

Smartus Zrt.

Innováció &
Láncid darutechnológia
II.



Smartus
Your **OKUMA** partner



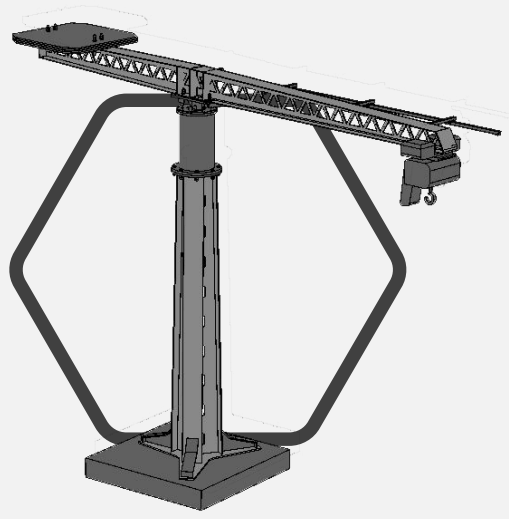
OKUMA

ISO 14001 TANÚSÍTVÁNY

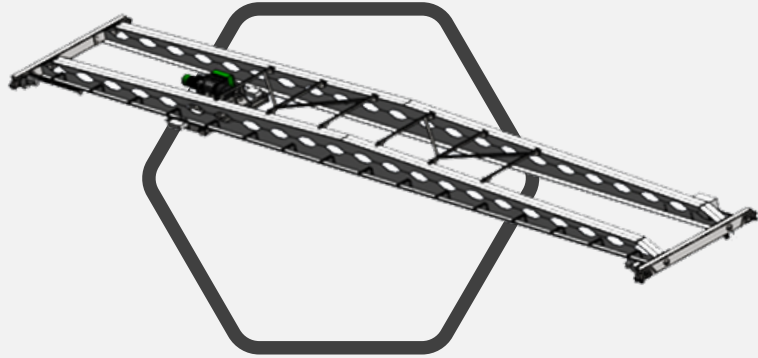


ISO 9001 TANÚSÍTVÁNY





Forgódaruk



Csarnoki daruk



Bakdaruk

Anyagmozgatás divízió

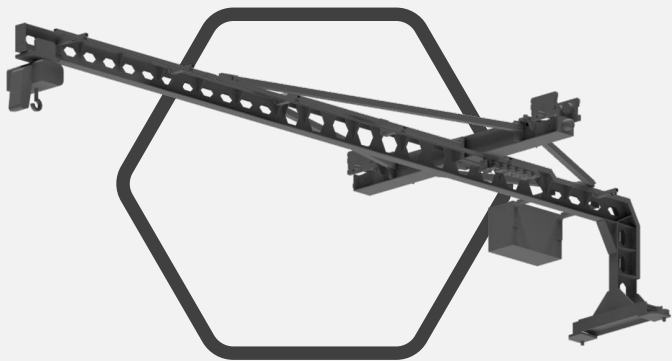
Egyedi igényekhez,
egyedi megoldások



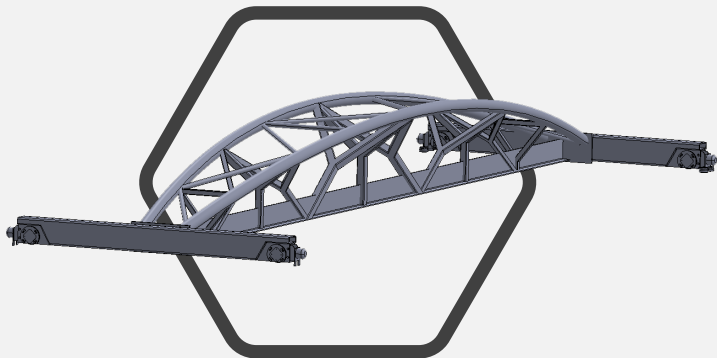
Mozgatórugók

- Alacsonyabb tömeg
- Egyszerűbb gyártás
- Kisebb helyigény
- Nagyobb munkaterület
- Speciális igények
- Projekt költség csökkentés
- Energia fogyasztás csökkentés
- A lehető legrövidebb idő alatt

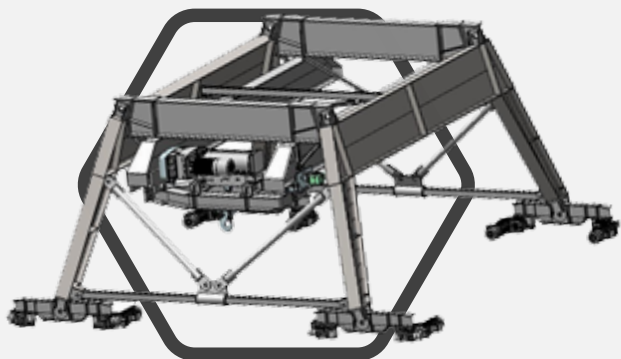




Elrendezés
újrágondolása



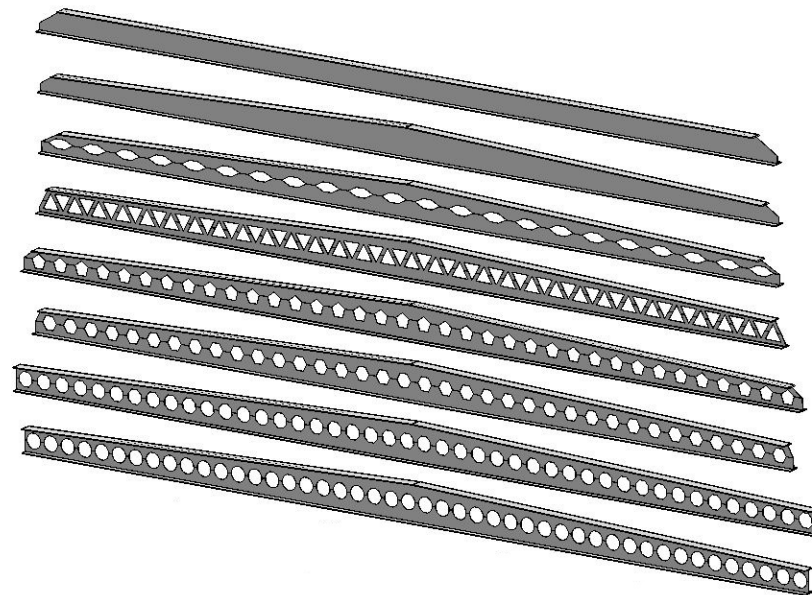
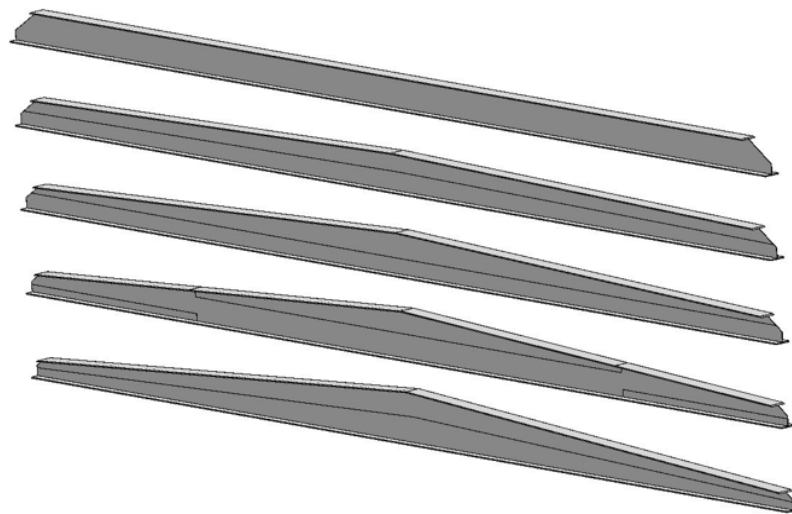
Acélszerkezet
optimalizálás



Igazítás a rendelkezésre álló helyhez

K+F projekt

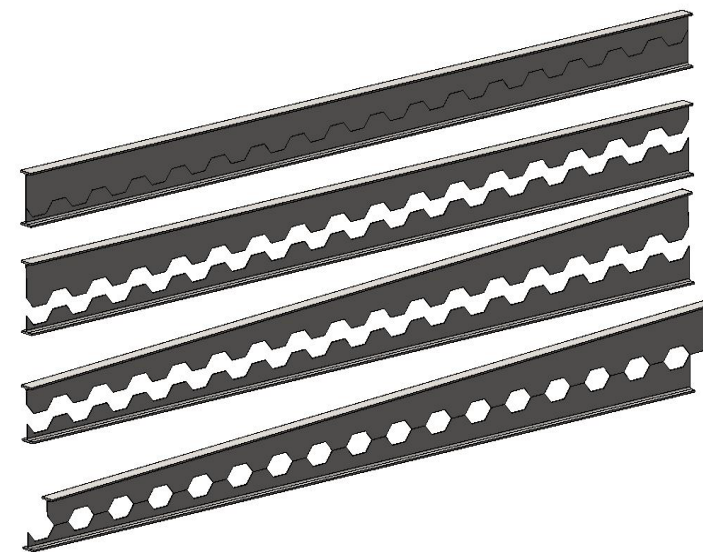
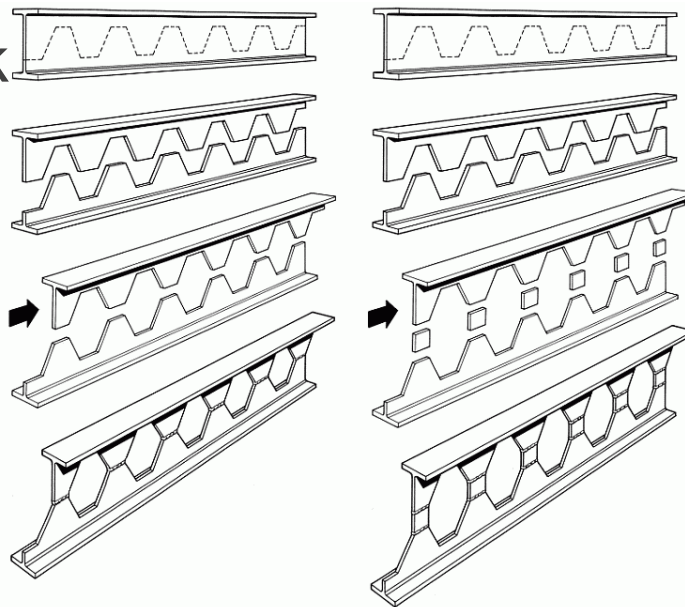
Innováció az acélszerkezetek
optimalizálásában



Lehetőségek I.

