χ_c^{FEM}
Dominánsan oszlopszerű 25-2-600-16	1,00	0,84	0,16	0,56	0,73	0,18	0,10
Interakciós eset 20-4-600-12	0,65	0,59	0,05	0,33	0,40	0,07	0,19
Dominánsan lemezszerű 16-8-800-10	0,39	0,37	0,03	0,14	0,16	0,01	0,21



10. ábra: A 25-2-600-16 geometriájú lemez kezdeti és tönkremeneteli alakja

oszlopszerű megtámasztással és szintén két futtatást lemezszerű megtámasztással, melyek közül a kisebb teherbírást adó imperfekciót tekintettük mértékadónak. Az első vizsgált esetben a pozitív imperfekcióval ellátott szerkezet erő–elmozdulás görbéje csak kismértékben fut a negatív imperfekcióval rendelkező modellé fölött, tehát a negatív imperfekció a mértékadó. A vizsgált lemez esetén az oszlopszerű megtámasztású merevített lemez teherbírása 9093,6 kN, míg a lemezszerűé 10 440,07 kN volt. Látható, hogy ennél a geometriánál a lemez hosszanti éle mentén alkalmazott megtámasztás csak kis teherbírás-növekedést eredményez.

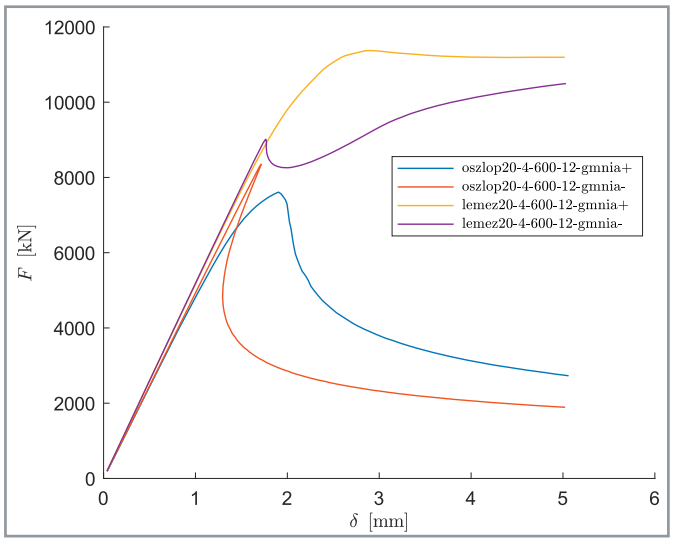
A kiinduláshoz közeli imperfekt és a végső tönkremenetelhez tartozó deformált alakot a *10. ábra* mutatja be. A bal oldali kiindulási alakon a kezdeti imperfekciók figyelhetőek meg, a maximális síkra merőleges kitérés 0,039 mm, míg a végső elmozdult ábra esetében a maximális síkra merőleges deformáció 76,151 mm. A jellemző tönkremenetel a lemez síkjára merőleges kihajlás.

4.2. Dominánsan interakciós viselkedés

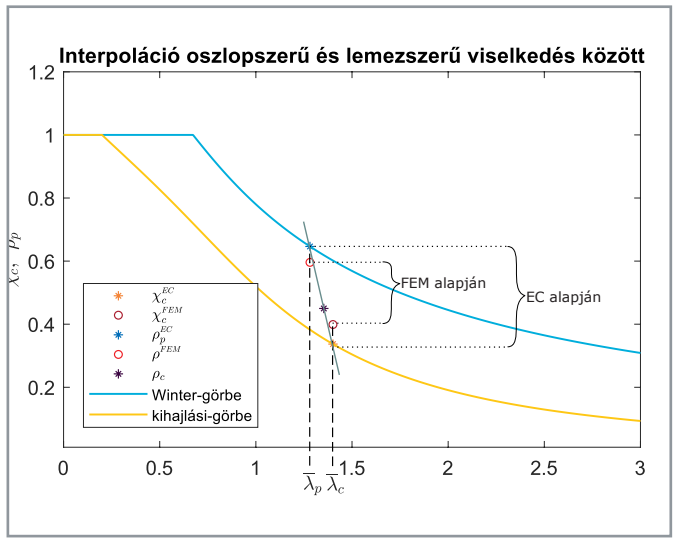
Az interakciós viselkedést részletesen a 20-4-600-12 geometriájú merevített lemezen mutatjuk be. Ebben az esetben mind a négy erő–elmozdulás görbét ábrázoljuk a *11. ábrán,* mivel ezek lényegesen különböznek. A nemlineáris analízis megoldására az ANSYS software csomagba beépített arc-length megoldót alkalmaztuk, így az erő–elmozdulás diagram leszálló ága is nyomon követhető. Az ábrán a piros és kék görbék az oszlopszerű megtámasztáshoz, a lila és sárga görbék a lemezszerű megtámasztáshoz tartoznak.

Az erő–elmozdulás diagrammok alapján megállapítható, hogy a lemez szempontjából kritikusnak tekinthető imperfekció az imp+, mely a merevítőbordák irányába elhelyezett globális imperfekciót jelenti. Azért ez az imperfekció tekinthető kritikusnak, mert az oszlopszerű teherbírás ebben az esetben a legkisebb, 7609,8 kN. A lemezszerű megtámasztás esetén a szerkezet teherbírása 11 371,4 kN. A kedvezőtlenebb imperfekcióval nyert csökkentőtényezőket az Eurocode által ajánlott és a cikk első részében bemutatott módszerrel meghatározott csökkentőtényezőkkel vetettük össze, ezen eredmények láthatók a *12. ábrán.* Amennyiben a csökkentőtényezőket a relatív karcsúságok függvényében jelenítjük meg, az Eurocode által javasolt interpolációs összefüggéssel számított csökkentőtényező az oszlopszerű és lemezszerű viselkedés által meghatározott egyenesen helyezkedik el.

Az oszlopszerű megtámasztással rendelkező „oszlop20-4-600-12-gmnia+” modell erő–elmozdulás diagramját a *13.*



11. ábra: A 20-4-600-12 geometriájú lemez erő–elmozdulás diagramja



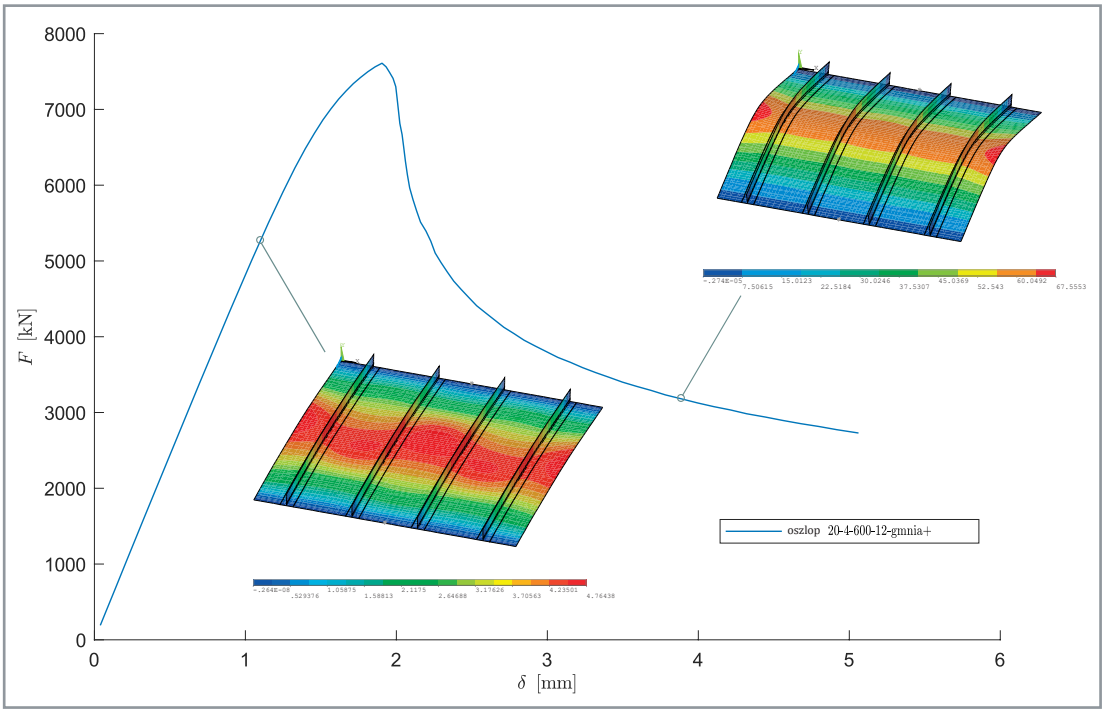
12. ábra: A 20-4-600-12 geometriájú ortotrop lemez végeselemes vizsgálatának összehasonlítása az EN1993-1-5 méretezési módszerével

ábra mutatja be. A diagram meghatározott pontjaiban az ortotrop lemez elmozdult alakja látható. A csúcspontig a kezdeti lokális imperfekciók hatása is megjelenik, majd ez után a lemez elmozdult alakja egységessé válik, lokális horpadás nem látszik rajta.

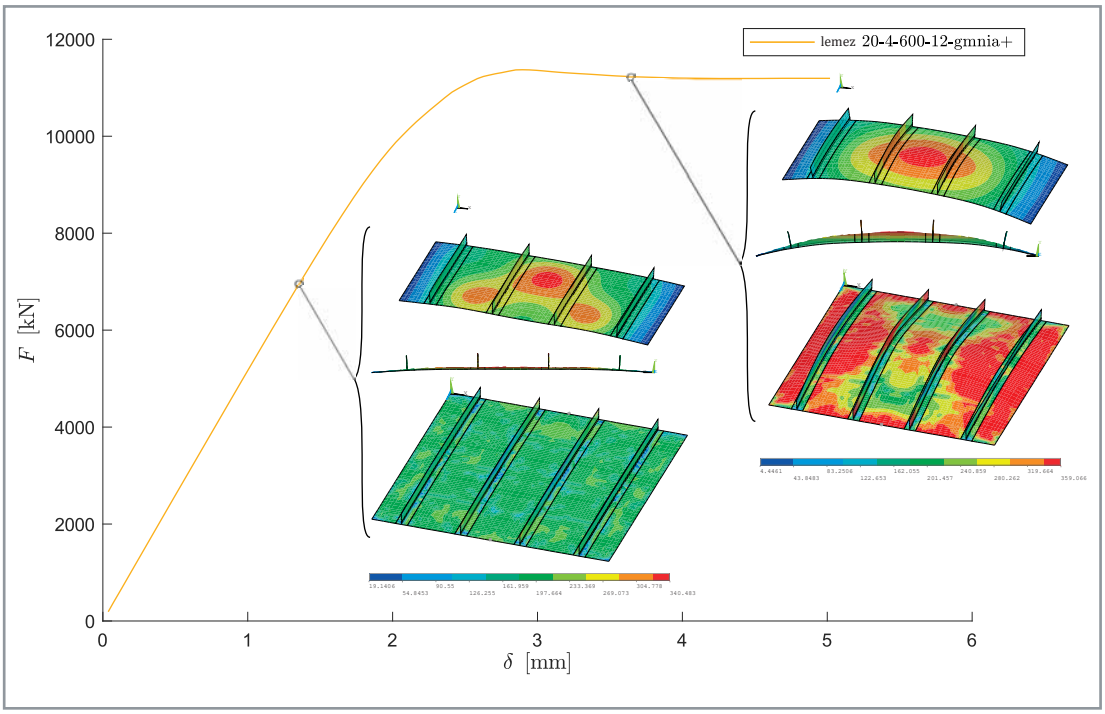
A lemezszerű megtámasztással rendelkező lemez „lemez 20-4-600-12-gmnia+'' esetén az erő–elmozdulás diagramot a *14. ábra* mutatja be. Két teherlépcsőt emeltünk ki erről a diagramról, az elsőt a rugalmas tartományról, a másodikat a rugalmas-képlékeny viselkedési tartományból. A *14. ábrán* az erő–elmozdulás diagram alatt közvetlenül az ortotrop lemez elmozdult alakjának középső sávja és ennek metszete látható. Az elmozdult alakok alatt a szerkezet összehasonlító feszültségi ábráját mutatjuk be. A folyáshatár elérése után a merevített lemezekre jellemző feszültségátalakulás látható az ábrán, egy tipikus folyási mechanizmus képével [7].

4.3. Dominánsan lemezszerű viselkedés

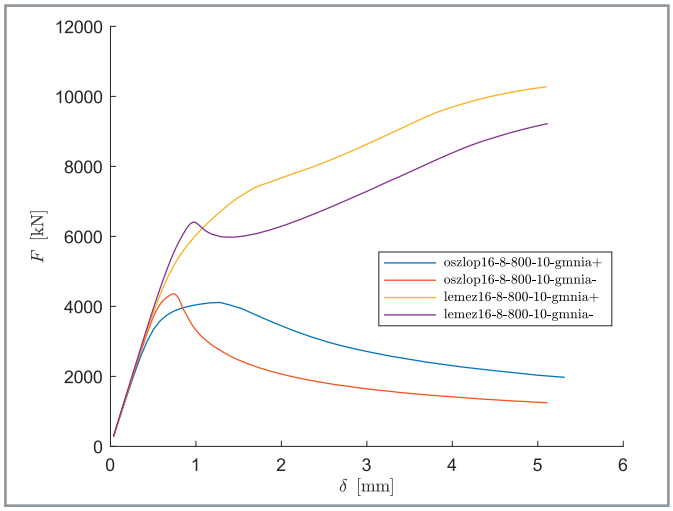
Dominánsan lemezszerű viselkedést mutat a 16-8-800-10 jelű lemez, melynek jellemző erő–elmozdulás diagramjait a *15. ábra* mutatja be. Mind az oszlopszerű, mind a lemezszerű viselkedésből bemutatjuk a két-két imperfekció hatását. Oszlopszerű megtámasztás esetén a merevített lemez mértékadó (imp+) teherbírása 4112,5 kN, míg lemezszerű megtámasztás esetén 10 278,9 kN. Látható, hogy ebben az esetben a legnagyobb a két teherbírás közti különbség, itt a legnagyobb a hosszanti él mentén alkalmazott megtámasztás teherbírás-növelő hatása.



13. ábra:
A 20-4-600-12 geometriájú ortotrop lemez erő–elmozdulás diagramja oszlopszerű megtámasztás esetén



14. ábra:
A 20-4-600-12 geometriájú lemez erő–elmozdulás diagramja lemezszerű megtámasztás esetén



15. ábra: A 16-8-800-10 geometriájú lemez oszlopszerű és lemezszerű megtámasztásaihoz tartozó erő–elmozdulás diagramjai

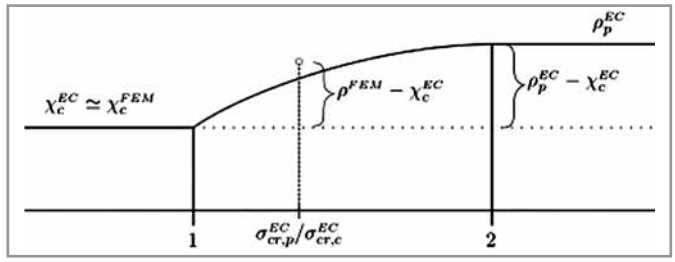
A *16. ábrán* a 16-8-800-10-os geometriájú merevített lemez elmozdult alakjai láthatók lemezszerű megtámasztás esetén. Az első ábra közvetlenül a terhelés megkezdése utáni, a második ábra a tönkrementeli állapotban mutatja be a lemez deformációs alakját. Az ábrákon látható a jellegzetes lemezszerű viselkedés, az egyes merevítőbordák eltérő mértékben deformálódnak a tönkremenetel során. A középső merevítőbordák elmozdulása a legnagyobb, a lemez széle felé egyre csökkennek a maximális síkra merőleges elmozdulások, mely a tipikus lemezszerű viselkedés jellemzője. Oszlopszerű viselkedésnél az egymás melletti hosszbordák közel azonos mértékű síkra merőleges deformációt szenvednek.

