

# Bálarakodást segítő emelőszerkezet tervezése

## Design of a lifting structure for bale loading

*BESENYEI István<sup>1</sup>MSc géptervező hallgató, Dr. BIHARI Zoltán<sup>2</sup> egyetemi docens*

Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet,  
H-3515 Miskolc-Egyetemváros  
e-mail: <sup>1</sup>bogar1997@gmail.com, <sup>2</sup>zoltan.bihari@uni-miskolc.hu

### Abstract

*Baling is a technique commonly used in agriculture. Baling is the process of forming unit loads of mown fodder crops into round or cubic bales using a baler. These bales are stacked in a boiler room or a storage room to make better use of space. In this article, I will describe the design of a lifting machine that can be of great help to workers in the stacking of bale piles.*

**Keywords:** bale lifting, loading, construction design, agriculture

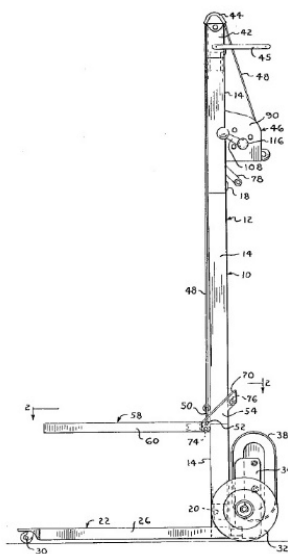
### Kivonat

*A bálázás a mezőgazdaságban egy előszeretettel alkalmazott eljárás. A bálázás során a lekaszált takarmánynövényekből bálázógép segítségével egységcsomagokat képeznek, amik lehetnek kör- illetve kockabálák. Ezeket a bálákat a jobb helykihasználás érdekében egymásra pakolva kazlakban vagy valamilyen tároló helyiségben tárolják. Ebben a cikkben egy olyan emelőgép tervezését fogom ismertetni, ami a kazalépítésben sok segítséget nyújthat a dolgozók számára.*

**Kulcsszavak:** bálaemelés, rakodás, konstrukciós tervezés, mezőgazdaság

## 1. Konceptcionális tervezés

A szerkezet tervezését először szabadalom- és piackutatással kezdtük, amely során megvizsgáltuk a különböző szabadalmakat és a piacon fellelhető termékeket az emelőgépek vagy az emelést segítő szerkezetek kategóriájában.



1. ábra. Emelő berendezés [1]



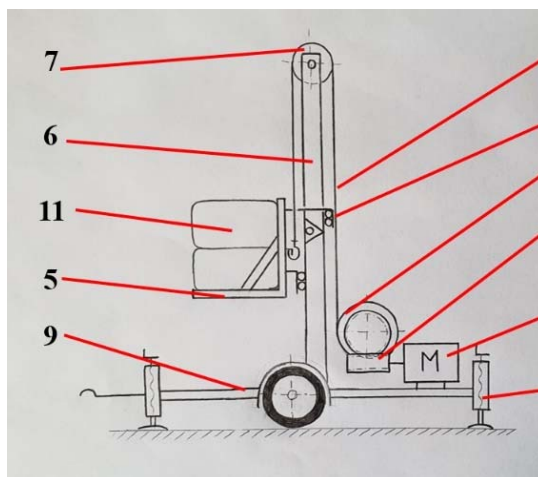
2. ábra. SKYJACK SJ6832 RTE elektromos ollós emelő [2]

Ebben a cikkben, a teljesség igénye nélkül, csak azokat a megoldásokat jelenítettük meg, amelyek a megvalósított változatot leginkább inspirálták (1. ábra, 2. ábra). Az összegyűjtött termékeket, szabadalmakat és egyéb ismereteket felhasználva megoldásváltozatokat dolgoztunk ki a szerkezet lehetséges kialakítására.

A kidolgozott négy variánszt egy önkényesen választott értékvizsgáló eljárással, a Condorcet-módszerrel hasonlítottuk össze. A módszer lényege, hogy a megoldásokat párba kell rendezni, majd az előre meghatározott szempontoknak megfelelően eldönteni, hogy a párokon belül melyik bizonyul kedvezőbb megoldásnak. A folyamat végén az eredményeket összesíteni kell. Az a változat kerül ki győztesen, amelyik a legtöbb alkalommal szerepel a táblázatban (3. ábra). A módszer eredményeképpen egy sorrend is kialakul az egyes variánsok között. Természetesen a legjobbnak tűnő megoldásváltozatot javasolt továbbvinni a konstrukciós tervezésbe.