Acélszerkezet optimalizálás

- Nem párhuzamos övű tartók
- Cellás tartók
- Kombinált tartók
- Hibrid tartók

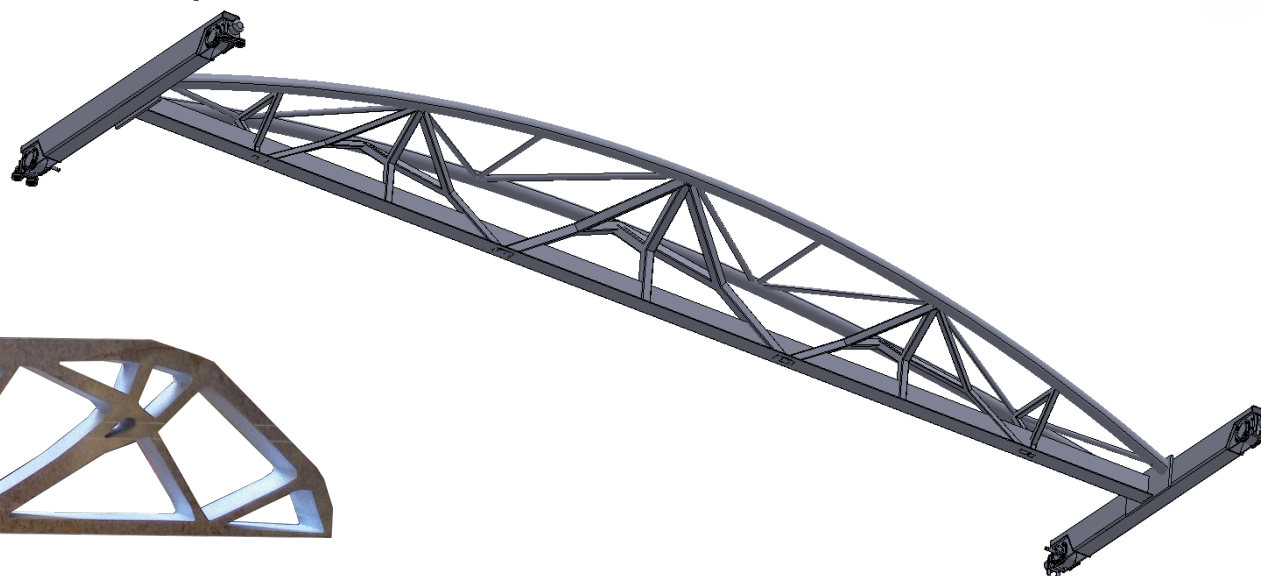
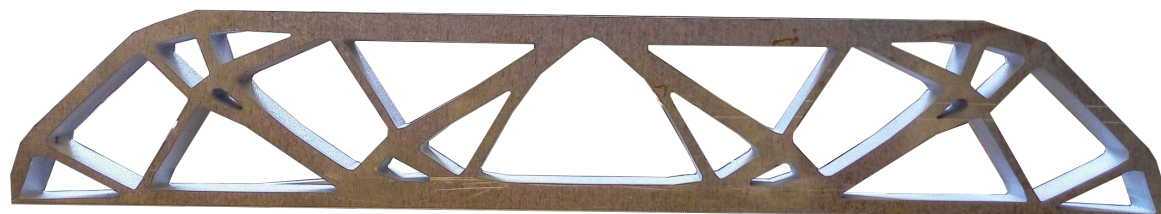
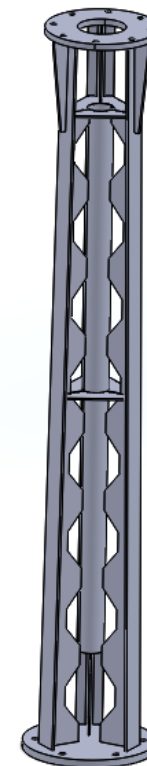
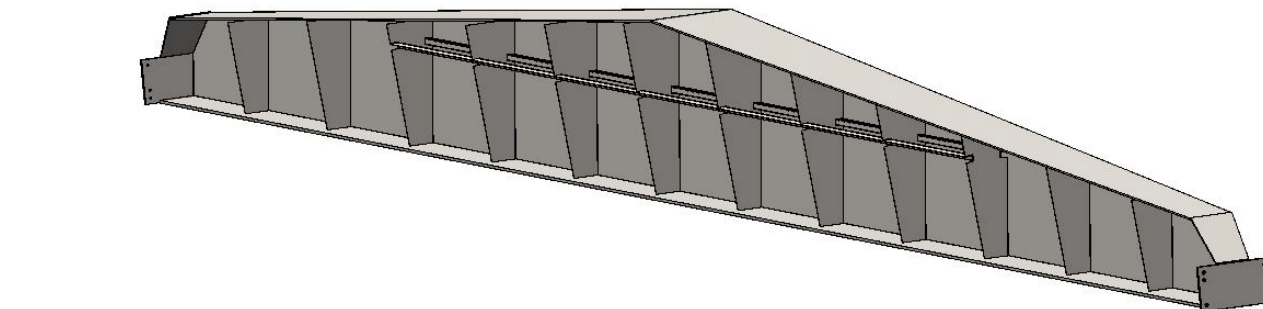




Lehetőségek II.

Acélszerkezet optimalizálás

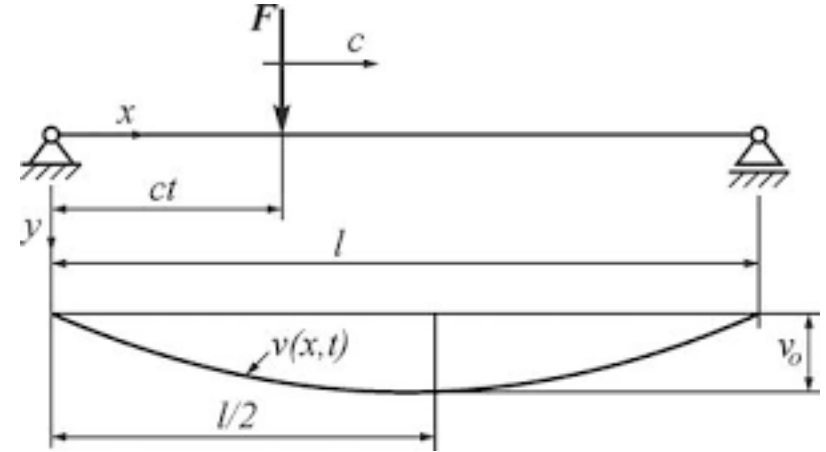
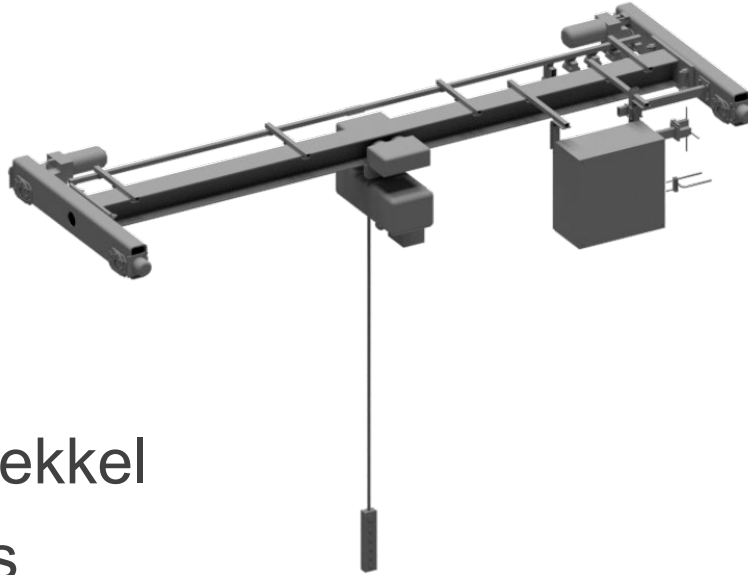
- Három övű tartók
- V-profilú lemezszerkezetek
- Tervázás rács struktúrák
- Topológiai optimalizáció





Egyszerű, állandó keresztmetszetű, kéttámaszú tartó

Optimalizálás



Matematikai módszerekkel

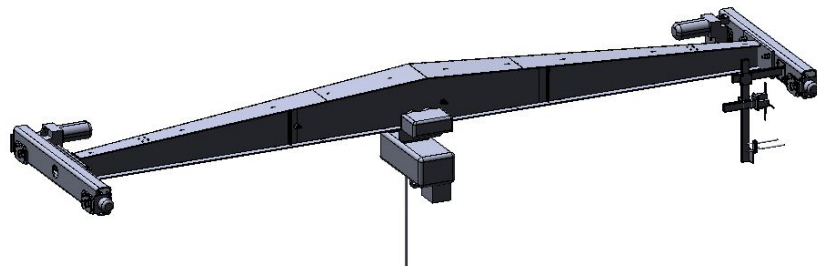
- Analitikus megoldás
- Numerikus közelítés
- Optimalizáló algoritmusok
- Geometriai specifikáció

Tartó lehajlásának meghatározása terhelés alatt: $f = \frac{Fl^3}{48I_yE}$

Tartó közepének lehajlása saját tömeg alatt: $f_s = \frac{5q \cdot l^4}{384I_yE}$



Nem párhuzamos övű tartó



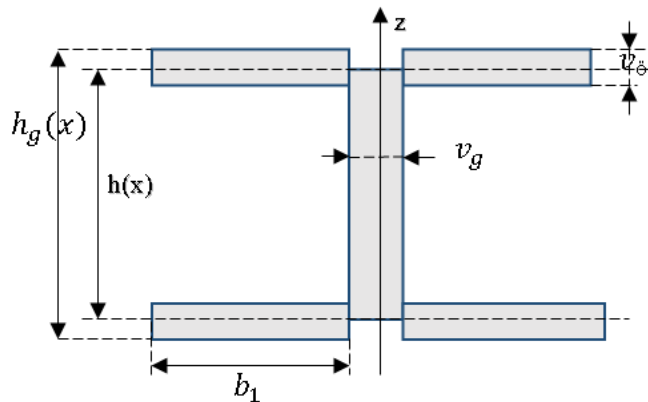
Optimalizálás

Analitikus megoldás

Az inercia függvény felírása az integrálás megkönnyítése érdekében:

Egyszerűsítések:

- $h(x)$ jelölve a felső övek súlypontjai közötti távolságot.
- gerinc magassága $h(x)$
- Az övek b_1 szélességű darabokból állnak (4db)
- Az övek saját y tengelyre vett $4 \cdot \frac{b_1 \cdot v_g^3}{12}$ értékű inerciáját elhanyagoljuk ($I_{y\delta v} \approx 0$)



$$I_y(h) = \frac{h^3(x) \cdot v_g}{12} + 2 \cdot 2 \cdot b_1 v_g \frac{h^2(x)}{4} = \frac{h^3(x) v_g}{12} + b_1 v_g \cdot h^2(x) = \frac{v_g}{12} \cdot h^3(x) + b_1 \cdot v_g h^2(x)$$

$$I_y(x) = \frac{v_g}{12} \cdot \frac{h_2^3}{(l+u)^3} \cdot x^3 + b_1 v_g \frac{h_2^2}{(l+u)^2} \cdot x^2 =$$

$$= K_3 \cdot x^3 + K_2 \cdot x^2$$

$$I_y(x) = x^2 \cdot (K_3 \cdot x + K_2)$$

$$K_2 = b_1 v_g \frac{h_2^2}{(l+u)^2}$$

$$K_3 = \frac{v_g}{12} \cdot \frac{h_2^3}{(l+u)^3}$$

$$A = \frac{K_2}{K_3}$$

A nyomaték függvény felírása az integrálás megkönnyítése érdekében:

$$M(x) = \left(\frac{F}{2}\right)(x - u), \text{ ha } x: u < x < l+u$$

Munka-tétel segítségével a tartó lehajlása a külső terhelés alatt meghatározható:

$$W_b = \frac{1}{2E} \int_u^{l+u} \frac{M^2(x)}{I_y(x)} dx = \frac{1}{4E} \int_u^{l+u} \frac{F^2(x^2 - 2ux + u^2)}{x^2(K_3 x + K_2)} dx = \frac{F^2}{4EK_3} \int_u^{l+u} \frac{x^2 - 2ux + u^2}{x^2(x + A)} dx =$$

$$= \frac{F^2}{4EK_3} \cdot \left(\int_u^{l+u} \frac{1}{x + A} dx - 2u \int_u^{l+u} \frac{1}{x + A} dx + u^2 \int_u^{l+u} \frac{1}{x^2(x + A)} dx \right) =$$

$$= \frac{F^2}{4EK_3} \left(w_1 - 2u \frac{1}{A} w_2 + u^2 w_3 \right)$$

Segéd konstansok:

$$w_1 = \ln \left(1 + \frac{1}{u+A} \right);$$

$$w_2 = \ln \left(\frac{l+u}{u} \right) - w_1;$$

$$w_3 = \frac{1}{A} \left(\frac{1}{u} - \frac{1}{l+u} \right) - \frac{1}{A^2} \cdot w_2$$

Tartó lehajlásának meghatározása terhelés alatt:

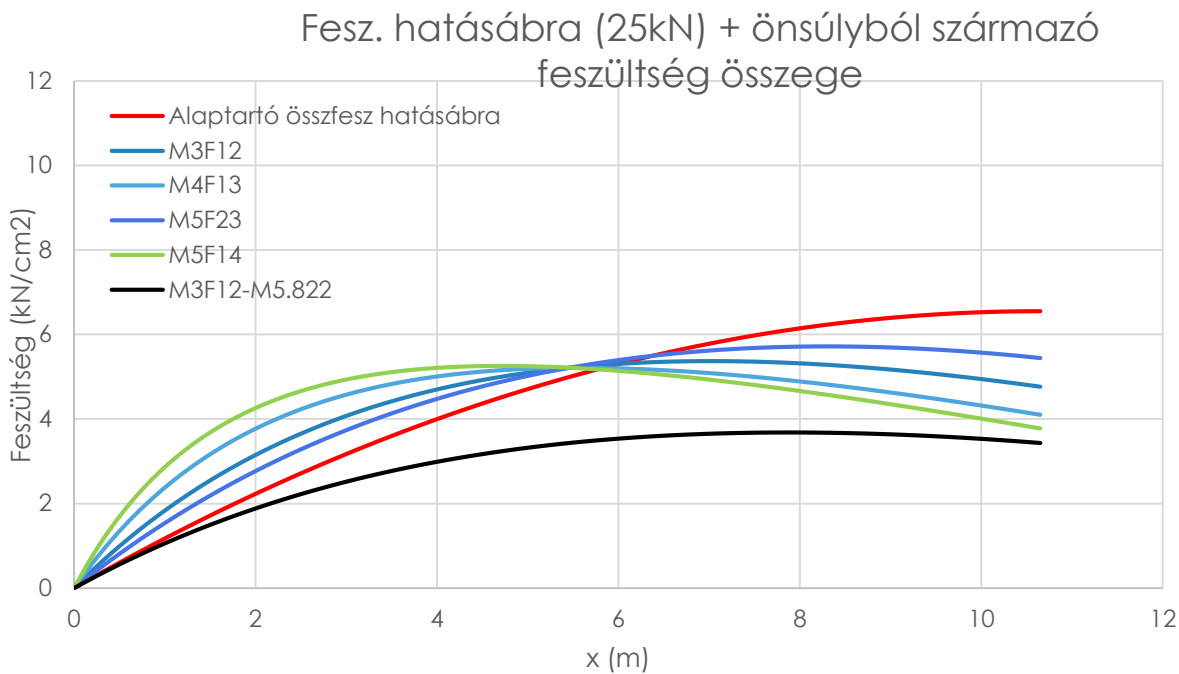
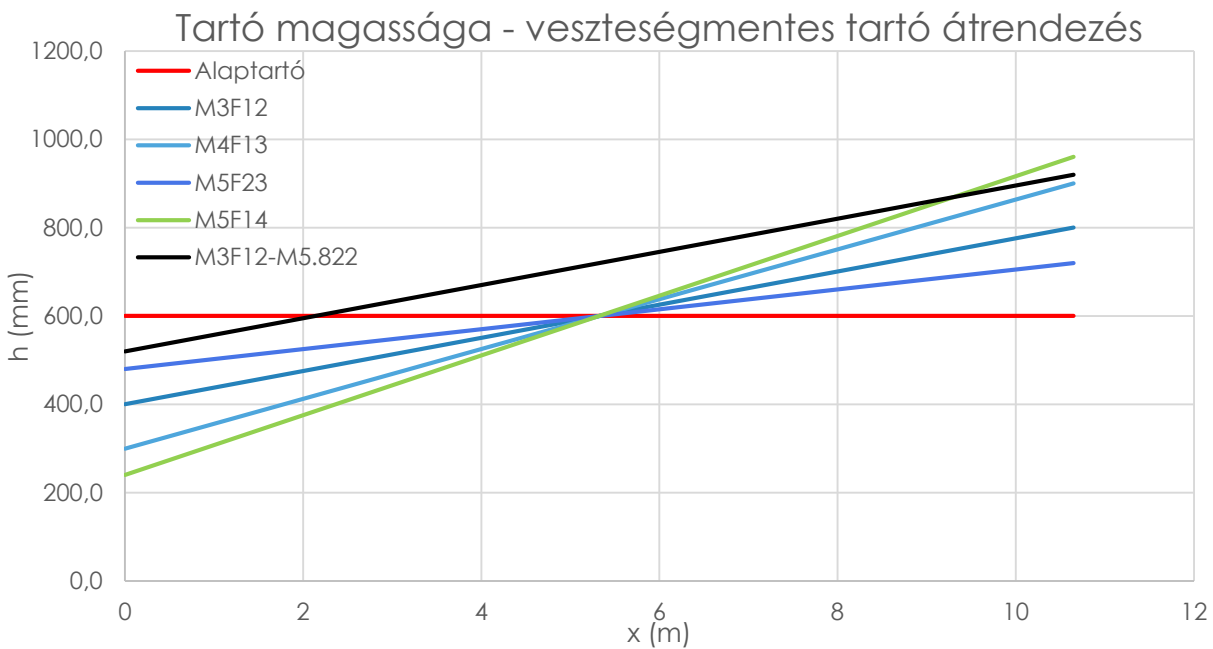
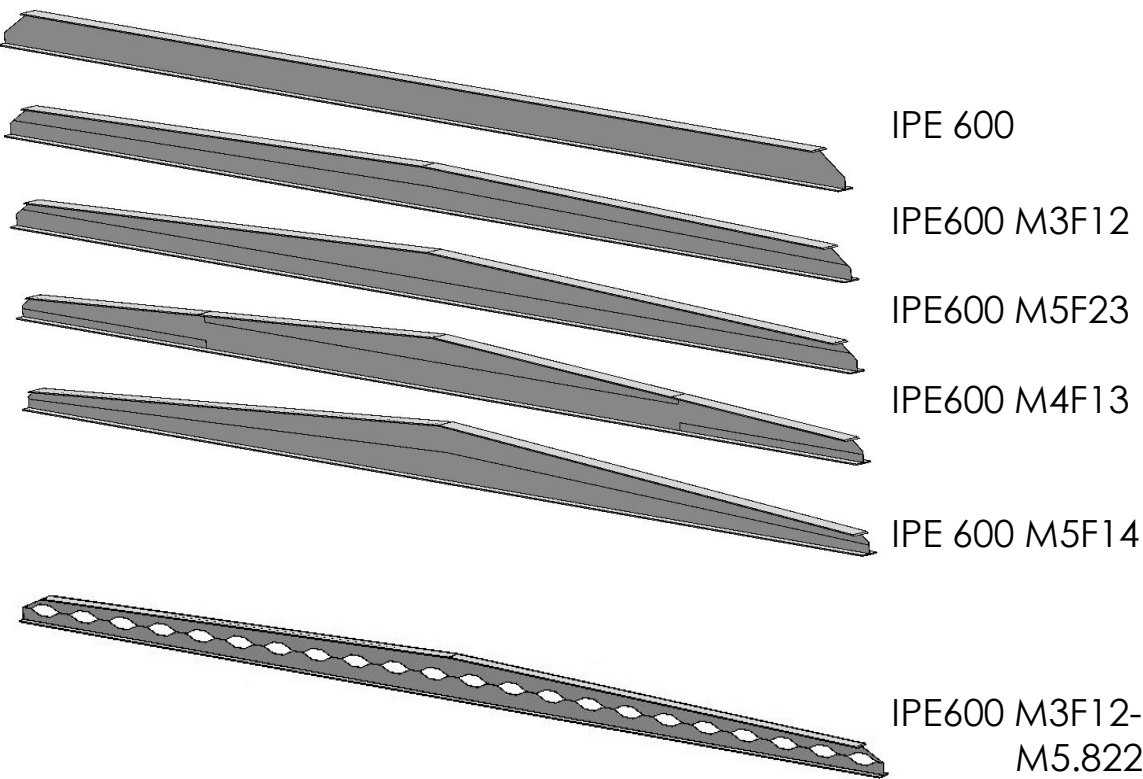
$$W_k = \frac{1}{2} F \cdot f \quad \frac{1}{2} \cdot F \cdot f = \frac{F^2}{4EK_3} \cdot \left(w_1 - 2u \frac{1}{A} w_2 + u^2 w_3 \right)$$

$$f = \frac{F}{2EK_3} \cdot \left(w_1 - 2u \frac{1}{A} w_2 + u^2 w_3 \right)$$



Összehasonlítás

Analitikus előválasztó algoritmus

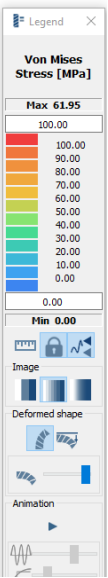
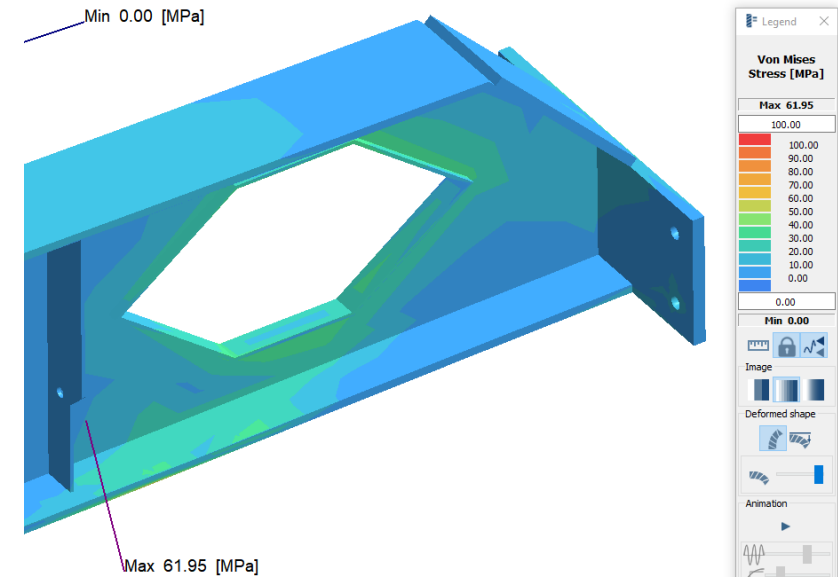
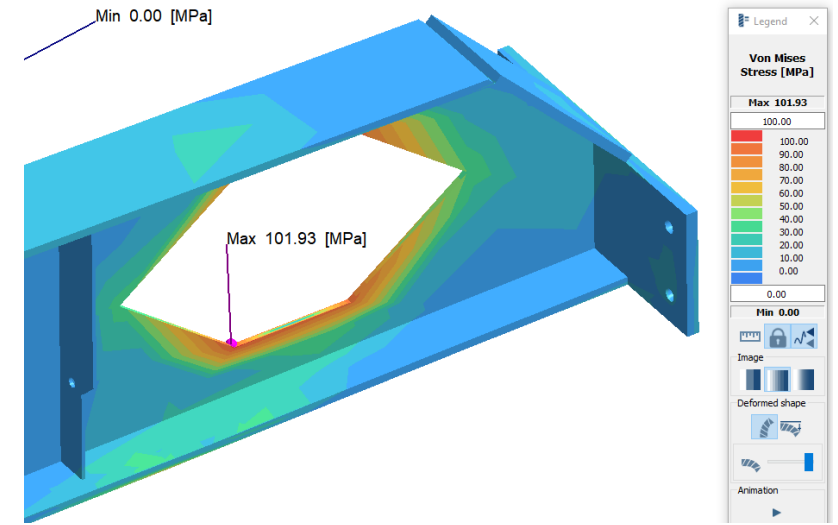
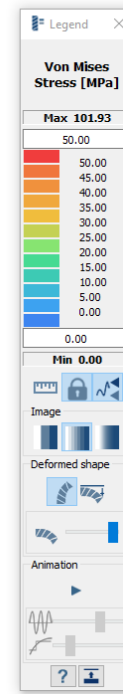
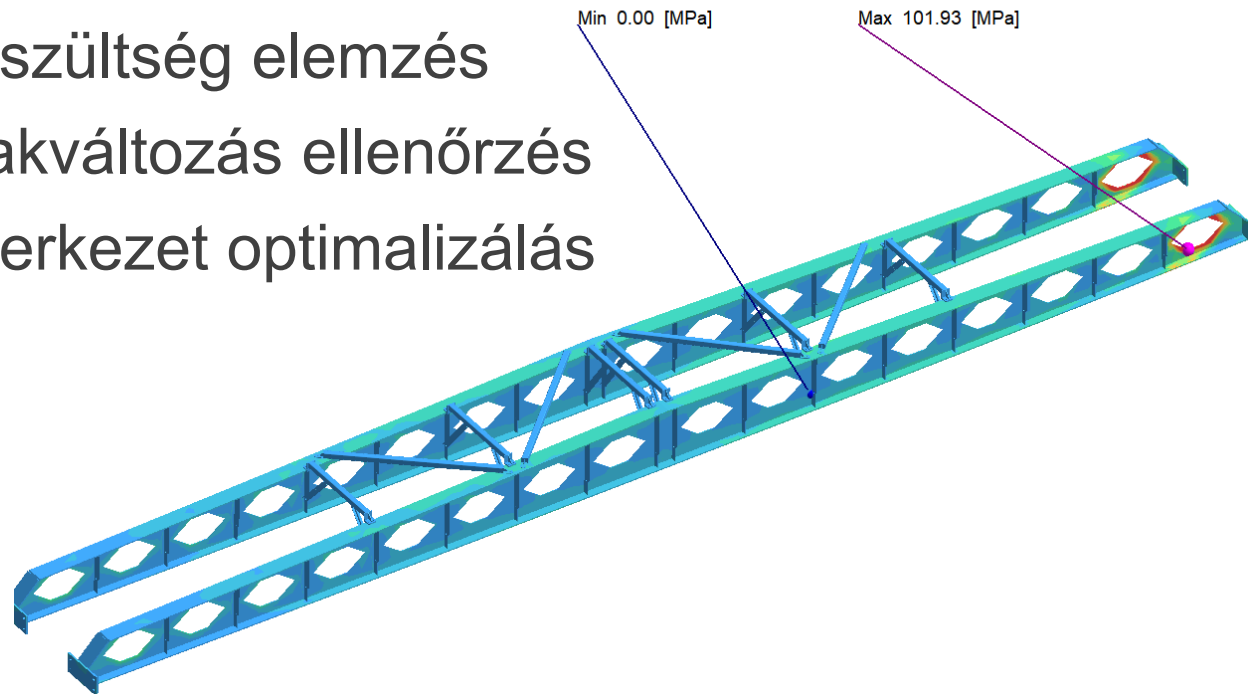
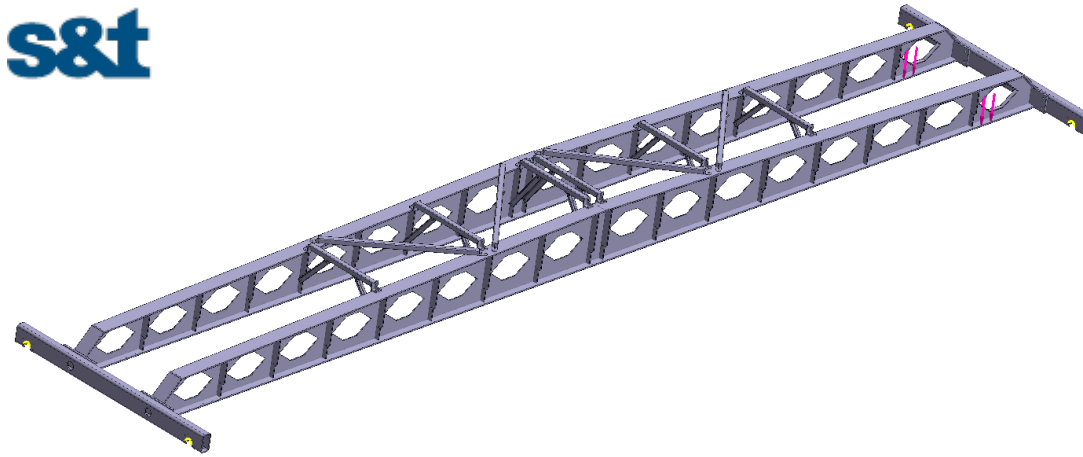




Analízis I.