5. AZ EREDMÉNYEK EUROCODE ALAPÚ KIÉRTÉKELÉSE

A szerkezeti viselkedés és teherbírás kiértékelését minden vizsgált esetre vonatkozóan az alábbi képlet alapján hajtjuk végre:

$$f_{EC} = \frac{\rho^{FEM} - \chi_c^{EC}}{\rho_p^{EC} - \chi_c^{EC}}$$

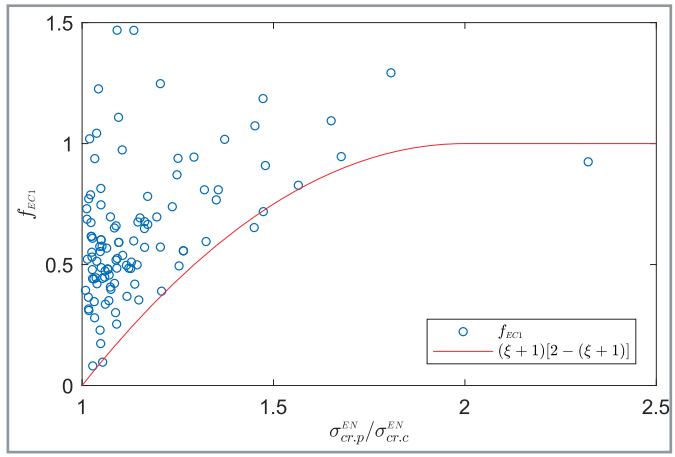
ahol a számláló a végeselemes modellből nyert csökkentőtényező (ρ^{FEM}) és az EN 1993-1-5 szabvány méretezési módszere alapján számított oszlopszerű csökkentőtényező



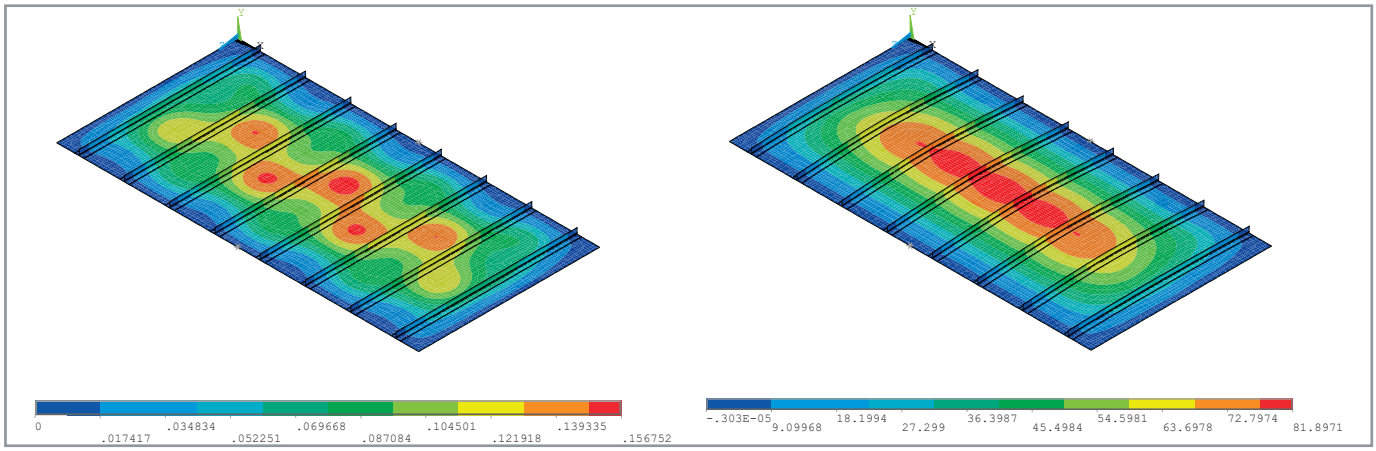
17. ábra: Numerikus számítási eredmények kiértékelési stratégiája, interpolációs függvény értelmezése

(χ_c^{EC}) különbsége. A nevező az Eurocode szerint számított lemezszerű és oszlopszerű csökkentőtényező különbségét tartalmazza. A képlet értelmezését a *17. ábra* mutatja be. A képlet nevezőjében a két megtámasztási esethez tartozó csökkentőtényezők különbsége szerepel, míg a számlálóban a tényleges, szükséges interpoláció mértéke. Amennyiben az így meghatározott f_{EC} értéke a vizsgált lemez esetén az EN 1993-1-5 szabvány interpolációs diagramja felett helyezkedik el, a szabványos méretezési eljárás a biztonság oldalán közelíti a lemez teherbírását.

Ezt a kiértékelést elvégeztük az összes, a numerikus paramétervizsgálatban vizsgált lemezgeometria esetére, melyek összegzett eredményét a *18. ábra* mutatja be. A számítások eredményei alapján látható, hogy kettő kivételével az összes numerikus számítási eredmény az EN 1993-1-5 szabvány által javasolt interpolációs görbe fölé esik, ami azt jelenti, hogy az Eurocode által javasolt interpolációs függvény a biztonság oldalán van, tervezésben alkalmazható. Egy, a numerikus modellen végzett megbízhatósági analízis



18. ábra: Az EN 1993-1-5 interpolációs függvényének ellenőrzése, a numerikus számítási eredmények összefoglalása



16. ábra: A 16-8-800-10 geometriájú lemez deformációs alakjai, lemezszerű viselkedés

mutatná meg a méretezési eljárás megbízhatóságát, az alkalmazott parciális tényező helyességét, azonban a jelen számítások azt igazolják, hogy a szabványos interpolációs függvény minden esetben a biztonság oldalán közelíti az ortotrop lemezek horpadási ellenállását.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben a hosszbordával merevített ortotrop lemezek horpadási ellenállását vizsgáltuk, illetve a tervezési gyakorlatban alkalmazott, a lemezszerű és oszlopszerű viselkedés közötti interpolációs függvény helyességét ellenőriztük. A cikk keretében bemutatott paramétervizsgálatból három jellemzően különböző viselkedésű merevített lemez szerkezeti viselkedését mutattuk be részletesen, annak függvényében, hogy mely szerkezeti viselkedési forma a domináns, a lemezszerű, az oszlopszerű, vagy a két szerkezeti viselkedés interakciója. A számítási eredmények azt igazolták, hogy az EN 1993-1-5 szabvány által ajánlott interakciós formula minden vizsgált esetben alulbecsülheti a vizsgált lemezek horpadási ellenállását, tehát megfelelő biztonsággal alkalmazható a tervezési gyakorlatban. A szabvány konzervatív voltának mértéke azonban jelentősen eltér különböző lemezgeometriák esetén, az eredmények szórása nagy. A szerzők célja a továbbiakban, hogy numerikus vizsgálatok segítségével egy olyan pontosított méretezési módszert dolgozzanak ki, mely pontosabb, gazdaságosabb méretezést tesz lehetővé, mint a jelenlegi szabványos ajánlás.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Carlos Tiagonak a Lisszaboni Műszaki Egyetem (Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa) adjunktusának, aki a diplomamunka témavezetésében segédkezett, amely szervesen kapcsolódott a kutatási témához. Jelen kutatás és cikk az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-2-I. és ÚNKP-18-4-III kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának és az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült, mely támogatásokért a szerzők köszönetüket fejezik ki.

Irodalomjegyzék

[1] ANSYS Mechanical APDL Basic Analysis Guide, ANSYS, Inc., 2013.
[2] T. Kármán, EE. Sechler, DL Hamilton, „The strength of thin plates in compression”, ASME, Applied Mechanics, 1/54, 1932.
[3] S. Timoshenko, JM. Gere, „Theory of elastic stability”, McGraw-Hill Book Company, 1961.
[4] EN 1993-1-5, Eurocode3: Design of steel structures, Part 1-5: Plated structural elements, 2006.
[5] K. Klöppel, J. Scheer, „Beulwerte ausgesteifter Rechteckplatten (Band I)”, Berlin: Ernst & Sohn, 1960.
[6] KH. Möller K. Klöppel, „Beulwerte augestefter Rechteckplatten (Band II)”, Berlin: Ernst & Sohn, 1968.
[7] Y. Yamada, E. Watanabe, „On the behaviour and ultimate strength of longitudinally stiffened flanges of steel box girders”, in JSCE, 1976.
[8] I Mikami, K. Niwa, „Ultimate compressive strength of Orthogonally stiffened steel plates”, Journal of Structural Engineering, pp. 674-682, 1996.
[9] J. Simon, A. Kemenczés, L.G. Vigh, „Optimal stiffener geometry of stiffened plates”, in EUROSTEEL 2014, Naples, 2014.
[10] B. Johansson, R. Maquoi, G. Sedlacek, C. Müller, D. Beg, „Commentrary and worked examples to EN 1993-1-5 Plated structural elements”, 2007.
[11] ECCS Technical Comittee, P. Dubas and E. Gehri, „Structural Stability, Behaviour and Design of steel Plated Structures”, Applied Statics and Steel Structures, ETH Zurich, 1986.
[12] Matlab, The Language of Technical Computing, The MathWorks Inc, 2017.
[13] B. Johansson, M. Veljkovic, „Steel Plated Structures”, Progress in Structural Engineering and Materials, John Wiley & Sons, Inc, 2001.
[14] D. Beg, U. Kuhlmann, L. Davaine, B. Braun, „Design of Plated Structures”, ECCS Eurocode Design Manuals, Ernst & Sohn, 2010.
[15] S. Ádány, E. Dulácska, L. Dunai, S. Fernezelyi, L. Horváth, B. Kövesdi, Acélszerkezetek, 1. Általános eljárások, Tervezés az Eurocode alapján, 2016.

Tájékoztatás

Tájékoztatjuk azon kollégákat, akik az ACÉLSZERKEZETEK című folyóiratban cikket kívánnak megjelentetni, hogy lehetőség van opponált cikk megjelentetésére. Ez többletpont szerzésére ad lehetőséget.
Opponensnek olyan szakmailag elismert és legalább doktori fokozattal rendelkező szakembert kell a szerzőnek felkérni, aki vállalja a cikk opponálását és írásban közli véleményét.
Szerkesztőségünk a cím mellett – jól látható helyen – feltünteti az alábbi jelzéssel, hogy a cikk opponált.

OPPONÁLT

SZERKESZTŐSÉG

MAGÉSZ®
Magyar Acélszerkezeti Szövetség

WAGNER

PROFESSZIONÁLIS SZÓRÁSTECHNIKA

Ha a **tartósság** a cél.

Wagner magasnyomású pumpák és szórópisztolyok

- Kimagasló teljesítmény a vastag bevonatokhoz
- Masszív, megbízható kialakítás
- Könnyű tisztítás és karbantartás
- Szakszervíz

M.L.S. Magyarország Kft. | 2310 Szigetszentmiklós, Sellő u. 8.

www.wagnerszorastechnika.hu | facebook.com/wagnerszorastechnika | tel: (06 20) 555 0709

Török Viktória MSc hallgató
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

TRAPÉZLEMEZ GERINCŰ, HIBRID HÍDGERENDA DINAMIKAI VIZSGÁLATA

DYNAMIC ANALYSIS FOR A PRESTRESSED CONCRETE GINDER BRIDGE WITH A CORRUGATED STEEL WEB

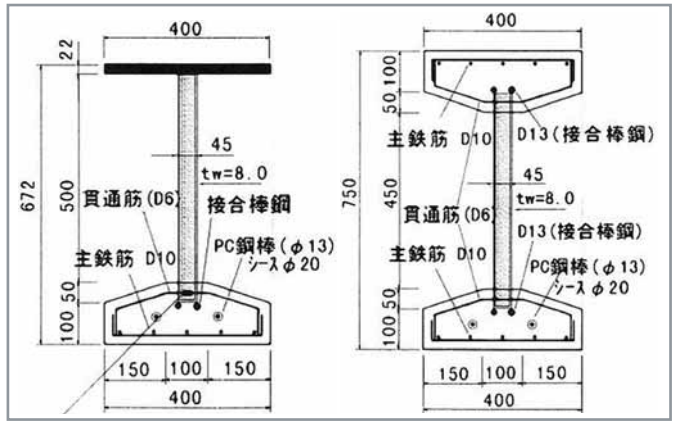
Az acél trapézlemez gerinc alkalmazása kb. 30 évvel ezelőtt jelent meg a hídépítésben számos kedvező tulajdonságának köszönhetően. Az építést gyorsabbá és olcsóbbá, a szerkezetet karcsúbbá teszi, és lehetőséget ad a fesztávolság növelésére vasbeton gerinchez képesti kis önsúlyának köszönhetően. Gazdaságos méretezéséhez azonban szükség van a szerkezeti viselkedésnek pontos ismeretére. A BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken folyamatos kutatás folyik a trapézlemez gerincű tartók témakörében, a speciális feszültségeloszlás – az úgynevezett „harmonika hatás" – méretezésében való figyelembevétele, a nyírási horpadási ellenállás, a nyírt kapcsolatok viselkedése és a dinamikai jellemzők témaköreiben. Ezen kutatásokban volt lehetőségem diplomamunkám keretében részt venni. A jelen cikkben a trapézlemez gerincű hibrid hídgerendák dinamikai viselkedésének megismerésére végzett numerikus vizsgálati programot és annak eredményeit mutatom be. Ismertetem a fejlesztések célját, a vizsgálatok stratégiáját, és bemutatom a tartó szerkezeti viselkedésének sajátosságait.

The application of steel corrugated webs appeared approximately 30 years ago in bridge building due to its many favorable properties. It makes the construction faster and cheaper, the structure more slender and gives the opportunity to increase the span due to its small weight compared to concrete webs. The economical dimensioning requires accurate knowledge of the structural behavior. On-going research is carried out at the BME Department of Structural Engineering, in the following topics: stress distribution – due to the so-called "accordion effect" in the design, shear buckling resistance, the behavior of the shear connectors and the dynamic characteristics of the corrugated web girders. I had the opportunity to joint the research work in frame of the MSc thesis. In the current paper the numerical research program for the dynamic behavior of the corrugated hybrid bridge beams and its results are presented. The paper focuses on the introduction of the main research aims, strategy of research work and structural behavior of the analysed structure.

1. TRAPÉZLEMEZ GERINCŰ HÍDGERENDÁK FEJLŐDÉSE ÉS SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA

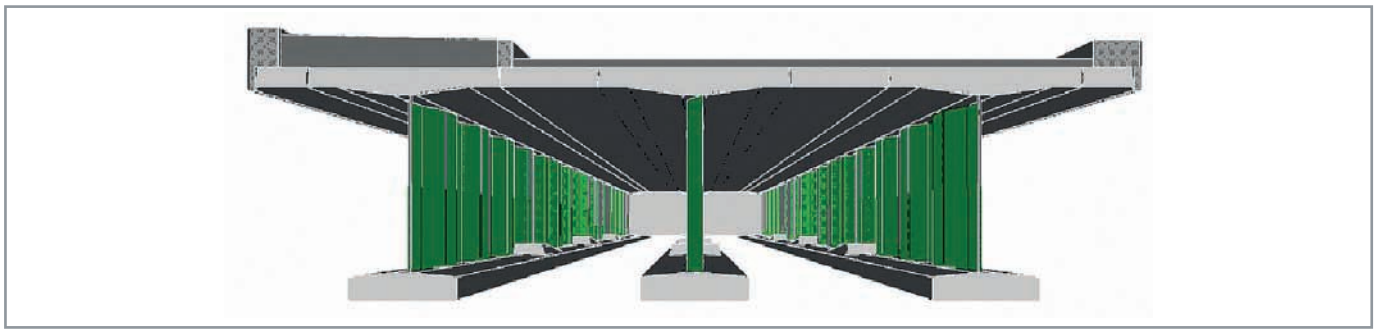
A feszített, sűrű bordás hidakhoz alkalmazott prototípus gerendák elsőként Japánban jelentek meg, kettős vabeton övvel, majd pedig vasbeton és acélövvel. A fejlesztés alapötlete, hogy trapézlemez gerincű öszvérhidakhoz hasonlóan sűrű bordás gerendatartóknál az általában vastag beton gerincet acél sík- vagy trapézlemez gerincre lehet cserélni, így radikálisan, akár 20–30%-kal lehet csökkenteni a szerkezet önsúlyát mindamellett, hogy a feszítés hatékonyabbá tehető. Erre mutat példát az *1. ábra.* Az acél trapézlemez gerincű kialakítás erőtani szempontól kedvező, mivel a trapézlemez gerinc nem vesz részt a hosszirányú teherviselésben a gerinc úgynevezett „harmonika hatásának" köszönhetően. A feszítés szempontjából ennek nagy előnye van, hiszen a feszítési erő jelentős részét nem viszi el a vasbeton gerinc, hanem „benn marad" az övekben. Ezáltal lényegesen hatékonyabbá válik a feszítés. Továbbá az acél trapézlemez gerinc nyírási ellenállása kedvező, így az alkalmazott profilokkal és gerincvastagságokkal a nyíróerő teljes egészét fel tudja venni a trapézlemez gerinc.

Az 1995-ben megjelent első hibrid sűrű gerendás hidakkal kapcsolatos kutatások ígéretesnek bizonyultak az acél trapézlemez gerinc alkalmazhatóságának tekintetében. Ezt követően, bár viszonylag kevés ismert számú kutatás indult el világszerte ebbe az irányba, mégis több különböző kialakítás látott napvilágot, főleg japán és dél-koreai kutatások eredményeként. A P.S. Mitsubushi japán cég egy utófeszített, sűrű bordás gerendahídrendszert is kifejlesztett, melyet a *2. ábra* mutat be.



