

## ANYAGMOZGATÓ FELRAKÓGÉP TERVEZÉSI LÉPÉSEI

**Vitális Csaba**

gépészmérnök hallgató, e-mail: [v431102@gmail.com](mailto:v431102@gmail.com)

**Szabó Zoltán**

gépészmérnök hallgató, e-mail: [zoltan1201@gmail.com](mailto:zoltan1201@gmail.com)

**Hajdu Sándor**

főiskolai adjunktus, e-mail: [hajdusandor@eng.unideb.hu](mailto:hajdusandor@eng.unideb.hu)  
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék  
4028, Debrecen, Ótemető u. 2-4.

**Kulcsár Béla**

Dékan, e-mail: [kulcsar-bela@eagt.bme.hu](mailto:kulcsar-bela@eagt.bme.hu)  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar, Építőgépek,  
Anyagmozgatógépek és Üzemi Logisztika Tanszék  
1111, Budapest, Bertalan Lajos u. 7-9.

### **Összefoglalás**

Elsődleges célunk, egy, a felrakógépek számítógéppel segített méretezésére szolgáló eljárás kidolgozása volt. Ez lehetővé teszi a változtatható bemenő paraméterek hatásának elemzését egy új szerkezet tervezése során, vagy egy már meglévő szerkezet ellenőrzésénél; választott munkakörnyezet: MathCAD. előnyei közé tartozik a képletszerű adatbevitel, azonnali számítás végzése és dokumentáció készítés.

**Kulcsszavak:** Magasraktári felrakógép, acélszerkezetek terhei, tervezési lépések.

### **Abstract**

Our primary goal is developing a procedure of the lifters computer aided sizing. It allows the analysis of the impact of variable input parameters when designing a new structure or when checking an existing structure; chosen working environment: MathCAD. It's benefits including input formula, immediate calculation and documenting.

**Keywords:** Storage and retrieval machine, loads on steel structures, planning steps.

## 1. Bevezetés

Az 1980-as évek elején a logisztikában kialakuló integráció hatására Nyugat-Európában a jobb raktározás, gyorsabb rendelkezésre állás, a kisebb helyigényre való törekvés és a nagymennyiségű áruk gazdaságos tárolásának érdekében magasraktárakat hoztak létre.

Ezen raktárakban az anyagok állványrendszerekbe való be; ill. kitérítését gyors mozgású, általában teljesen automatizált felrakógépek végzik. Fontos megemlíteni, hogy maga az állvány rendszer az épület vázszerkezeti is egyben.

A magasraktárak létesítése elsősorban a következő körülmények, ill. feltételek megléte esetén mérlegelhető, ha a raktár magas szervezetségi színvonalú termelési folyamatrendszert, ill. térbeli elosztási rendszert szolgál ki. A tárolandó árukészlet homogén egységakományokba összefogható áruféleségekből áll. A tárolandó áruféleségek száma nagy, az egy cikkelemből tárolandó készletmennyiség viszonylag kicsi. Nagy áruforgalom esetén vagy a raktár létesítésére rendelkezésre álló terület kicsi.

### 1.1. Felhasználási terület

Szeretnénk egy gyakorlati példán bemutatni, hogy igen széles és eltérő felhasználási területeken alkalmazzák a magasraktárakat. Az alábbi példákon kívül még használják a gyógyszeriparban, a vegyiparban, a bank szférában, a bútór és autógyártásban is, stb.



*1. ábra Wagner Tiefkühlprodukte GmbH mélyhűtött magasraktára*

## **2. Felrakógépek**

A raktári felrakógép definíciója (FEM 9.101 szerint): olyan haladó és emelőmű, amely raktári állvány kézi vagy gépi kiszolgálására alkalmas, a be-; ill. kitárolási folyamat teherfelvevő szerkezet vagy kiszolgáló személy segítségével történik.

A magasraktárakban az anyagok állványrendszerekbe való be-, illetve kitárolását gyors mozgású, általában teljesen automatizált felrakógépek végzik, amelyek emelési magassága esetenként elérheti az 50 m-t, az emelt teher tömege pedig az 5000 kg-ot.

A vizsgált raktári berendezést elsősorban Tölünk nyugatra, német ajkú területeken gyártják és alkalmazzák. Korábban hazánkban is jelentős volt a felrakógép tervezés és gyártás, például a budapesti székhelyű Intranszmas cégnél, de rendeltetésszerűen használták itthoni vállalatok is, mint például a ma is aktív Vegyterv, vagy a Hajdu háztartási gépek gyártásával foglalkozó cégek.