Végeselemes módszerekkel

- Feszültség elemzés
- Alakváltozás ellenőrzés
- Szerkezet optimalizálás

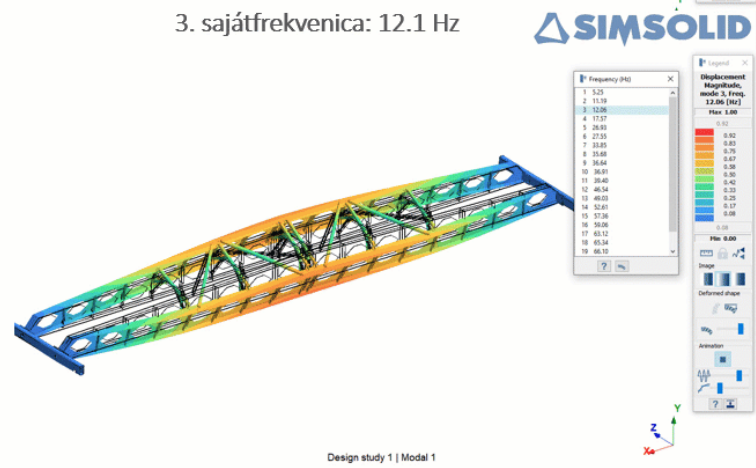
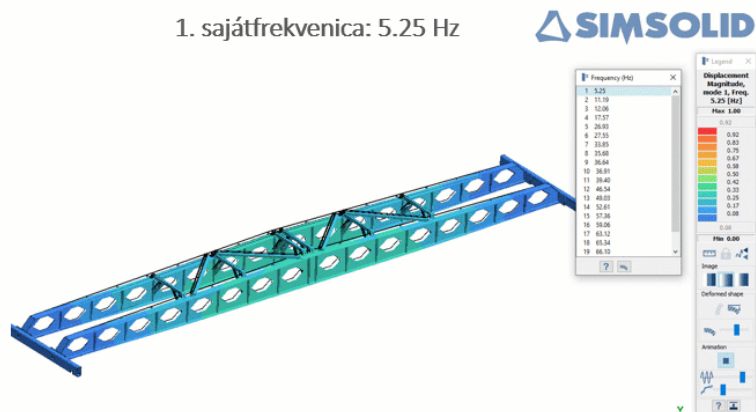
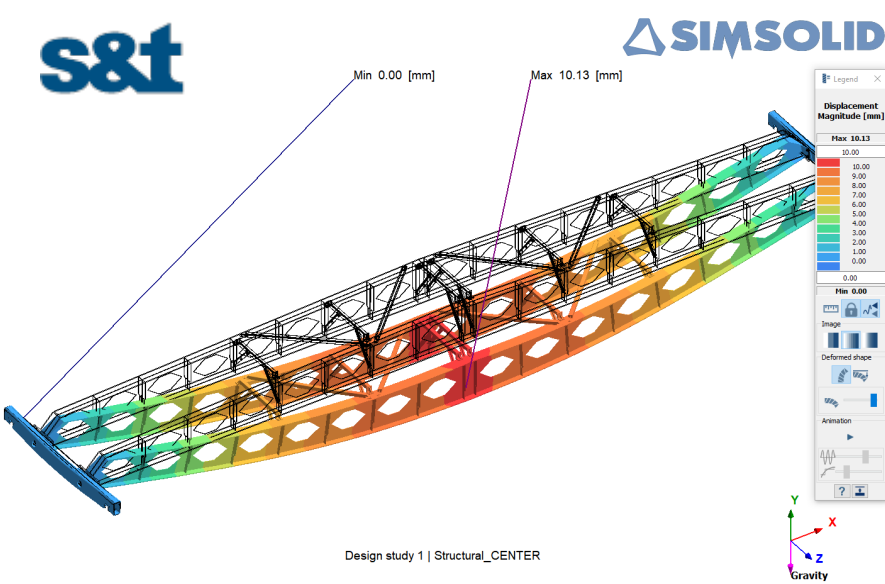




Analízis II.

Gyors analízis: SIMSOLID

- Sajátfrekvenciák
- Dinamikus hatások

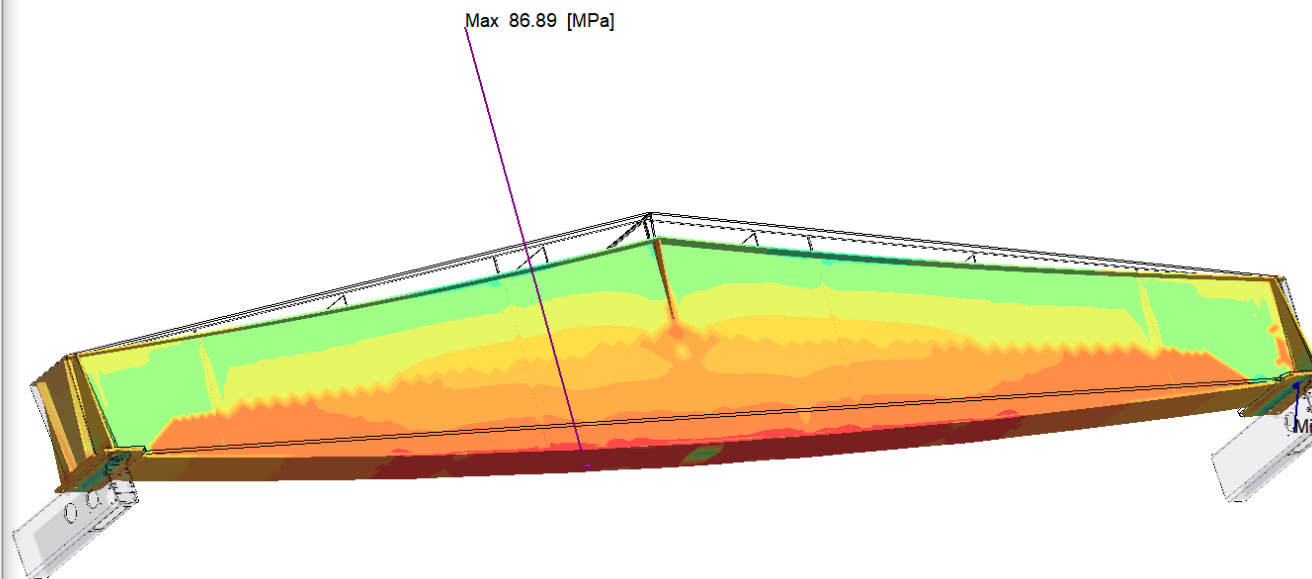
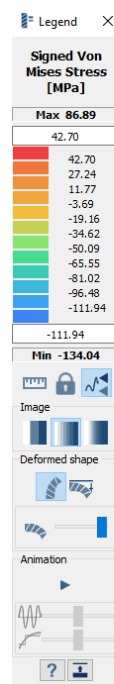
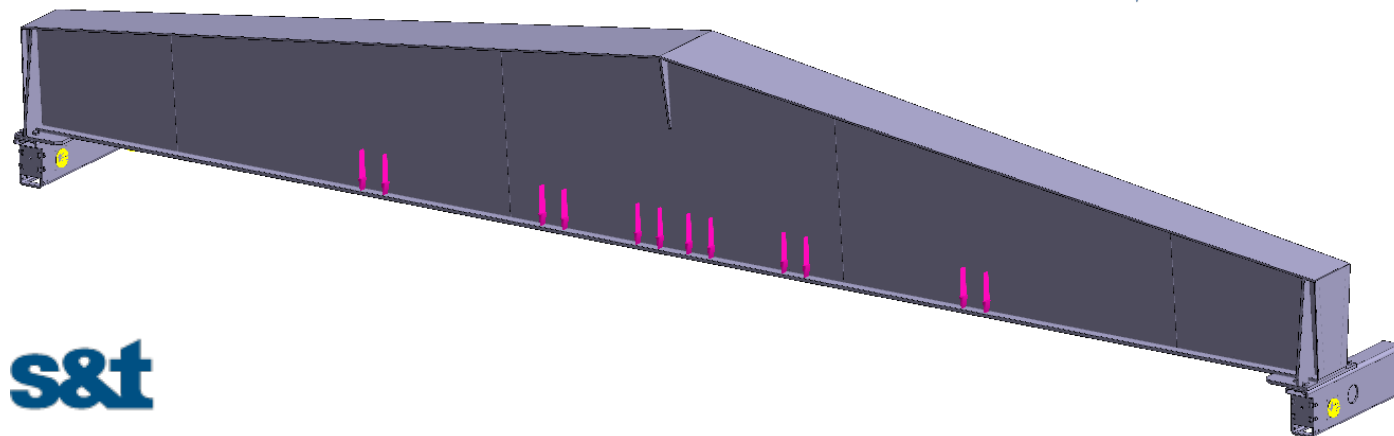




Analízis III.

Prototípus építés

- Gyors 3D modellalkotás
- Feszültség elemzés
- Alakváltozás ellenőrzés
- Statikus vizsgálatok

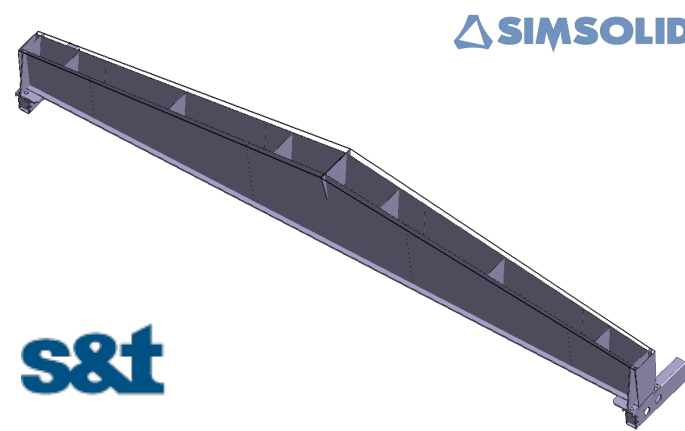




Analízis IV.