1. ábra: Prototípus gerendák 1997-ben [1]

2005 januárjában Japánban átadták a Sou folyó hidat melynek gerendáit előre legyártották, majd a helyszínre szállították, a felső övet pedig oldalirányban kitüskézték, hogy a helyszíni betonozással kialakított pályalemezszakasszal való együttdolgozást biztosítsák. A hibrid hídgerendák hossza 23,9 méter, támaszköze pedig 2,1 méter.



2. ábra: A sűrű bordás gerendahíd kialakítása [2]

3. ábra: A Sou folyó hídja [3]

4. ábra:
Az Ayase folyó feletti Mito híd [4]

Az előfeszített rendszerű, sűrű bordás hidak esetében zsúfolt, szűk területeken problémát jelenthet az előregyártott gerendák szállítása. Ennek kiküszöbölésére Japánban kifejlesztettek egy új típusú, sűrű bordás gerendahídrendszert, melynél előfeszítés helyett helyszíni utófeszítést alkalmaznak. A rendszer megépítéséhez előregyártott, kb. 20 méter hosszúságú gerendaszegmenseket szállítottak a helyszínre. Ezekben a lágyvasalást már elhelyezték, illetve burkolócsöveket is, melyekbe a helyszíni illesztést követően el tudják helyezni a feszítőpászmákat. Az első ilyen utófeszített rendszerű sűrű bordás hibrid gerendahíd a 2010 novemberében átadott Ayase folyó feletti Mito híd (japánul: Ayasegawa Mito híd) *(4. ábra)*.

Sűrű bordás, trapézlemez gerincű, hibrid gerendatartók kialakítására az elérhető szakirodalmak alapján eddig főleg Japánban és Dél-Koreában történtek kutatások. A megvalósítás tekintetében is ezen országok járnak élen. A szerzők legjobb tudomása szerint sűrű bordás, acél trapézlemez gerincű, hibrid hidat kizárólag Japánban építettek és építenek napjainkban is, ugyanakkor kedvező statikai viselkedése következtében nagy potenciált láthatunk ebben a kialakításban. Ugyanakkor ennek a hídtípusnak a dinamikai viselkedésére szinte semmit nem tudunk, nemzetközi szakirodalomban egyáltalán nem található korábbi vizsgálat ezen a téren, így ezt választottam diplomamunka-témámnak.

2. HÍDDINAMIKAI JELLEMZŐK

Az építőmérnöki gyakorlatban a dinamikus gerjesztésből származó igénybevételeket általában úgy számítjuk, hogy dinamikus tényezővel felszorozzuk a szerkezet statikus terheit. Ezáltal ugyanazt az igénybevételt kapjuk eredményül, mint amely a rezgés hatására a valóságban keletkezik a tartón. Az előírások többféle teherre megadják ezeknek a dinamikus tényezőknek az értékeit, de ezekkel csak ritkán kaphatóak a valósághoz hű eredmények. Éppen ezért fontos szerepe van a dinamikai vizsgálatok elvégzésének.

A dinamikus többletténye ző meghatározásának néhány ismert módja a következő:

- *EUROCODE 1991-2: 2003 [5]*

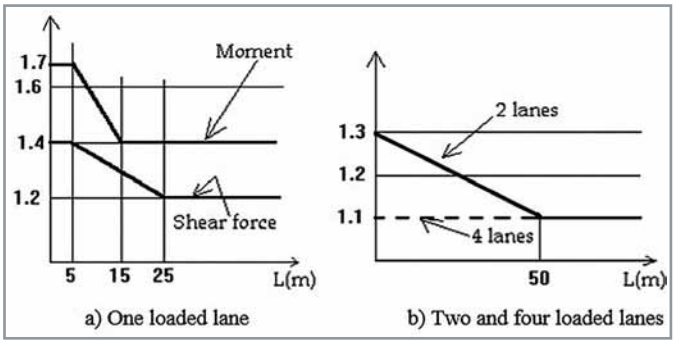
  Az EUROCODE közúti hidakra vonatkozó szabványában a dinamikus hatásokat nem veszi figyelembe külön dinamikus tényezővel, hanem a terheket már úgy határozza meg, hogy azok tartalmazzák a dinamikus hatásokat. Ez alól a fárasztóhatások kivételt képeznek. Azért nincs egy egységes dinamikus tényező bevezetve, mert az értéke számos paramétertől függ, mint például az útpálya felületének a minősége, vagy a járművek felfüggesztésének a kialakítása.

  A fárasztóterhelések esetére definiált dinamikus többlettényező értéke:

  $$\Delta\varphi_{fat} = 1.30\left(1-\frac{D}{26}\right), \text{ és } \quad \Delta\varphi_{fat} \geq 1$$

  ahol a „D” a keresztmetszet dilatációtól való távolsága méterben kifejezve. Ha a $D > 6\ m$, akkor $\Delta\varphi_{fat} = 1$.

  Szakirodalmi adatok alapján [6] az EUROCODE járműterhei közül a több forgalmi sáv forgalmát leíró LM1 jelű járműteher modellje $\mu = 1{,}14$ értékű dinamikus hatást tartalmaz, míg az LM2 jelű, jellemzően egy forgalmi sávra kidolgozott, de nagyobb koncentrált járműterhelésű tehermodellje (400 kN) $\mu = 1{,}7$ értékű dinamikus hatást tartalmaz.



5. ábra: Dinamikus hatások a különböző járműtehermodellek esetén [6]

- *Útügyi műszaki előírás: ÚT 2-3.401 [7]*
  Az Útügyi Műszaki Előírás javaslata a dinamikus tényező számítására:

$$\mu = 1.05 + \frac{5}{L+5}$$

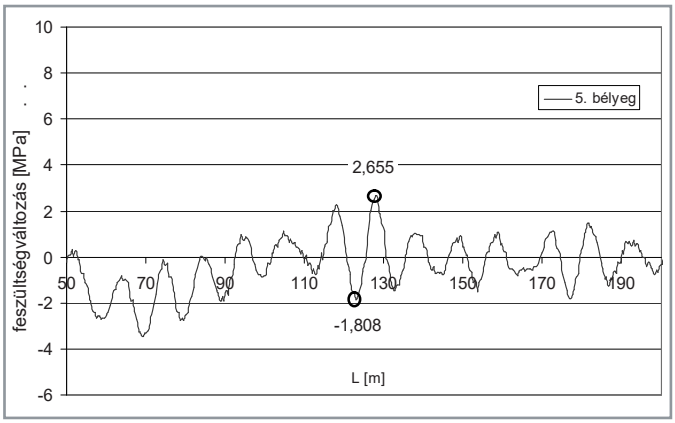
ahol „*L*" a tartó fesztávolsága. A többlettényező maximális értéke 1,4.

- *A dinamikus tényező meghatározása mérések és numerikus vizsgálatok eredményei alapján*
  A többlettényező értékének a meghatározásához először a dinamikus vizsgálat során kapott eredményeknek fel kell rajzolnunk a vonat-hatásábrához hasonló feszültség-hatásábráit. Ezen hatásábrákon nagyobb sebességek esetén megjelennek a mozgó jármű által gerjesztett, többnyire a híd sajátrezgésével megegyező frekvenciájú többlet-igénybevételek. Ezek után a dinamikus tényező meghatározásához a statikus hatásábrára rakódó többlet-igénybevételekből keletkező feszültséglengések/alakváltozás-különbségek nagyságát határozzuk meg. Az így kapott értékek fél amplitúdóját hozzáadjuk a járművek áthaladása során mért feszültség-hatásábrák maximum, vagy minimum feszültségi/alakváltozási értékéhez. Az így kapott szélsőértéknek, valamint az eredeti szélsőértéknek a hányadosát tekintjük a szerkezeti részleten mért dinamikus tényezőnek.

$$\mu_{din} = \frac{e_{\max_din}}{e_{\max_stat}} \quad \text{vagy}$$

$$\mu = \frac{\left(e_{\max_din} - e_{\min_din}\right)/2 + e_{\max_stat}}{e_{\max_stat}}$$

A *6. ábrán* a dinamikus tényező meghatározására mutatok be egy példát.



6. ábra: Feszültségváltozási ábra egy valós hídgerenda esetén

3. A VIZSGÁLATI STRATÉGIA ÉS A MODELLÉPÍTÉS MENETE

A diplomamunka keretén belül három különböző gerenda viselkedését vizsgáltam meg.

Először egy tisztán vasbeton I keresztmetszetű gerendát modelleztem. Kezdetben csak magát a gerendát, majd később a hozzá csatlakozó dilatációt, rávezető útszakaszt és a járművet is. Az így elkészült gerendamodellen lefuttattam egy statikus vizsgálatot, melyből a tartó statikus lehajlását tudtam megállapítani *(u_{max})*, valamint ezt felhasználva a közelítő képlet segítségével a gerenda közelítő sajátfrekvenciáját $\left(fr_{stat} = 2\sqrt{u_{max}}\right)$.

Ezt követően modálanalízist hajtottam végre, melyből a gerenda pontosabb sajátfrekvenciáját kaptam eredményül. A két frekvencia összehasonlításából (melyek közötti eltérés 6% alatti volt) a modell helyességét tudtam igazolni és tudtam így a dinamikai vizsgálatokra áttérni. A jármű elindítását követően kapott eredményeken ellenőriztem, hogy amíg a jármű a híd előtti szakaszon halad, addig a lehajlások a statikus lehajlás körül pulzálnak-e, valamint a híd rezgésének a frekvenciája megegyezik-e a modálanalízis során kapott értékekkel. Ezeknél pár százalékos eltéréseket tapasztaltam, így validáltam a felépített modellt, és elkezdtem a részletes vizsgálatokat. Négy különböző sajátfrekvenciájú járművet 11 különböző sebességgel futtattam végig a hídon, valamint a híd sűrűségének a változtatásával három különböző sajátfrekvenciájú hídon állandó járműparaméterekkel jellemezhető jármű áthaladása során vizsgáltam a sebességek és a híd–jármű sajátfrekvenciájának hatását a dinamikus tényezőre.

Második lépésben a diplomamunkám témáját képező trapézlemez gerincű hibrid hídgerenda modelljét készítettem el és végeztem rajta dinamikai vizsgálatokat. Itt a kiválasztott, állandó járműparaméterekkel jellemezhető jármű áthaladását vizsgáltam és vetettem össze a vasbeton gerendánál kapott eredményekkel.

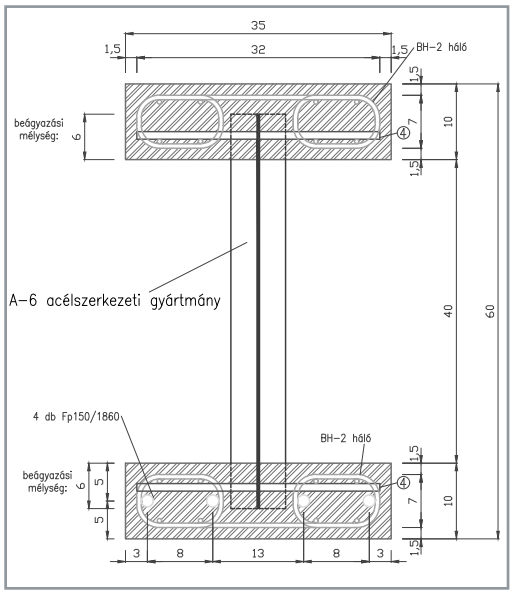
A harmadik fázisban a vizsgált trapézlemez gerincű tartó gerincének a magasságát változtattam olyan mértékben, hogy a híd sajátfrekvenciája éppen a vasbeton gerenda sajátfrekvenciájával egyezzen meg. Ezek után végrehajtottam a dinamikai vizsgálatokat, ugyanazt a járművet alkalmazva, mint a másik hibrid hídgerenda esetében.

A következőkben a jármű modelljén pontosítottam, két kerékkel modelleztem, és ezt végigfuttatva a trapézlemez gerincű tartókon az eredményeket összevetettem az egykerekű járműmodell esetén kapottakkal. Végül pedig vizsgáltam a jármű tömegének hatását a dinamikus tényezőre.

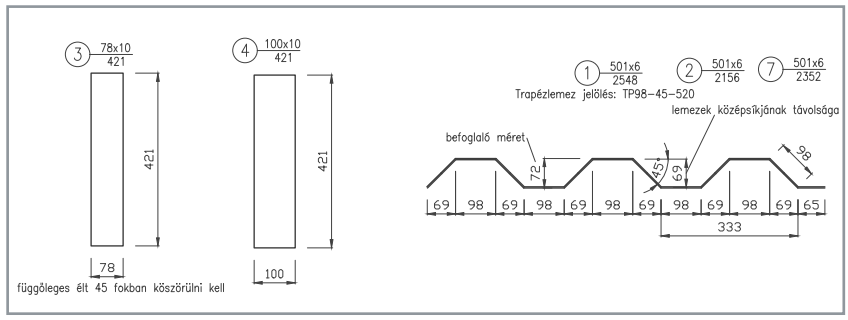
4. A VIZSGÁLT PRÓBATESTEK BEMUTATÁSA

Az **első**ként alkalmazott vasbeton I gerenda 35 cm széles és 10 cm vastagságú övekkel és egy 40 cm magas 2 cm széles gerinccel rendelkezik. Teljes magassága 60 cm. 800 cm-es elméleti támaszköz áthidalására alkalmas 10–10 cm feltámaszkodással, így teljes hossza 820 cm. A beton anyagminősége C40/50.

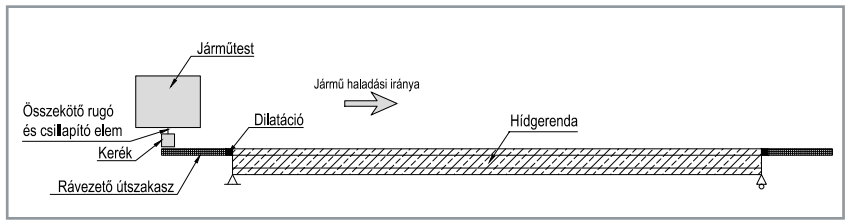
A **második**ként vizsgált próbatest a trapézlemez gerincű hibrid hídgerenda, amely szintén egy 800 cm-es elméleti támaszköz áthidalására alkalmas. A feltámaszkodása mindkét oldalon 10–10 cm, így a teljes hossza ennek is 820 cm.



7. ábra: A vizsgált gerenda keresztmetszete



8. ábra: A trapézlemez geometriája



9. ábra: A modell vázlata

1. táblázat: A vizsgálat menetének bemutatása

Tartókialakítás		Vasbeton hídgerenda	Hibrid hídgerenda	
Tartómagasság [cm]		60	60	78
Statikus vizsgálat		önsúlyra, járművel	önsúlyra, járművel	önsúlyra, járművel
Modálanalízis		önsúlyra, járművel	önsúlyra, járművel	önsúlyra, járművel
Dinamikus vizsgálat	sebesség [m/s]	5–100	5–100	5–100
	rugóállandó [kN/m]	1000, 4500, 9000, 14000	1000	1000
	sűrűség [kg/m^3]	1250, 2500, 3750	2500	2500

A tartó magassága 60 cm, melyből az alsó és a felső öv egyaránt 10–10 cm vastagságú. A gerenda szélessége 35 cm. A trapézlemez gerinc beágyazása a vasbeton övekbe 6 cm.

A beton anyagminősége C40/50, a betonacéloké B500B, valamint hegesztett háló is készül. A feszítőelemek – melyekből az alsó övben négy darab található – 12,9 mm névleges átmérőjű, 7 eres pászmák. A betonfedés mértéke 1,5 cm. A trapézlemezek jelölése: TP98-45-520, hajlítási sugara R = 18 mm, vastagsága 3 mm. A trapézlemez gerinc és a vasbeton övek együttdolgozását 10 mm átmérőjű acélbetétek biztosítják, melyek elhelyezéséhez a trapézlemez felső és alsó részein megfelelő furatokat alakítottunk ki. A hídgerenda feltámaszkodásainál, illetve a középső zónájában két adott helyen függőleges merevítőborda található, melyek 78 mm × 10 mm × 380 mm méretűek. A gerenda keresztmetszeti ábráját, valamint a trapézlemez gerinckialakítását, méreteit a *7. és a 8. ábrák* mutatják.

A **harmadik** próbatest jellemzői és leírása megegyezik a másodikéval, csak itt a trapézlemez gerinc vasbeton övek közötti magassága 58 cm.

5. VÉGESELEMES MODELL

A végeselemes modellt az ANSYS Mechanical APDL 14.5 verziójának segítségével készítettem el, használva az LS-DYNA dinamikus modult. Az általam felépített modell egy hídgerendából, az előtte és utána álló 1 m-es útszakaszból, dilatációból és a mozgó jármű terhelését modellező terhelőelemből áll, melyet a *9. ábra* szemléltet.