### **2.1. Acélszerkezet**

A felrakógép acélszerkezete két alapvető részből áll, az oszlopból és a kerékszekrényből.

Az oszlop általában szekrényes, ritkább esetben rácsos szerkezetű és elsődleges feladata az emelt terhekből származó igénybevételek felvétele és az emelőkocsi megvezetése. Magasságára tekintettel több szekcióból szokás elkészíteni, ez költséghatékonyabb eljárást eredményez.

A szerkezet haladó mozgásáért fellelős szerkezeti elem a kerékszekrény, csatlakozási pontjainál adódik át a terhelés az oszlopról a kerékszekrényre és onnan a sínekre. A kerékszekrény sínen való futását egy hajtott, ill. egy szabadonfutó kerék biztosítja, az egész gép megvezetését vezető görgők végzik. Szerkezeti kapcsolatuk általában csavar, ill. hegesztett kötés.

### **2.2. Konstruktív kialakítás**

A 2. ábrán az MLOG cég által tervezett és épített felrakógépek láthatók.

Az MLOG katalógusában a különböző típusok kialakulásának okai a következőkre vezethetők vissza:

- nem minden helyen alakult ki igazából magasraktárnak nevezhető tároló létesítmény, több helyen a raktárak belmagassága a 10 m-t sem éri el (középmagas, 6-10 m-es belmagasság),
- így a cég a felhasználói igényeket rugalmasan megközelítve, közepes belmagasságú raktárakba is kínál berendezést,
- továbbá 1, illetve 2 oszlopos felrakógép a fő profil.

Az oszlopszámok különbözősége az emelhető tömegre vezethető vissza, a 2 oszlopos nagyobb tömeget emelhet, a szerkezet nagyobb stabilitással rendelkezik.



2. ábra Az MLOG cég által gyártott felrakógépek

### 3. Programtervezési lépések

Elsődleges feladatunk a bemenő paraméterek és követelmények meghatározása volt, mint például a sebességek és gyorsulások, a geometriai adatok, stb.

Ezt követően a témában íródott szabványok feldolgozása következett, itt fontos megemlítenünk, hogy a F.E.M 9.311 (FEM – „Európai Anyagmozgatási Egyesülés”) szabvány kifejezetten a felrakógépek acélszerkezetének méretezésével foglalkozik, a további szabványokat az előre meghatározott ellenőrzések és vizsgálatok elvégzése érdekében használtuk fel.

Számítási eljárásunk tervezésének legfontosabb lépései:

- terhek és a belőlük származó igénybevételek meghatározása,
- ezekből származó feszültségek számítása a veszélyes keresztmetszeti pontokban, ill. ezek ellenőrzése,
- egyéb vizsgálatok (kihajlás, horpadás, kifáradás, alakváltozások) elvégzése,
- számítási eljárás helyes működésének ellenőrzése végeelem módszer segítségével.

### 4. Figyelembe veendő terhek a F.E.M. 9.311 alapján

- Főterhelés:
  - Sajáttömegek (oszlop, kerékszekrény, stb.)
  - Emelt terhek (hasznos teher, emelőkocsi, stb.)

- Függőleges és vízszintes tehetetlenségi erők
- További terhelés:
  - Ferde futás miatt kialakuló erők
  - Terhek járdákon, lépcsőkön és korlátokon
- Speciális terhelés:
  - Ütköző erők
  - Teherpróba
  - Zuhanásgátló fogószerkezet működésbe lépése

## 5. Felhasznált képlet

Az alábbi, egyszerűsített képlet a főterhelésből származó feszültség számítási képletét mutatja be. A MathCAD már említett előnyét tükrözik, a képletszerűen bevitethető változók.

$$\sigma_{z1} = \frac{-M'_{hz1} \cdot \psi + M'_{hzd} \cdot \varphi - M''_{hz1} \cdot S_w - M''_{hzd} \cdot S_w}{I_{z1}} \cdot e_{xA} + \frac{-N'_{y1} \cdot \psi + N'_{y1d} \cdot \varphi}{A_1} \quad (1)$$

ahol:

- $\sigma_{z1}$  – az egyes terhelési esetekben vizsgált feszültség érték;
- $\psi$  – az emelt terhek tényezője;
- $\varphi$  – a sajáttömegek tényezője;
- $S_w$  – a dinamikus tényező;
- $M_{hz1}$  – az emelt terhek hatására keletkező hajlító nyomaték (ugyan így a sajáttömegekre);
- $N_{y1}$  – az emelt terhek hatására keletkező normál igénybevétel (ugyan így a sajáttömegekre).