	Kivitelezhetőség	Szállíthatóság	Egyszerűség	Üzemeltetés	Sokoldalúság	$\Sigma$	q
V <sub>1</sub> -V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	
V <sub>1</sub> -V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	3 V <sub>1</sub>	
V <sub>1</sub> -V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>4</sub>	2 V <sub>1</sub>	6 V <sub>1</sub>
V <sub>2</sub> -V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	4 V <sub>2</sub>	
V <sub>2</sub> -V <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	5 V <sub>2</sub>	
V <sub>2</sub> -V <sub>4</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	4 V <sub>2</sub>	13 V <sub>2</sub>
V <sub>3</sub> -V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	2 V <sub>3</sub>	
V <sub>3</sub> -V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	-	
V <sub>3</sub> -V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub>	3 V <sub>3</sub>
V <sub>4</sub> -V <sub>1</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>4</sub>	3 V <sub>4</sub>	
V <sub>4</sub> -V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>4</sub>	
V <sub>4</sub> -V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	4 V <sub>4</sub>	8 V <sub>4</sub>

3. ábra. Condorcet-módszer



4. ábra. V2 megoldásváltozat

## 2. Konstrukciós tervezés

A koncepcionális tervezés során kapott megoldásváltozat vázlatja alapján elkészült a szerkezet háromdimenziós modellje a SolidEdge tervező rendszerben. A bálaemelő fejlesztése során lehetőség szerint igyekeztünk szabványos, illetve kereskedelmi forgalomban megvásárolható elemeket alkalmazni. Ennek ellenére néhány esetben szükségessé vált egyedileg gyártott alkatrészek megtervezése is. Ezekről külön alkatrészrajzok készültek.

### 2.1. A modell ismertetése

Az elkészült emelőberendezést egy kéttengelyes utánfutó rakfelületére építettük fel, hogy a szerkezet szállítása könnyen megvalósítható legyen. A Magyarországon hatályos KRESZ szerint azonban a gépjárművel szállítható vontatvány magassága korlátozott (3 méter), így az előírások betartása érdekében egy összecukható szerkezet létrehozására volt szükség. Kihajtott állapotban az emelőgép közel 3,5 méter magasságú az utánfutó magasságával együtt.

A 6. ábrán jól látható, hogy a függőleges oszlop két részből áll, valamint a felső részt 180 fokban le-fel lehet hajtani. Mindkét pozícióban a rögzítésről is gondoskodni kell. Ehhez mind a nyitott, mind a bezárt állapotban alakzáró biztosítást alkalmaztunk.

Az előírások maradéktalan betartása érdekében a szállítás során a berendezést összezárt pozícióba kell hozni, míg a bálaemelés esetén a szerkezetet kinyitott állapotban lehet használni. A kinyitott bálaemelőt az 5. ábra, a lezárt állapotot pedig a 6. ábra mutatja.

A biztonságos üzemeltetés és szállítás előfeltétele, hogy a berendezéshez – mint minden emelő berendezés esetén – részletes gépkönyv készül, valamint szakképzett, és megfelelően betanított kezelő személyzet végzi a működtetést a balesetek elkerülése érdekében. A berendezés biztonságos működtetése érdekében előírható, hogy legalább két kezelő legyen az emelőgép közvetlen munkaterébe közelében. Az emelő kosár alatt tartózkodni, még az üzemben kívül helyezett emelő esetén is tilos és balesetveszélyes. A használat során a szerkezethez előírt egyéni biztonsági védőfelszerelés viselése kötelező.

A teheremelő berendezések esetén törvényi előírás továbbá a rendszeres felülvizsgálat, amelyet kizárólag az erre jogosult, szakképesítéssel rendelkező vállalkozás végezhet. Az üzemeltetés feltétele az erről készült jegyzőkönyv megléte.



5. ábra. Bálaemelő szerkezet kihajtott állapotban

A szerkezet vázát különböző keresztmetszetű zártszelvények összekapcsolásával alakítottuk ki, amelyek egyes esetekben hegesztett kötéssel kapcsolódnak, de előfordulnak különböző roncsolásmentes kötések is.

A szerkezet részét képezi egy emelőmechanizmus, amelynek szintén egy alapot készítettünk zártszelvényekből. Itt található egy kötél dob, amiről egy nagy teherbírású acélsodrony csévélhető le. Ez a sodrony a legfelső ponton átvetve, a végén található szemes horog segítségével kapcsolódik egy kosár hátoldalához, ami a villanymotor egyik, ill. másik irányba való forgása során függőlegesen képes fel és le mozogni.