Az általam vizsgált szerkezeteken különböző sebességgel és járműparaméterekkel jellemezhető járművek áthaladását vizsgáltam, különböző sajátfrekvenciájú, kialakítású hidak esetén. Ezekhez különböző időtartamokon keresztül, dinamikus terhelést alkalmaztam. A elvégzendő vizsgálatokat a vizsgálatok típusa, az alkalmazott paraméterek és a modellezett gerendák alapján egy táblázatban összesítettem *(1. táblázat)*.

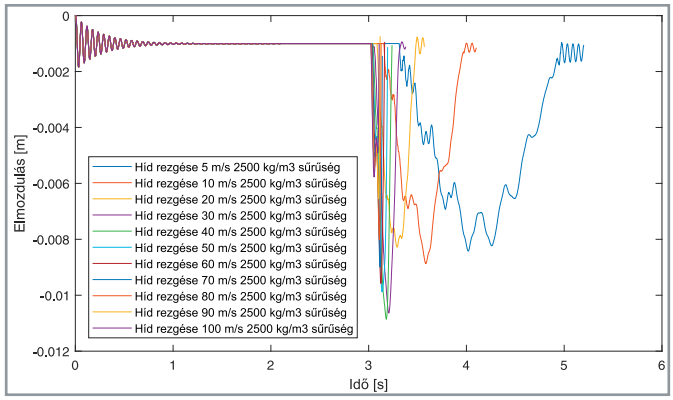
5.1 A vasbeton gerenda dinamikai vizsgálata

A dinamikai vizsgálathoz a járművet a híd egyik oldalán, annak szélétől 1 m-es távolságban a rávezető úton helyeztem el. A modell egészére adott önsúlyteher mellett most a járműnek adtam egy vízszintes irányú sebességet is, melylyel a teljes gerendán végighaladt a futtatás során. Először a jármű sajátfrekvenciáját hangoltam el a rugóállandó értékének a változtatásával. Az alkalmazott rugóállandókat, a hozzájuk tartozó járműfrekvenciákat és a híd-sajátfrekvencia értékét az alábbi táblázat tartalmazza:

2. táblázat: Jármű és hídparaméterek bemutatása I.

Rugóállandó [kN/m]	Jármű-sajátfrekvencia [Hz]	Híd-sajátfrekvencia [Hz]
1000	5,26	19,72
4500	10,45	19,72
9000	15,8	19,72
14000	16	19,72

A jármű áthaladását követően a hídgerenda középső pontjának elmozdulását a következő ábra szemlélteti:

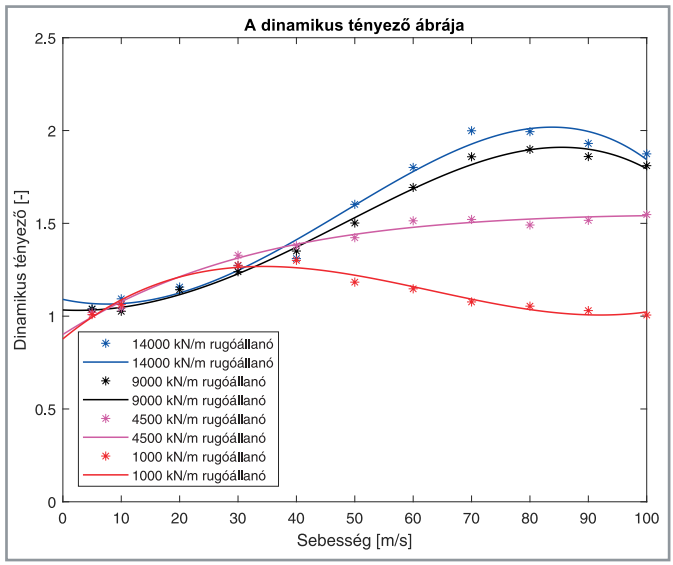


10. ábra: Függőleges elmozdulási ábra 1000 kN/m rugóállandó esetén

Az egyes sebességek esetében észlelhető maximális függőleges elmozdulások és a vasbeton gerenda középső pontjában álló jármű következtében fellépő statikus elmozdulás ismeretében a dinamikus tényező meghatározható:

$$\mu_{din} = \frac{e_{\max_din}}{e_{\max_stat}}$$

Az egyes sebességekhez tartozó dinamikus tényezők ábráját a különböző rugóállandók alkalmazása esetén a következő diagram mutatja:



11. ábra: A dinamikus tényező értéke különböző sebességek és rugóállandók mellett

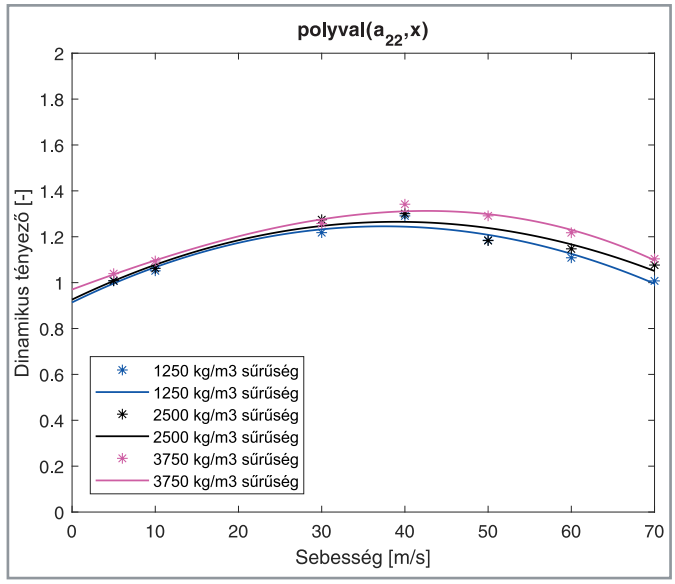
Megállapíthatjuk, hogy ahogyan a jármű sajátfrekvenciája egyre közelebb kerül a hídéhoz, úgy a maximális függőleges irányú elmozdulás értéke és ezzel együtt pedig a dinamikus tényező értéke is fokozatosan növekszik. Vagyis a jármű és a híd sajátfrekvenciája minél közelebb kerül egymáshoz, úgy a maximális kitérések és a dinamikus többletényező értéke is növekszik. Ugyanakkor azt is meg lehet állapítani, hogy a sebességek növelése csak egy bizonyos sebességig, az úgynevezett kritikus sebességig növelik ezek értékét, utána már csökkentik azokat. Ennek a kritikus sebességnek az értéke nagyban függ az alkalmazott jármű paramétereitől és a híd sajátfrekvenciájától. Jelen esetben az értéke 40–90 m/s közé esik. Az irodalmi adatoknak megfelelő rugóállandó 1000 kN/m értékű, így a továbbiakban a vizsgálatokat ezzel a rugóállandóval jellemezhető járművel hajtottam végre. A következő vizsgálatokat rögzített járműparaméterek mellett, különböző sajátfrekvenciájú hidakon készítettem el.

A híd sajátfrekvenciájának megváltoztatásához a vasbeton sűrűségét módosítottam, a geometriai méreteket pedig változatlanul hagytam. Az alkalmazott sűrűségeket, a hozzájuk tartozó híd-sajátfrekvenciák értékeit és az alkalmazott jármű sajátfrekvenciáját a *3. táblázat* mutatja.

3. táblázat: Jármű- és hídparaméterek bemutatása II.

Sűrűség [kg/m^3]	Híd-sajátfrekvencia [Hz]	Jármű-sajátfrekvencia [Hz]
1250	**27,9**	5,26
2500	**19,72**	5,26
3750	**16,1**	5,26

Az egyes sebességekhez tartozó dinamikus tényezők ábrája a *12. ábrán* látható különböző sűrűségek alkalmazása esetén.



12. ábra: A dinamiuks tényező ábrája különböző sebességek és sűrűségek mellett

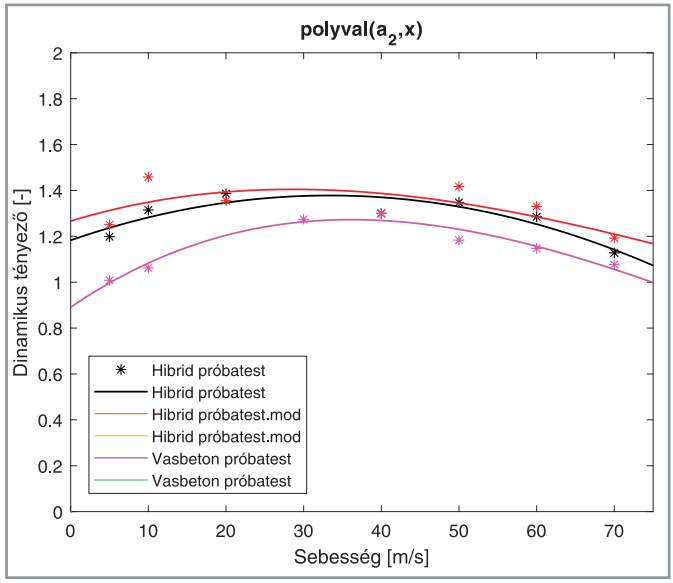
Az alkalmazott 1000 kN/m rugóállandóval, vagyis a 5,26 Hz sajátfrekvenciával jellemezhető járműt végigfuttatva a gerendán az előző vizsgálatokhoz hasonló eredményre jutottam. Amint a híd sajátfrekvenciája egyre közelebb kerül a járműjéhez, úgy a maximális függőleges irányú eltolódások növekednek. A hídgerenda maximális statikus lehajlása a sűrűségek növelésével nő, de a dinamikus hatások következtében a maximális dinamikus lehajlás értéke a nagyobb sűrűségű, kisebb sajátfrekvenciájú esetben nagyobb mértékben növekszik, vagyis a dinamikus tényező most is abban az esetben lesz nagyobb, amikor a híd és a jármű sajátfrekvenciája közelebb van egymáshoz. A sebesség növelésének a hatása itt is egy bizonyos kritikus sebességértékig növeli, majd pedig csökkenti a maximális lehajlások értékét. Ez a kritikus sebesség jelen esetben 30–40 m/s, vagyis 108–144 km/h nagyságú járműsebesség között figyelhető meg. A dinamikus tényező és a kritikus sebesség értékeit a különböző hídsűrűségek mellett táblázatos formában a *4. táblázat* foglalja össze.

4. táblázat: A dinamikus tényező értékeia hídsűrűség változtatására

Sűrűség [kg/m^3]	Max. statikus lehajlás [mm]	Max. dinamikus lehajlás [mm]	Dinamikus tényező [-]	Kritikus sebesség [m/s]
1250	7,94	9,86	1,241	35,18
2500	8,35	10,56	1,265	38,99
3750	8,69	11,41	1,313	42,61

5.2 A hibrid gerendák dinamikai vizsgálata

A dinamikai vizsgálatokat a vasbeton gerendánál ismertetett módon hajtottam végre, normál sűrűségű tartón, a kiválasztott 1000 kN/m rugóállandójú járművet alkalmazva. A jármű modelljét itt is a híd végétől 1 m távolságról indítottam különböző sebességekkel, és vizsgáltam a híd maximális függőleges elmozdulását. Az egyes sebességekhez tartozó elmozdulásmaximumok és a hibrid hídgerendák statikus lehajlásának ismeretében a dinamikus tényezőket meghatároztam, melyeket a *13. ábra* szemléltet.



13. ábra: A dinamikus többlettényezők ábrája

Az egyes próbatestek jellemzőit és a kapott eredményeket az *5. táblázatban* foglaltam össze.

Megállapítható, hogy a dinamikus tényező értéke az általam elvégzett vizsgálatok eredményeképpen 1,25 és 1,4 közé esett. Ez azt jelenti, hogy a hidakon áthaladó járművek hatására a statikus terhekhez képest egy 1,25–1,4-szer nagyobb terhelést kell figyelembe venni a tervezés során.

A vizsgálatok során kapott eredmények alapján elmondható, hogy a hibrid hídgerendák esetében a dinamikus tényező értéke nagyobbra adódott, mint a tisztán vasbeton keresztmetszetű esetben. Az Útügyi műszaki előírás alapján meghatározott dinamikus tényező értéke

$$\mu = 1.05 + \frac{5}{L+5}$$

ahol az „L” az áthidalt támaszköz nagysága. Jelen esetben a hídgerendák egy 8,0 m nagyságú nyílás áthidalására alkalmasak, így a dinamikus tényező értéke az előírás alapján:

$$\mu = 1.05 + \frac{5}{L+5} = 1{,}4346.$$

Az általam elvégzett numerikus kísérletek során kapott értékek minden esetben az előírás által meghatározott érték alatt maradnak, viszonylag jól megközelítik azt. Ezek alapján ki lehet jelenteni, hogy az előírásban szereplő képlet a biztonság javára való közelítéssel jó értéket ad meg a dinamikus tényező meghatározására a vizsgált fesztáv és hídgerenda esetén.

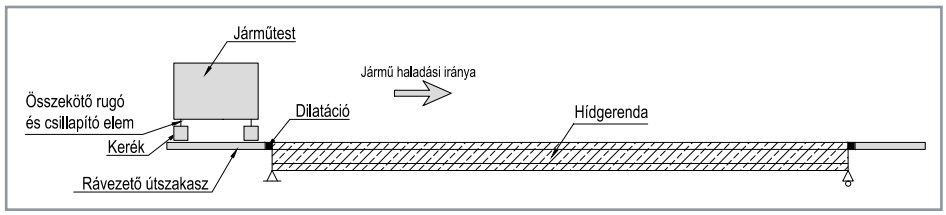
5.3 A hibrid gerendák dinamikai vizsgálata II.

Az egykerekű járművel végzett vizsgálatok után a diplomamunkám második részében a hídon áthaladó jármű modelljét pontosabban, két kerékkel modelleztem. Így a jármű teljes tömege nem egy ponton adódik át a hídra, és várhatóan a szerkezeti viselkedés a valósághoz közelebb van. A felépített hibrid hídgerendamodellek esetében most 60 m/s sebességig futtattam a járművet a próbatesteken és vizsgáltam a különböző gerendák viselkedését, majd meghatároztam azok dinamikus tényezőjét. A gyakorlati sebességtartomány maximum 20–30 m/s nagyságú járműsebességig értelmezhető, így nincs szükség a nagy sebességek tartományára.

5. táblázat: Próbatestek jellemzői és a kapott eredmények

	Vasbeton	Hibrid_1	Hibrid_2
Tartómagasság [cm]	60	60	78
Híd-sajátfrekvencia [Hz]	19,72	16,24	19,75
Jármű-sajátfrekvencia [Hz]	5,26	5,26	5,26
Statikus lehajlás max. [mm]	8,35	17,34	11,74
Dinamikus lehajlás max. [mm]	10,56	23,6	16,4
Dinamikus tényező [-]	1,265	1,361	1,397
Kritikus sebesség [m/s]	38,99	31,00	28,65

Az új járműmodellel felépített geometria ábrája:



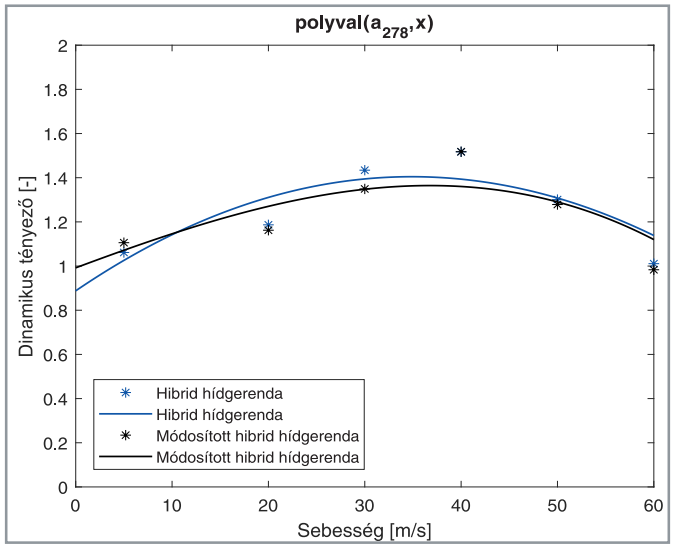
14. ábra:
A felépített modell vázlatos rajza

A hibrid hídgerendákon végzett újabb futtatások eredményeképpen kapott eredményeket a *6. táblázat* foglalja össze:

6. táblázat: Kétkerekű járművel végzett futattások eredményei

		Hibrid_1	Hibrid_2
Kétkerekű jármű	Tartómagasság [cm]	60	78
	Híd-sajátfrekvencia [Hz]	16,24	19,75
	Jármű-sajátfrekvencia [Hz]	7,76	7,76
	Statikus lehajlás max. [mm]	16,61	11,34
	Dinamikus lehajlás max. [mm]	23,21	15,50
	Dinamikus tényező [-]	1,397	1,367
	Kritikus sebesség [m/s]	34,88	36,84

A dinamikus tényezők sebességektől való függését is ábrázoltam mindkét tartókialakítás esetén, ezt a *15. ábra* mutatja be.