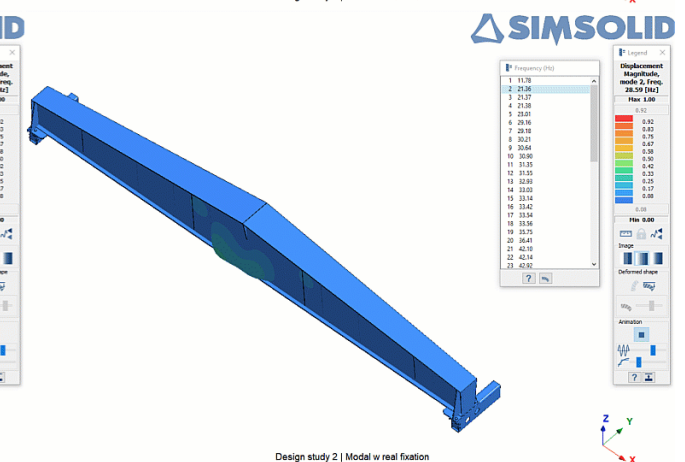
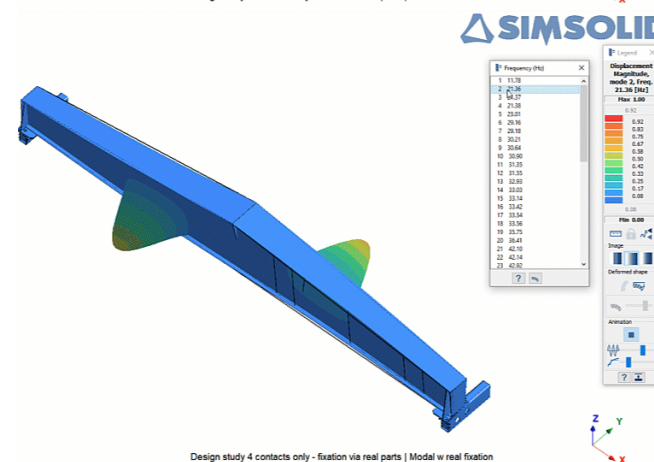
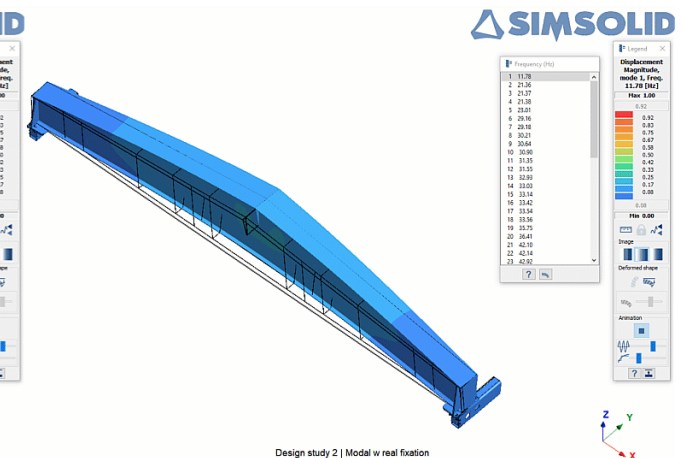
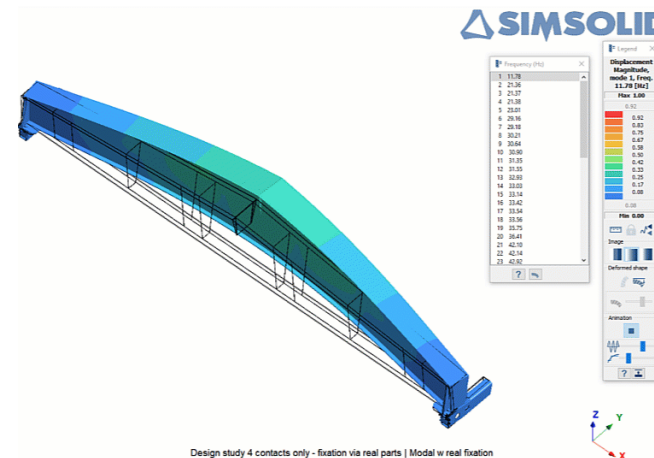
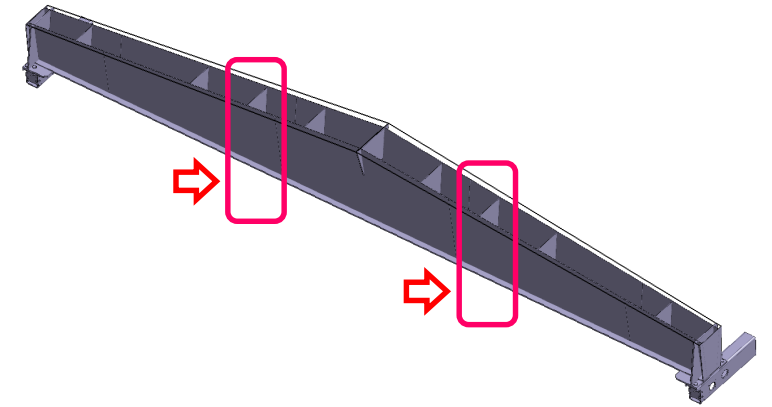
Gyors analízis

- Saját frekvencia elemzés
- Dinamikus vizsgálatok
- Szerkezet optimalizálás



s&t

SIMSOLID



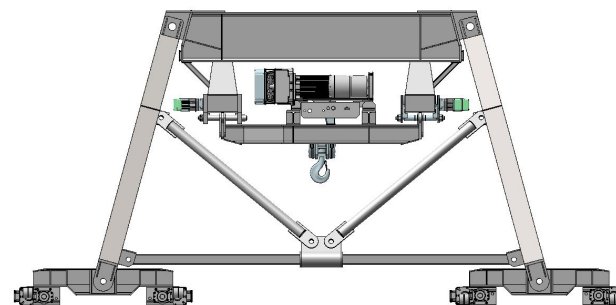
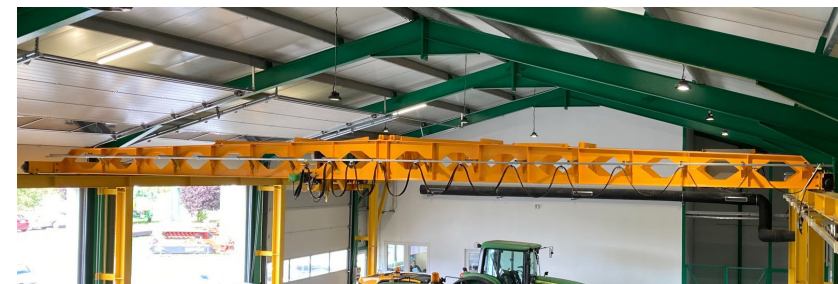
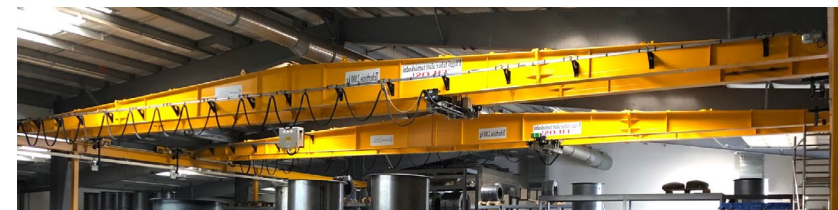
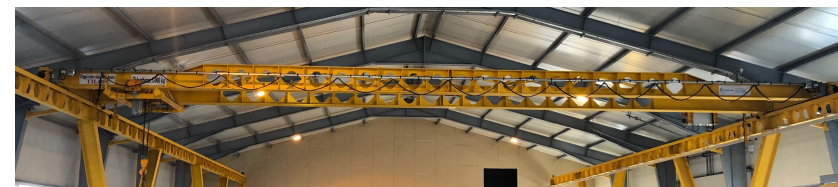


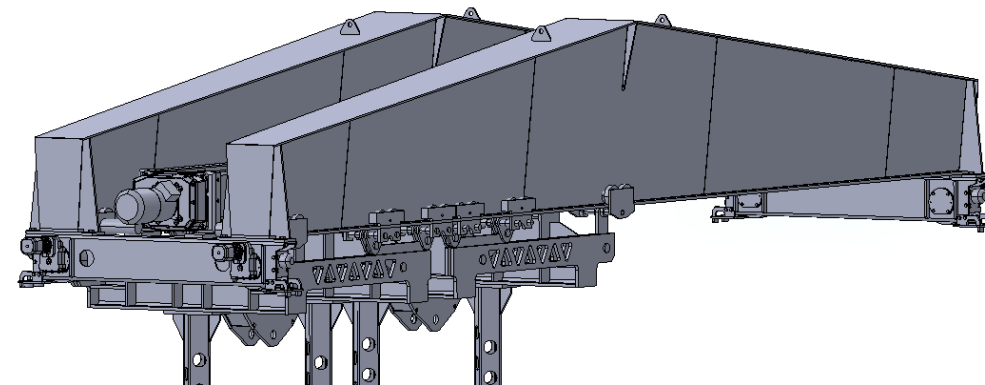
Darufőtartók I.

Fejlesztési irányok

- Lépcsős, cellás tartók
- Nem párhozamos övű tartók
- Nem párhuzamos övű, cellás tartók
- Hibrid HE-A&IPE tartók

Alsó öv folytonos a tartó hosszában

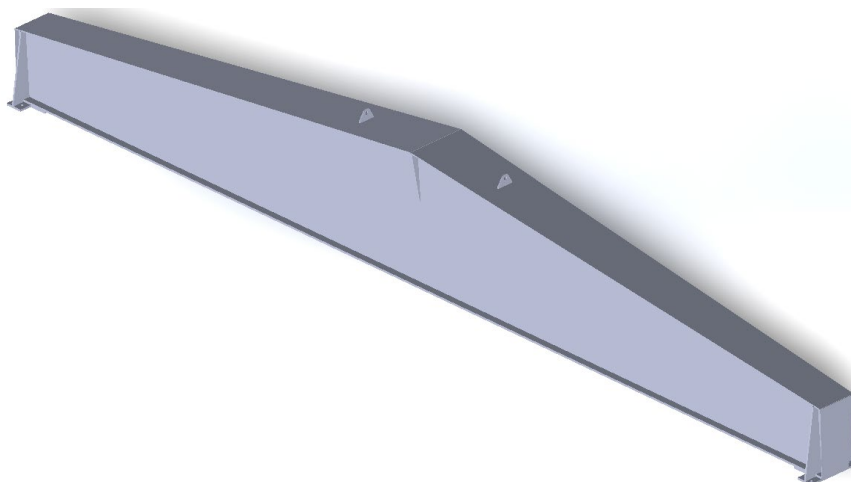
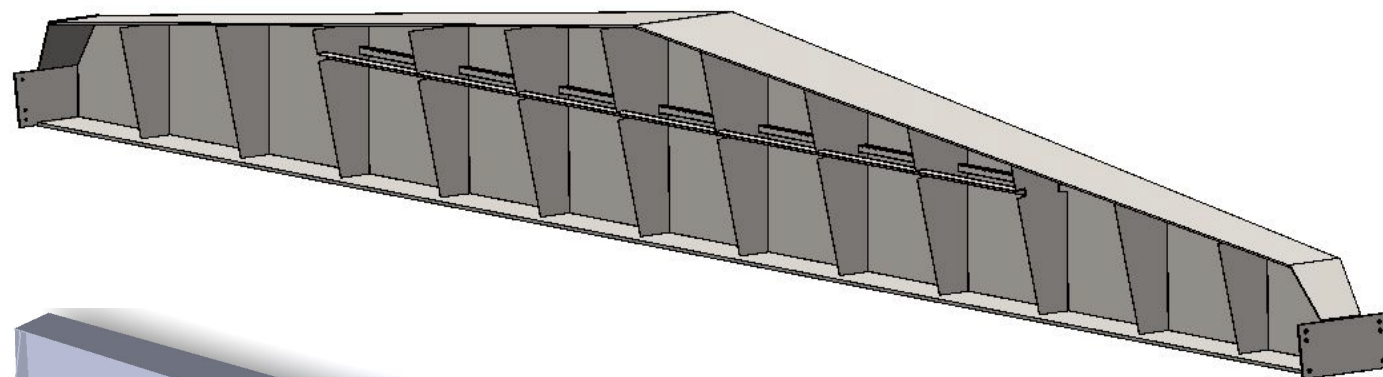




Darufőtartók II.

Lemezből hegesztett V-profilú tartó

- Állandó magasságú, felső öv változó lemezvastagsággal
- Változó magasságú és szélességű

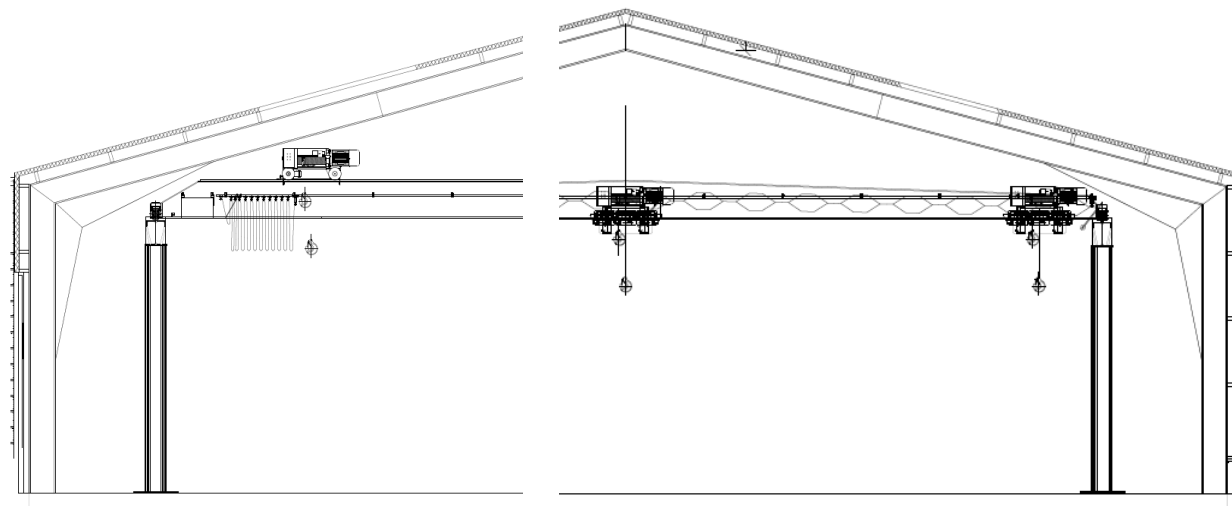




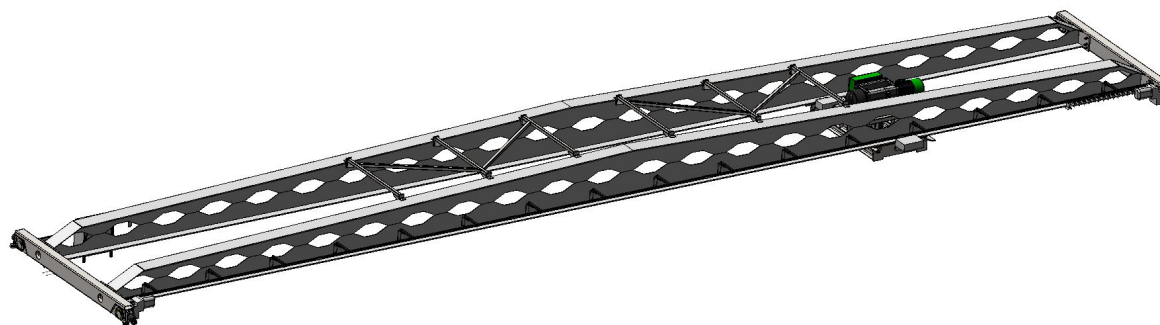
Csarnoki daruk ferde tető

Bedaruzott terület probléma

- Sátor tetőszerkezet
- Ferde tetőszerkezet
- Alacsony oldalmagasság
- Darupálya alsó sík kötött
- Darufőtartó alsó sík kötött