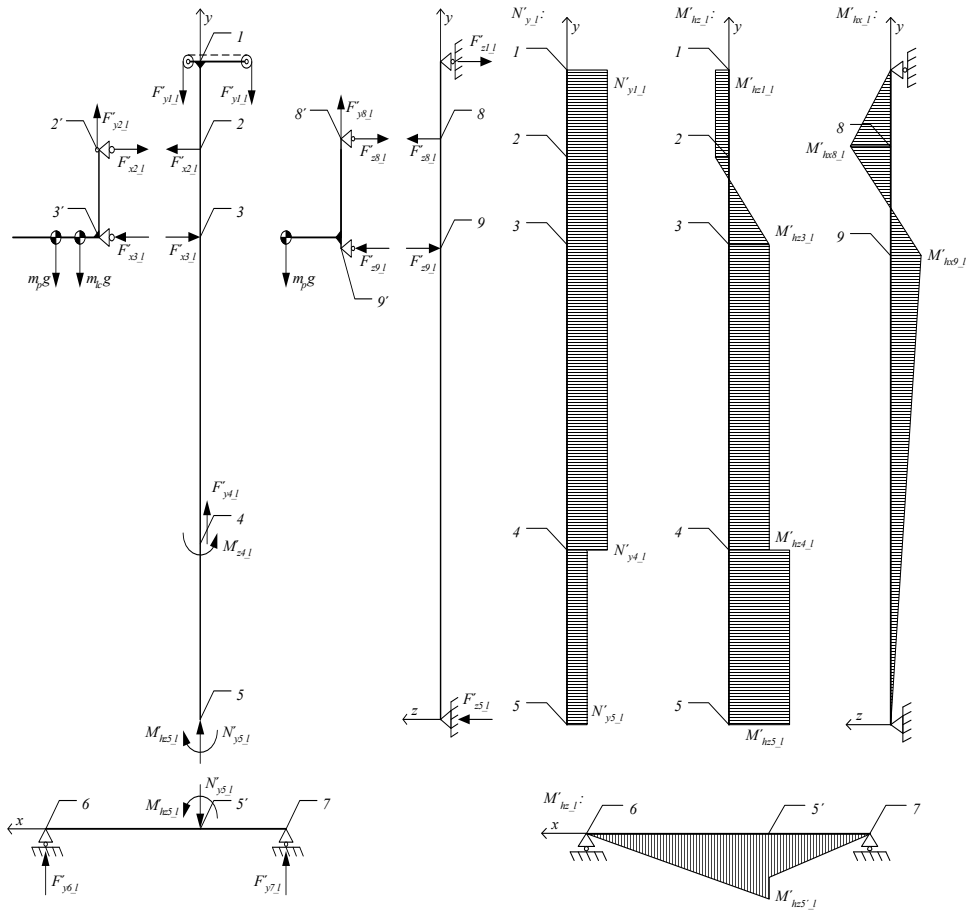
## 6. Igénybevételi ábrák

Első lépésben a szerkezetünk statikai modelljét kellett megterveznünk és elkészítenünk.

A terhelések meghatározása után felrajzoltuk a különböző esetekre az igénybevételi ábrákat Mindegyik terhelési esetet (lásd.: 3.1-es fejezet) a szabványban közöltek szerint külön-külön biztonsági tényezőkkel kell figyelembe vennünk.