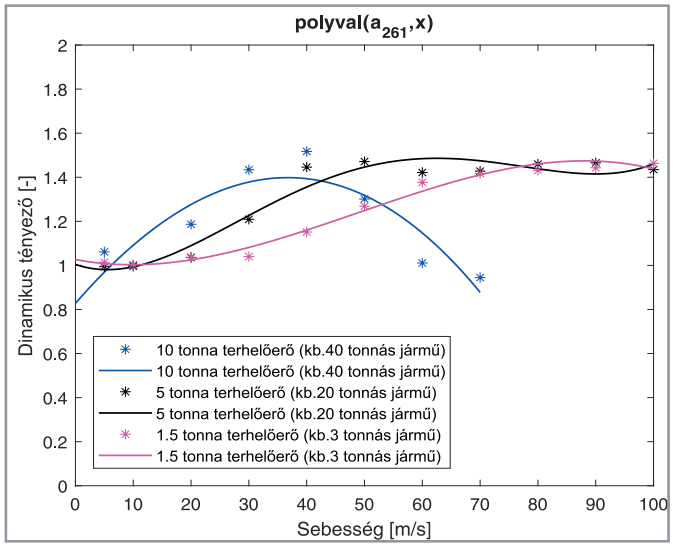
15. ábra: A dinamikus tényezők ábrája

Az egykerekű járművel végzett kísérleti futtatásokhoz hasonlóan most is megállapítható a dinamikus többletténye-ző értéke, amely jelen esetben 1,37 és 1,4 közé esik. Annál a tartónál, melynek a sajátfrekvenciája közelebb esett a jármű sajátfrekvenciájához (jelen esetben a 60 cm magasságú hibrid hídgerenda), ott a dinamikus tényező értéke nagyobbra adódott. Ez egybevág a már korábban ismertetett eredményekkel. Az Útügyi műszaki előírás alapján meghatározott dinamikus többletténye-ző értékéhez igen közel esnek az eredmények.

A számítások alapján megállapítható, hogy a kisebb tartómagasságú (60 cm) hibrid gerenda dinamikus tényező-je valamivel nagyobb, mint a magasabb tartónak (78 cm), melynek az az oka, hogy a sajátfrekvenciája közelebb van a jármű sajátfrekvenciájához. Összességében megállapítható, hogy a gyakorlati sebességek tartományában az 1,4-es dinamikus tényező erre a hídtípusra is alkalmazható lenne.

5.4 A terhelés nagyságának hatása a dinamikus tényezőre

Miután a vizsgált keresztmetszeti kialakítású gerendákon a felvett paraméterekkel jellemezhető járművek áthaladása során keltett dinamikus hatást és az így előidézett dinamikus tényező értékét meghatároztam, utolsó lépésben azt is megvizsgáltam, hogy ezekre az eredményekre milyen hatása van a jármű tömegének, vagyis a terhelés nagyságának. Ehhez a már pontosabban felépített, kétkerekű járművet futtattam végig a 60 cm magasságú hibrid hídgerendán úgy, hogy az eddig alkalmazott járműtömeget (10 tonna) lecsökkentettem a felére (5 tonna), valamint 1,5 tonnára. A különböző tömegű járműmodellek hatására számított dinamikus tényezők értékeit a *16. ábra* mutatja be. Mivel az 5 tonna és az 1,5 tonna terhelőerő esetén a kritikus sebesség értéke 60 m/s-nál nagyobbra adódott, így ezeknél a vizsgálatoknál újra 100 m/s sebességig vizsgáltam a szerkezetet.



16. ábra: A dinamikus tényezők ábrája

Az eredményeket táblázatos formában a *7. táblázat* tartalmazza.

Az eredmények alapján látható, hogy a jármű tömegének csökkentése a maximális dinamikus tényezőt a nagyobb sebességek irányába tolja el, értéke pedig 1,4 és 1,5 között marad. A gyakorlati sebesség tartományában (max. 30 m/s sebességnagyságig) a terhelőerő csökkenésével a dinamikus tényező értéke is csökken.

7. táblázat: Járműtömeg változtatásának hatására kapott eredmények

		Hibrid_1	Hibrid_1	Hibrid_1
Kétkerekű jármű	Jármű tömege [t]	1,5	5	10
	Jármű-sajátfrekvencia [Hz]	8,63	12,73	7,76
	Híd-sajátfrekvencia [Hz]	16,24	16,24	16,24
	Statikus lehajlás max. [mm]	3,50	8,70	16,61
	Dinamikus lehajlás max. [mm]	5,20	12,85	23,21
	Dinamikus tényező [-]	1,414	1,477	1,397
	Kritikus sebesség [m/s]	88,00	63,09	34,88

6. KONKLÚZIÓ

A diplomamunkám során három különböző kialakítású hídgerenda dinamikai viselkedését vizsgáltam a hídon különböző sebességgel végighaladó járművek hatására. Először egy vasbeton tartón vizsgáltam meg, hogy milyen hatása van a jármű sajátfrekvenciájának és a híd sajátfrekvenciájának aránya a dinamikus tényező nagyságára. Ezt az elhangolást a rugóállandó változtatásával értem el, miközben a többi járműparamétert és a híd tulajdonságait nem változtattam. Ezekből a numerikus szimulációkból azt az eredményt kaptam, hogy amint a jármű sajátfrekvenciája közelebb kerül a híd sajátfrekvenciájához, úgy a dinamikus tényező értéke is nő. Ezzel párhozamosan minél közelebb került a két sajátfrekvencia értéke egymáshoz, a maximális dinamikus tényezőhöz tartozó kritikus sebesség értéke is egyre inkább a nagyobb sebességek irányába tolódott el.

A következő szakaszban még mindig az említett vasbeton gerendát vizsgáltam, de most rögzített járműparaméterek mellett a híd sajátfrekvenciáját változtattam. Ennek a megvalósításához a vasbeton gerenda sűrűségét növeltem meg, illetve csökkentettem le a tényleges értékhez képest. Az így kapott eredmények azonos tendenciát mutattak, mint amit az első számításban tapasztaltam. Amint a jármű és a híd sajátfrekvenciája egyre közelebb került egymáshoz, úgy a dinamikus tényező értéke is növekedett. Mindkét vizsgálati stratégia mellett igaz volt az, hogy a jármű sebességének növelése csak egy bizonyos sebességig növeli a dinamikus hatásokat, azt követően már csökkenti azokat. Ez a sebesség a kritikus sebesség. Ezen megállapítások tudatában a következőkben a trapézlemez gerincű, hibridhídgerendát vizsgáltam tényleges, szakirodalmi járműparaméter- és anyagjellemző-beállításokkal. Megvizsgáltam egy, a vasbeton gerendával azonos magasságú és egy, azzal azonos sajátfrekvenciájú hibrid gerendát. Ugyanazt a járművet végigfuttatva a tartókon meghatároztam azoknak a dinamikus tényezőit és összehasonlítottam a már korábban vizsgált vasbeton gerendánál kapott eredményekkel. Ezek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a vizsgált fesztávolságú és keresztmetszetű vasbeton I gerendának ~1,3 a dinamikus tényezője, míg a hibrid kialakítású gerendáké 1,4 körüli értékkel jellemezhető. Az eredményeket összevetettem az Útügyi műszaki előírás alapján meghatározott értékkel, amely 1,4346-ra adódott.

A következő vizsgálati lépcsőben a jármű modelljén pontosítottam, az eddigi egykerekű helyett most kétkerekű járműmodellt alkalmaztam, a jármű tömegét és paramétereit változatlanul hagytam. Ezen pontosabb modellel az előző pontban is vizsgált két trapézlemezes hídgerenda viselkedését vizsgáltam. A kapott eredmények a vártaknak megfelelően, kisebb szórással, hasonló értékeket produkáltak, mint a korábbi számítások. A dinamikus tényezők értéke között a két vizsgálati módszerrel maximum 2,5% eltérést tapasztaltam, vagyis a két modell megfelelő pontossággal reprezentálja a vizsgált hídgerendák viselkedését.

A diplomamunkám végén azt is megvizsgáltam, hogy a jármű, vagyis a terhelőerő nagyságának változtatása hatással van-e a dinamikus tényező értékére. Ezen numerikus szimulációk eredményeképpen azt tapasztaltam, hogy a terhelőerő csökkentése a kritikus sebesség értékét egyre inkább a nagyobb sebességek irányába tolja el. A terhelés csökkentésével a dinamikus tényező értéke növekszik, melynek oka, hogy a kisebb statikus lehajlásértékek mellett mért dinamikus hatások százalékosan nagyobbak lesznek, mint a nagyobb terhelések esetén mért nagyobb lehajlások esetében.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén benyújtott MSc diplomamunkám magyar nyelvű összefoglalója. Ezúton is szeretném megköszönni témavezetőmnek, dr. Kövesdi Balázs Gézának a diplomamunka megírásához nyújtott támogatását.

Irodalomjegyzék

[1] BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, *Szakértői jelentés, BridgeBeam pályázat, 2. feladatrész: Trapézlemez gerincű előre gyártott hibrid tartók kutatása*, Budapest, 2017. április.

[2] P.S. Mitsubishi Construction CO. Ltd. – tervezési segédlet.

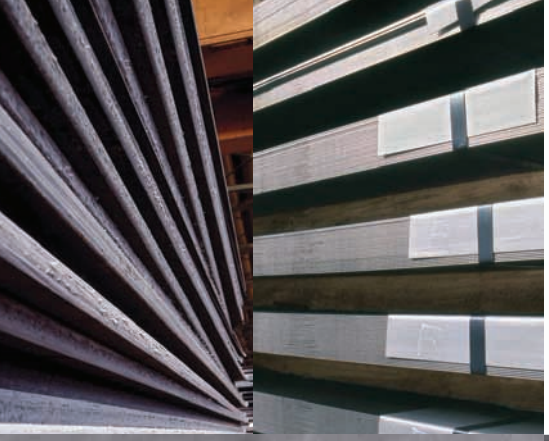
[3] A. Fujioka, T. Kakuta, *Application of the corrugated steel webs to PCT-girder bridge – Sou River Bridge*, 2008.

[4] [Online] Elérhető: http://www.psmic.co.jp/ps_english/works/award/000531.html Hozzáférés dátuma: 2018.12.04.

[5] EN 1991-2, Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges, 2003.

[6] ENV 1991-2, *Traffic loads on bridges,* Background and notes for guidance – Background document, 1994.

[7] Útügyi műszaki előírás ÚT 2-3.401:2002. Közúti hidak tervezése. Általános előírások



SALZGITTER MANNESMANN ACÉLKERESKEDELEM

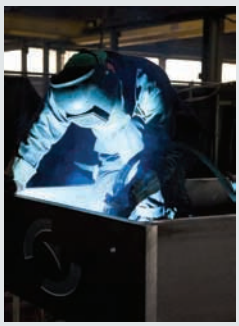
A Salzgitter Csoport vállalata

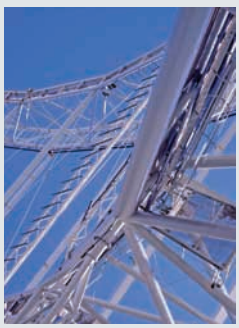
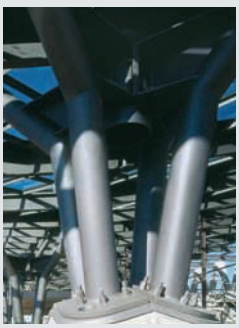
Jelenlét a világ minden pontján

ACÉL

TERMÉK, LOGISZTIKA, SZOLGÁLTATÁS

- melegen hengerelt lapostermékek
- hidegen hengerelt lapostermékek
- hosszútermékek és rúdanyagok
- szerkezeti és precíziós acélcsövek, csődarabolás



SALZGITTER MANNESMANN ACÉLKERESKEDELEM
A Salzgitter Csoport vállalata

SALZGITTER MANNESMANN HANDEL
A Member of the Salzgitter Group

SALZGITTER MANNESMANN INTERNATIONAL
A Member of the Salzgitter Group

www.salzgitter.hu

H-1027 Budapest, Horvát u. 14-24.
Telefon: +361 393-5234
Fax: +361 393-5236
info@salzgitter.hu

Géper

Új, kompakt láng- és plazmavágó. Német minőség, versenyképes ár.

Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.
Messer Cutting Systems Magyarországi Képviselete
www.geper.hu
Tel.: +3676489527
Fax.: +3676481886
6000 Kecskemét, Irinyi u. 29.

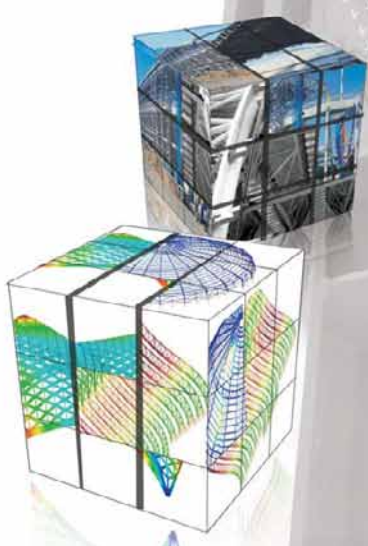
www.geper.hu

CNC láng-, plazma- és lézervágó rendszerek • Forgalmazás – Vevőszolgálat – Szerviz

CONSTEEL

A 21. SZÁZAD SZOFTVERE

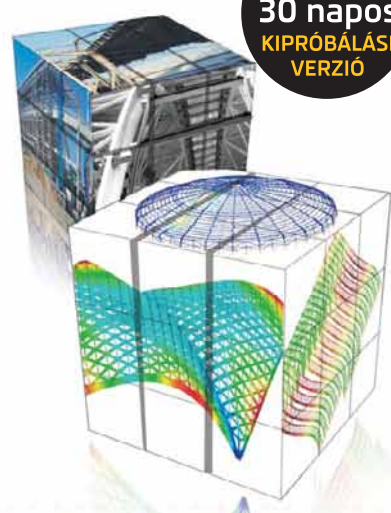
TELJES KÖRŰ MEGOLDÁS ACÉL ÉS ÖSZVÉRSZERKEZETEK TERVEZÉSÉHEZ



Statika + 3D stabilitás + kapcsolatok egy programban

- Látványos 3D grafikus felhasználói felület
- Automatikus szél és hóteher generálás
- Első és komplex másodrendű analízis
- Globális stabilitási analízis
- 100% EuroCode kompatibilis
- Csavarozott és hegesztett kapcsolatok ellenőrzése
- Teljes modellexport Tekla Structures modellező programba

LETÖLTHETŐ 30 napos KIPRÓBÁLÁSI VERZIÓ



www.consteel.hu

CONSTEEL

Sika Lengyelország

Fordította: ***Bondár Tibor*** *mérnök értékesítő,*
építőipari üzletág – korrózió- és tűzvédelem
Sika Hungária Kft.

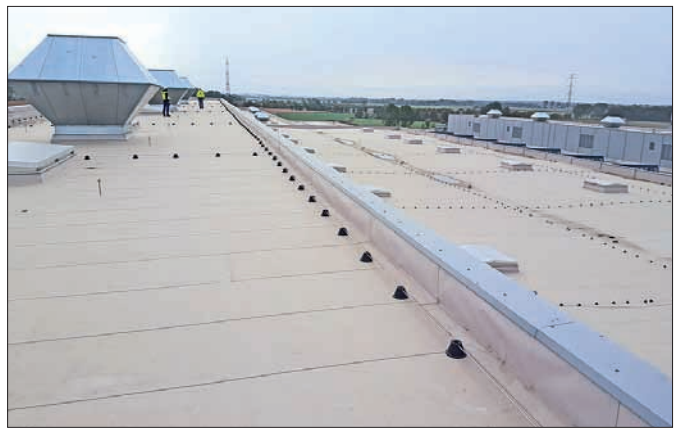
Komplex megoldások a SIKA-tól

SIKA-RENDSZEREK AZ ALAPTÓL A TETŐIG

Volkswagen gyártócsarnok Września, Lengyelország

Az új generációs Volkswagen Crafter haszongépjárműveket Lengyelországban, Września városában gyártják egy új, modern autógyárban. Az üzemben a termelés 2016 végén kezdődött el. A gyár területe több mint 220 hektár, ami hozzávetőlegesen 300 focipálya méretének felel meg. Ezen a hatalmas területen számos modern létesítmény épült: festőműhely, szerelőcsarnok, előkészítő csarnok, nyersanyagraktár, prototípuscsarnok, karbantartó műhely, adminisztratív létesítmények, laboratóriumok, gyári orvosi klinika, minőségbiztosítási központ és IT központ. Az épületek elrendezését a termelési folyamatokhoz optimalizálták. A gyár termelési kapacitása évi 100 000 jármű. A teljes termelőkapacitás elérése után a VW gyárban mintegy 3000 ember fog dolgozni. Az üzem 20 járművet gyárt óránként, ami napi 450 autónak felel meg.