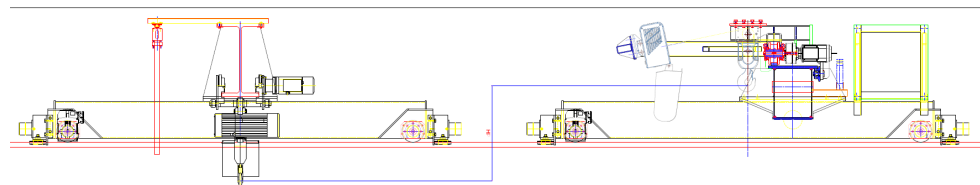
Megoldás: ZL-SL elrendezés



- Alacsony beépítési magasság
- Kis szélső horogállások
- Tartó alsó övén terhelő futóművek
- Szabad felső öv (rácsozat beépíthető)



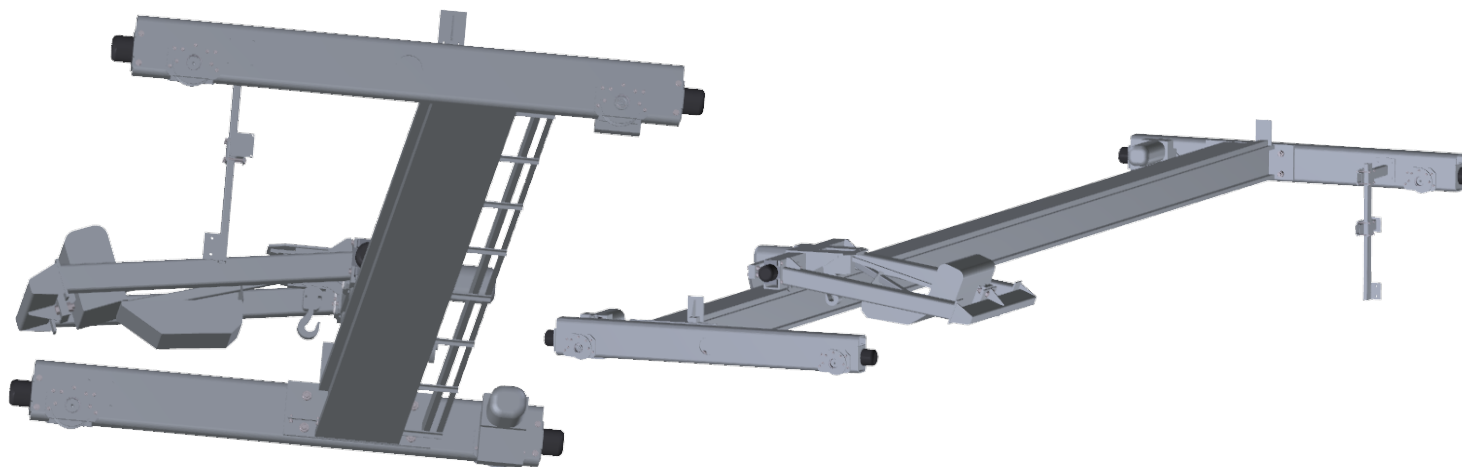
Csarnoki daruk vízszintes tető



Bedaruzott terület probléma

- Lapos tetőszerkezet
- Álmennyezet
- Max. emelési magasság
- Darupálya alsó sík kötött
- Darufőtartó alsó sík kötött

Megoldás: Oldalmacskás elrendezés

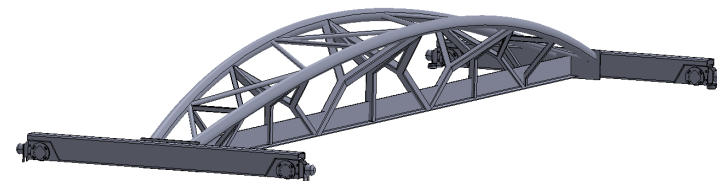
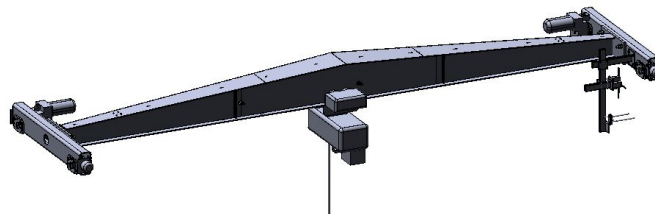
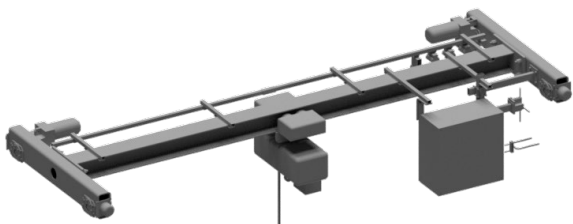


- Nagy emelési magasság
- Kis szélső horogállások
- Tartó felső övén fut
- Energialánc





EL-B 3,2t/13,4m egyfőtartós futódaru acélszerkezet variációk



Tömegcsökkentés

I.

- Hibrid tartók
- Lemez tartók
- Tervázás rács struktúra

HE-A 500
profil
egyenes

8,95 mm

2083 kg
(100%)

*:1,5m
(2%)

Lemez
V-profil
változó ker.

8,91 mm

1450 kg
(69,6%)

95m
(100%)

TFB-06G3
½ IPE500
térvázás

8,79mm

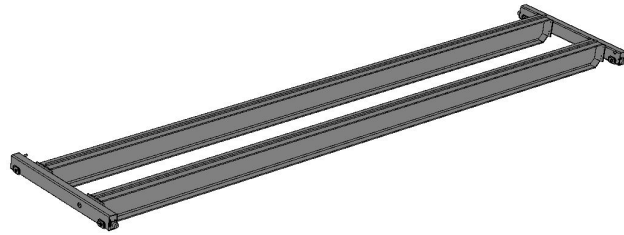
1013 kg
(48,6%)

25m
(26%)

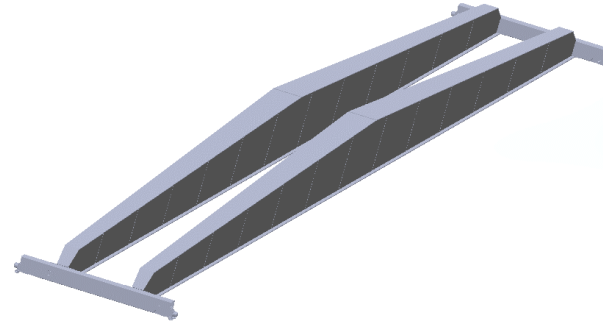
*: Hegesztési varrathossz



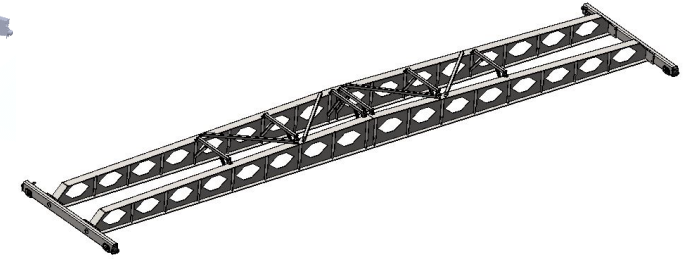
ZL-B-SL 10t/25m kétfőtartós futódaru acélszerkezet variációk



K56 lemez
hegesztett
egyenes



V-profil
hegesztett
változó ker.



HE-A 500 M5F14-M5.825
rácsozattal
változó ker.

Tömegcsökkentés II.

- V-profil, lemez
- Nem párhuzamos
övű tartók
- Cellás tartók

26,3 mm
10 960 kg
(100%)

26,0 mm
8 250kg
(75,3%)

27,1 mm
7770 kg
(70,9%)

*: 220m
(100%)

220m
(100%)

128m
(58 %)

*: Hegesztési varrathossz



Darupályák

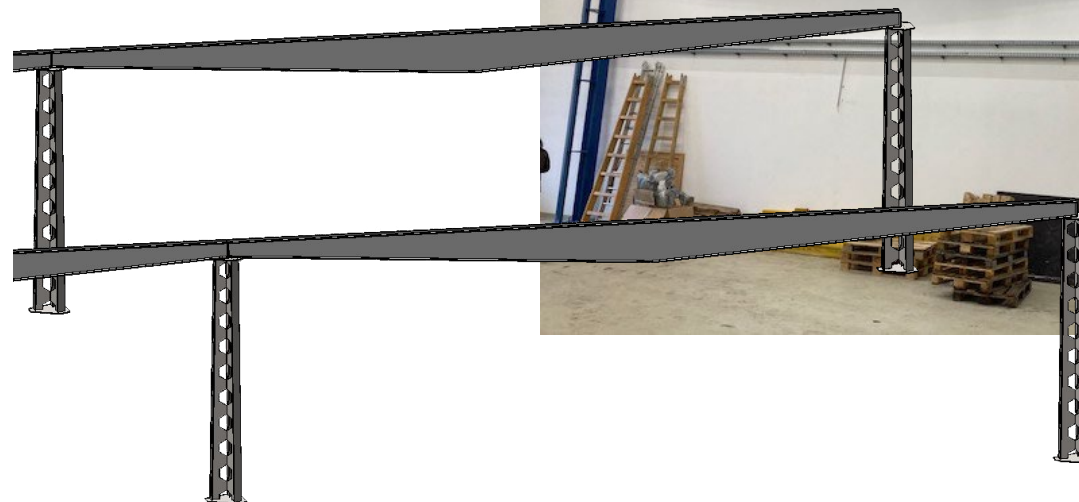
V-lábas darupályák, könnyített pályatartó



Egyenszilárdságú pályatartók, három övű oszlopok

Fejlesztési irányok

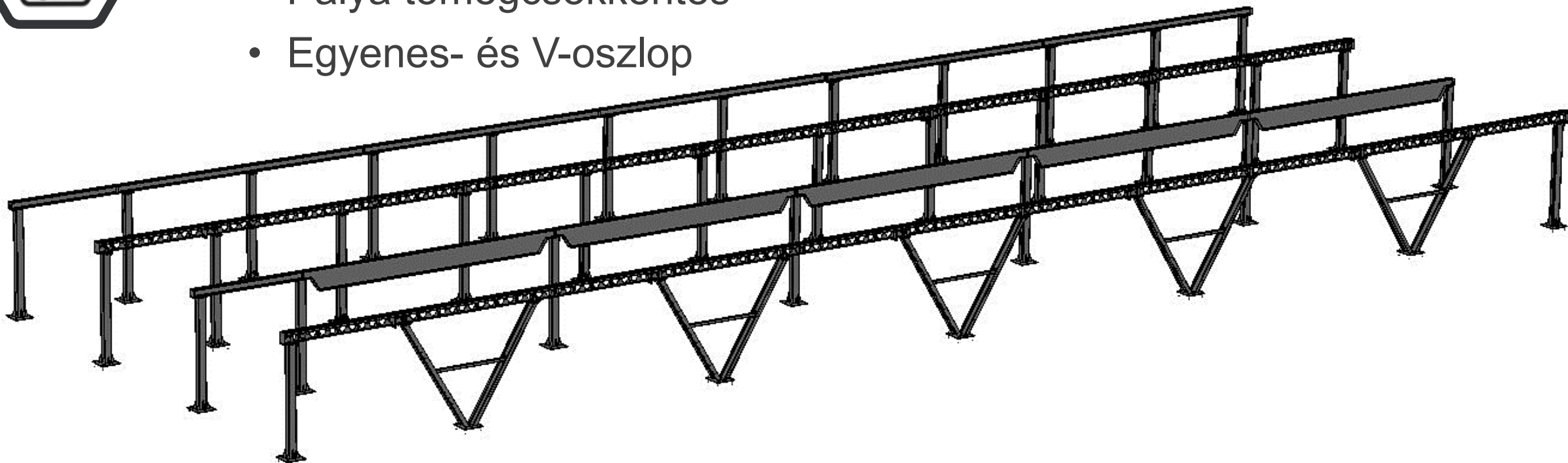
- Kevesebb betonalaptest
- Nagyobb alátámasztási távolságok
- Szakaszos merevítés
- Három övű oszlopok
- Alacsonyabb össztömeg