### 6.1. Erőhatások és igénybevételek az emelt terhek súlyának hatására

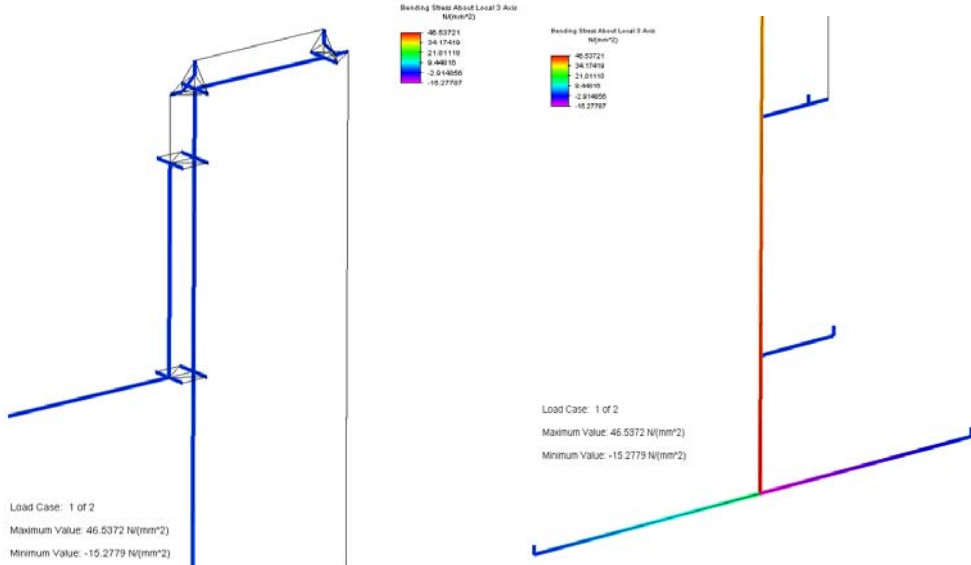
A 3. ábrán látható esetről az emelt terhek súlyának hatását vizsgáltuk, ez a főterhelés részét képezi, megfigyelhető, hogy az oszlop alsó szekciója szenved a legnagyobb igénybevételt, a későbbi vizsgálatok tárgyát ez a keresztmetszet fogja képezni, például a feszültségek meghatározásánál.



3. ábra Az erőhatások és igénybevételek az emelt terhek súlyának hatására

## 7. Eredményeink ellenőrzése

A számítási eljárásunk eredményeinek helyességét végeelem módszer segítségével ellenőriztük.



4. ábra Az oszlop felső és alsó szekciójában keletkező feszültség

### 7.1. Eredményeink összehasonlítása a saját fejlesztésű szoftverrel

A számítógépes programunk által szolgáltatott eredmények és a végeelem-futtatások eredményeinek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy ezek jó közelítéssel megegyeznek.

Tehát végeredményben kijelenthetjük, hogy az általunk meghatározott elhanyagolásokat is figyelembe véve a megvalósított méretező program kielégítő eredménnyel használható.

## 8. Összefoglalás

Munkánkban bemutattunk egy, a felrakógépek számítógéppel segített méretezésére szolgáló eljárást.

A létrehozott módszer segítségével lehetővé vált a tervezési paraméterek hatásának elemzése egy új szerkezet tervezése során, vagy egy már meglévő szerkezet ellenőrzésénél.

Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az eljárásunk segítségével tervezett szerkezet megfelelne a valóságos környezetben támasztott elvárásoknak.

## 9. Irodalomjegyzék

- [1.] FEM 9.311 – *Rules for the Design of Storage and Retrieval Machines – Structures*
- [2.] FEM 9.512 – *Rules for the Design of Storage and Retrieval Machines – Mechanisms*
- [3.] FEM 9.341 – *Rules for the Design of Series Lifting Equipment - Local Girder Stresses*
- [4.] FEM 9.511 – *Rules for the Design of Series Lifting Equipment- Classification of Mechanisms*
- [5.] FEM 9.661 – *Rules for the Design of Series Lifting Equipment - Dimensions and Design of Rope Reeving Components*
- [6.] FEM 9.683 – *Rules for the Design of Series Lifting Equipment - Selection of Lifting and Travel Motors*
- [7.] FEM 1.001 – *Rules for the Design of Hoisting Appliances*
- [8.] MSZ 15024/1 - *Építmények acélszerkezeteinek erőtani tervezése*
- [9.] Dr. Tóth L. J.: *Gépelemek I. Kötések és Kötőelemek / Tananyag Kiegészítő* – Debrecen. 2006
- [10.] Dr. Kása L. -, Dr. Meleghegyi Tibor -, Pécsi Ottó: *Emelőgépek Biztonságos Üzemeltetése* – Budapest. 2008
- [11.] Dr. Felföldi L.: *Anyagmozgatás kézikönyv* – Budapest 1975
- [12.] Dr. Prezendzki J.: *Logisztika* – Budapest 1995
- [13.] Dr. Nagy G.: *Logisztika* – Debrecen 2001