A kész tetőburkolat



A Sarnafil tetőszigetelésnél a sok tetőáttörést is meg kellett oldani

A félkész tető madártávlatból

PROJEKT KÖVETELMÉNYEK:
az alaptól a tetőig az új Volkswagen gyárban

TETŐSZIGETELÉS

A befektető komplex megoldásokat kért, kiváló tartósságot a legjobb ár–érték arányban, amely megfelel a lengyel és a német műszaki követelményeknek. A tető teljes mérete 394 000 m², amiből 330 000 m²-t négy hónap alatt kivitelezték.

Sarnafil® TETŐSZIGETELÉS

A Volkswagen létesítményeiben Lengyelországban összesen már több mint 1 500 000 m² tetőfelületnél alkalmazták a Sika Sarnafil® technológiát. A befektető csoport hosszú évek óta eredményesen alkalmazza a Sika anyagait, használja az átfogó műszaki támogatás adta előnyöket mind a tervezés, mind az előkészítés és a kivitelezés folyamata alatt. A Sika tetőszigetelő technológia kiválasztása a Volkswagen Września-i létesítményében az alábbiak alapján történt:

- referenciák és jó együttműködés a korábbi projekteknél;
- a tetőfedő rendszer tartóssága független vizsgálatokkal igazolva;
- a lengyel piacra vonatkozó minden szükséges jóváhagyás és bizonyítvány;
- a teljes és átfogó műszaki támogatás.

KORRÓZIÓVÉDELEM

Körülbelül 18 000 tonna acélt építtettek be, amelynek a teljes festendő felülete 450 000 m². Korrózióvédelem: az MSZ EN ISO 12944 szabvány követelményei alapján C2 korróziós környezetnek megfelelő és magas, több mint 15 év várható korróziós élettartam biztosítása volt a feladat.

Az építési terület több mint 200 hektár volt

A vázszerkezet szerelése és a tető burkolása, szigetelése párhuzamosan készült

A folyamatos kivitelezéshez sok alvállakozó, beszállító munkáját kellett összehangolni, ütemezni

Az acélszerkezetek teljes korrózióvédelméhez két bevonatrendszert használtak:

– SikaCor® Steel Protect VHS gyors kötésű, egyrétegű alkidgyanta bázisú bevonatot, 120 mikron száraz-rétegvastagságban.
– Egy kétrétegű rendszert, amely gyorsan térhálósodik, alapozóként a SikaCor®-EP Primer epoxibázisú terméket, 70 mikron száraz-rétegvastagságban és fedőbevonatként a poliuretán bázisú SikaCor® EG-5 terméket 50 mikron száraz-rétegvastagságban. Minden korrózióvédelmi bevonatot műhelyben, gyári körülmények között készítettek el.

IPARI PADLÓ

Az ipari padlók alapvető követelménye, hogy biztosítható legyen a helyiségek tisztasága, sterilitása, valamint a felszín alatti vizek szennyeződés elleni védelme.

- Rugalmas, vegyszerálló padló készült például a festőműhelyben, azért, hogy elszigetelje a talajtól és a felszín alatti vizektől a veszélyes szennyeződéseket.
- Vezetőképes padlóbevonat került több helyre, hogy az elektrosztatikus feltöltődést megakadályozza olyan területeken, ahol ezek veszélyesek lehetnek.
- A műgyanta padlók mellett néhány helyiségben impregnált betonpadló készült, felületi keménységet növelő adalékanyaggal.
- Az rövid határidejű kivitelezés miatt szükséges volt annak biztosítása, hogy a műgyantabevonatok elkészíthetőek legyenek 4%-nál magasabb nedvességtartalom mellett is.
- A padlók csatlakozásait, dilatációs hézagokat rugalmas tömítőanyagokkal töltötték fel.

A befektető igényei szerint a padlóburkolatokat a német előírásoknak megfelelően kellett előírni és kivitelezni. A padlóra szánt termékek nem tartalmaznak szilikon-vegyületeket.

SIKAFLOOR MŰGYANTA PADLÓK

A Volkswagen üzemben Sikafloor®-264 epoxigyanta bevonatokat alkalmaztak, ami teljesíti a szigorú vegyi ellenállóságot, sima és csúszásmentes, úgynevezett „strukturált” felületű. A szükséges helyeken a Sikafloor®-262 AS használták, mint antisztatikus műgyanta padló bevonatot. Az egyedi autók csarnokában magas kémiai ellenállású, vezetőképes műgyantát használtak, a Sikafloor®-381 ECF-et. A Sikafloor®-390 vegyszerálló epoxibevonatot is használták több területen, ahol kiemelten fontos volt a felszíni vizek és a talaj megfelelő védelme.

BETONPADLÓ IMPREGNÁLÁSA

A betonpadlók felületén a Sikafloor® CureHard-24 felületkeményítő anyagot használták.

TÖMÍTŐANYAGOK

Minden tágulási, dilatációs, szerkezeti és építési illesztésnél a Sikadur® Combiflex SG rendszert és a Sikaflex® PRO-3 rugalmas tömítőanyagot alkalmazták.

Az ipari padlóknak nem csak az üzemi körülményeket, de az építési fázisban előforduló igénybevételnek is meg kellett felelni

Több különböző igényt kielégítő műgyanta padló készült a létesítményben

KIÖNTŐHABARCSOK

Az acéloszlopok talplemezei alá az önterülő SikaGrout habarcsokat használták. A megmunkálógépek alapozásánál a Sikagrout®-314 zsugorodásmentes, duzzadó, precíziós kiöntőhabarcsot alkalmazták.

BETONTECHNOLÓGIA

A Sika széles skáláját kínálja a jóváhagyott és költséghatékony adalékoknak, amelyek a beton minőségének, tartósságának és működőképességének javítására szolgálnak. A Volkswagen üzem szerkezeti betonjainak és ipari padlójának elkészítéséhez mintegy 70 000 m^3 betonkeveréket használtak, amelyekben a következő adalékanyagok voltak: Sikament®, Sika® ViscoCrete®, Sika® ViscoFlow®, SikaPlast®.

VILÁGSZERTE SEGÍTÜNK A JÖVŐNEK ÉPÍTENI

A Sika olyan megoldásokat fejleszt ki, amelyek megvalósíthatóvá teszik a jövőorientált, kiváló minőségű építkezést, optimalizálják az ügyfelek eljárásait és csökkentik a költségeket. Innovatív termékeink révén a jövőt formáljuk. A siker legfontosabb tényezője, hogy bárhol a világon garantáltan jó minőségű termékeket és szolgáltatásokat biztosítunk a lehető leghamarabb. Ez az, ami lehetővé tette a Sika számára, hogy átlagon felüli növekedési ütemet érjen el nehéz piacokon, és megvalósítsa a megcélzott új piacokra való bejutást.

SIKA KORRÓZIÓ -ÉS TŰZVÉDELMI BEVONATRENDSZEREK

GAZDASÁGOS - GYORS - ELLENÁLLÓ

SikaCor® korrózió elleni védőbevonatok a szerkezetépítésben

SikaCor® korrózió elleni védőbevonatok a hídépítésben

Sika® PermaCor® tartálybevonatok és ipari korrózió elleni védelem

Sika® Unitherm® tűzvédelmi bevonatok

SikaCor® és Sikalastic® bevonatszigetelési rendszerek

SikaCor® és PermaCor® korrózió elleni védőbevonatok a vízépítésben

BUILDING TRUST

A TUDÁSRA ÉPÍTÜNK

MÉRNÖKI TEVÉKENYSÉG
TECHNOLÓGIA
ÜZLETI MEGOLDÁSOK

KESZGYARTO.HU

KESZ
GYÁRTÓ

DUTRADE

ACÉLTERMÉKEK HASÍTÁSA, DARABOLÁSA, ÉRTÉKESÍTÉSE

Magas színvonalú, komplex szolgáltatás az acéltermékek továbbfeldolgozásában és gyártás-előkészítésében

VEVŐSPECIFIKUS KISZOLGÁLÁS

– egyedi méretre történő gyártás
– egyedi csomagolás
– egyedi termékazonosítás
– speciális tárolóeszközök kialakítása
– termékfejlesztés
– vevői konszignáció
– vevői rendelés követése

Dunaújváros, Papírgyári út 49. • Tel.: (25) 586-902 • Fax: (25) 586-900

www.dutrade.hu • dutrade@dutrade.hu

Szerző: ***Stefanie Nüchtern-Baumhoff***
Carl Cloos Schweisstechnik GmbH
Fordította: ***Gémes Levente***
Crown International Kft.

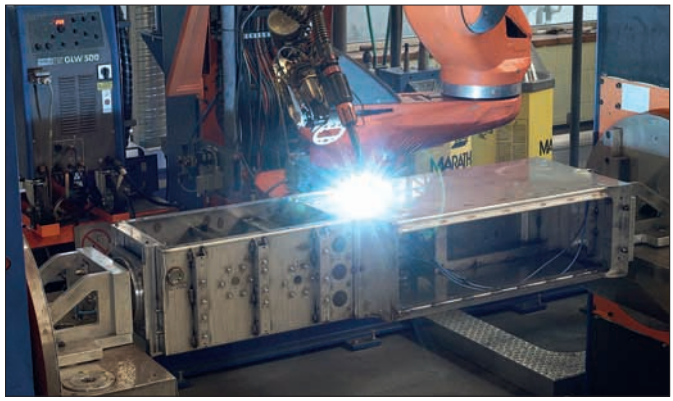
Sikertörténet

OFFLINE PROGRAMOZÁS A CLOOS ROBOPLAN SZOFTVERÉVEL

Hatékony gyártási folyamatok a Driescher-Wegberg cégnél

HAIGER/WEGBERG – A Driescher-Wegberg cégnél, mint a középfeszültségű kapcsolórendszerek gyártójánál, a minőség elsődleges szempont. Ebből adódóan a vállalat az automatizált hegesztés tekintetében a CLOOS robottechnológiára támaszkodik. „A CLOOS RoboPlan szoftver alkalmazásával még tovább tudjuk javítani a hegesztések minőségét, és ezzel egy időben jelentősen csökkenteni a gyártási időt is" – emelte ki Horst Heinrichs előgyártásvezető a Driescher-Wegberg-nél.

A Fritz Driescher KG. 1909 óta gyárt középfeszültségű kapcsolórendszereket, és több, mint 2000 szabadalommal rendelkezik különböző szektorokból, ami bizonyítja magas innovációs erejüket és teljesítményüket. Termékeik megfelelnek a legmagasabb biztonsági, alkalmassági és gazdaságossági követelményeknek. Wegbergi székhelyükön, Észak-Rajna-Vesztfália tartományban több, mint 300 munkatársuk dolgozik a fejlesztések, tervezések, lemezmegmunkálás, porfestés, összeszerelés és szervezés területén. Emellett számos leányvállalatuk és képviseletük létezik világszerte, melyek ügyfélszolgálattal, karbantartással és szervizeléssel foglalkoznak.



1. kép: Driescher-Wegberg: CLOOS robotrendszer alkalmazása kapcsolószekrény házának hegesztése közben

Robotok a legmagasabb szintű gyártási rugalmassághoz

A vállalat eredményessége a magas gyártási integrációnak és a folyamatos, minden területre kiterjedő automatizálásnak köszönhető. A Driescher-Wegberg cég Wegberg-i székhelyén 2015 óta CLOOS rendszereket használva készít burkolatokat kapcsolószekrényekhez. „Az ügyfeleink igénye a minőség, szállítási idő, rugalmasság terén megnőtt" magyarázza Heinrichs. „Átlagos esetben 8 héten belül szállítunk, azonban egy akut áramkimaradás esetén 1–2 napon belül kell reagálnunk az ügyfél székhelyén."

A kapcsolószekrények moduláris kialakításuk révén egyedileg összeállíthatók, így a Driescher-Wegberg rugalmasan reagál az egyedi vevői igényekre is. A termékpaletta sokszínű, de főként kisebb méretű tételeket gyártanak.

Offline programozás a RoboPlan-nal

A fentebb említett igények miatt használja a vállalat a CLOOS RoboPlan offline programozási szoftverét. Miközben a robotrendszer a gyártási folyamatban van, ezzel egyidejűleg egy új program is fejleszthető a RoboPlan szoftver segítségével. A hegesztési-, a kereső- és utazóútvonalak, valamint a készülékek 3D-s modellek alapján határozhatók meg, valamint definiálhatók a hegesztési paraméterek és más szükséges funkciók a program futtatásához. Az így elkészített program a vezérlésen keresztül kerül a robotrendszerbe, és befejező fázisként a munkaterületen kerül finomításra, optimalizálásra. Így a folyamat sokkal kevésbé időigényes, mint magán a robotrendszeren való programozás esetében, nem is beszélve a programozás közbeni termeléskiesés kiküszöböléséről. A mai napig több, mint 950 hegesztőprogram készült a RoboPlan segítségével a Driescher-Wegberg-nél, melyeket később a robotizált hegesztés során alkalmaztak. A programozási idők 2–3 perctől akár másfél óráig is eltarthatnak.

„A RoboPlan tökéletesen működik" – jelenti ki Mario Röring offline programozó a Driescher-Wegberg-nél. „Mára már nem is használunk olyan hegesztési programokat, amelyek nem a RoboPlan segítségével készültek. A beprogramozás elvesz a gyártási időből, ezen segít a RoboPlan."

Egyszerű és intuitív kezelés

A RoboPlan bevezetése óta a vállalat teljesen elkülönítette a rendszerek programozását és üzemeltetését. A programozás nem igényel alapos hegesztői ismereteket.

„Az offline programozó szoftver kezelése egyszerű és intuitív" hangsúlyozta Röring. A RoboPlan cégnél történő bevezetésénél a Cloos tökéletesen támogatott bennünket. Annak érdekében, hogy az innovatív szoftvert jól hasznosítsuk, a munkatársakat intenzíven oktattuk. A szemináriu-

2. kép: A robot kezelése és programozása teljesen elkülönítettek egymástól

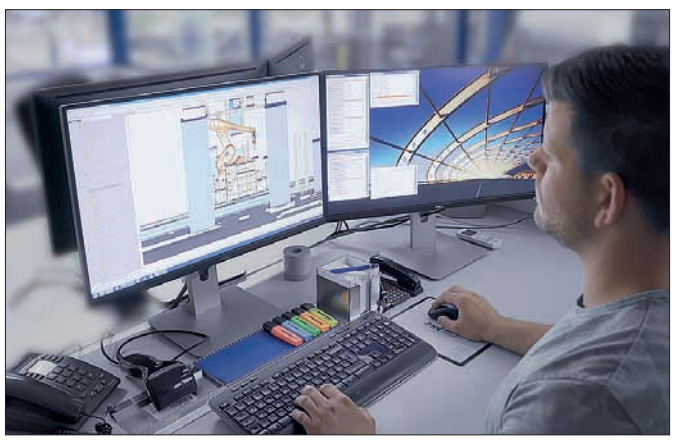
mok a Cloos haigeri oktatóközpontjában és a Driescher-Wegberg-nél zajlottak, így a dolgozók elsajátították a tudást, és bíznak a rendszerben.

Egyszerű és intuitív működés

A RoboPlan bevezetése előtt gyakran különböző hegesztőprogramokat használtak egy munkadarabhoz, ma már azonban egy beazonosítható program tartozik minden munkadarabhoz. Ez egyrészt rendkívüli időmegtakarítást eredményez, másrészt az ismétlődő és az egyedi hegesztési paraméterek reprodukálható hegesztési eredményeket garantálnak.

A RoboPlan új verziója

A CLOOS rendszeres időközönként ajánl RoboPlan szimpóziumokat, ahol a felhasználók minden újdonságról és a szoftver hegesztéstechnikai alkalmazásáról szakmai eszmecseréket folytathatnak. A szimpózium végén minden résztvevő megkapja a RoboPlan szoftver aktuális legfrissebb verzióját, így a Driescher-Wegberg cég is a legújabb RoboPlan verziót alkalmazza. „Az új szoftver-verzió még könnyebben és gyorsabban kezelhető” – jegyzi meg Röring.



3. kép: Az új munkadarabok offline programozása RoboPlan segítségével

Az intelligens szenzorok segítenek a résáthidalásban

Az offline programszoftver mellett a cég intelligens szenzorok használata mellett döntött, így a robotnál történő átállási és betanítási időket a minimumra csökkentette. A Driescher-Wegberg gázterelővel működő tapintószenzort, ívszenzort és egy offline lézerszenzort használ, hogy korrigálja a réseltéréseket a programozott és a valós munkadarab-útvonalak között.