- Optimális oszloposztás
- Betonalap szám csökkentés
- Pálya tömegcsökkentés
- Egyenes- és V-oszlop

Optimum keresés



Kialakítás	I., verzió (hagyományos pálya)		II. verzió		III. verzió		IV., verzió (V-lábás pálya)	
Darupálya	130 m HE-A 320	12,7 t	130 m Cellás tartó	9,3 t	120 m HE-A 900	30,2 t	130 m Cellás tartó	9,3 t
					10 m HE-A 320	1,0 t		
Darusín	130 m 50x30 mm	1,5 t	130 m 50x30 mm	1,5 t	130 m 50x30 mm	1,5 t	130 m 50x30 mm	1,5 t
Oszlop	24 db I	13,9 t	24 db I	13,9 t	14 db I	8,1 t	10 db V és 4 db I	9,6t + 2,3 t
Acélszerkezet össz.		28,1 t		24,7 t		40,8 t		22,7 t
Betalapok össz.	24 db 2,4m ³	57,6 m ³	24 db 2,4m ³	57,6 m ³	14 db 2,4 m ³	33,6 m ³	14 db 2,4 m ³	33,6 m ³



Lánchíd kihívásai



- 400 m hossz, 4 m szintkülönbség, $2,1^\circ$ max. emelkedő, íves pályaszerkezet
- Két 2t-ás oldalsó pályára és egy középső 8t-ás pályára van szükség
- 200 mm dilatáció a híd hosszában, 100 mm keresztirányú mozgás
- Rögzítés csak a híd tartóján lehetséges, függesztő tartóktól max. 300 mm-re
- A híd hossztartó felső öve 20 mm ... 120 mm között változó vastagságú



Lánchíd kihívásai



- Nem lehet a hídhoz hegesztéssel csatlakozni, szegecs fejek nem sérülhetnek
- A híd tartóláncát 4 helyen keresztezni kell a pálya tartószerkezettel
- A híd tartólánca, a felújítás során függőlegesen is elmozdul több cm-t
- Az oldalsó 2000 kg teherbírású daruknak el kell érni a korlátelelemeket
- A középső 8000 kg teherbírású daruknak át kell férnie a pillérekben
- Pályalemez szélein futó elemeket is le kell tudni helyezni



Lánchíd kihívásai



- Kamionnal, rakodógépekkel át kell férti a középső daru alatt
- Meg kell tervezni a járdalemezek átadására szolgáló rendszert a híd közepén
- A 8t-ás bakdaruknak át kell mennie Pestről Budára
- Pesti és budai betáp külön alállomásról: „zsilipelni” kell a daruknak középen
- A hídon szemcseszórással tisztítják a tartó elemeket
- Megrendelés dátuma: 2021.04.08. Bakdaruk teherpróbája: 2021.07.19.



Rögzítés a hídhoz

- Vékony lemezeknél 4 csavaros
- Vastag lemezeknél 2 csavaros, köröm a lemez vastagságához igazítva
- Szegecs fejek között alátámasztó lemez
- Max 300 mm-re a függesztő tartóktól





Lánc keresztezés alul





Bakdaru pálya

- 400 m hosszú, összefüggő pálya
- Összefűzött, konzolos pályatartók
- 14m-enként dilatáció
- Íves pályatartó kivitel
- Alátétezés nélküli illeszkedés
- Állítható keresztirányú helyzet





Függődaru pálya



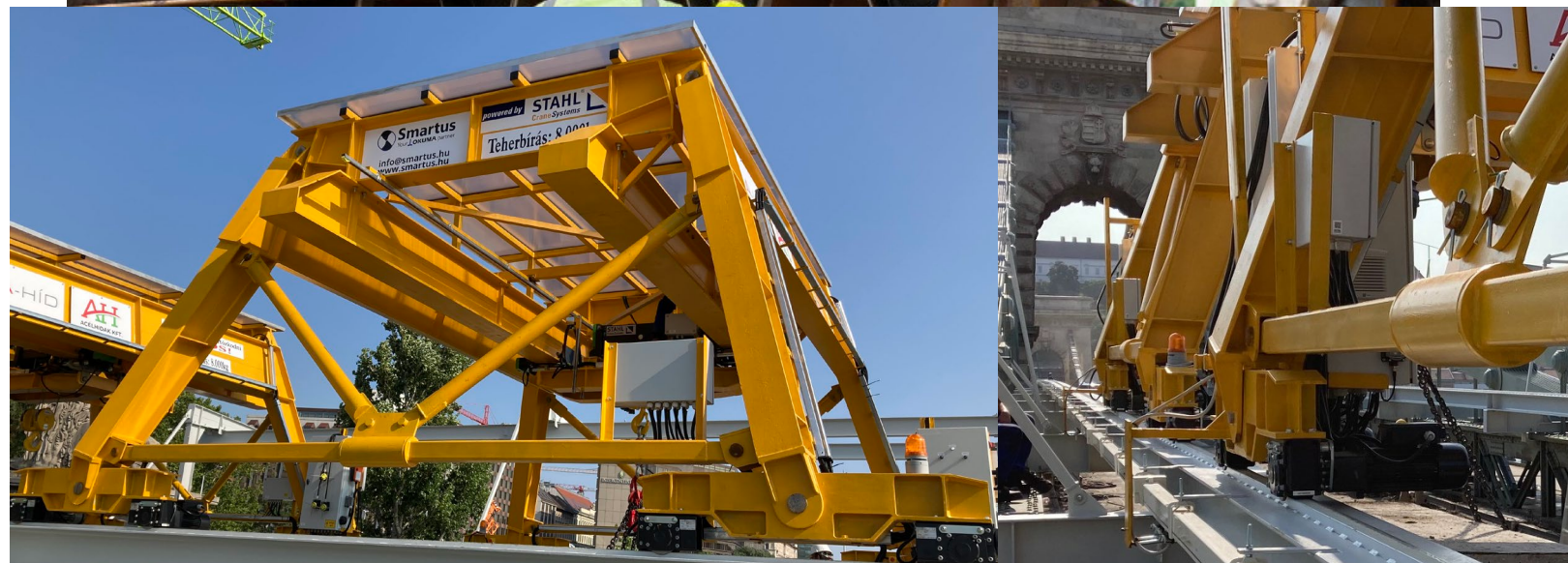
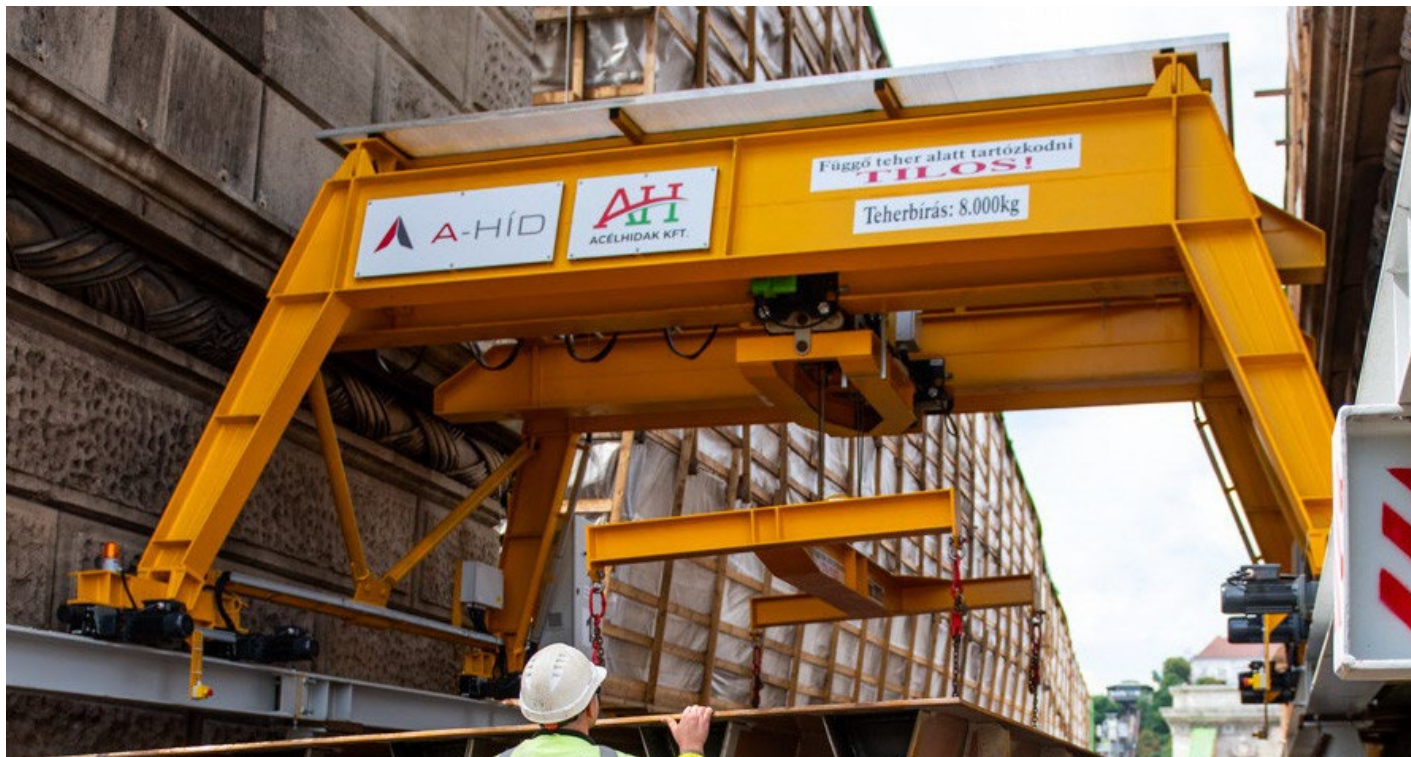
- 200 m hosszú pálya egyben
- Gerincnél összefűzött pályatartók
- 7m-enként dilatáció, láncszerű kialakítás
- Íves pályatartó kivitel
- Egyenszilárdságú konzolok
- Kiváltások a lánc keresztezéseknél
- Átlós merevítés pályaszakasz végeken





8t-ás bakdaru

- Pillérhez igazított méretek
- Hibrid HE-A & IPE főtartók
- Tervázás merevítés
- Speciális oldalkeret
- Helytakarékos himba
- Tetővel fedett
- 8 kerekes kialakítás
- Hajtott/fékezett kerekek
- Tokozott áramellátás





8t-ás futómacska

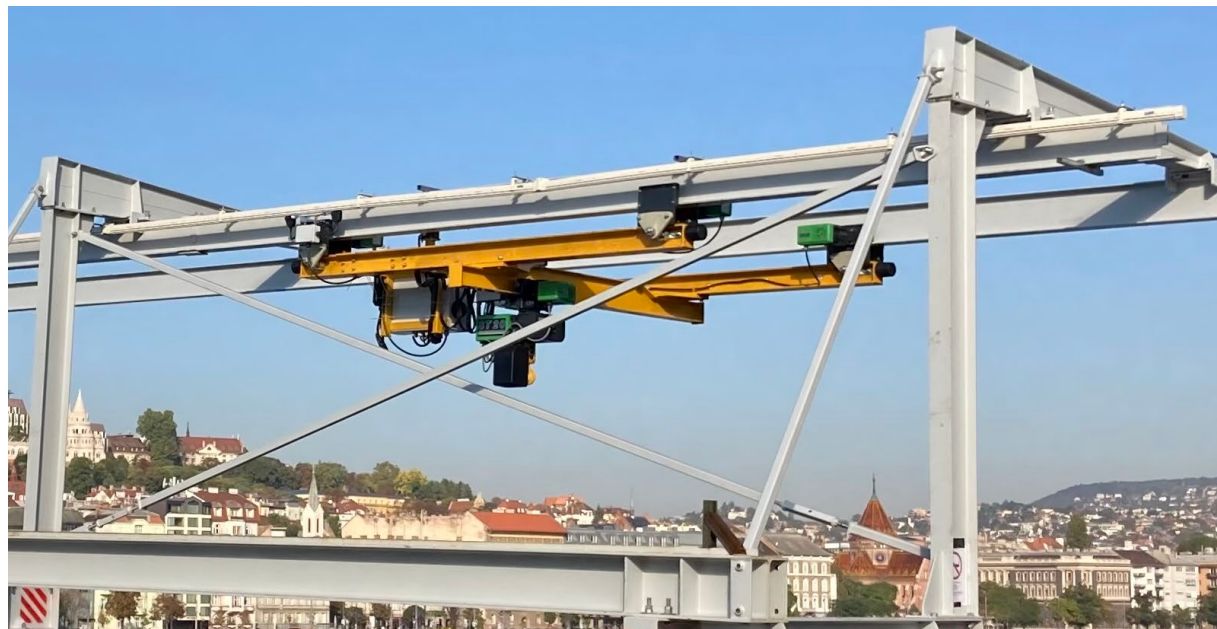
- Robosztus acél váz
- Alacsony magasság
- Kereszt emelőmű
- STAHL SH, 4/1 kötélvezetés
- Kis szélső horoghelyzet
- Ingás felfüggesztés
- Alumínium kopólécek
- Belső C-sínes betáp
- Polikarbonát tető