Rövidebb gyártási idők és megnövelt minőség

Az offline programozással kombinált automatizált hegesztéstechnikának és az intelligens szenzorok alkalmazásának köszönhetően a Driescher-Wegberg nemcsak a gyártási időket csökkentette jelentősen, de a hegesztések minőségét is maximális szintre emelte, a csekély utómunkálatokat minimumra csökkentette, a hegesztési eredmények pedig így pontosan reprodukálhatók. Ezek fontos feltételek a Driescher-Wegberg cégnél, hiszen számukra a fő prioritás a minőség. A vállalat egyaránt különös figyelmet fordít az emberek és eszközök védelmére. „Jobbak vagyunk, mint az előírások” hangsúlyozza Heinrichs, előgyártás-vezető. „Minden varrat alapos ellenőrzésen esik át egy vákuumkamrában, ezáltal biztosítva, hogy semmiféle nyomás nem szökhet ki, még egy esetleges rövidzárlat esetén sem.”

Hegesztési megoldások egyetlen forrásból

„A CLOOS-ban megtaláltuk azt a partnert, aki egy kézből biztosít minden egymással összehangolt komponenst az automatizált hegesztéshez a hegesztéstechnikával ötvözve” – állítja Heinrichs elégedetten. „Értékeljük a jó tanácsokat a kompetens munkatársaiktól.” A helyszíni támogatást a CLOOS tapasztalt értékesítési és szervizpartnere, a Lixfeld Schweisstechnik biztosítja.

4. kép: A hegesztésben is az automatizációra támaszkodik a Driesher-Wegberg

Terveink között szerepel egy további automatizált hegesztőállomás telepítése is a burkolatok és egyedi alkatrészek gyártására. A két rendszer egymással összehangoltan fog dolgozni és egy shuttle rendszer gondoskodik a munkadarabok berakodásáról a még nagyobb automatizálási szint elérésére.

A KOMPLETT TERMÉKCSALÁD AUTOMATA HEGESZTÉSHEZ ÉS VÁGÁSHOZ

A tökéletes megoldás automata hegesztéshez és vágáshoz. Robottechnológia, szoftver, szenzor és manipulátor egy kézből. Maximális gazdaságosság a leghatékonyabb és testre szabott rendszernek köszönhetően.

CROWN International Kft. www.cloos.hu

CLOOS
Weld your way.

CROWN INTERNATIONAL KFT.

MCE NYÍREGYHÁZA

MCE Nyíregyháza hidak kivitelezője

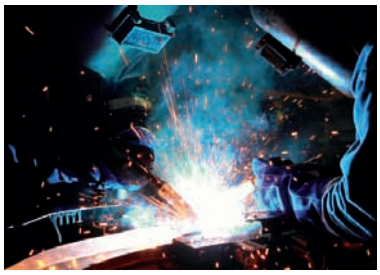
www.mce-hg.com

Győrszentiván M19 számú út felett épülő gyalogos- és tolt kerékpáros híd látványterve. A szerkezet elemei jó ütemben készülnek gyártóüzemünkben, hamarosan a helyszínen is megcsodálható az új híd.

HABAU GROUP

FERROKOV
VAS ÉS FÉMIPAR KFT.

TŰZIHORGANYZÁS – TÖKÉLETES FELÜLETVÉDELEM



A Ferrokov Vas- és Fémipari Kft. közel harminc évvel ezelőtt, 1991-ben alakult ipari vállalkozásként. A cég megalakulásakor acélszerkezetek bérmunkában történő tűzihorganyzása volt a fő profil. Az eltelt időszakban a vállalkozás dinamikus fejlődésnek indult, így jelentős fejlesztések valósultak meg.
A cégcsoportban végzett termelés EN 1090-1:2009+A1:2011 és a DIN EN ISO 3834-2 szabvány szerint történik.
A cégcsoport négy vállalatból áll:
a Ferrokov Kft., az Eko-Tur Kft., a Villacél Kft. és a Szendrő-Galva Kft.

Tevékenységeink:

ACÉLSZERKEZET-GYÁRTÁS

- lézervágás
- CNC élhajlítás
- CNC megmunkálás (esztergálás, marás)
- Fronius hegesztőtechnológia 3d hegesztőasztalokkal
- IGM rendszerű robothegesztés
- szemcseszórás

MODERN FELÜLETKEZELÉSI TECHNOLÓGIÁK

- tűzihorganyzás
- tűzihorganyzott kötőelemek gyártása
- galvanizálás
- porszórás
- festés hagyományos eljárással

Ferrokov Vas- és Fémipari Kft. • H–7562 Segesd, Pálmaház utca 1.
Fax: 06 82 598910 • Telefon: 06 82 598-900 • E-mail: info@ferrokov.hu • Web: www.ferrokov.hu

Molnár Éva *statikus tervező*
Berényi Norbert *cégvezető*
MEISER Ferroste Kft.

A MEISER FERROSTE KFT. TERMÉKEI AZ IPARI FELHASZNÁLÁSON TÚL

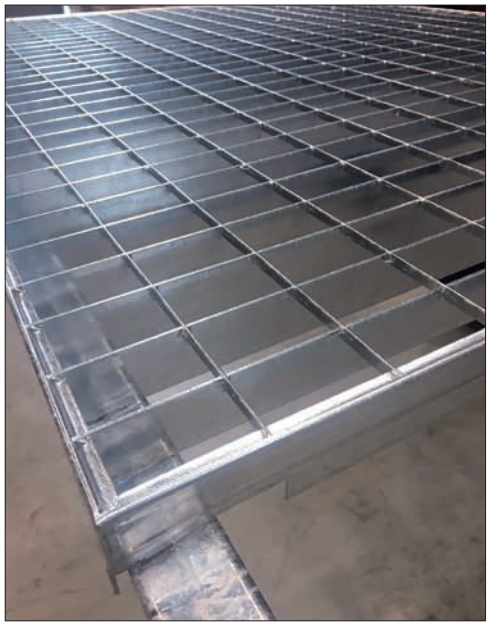
Bevezetés

A MEISER Ferroste Kft. a MEISER vállalatcsoport tagjaként már 1992-óta foglalkozik járórácsok és lépcsőkonstrukciók gyártásával és forgalmazásával. Tűzihorganyzott termékeink a korszerű ipar nélkülözhetetlen elemeivé váltak, gyakran találkozni velük gyártócsarnokokban, olajfinomítók környezetében, vegyipari beruházásoknál.

Az elmúlt évek során a járórács klasszikus felhasználási területein lényegesen túlmutatva számos új alkalmazási területe alakult ki, mely köszönhető a szerkezettervezők és építészek ötletei által inspirált fejlesztéseknek. Az újabb és újabb beépítési módok és műszaki megoldások kidolgozása új kihívásokat jelentett a gyártó részére a gyártástechnológia fejlesztéséhez, ezzel biztosítva a termék más funkcióban történő kifogyhatatlan megújulását. Az ipari jellegű felhasználáson túl ma már a logisztika, az árnyékolástechnika, a belső építészet és mind kiterjedtebben a magánszféra részére is szállítunk esztétikus kivitelű rácstermékeket.

Ipari és középületekben, illetve közintézményekben történő felhasználás

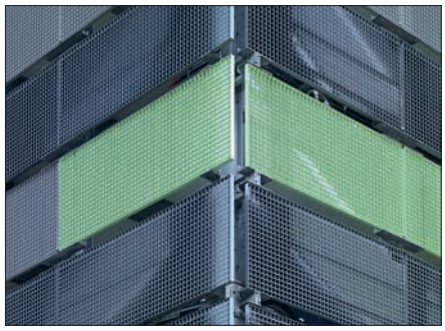
Logisztikai rácsaink nagyon népszerűek a könnyű önsúlyhoz tartozó nagy teherviselés miatt *(1. kép)*. A spinkleres tűzvédelmi technológiánál csak rács jellegű polcok jöhetnek számításba az aktuális hatósági irányelvek szerint. A tűzvédelmi rendszer előírásának megfelel, hogy tűz esetén az oltóanyag rácsainkon akadálytalanul átfolyjon a szintek között. A rácsokat kínáljuk kicsípett „T" kerettel, amikor a rács felfekszik a tartószerkezetre, viszont a keretkialakítás miatt nem igényel plusz rögzítést, illetve „Z" kerettel, amikor a polcfelület a vízszintes tartóval egy síkba esik.



1. kép: Raktártechnikai rácsok

Nagy büszkeséggel tölt el bennünket, hogy a 2015-ben átépített és felújított, több építészeti díjjal is kitüntetett, az ország legmagasabban fekvő kilátójához társaságunk szállította a lépcsőfokokat és a pódiumrácsokat *(2. kép)*. A Galya-tető egyik csúcsán a 955 méteres Péter hegyesén álló Galya-kilátó magasításánál derült ki, hogy a feljárást a kilátóteraszra biztonságosan csak kívülről lehet megoldani. Így a 30 méter magas épület köré kettős lépcsőspirált terveztek a rekonstrukcióval megbízottak, ahol az egyik a feljutást biztosítja, a másik a lejövetelt. A lépcsőszerkezethez 318 darab csúszásmentes lépcsőfokot és 28 darab pódiumot szállítottunk.

2. kép: Galya-kilátó (Fotó: sokszinuvidek.24.hu, Komka Péter)



3. kép: Parkolóház Bielefeldben

Egyre gyakoribb rácsfelhasználási terület a homlokzat-, illetve mennyezetélénkítés *(3. kép)*. Ezekkel a megoldásokkal épületgépészeti berendezéseket, elrejteni kívánt építészeti megoldásokat lehet esztétikusan eltakarni, ugyanakkor a szellőzés és a könnyű szerelhetőség biztosítva van. Kedvelt függőleges beépítési terület a parkolóházak, biciklitárolók falazatának ráccsal helyettesítése. Ilyenkor az acélszerkezetre közvetlenül kerül a rács rögzítésre, amivel lényeges költségcsökkenés érhető el, és a szellőztetés folyamatosan biztosítva van. A rácselemek szerelése és cseréje könnyen megoldható.

Külföldi példák a sokoldalú felhasználásra

A cég által gyártott lépcsőszerkezetek kialakítása ipari jellegű, az elmúlt évek tapasztalatai azonban azt mutatják, hogy a felhasználási körük jelentősen bővült. Lépcsőink éppúgy megtalálhatók családi házak, gazdaságok, századfordulós bérházak, iskolaépületek, irodaházak, szállodák, magas lakótömbök mellett, mint csarnokoknál vagy kilátóknál – legyen az beltéri szintáthidalás vagy kültéri menekülőútvonal. Nyugat-Európában komoly igény mutatkozik, hogy ipari jellegű szerkezeteket építsenek attól eltérő stílusú városi lakókörnyezetbe, kevésbé foglalkoznak az épület formájával. A horganyzott kivitelezés nem idegen a hétköznapi használattól, a funkcionalitás az elsődleges, előszeretettel választják lépcsőszerkezeteinket.

Általánosságban elfogadott elv, hogy az aktuális előírásoknak megfelelően menekülési útvonalat létesítsenek egy már meglévő épület mellé. Az utólagos kialakításnál gyakori, hogy kevés műszaki információ áll rendelkezésre az épületről (a régi épületek feltárásai különböző bizonytalanságokat rejtenek), modern épületnél jelentős vastagságú (20–30 cm) hőszigetelés került a homlokzatra, amit a partner nem akar megbontani, ezért az esetek túlnyomó többségében az önhordó lépcsőkialakításokat preferáljuk.

Szerkezeteinkkel szinteket hidalunk át, ami az egyszerű 3 méter magas, egyszintes lépcsőtől akár több 10 méteres magasságig terjedhet, mint azt a már megvalósult projektjeink is mutatják. Freiburgba (Németország), egy nyomdaépület mellé szállítottunk 16,1 méter magas, 27,5 t súlyú menekülőlépcsőt *(4. kép)*. Nem megszokott építészeti megoldásként a szerkezet körbe járórácsburkolatot kapott. Ezzel a kialakítással a partner egyrészt esztétikailag eldobozolta a lépcsőszerkezetet, másrészt egy zárható lépcsőházat hozott létre. A németországi Laupheimbe egy impozáns méretű, 46,1 t súlyú lépcsőtornyot gyártottunk *(5. kép)*. A 9 emeletes panel lakótömbnél az előírások szigorodása miatti utólagos menekülési útvonal kialakítására volt szükség. Ezt az igényt szolgálja ki a 27 m magas szerkezet, ahol a lépcsőtornyot az épületkijáratokkal szintenként egy-egy acélfolyosó köti össze, eltolva ezzel a lépcsőszerkezetet a lakások ablakainak előteréből.

4. kép: Nyomdaépület Freiburgban

5. kép: Lépcsőtorony Laupheimben

Kültéri csigalépcsők

Húzógyűrűs kialakítású csigalépcsőink a könnyű, kompakt szerelhetőség, kis helyigény miatt 1–2 szintes családi házaknál éppúgy megtalálhatók, mint több emelet magas tornyoknál. Nagyobb átmérőben (3 méter fölött) menekülőlépcsőként is funkcionálhatnak. Nagykanizsán, az olajfúró toronyból átalakított, 45 méter magas kilátóban a szerkezet felfelé szűkülő kialakítása miatt 30 méter magasságig volt lehetőség tört karú lépcsőszerkezet kialakítására, az efölötti toronyszakaszon MEISER-rendszerű csigalépcsőt *(6. kép)* építettek. A szűk hely ellenére a 15 méter magas, 2,7 t összsúlyú, 1750 mm átmérőjű csigalépcső kialakításával kiválóan megoldható a felső kilátószint megközelítése.

6. kép: Nagykanizsai kilátó

8. kép: Kombinált lépcső Jessenben

7. kép: Csigalépcső Kitzbühelben

Szélsőséges időjárási viszonyok között, magashegyi környezetben lépcsőink a csúszásmentesség, a csekély hófelhalmozódás, alacsony karbantartási igény, időjárás-állóság miatt kedveltek, és menekülő funkciót éppúgy elláthatnak, mint az egyeneskarú lépcsők. Kitzbühelben (Ausztria) egy sípálya panziójánál volt szükség utólagos közlekedő-útvonal kialakítására. Az épülettől a 5,2 t súlyú, 3000 mm átmérőjű, 12 300 mm magas csigalépcső *(7. kép)* hosszabb pódiumokkal el lett tartva, biztosítva ezzel a fal melletti közlekedést. Jessenbe, Németországba egy tradicionális, favázas panzióépülethez terveztünk egy kombinált, egyeneskarú lépcsővel induló, majd csigalépcsőben folytatódó szerkezetet *(8. kép)*. Magassága 7900 mm, átmérője 2600 mm 2,7 tonna súly mellett.

Összefoglalás

Termékeink széles köre megismerhető honlapunkról **(www.meiser.de/hu/).**

Az újabb kihívások új beépítési módokat és műszaki megoldásokat igényelnek, a fejlesztés folyamatos. Ma már minden stílusú és funkciójú épülethez biztosítani tudjuk az építészek által elképzelt pódium-, lépcső-, és rácsrendszereket, homlokzati elemeket.

ESAB®

AZ ESAB BEMUTATJA AZ ÚJ HEGESZTŐ TRAKTORT, **AMELYET AZ ÖN IGÉNYEIT SZEM ELŐTT TARTVA TERVEZTEK.**

A hegesztő szakemberek körében végzett széleskörű igényfelmérés eredményeként megterveztük a Versotrac-ot - **a legsokoldalúbb és leginkább felhasználóbarát traktort a piacon.**

VERSOTRAC

Tekintse meg a Versotrac traktort munka közben: esab.com/versotrac.

ESAB / esab.com

SAFETY • QUALITY • ENVIRONMENT • HEALTH
GLOBALLY CERTIFIED

Hujber Richárd *ügyvezető*
MS Tanácsadó és Kereskedelmi Kft.

KÖNNYŰSZERKEZETES ÉPÜLETEK ALAPOZÁSA GYORSAN ÉS EGYSZERŰEN

Bevezetés

Az építési technológiák folyamatosan fejlődnek, mégis, ha alapozásról van szó, mindenkinek a betonozás jut eszébe. A cikk célja, hogy gondolatot ébresszen, bemutassa a talajcsavart mint alternatív megoldást, és alkalmazási ötleteket adjon a tervezőknek, kivitelezőknek.

Mi a talajcsavar?

Mi is a talajcsavar?

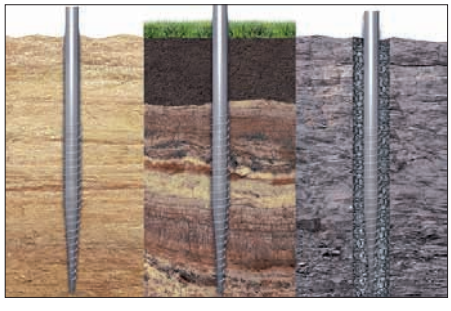
A talajcsavar egy tűzihorganyzott acélból készült alapozóelem, ami kiválóan alkalmas arra, hogy az építmények, különböző eszközök terheit közvetítő elemként átadja a talaj teherbíró rétegének. Ez a technológia alkalmas pontalapok, vagy egymás mellé sorban helyezve sávalapok kiváltására.

A talajcsavar felhasználási lehetősége rendkívül sokrétű, akár ideiglenes, akár végleges megoldásra van szükség. A talajcsavar a környezet károsítása nélkül könnyen elbontható, újra felhasználható, ezért az építőipar számos területén alkalmazható.

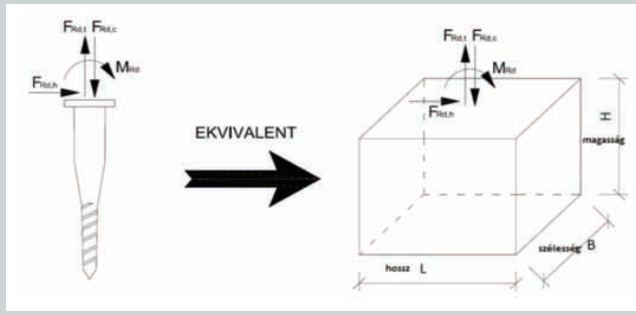
Lakóépületek és kisebb közösségi épületek alternatív alapozási lehetősége

A talajcsavar kiválasztása az építmény szakági terveit megismerve, az alátámasztási pontok mennyisége, elhelyezkedése, és a talaj tulajdonságai alapján történik. Lényeges befolyásoló tényező az épület, vagy szerkezet talajcsavarhoz történő csatlakozásának módja. Az előzetes terv elkészítéséhez egy hozzávetőleges teherbírási táblázat nyújt segítséget, ami a csavarok különböző irányú terhelhetőségét tartalmazza, valamint egy másik táblázat, ami szemlélteti, hogy mekkora beton tömbalap mekkora talajcsavarral váltható ki. Egyes esetekben az építmény jellege szükségessé teszi, hogy teherbírási próbát végezzenek a helyszínen. Ha a helyszíni vizsgálatok igazolják a számításokat, akkor megkezdődhet a csavarok lehajtása.

A talajcsavar szinte bármilyen talajban alkalmazható. A talajcsavarok ugyanazon az elven működnek, mint a hagyományos csavarok. A különbség valójában annyi, hogy itt a talajba hajtjuk be a „rögzítőelemeket”.



Talajcsavar háromféle talajban



Megjegyzés
Rd= 150Kpa talajra számítva
Jelen táblázat csak számítás alapjául szolgálhat
Pontos ajánlathoz terhelési vizsgálat szükséges

Rd=	150kPa

Talajcsavar típusa	Kiváltható beton tömb méretete		
	b [m]	l [m]	h [m]
U széria			
KSF U 66x730	0,72	0,72	0,80
KSF U 66x865	0,79	0,79	0,80
G széria			
KSF G 66x550-1xM8	0,42	0,42	0,80
KSF G 66x650-1xM8	0,48	0,48	0,80
KSF G 66x650-3xM8	0,53	0,53	0,80
KSF G 76x800-4xM12	0,67	0,67	0,80
KSF G 76x1300-3xM16	0,94	0,94	0,80
KSF G 76x1600-3xM16	1,10	1,10	0,80
KSF G 76x2100-3xM16	1,21	1,21	1,00
KSF G 4 89x800-4xM12	0,72	0,72	0,80
KSF G 4 89x10004xM12	0,78	0,78	0,80
KSF G 4 89x13004xM12	0,86	0,86	0,80
KSF G 114x1000-4xM16	0,96	0,96	0,80
KSF G 114x1300-4xM16	1,14	1,14	0,80
M széria			
KSF M 76x800- M12	0,80	0,80	0,80
KSF M 76x1000-M12	0,85	0,85	0,80
KSF M 76x1300-M12	0,89	0,89	0,80
KSF M 76x1300-M16	0,94	0,94	0,80
KSF M 76x1600-M16	1,10	1,10	0,80
KSF M 76x2100-M16	1,21	1,21	1,00
KSF M 89x1300-M24	1,04	1,04	0,80
KSF M 89x1600-M24	1,12	1,12	1,00
KSF M 89x2100-M24	1,25	1,25	1,00
KSF M 114x1300-M24	1,09	1,09	1,00
KSF M 114x1600-M24	1,23	1,23	1,00
KSF M 114x2100-M24	1,31	1,31	1,00
E széria			
KSF E 89X550-E60	0,69	0,69	0,80
KSF E 89X800-E60	0,81	0,81	0,80
KSF E 89X1000-E60	0,88	0,88	0,80
KSF E 140X1300-E76-100	1,23	1,23	1,00
KSF E 140X1600-E76-100	1,30	1,30	1,30
KSF E 140X2100-E76-100	1,35	1,35	1,30
F széria			
KSF F 76X800-R (szögletes fej)	0,80	0,80	0,80
KSF F 76X1000-R (szögletes fej)	0,85	0,85	0,80
KSF F 76X1300-R (szögletes fej)	0,89	0,89	0,80
KSF F 76X1600-R (szögletes fej)	1,10	1,10	0,80
KSF F 140X1600-M (kerek fej)	1,30	1,30	1,30
KSF F 140X2100-M (kerek fej)	1,35	1,35	1,30
KSF F 140X1300-P (kerek fej)	1,23	1,23	1,00
KSF F 140X1600-P (kerek fej)	1,30	1,30	1,30

Betontömb kiváltása talajcsavarral

Mint az előzőekben már írtuk, a rögzítőelem megválasztása több paramétertől függ. A kézzel behajtható csavarok teherbírása 250–950 kg, a gépi behajtású csavaroké több tonna is lehet. A helyszínen történő próbaterhelést jegyzőkönyvvel igazolják, így speciális esetekre is található – kísérletek alapján – jó megoldás. A talajcsavarok telepítése szinte független az időjárástól és a terepviszonyoktól. A talajcsavar a kúpos kialakításnak köszönhetően a becsavaráskor a talaj tömörödésével azonnal terhelhetővé válik. A telepítés a csavar méretétől és talajtól függően történhet: kézi erővel, betekerő segédlettel, elektromos hajtású kézi behajtó géppel, hidraulikus önjáró talajcsavarozó géppel. Kisebb csavarhosszig (100 cm) „házilag” is megoldható a talajcsavarok telepítése, ez nem igényel különösebb szakipari hozzáértést és speciális gépet. Kemény talajban szükség lehet előfúrásra. A csavarok szintezését a betekerés mélységével lehet szabályozni. Egy fordulatra a csavar kb. 4 cm-t halad lefelé. 100 cm-nél nagyobb hossz esetén kézi elektromos behajtó szerszámot vagy lánctalpas hidraulikus behajtó gépet célszerű alkalmazni.

Kézi becsavarás

Telepítés elektromos behajtógéppel

Lánctalpas behajtó

Talajcsavar betonon keresztül

Az új alapozási mód előnyei

– A talajcsavarok jelentős költség- és időmegtakarítást jelentenek. Nincs szükség földmunkára és betonozásra, a kitermelt talaj eltávolításával sem kell foglalkozni. Nem kell várni a beton kötési idejére, az alap a befúrást követően azonnal terhelhető.
– A csavarok telepítése rendkívül gyors és nagy pontossággal kivitelezhető művelet.
– Előnyként jelentkezik az is, hogy az építmény elbontását követően a talajcsavar a földből a környezet károsítása nélkül visszanyerhető és újra felhasználható.

Konténerek és könnyűszerkezetes épületek alapozása

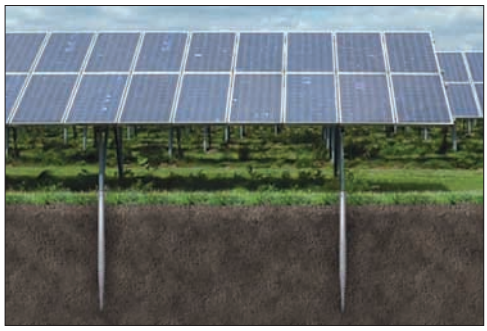
A talajcsavar gyors és praktikus megoldás könnyűszerkezetes lakóházak és más funkciójú épületek, mobilházak, közszolgálati építmények alapozásakor. Amennyiben az épületek faanyagúak, a talajcsavaros megoldás esetén a „fogadószint” a terep fölé emelhető, így a fa mindig szárazon marad, annak élettartama megsokszorozódik.

Biztonságos, ökologikus, és költséghatékony módszer akár nagyobb alapterületű építmények esetén is.

Szociális konténer

Lábon álló konténerek

Kerítés talajcsavaron



Napelem

Példaként említhetünk egy 18 konténerből összerakott, és iskolaként funkcionáló épületet, amely 30 darab 76x2100 talajcsavaron nyugszik. A megvalósításnál komoly akadályt jelentett, hogy az udvar megközelítése csak a szomszéd telken keresztül, egy kis kapun volt lehetséges. A csavarlehajtó dömper még éppen átfért rajta. A konténereket már daruval emelték a helyükre. A munka gyorsaságára jellemző, hogy a talajcsavarok telepítése a geodéta munkájával és a teherbírási próbaméréssel mindössze 8 órát vett igénybe.

Összefoglalás

Bízunk benne, ezek után ez az alternatív alapozási mód szélesebb körben alkalmazott lesz. Ehhez nem kell más, mint egy kis kreativitás, szabad gondolkodás és elrugaszkodás a hagyományos alapozási technológiáktól. Az építőipar fejlődése nem nevezhető rohamosnak, de lehetünk innovatívak, olykor-olykor bevállalósak, ezzel jelentős időt és pénzt takarítva meg megbízóinknak, akik minden bizonnyal hálásak lesznek ezért.

Kétszintes iskola építése

Linde

ARCLINE® PP

TIG minőség kombinációja a MIG termelékenységével az alumínium hegesztésben.

Az ARCLINE® PP-t úgy alakították ki, hogy megoldást nyújtson az alumínium ötvözetek hegesztése során felmerülő hagyományos problémákra, azaz megszüntesse az elérhető hegesztési sebesség, a leolvasztási teljesítmény és a megfelelő varratminőség közötti dilemmát.

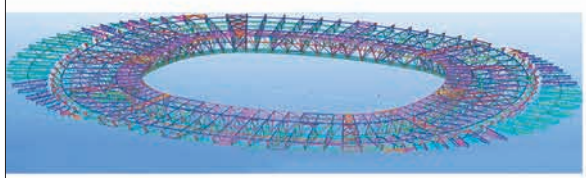
- Teljesen automatizált, gépesített hegesztéstechnológia
- A leolvadási teljesítmény példa nélküli növelhetősége a „klasszikus" TIG-AC hegesztéshez képest
- Nagy beolvadási mélység, átolvasztható lemezvastagság, egysoros varrat, akár 10 mm-es anyagvastagságig
- Kevesebb hegesztés utáni megmunkálás és tisztítás
- A megszokott TIG minőség mellett, akár a MIG eljárás termelékenységének elérése

Linde Gáz Magyarország Zrt., www.lindegas.hu

FŐMTERV

FŐMTERV MÉRNÖKI TERVEZŐ ZRT.

1024 Budapest, Lövőház u. 37. * 1276 Bp. Pf. 1104 * Tel.:345-9500 * Fax: 345-9550 * E-mail: fomterv@fomterv.hu * www.fomterv.hu



- Tervezés BIM környezetben
- Közúti, vasúti alul- és felüljárók
- Gyalogoshidak, gyalogos-aluljárók, csarnokok
- Közúti, vasúti folyami hidak
- Föld alatti műtárgyak, szerkezetek
- Csarnokok, ipari létesítmények, magasépítési szerkezetek
- Műtárgyak felújításának optimalizálása, élettartam tervezés
- Támfalak, bélésfalak
- Hagyományos és különleges alapozások
- Hidak és műtárgyak szerkezeti vizsgálata

MEGRENDELŐLAP

Előfizetésben megrendelem a MAGÉSZ Acélszerkezetek című folyóiratot . . . . . példányban.

Előfizetési díj: 1 évre 10 000 Ft+áfa és postaköltség.

Megrendelő: . . . . . .

. . . . . .

Számlázási cím: . . . . . .

. . . . . .

Postacím: . . . . . .

Telefon/fax/e-mail: . . . . . .

Kelt: . . . . . .

P.H.

. . . . . .
aláírás

A megrendelőlapot
MAGÉSZ 1161 Budapest, Béla utca 84.
Tel./fax: 1/405-2187 E-mail: magesz@t-online.hu
címre kérjük.

HIRDETÉS

1 oldal (A/4) színes:
MAGÉSZ tagoknak 100 000 Ft+áfa
külső cégeknek 140 000 Ft+áfa

1/2 oldal (A/5) színes:
MAGÉSZ tagoknak 50 000 Ft+áfa
külső cégeknek 70 000 Ft+áfa

Nagy József
Telefon:
06 20 468-4680
Telefon/fax:
06 25 581-623
E-mail:
jnagy62@freemail.hu

Azon partnereink részére,
akik minden számban hirdetnek (4 db/év),
10% kedvezményt adunk.

MAGÉSZ®
ACÉLSZERKEZETEK
Magyar Acélszerkezeti Szövetség lapja – Journal of the Hungarian Steel Structure Association

www.magesz.hu

Kiadja a Magyar Acélszerkezeti Szövetség, 1161 Budapest, Béla u. 84.
Mobil: +36 30 946-0018, E-mail: magesz@t-online.hu, Fax: (1) 405-2187

Felelős kiadó: a MAGÉSZ elnöke
Felelős szerkesztő: Dr. Csapó Ferenc
A szerkesztő munkatársa: Nagy József

Kérjük szerzőinket, hirdetőinket, hogy a fényképeket, ábrákat ne Word-be ágyazva küldjék. Ajánlott formátum fotóknál: eredeti jpg, tif; ábráknál: eps, pdf. A képek jó minőségét csak így lehet biztosítani.

ISSN: 1785-4822

A tördelést és a nyomdai munkákat a TEXT Nyomdaipari Kft. készítette.
2400 Dunaújváros, Papírgyári út 49., 2401 Pf. 262
Telefon: 25/283-019, E-mail: studio@textnyomda.hu; andrea@textnyomda.com

ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtsen értéket

Szolgáltatások hegesztőüzemek számára

Akkreditált, notifikált státuszban, illetve nemzeti kijelölés alapján kiadott tanúsítványok

Milyen szolgáltatást kínál az ÉMI-TÜV SÜD?

- **Személytanúsítás**
  Hegesztők, forrasztók, gépkezelők, műanyaghegesztők minősítése, vizsgáztatása, tanúsítása, jóváhagyása, tanúsítványok meghosszabbítása
  Választható érvényességi idő
  – EN ISO 9606-1/2/3/4/5
  – EN ISO 14732
  – EN ISO 13585
  – EN 13067
  – EN ISO 17660-1
  – AD 2000 HP3
  – 2014/68/EU - PED-2014 / 44/2016 (XI.28) NGM rendelet
- **Hegesztés-, forrasztástechnológiák vizsgálata, ellenőrzése, jóváhagyása**
  – MSZ EN ISO 15614-1:2017
- **Hegesztőbázisok, képzőhelyek tanúsítása**
- **Hegesztőüzemi tanúsítások**
  – EN ISO 3834-2/3/4
  – 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet ***ÚJ!***
  – 1/2016 (I.5.) NGM rendelet
  – CPR/EN 1090-1 – CE jel
  – EN 1090-2, EN 1090-3
  – EN 1090-4, EN 1090-5 ***ÚJ!***
  – 2014/68/EU (PED-2014)
  – EN 15085-2
  – MSZ ISO/TS 22163 (IRIS) ***ÚJ!***

További szolgáltatások hegesztőüzemek számára:

- 2014/68/EU/ 44/2016 (XI.28) NGM rendelet szerinti megfelelőség tanúsítás - CE jel
- TPED/ADR/RID
- MIR (ISO 9001:2015), KIR (ISO 14001:2015)
- EMAS-2017
- Energiagazdálkodási Irányítási Rendszer, EIR (ISO 50001:2011)
- MEBIR/OHSAS és SCC
- Információbiztonsági Irányítási Rendszer, IBIR (ISO 27001)
- Szakvélemény készítés, szakértői közreműködés, állásfoglalások készítése
- Komplex műszaki felügyeleti tevékenység
- Állapotfelmérés, káresemények kivizsgálása

ÉMI-TÜV SÜD Kft. 2000 Szentendre, Dózsa György út 26.
(+36) 26 501 120 **info@emi-tuv.hu** **www.emi-tuv.hu**

TÜV®

REHM
Hegesztéstechnika

Itt az új hegesztő kolléga...
...gyorsan tanul
és egész ügyes