2t-ás függődaru

- Lépcsős, konzolos főtartó
- 2,8m hosszú STAHL keréktám
- STAHL ST emelőmű
- Kedvező szélső állások
- Rádiós távvezérlés
- 16 kerekes kialakítás
- Hajtott/fékezett futóművek
- Tokozott áramellátás
- Helytakarékos himba





Átadó szerkezet

- Pályatartóra aluról rögzíthető
- Kivehető pályaszakasszal
- 2t-ás átadó kocsival
- Kereszttartók közé szerelt külső pályaelemek





Vizsgálatok

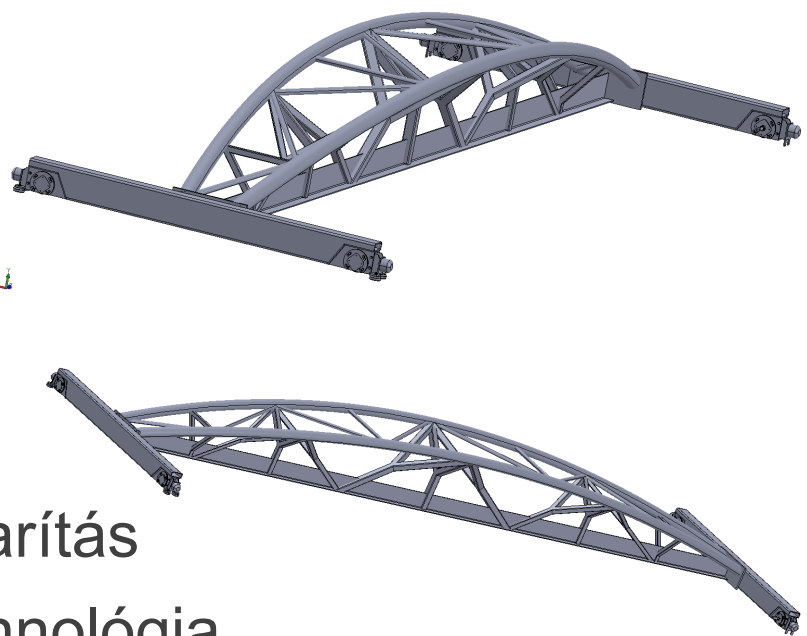
- Fővizsgálat, teherpróba felszereléskor (6 db daru)
- Pálya geometria folyamatos ellenőrzése (1200 m pálya)
- Vész-STOP gombok sérülései
- Függesztett daruk folyamatos áthelyezése, üzembe helyezése
- Pályaszakaszok építése, bontása
- Betáp szakaszok módosítása
- ÉV mérések minden módosítást követően



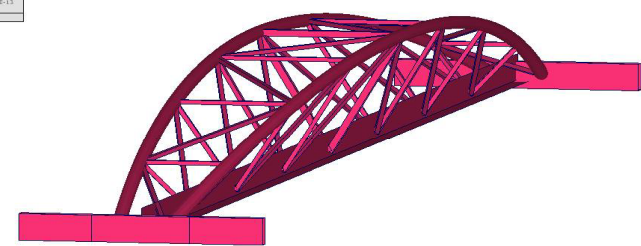


Következő lépcsőfok

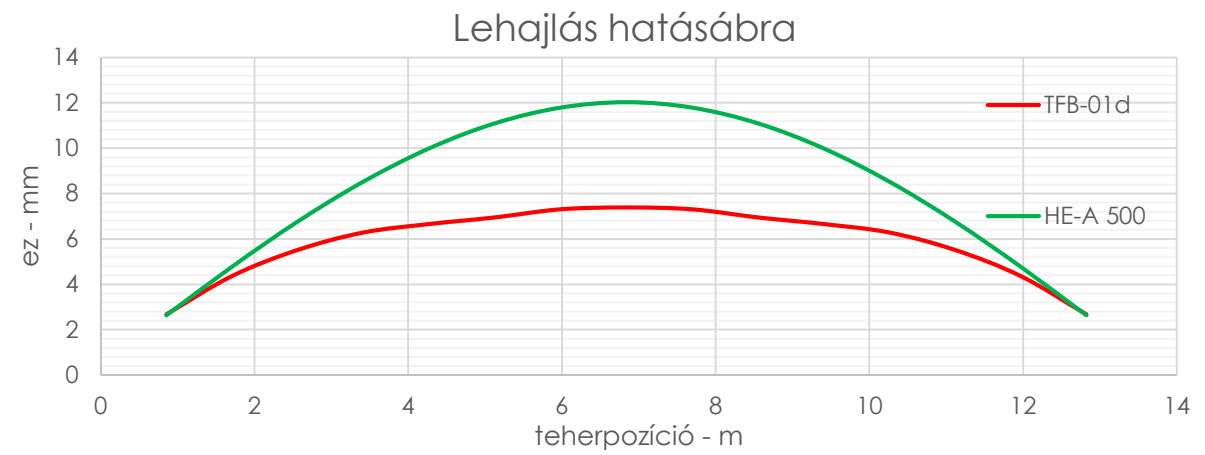
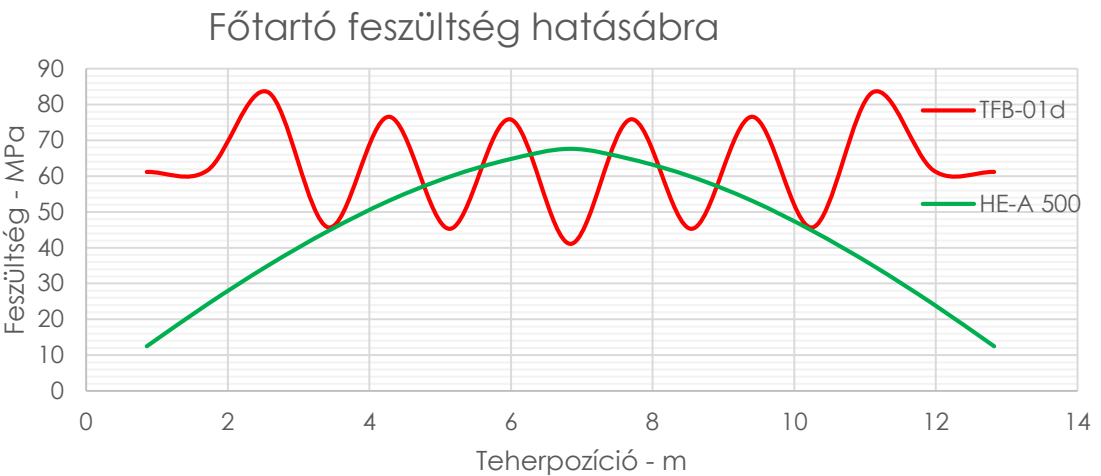
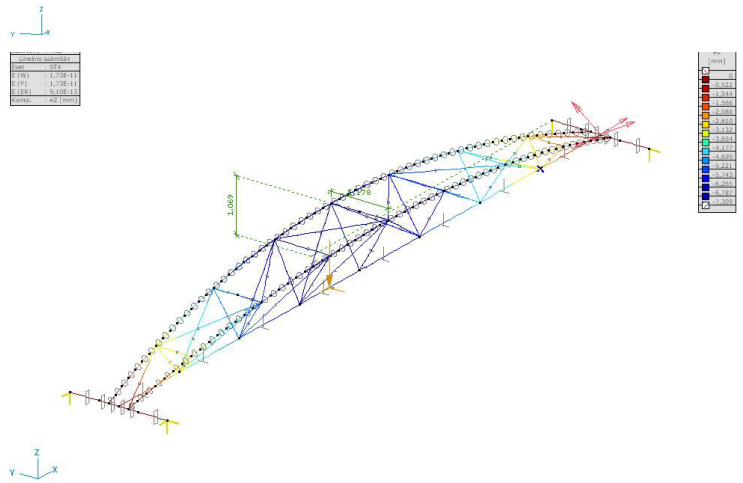
- Tervázas rácsszerkezetek
- 50% feletti tömeg megtakarítás
- Hagyományos gyártástechnológia
- Alacsony energia felhasználás



Model	TFB-01d
Unit	mm
Mass	1.750 kg
Volume	0.001 m³
Surface	0.001 m²
Material	Steel



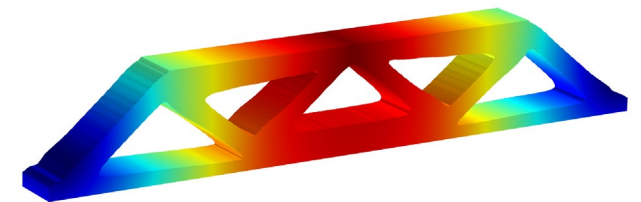
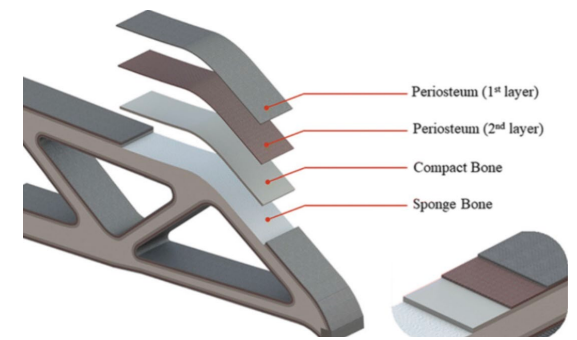
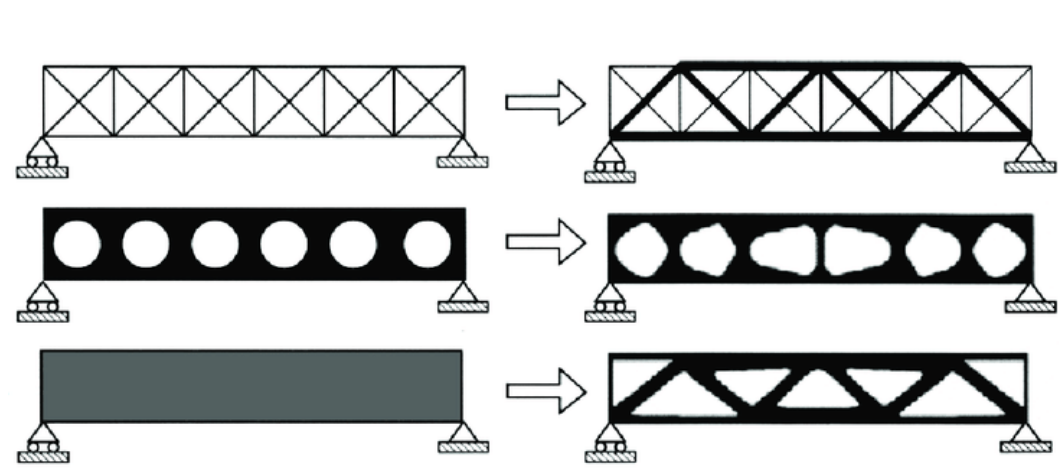
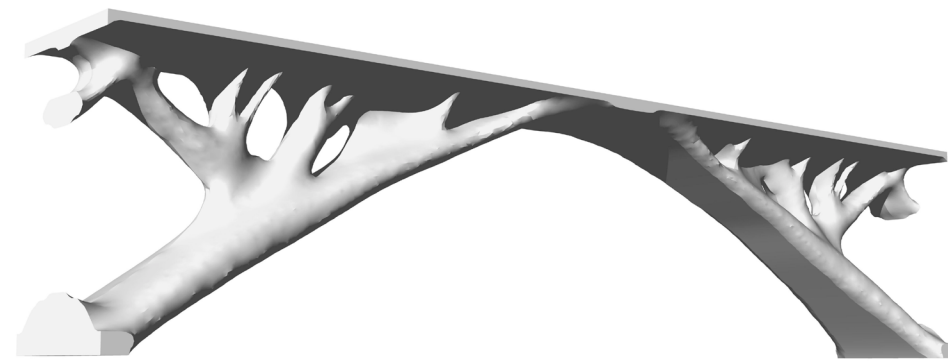
Model	TFB-01d
Unit	mm
Mass	1.750 kg
Volume	0.001 m³
Surface	0.001 m²
Material	Steel





Fejlesztési irány

- Topológiai optimalizáció
- 3D fémnyomtatás
- 70% feletti megtakarítás
- Kompozit szerkezetek



A kezdeti állapotot jelentő, kör alakú ablakokkal készített, párhuzamos övű, cellás tartókialakítás



Topológiai optimalizálás eredményeként kapott, minimális tömegű tartókialakítás





Smartus Zrt.

Lifting and Crane Systems

www.smartus.hu | zoltan.csaba@smartus.hu