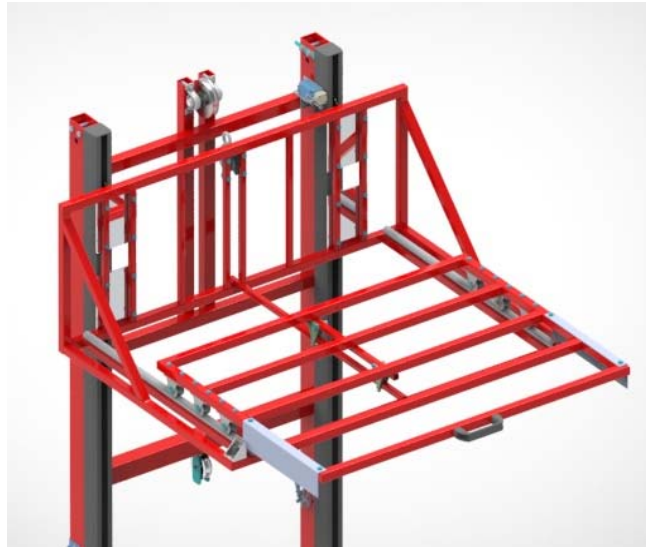


6. ábra. Bálaemelő szerkezet összecukott állapotban

A kazlakat a legtöbb esetben 3 vagy akár 4 méteres magasságokig szokták építeni. Ilyen magasságban akár veszélyes is lehet a kazal peremére kiállni, ezért a 7. ábrán látható kosár egy kihúzható kerettel rendelkezik. A keret segítségével a dolgozónak nem kell kiállnia a kazal szélére, hogy leemelje a bálákat, hanem a kazal fölé lehet húzni azt egy bizonyos távolsáig, és onnan kényelmesen – és ami ennél fontosabb – biztonságosan lehet a rakodást elvégezni.

A kosár függőleges megvezetését a hátoldalukon található úszókapu görgők végzik, amelyek a nekik megfelelő kialakítású C-profilokban képesek elmozdulni (7. ábra).

A legfelső ponton egy végálláskapcsoló található. Ha a kosár az emelés során elérné ezt a magasságot, akkor a kapcsoló megállítja ebben a pozícióban a villanymotort, illetve a hajtást, és ebből a helyzetből már csak lefele lehet mozgatni a kosarat.



7. ábra. Kosárszerkezet kihúzható kerettel [4]

Az utánfutó négy sarkára gömbcsuklós véggel rendelkező menetes szárok kerültek, a hozzájuk csatlakoztatható minimális szögbeállásra képes szintező lábakkal, hogy megnöveljük az utánfutó stabilitását az emelőszerkezet üzemeltetése során.

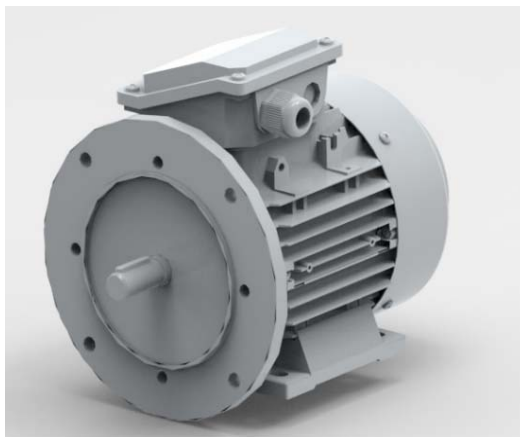


8. ábra. Állítható magasságú szintező láb [3]

### 2.2. Emelőmechanizmus tervezése

A szerkezet emelési idejének egy kb. 20 másodperces időt választottunk, ami alatt a bálákat az utánfutó felületéről a legfelső pontig juttatja el a szerkezet. A megvalósított megoldásváltozaton a berendezés részét képezi egy emelőmechanizmus, amely egy háromfázisú aszinkron villanymotorból (9. ábra), hajtóműből (10. ábra, 11. ábra), kötéldeből és acélsodronyból áll. Az emelési időt és a magasságot felhasználva kiszámítható,

hogy mekkora sebességgel emeli föl a bálákat a szerkezet, majd ez a sebesség fog megjelenni a kötődob kerületén is, amivel a villanymotor lecsévéli az acélsodronyt.

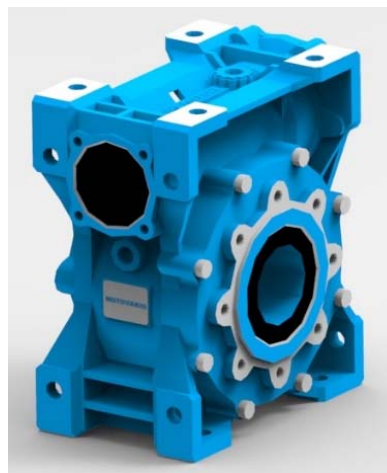


9. ábra. *Aszinkron villanymotor*

Egy adott átmérőjű kötődobot használva a kerületi sebességből meg lehet határozni a szögsebességet, illetve a fordulatszámot. Ez a fordulatszám, valamint a választott villanymotor fordulatszámának ismeretében definiálhatunk egy erre alkalmas nagy áttételű csigahajtást, pontosabban egy csiga-csigakerék párt.



10. ábra. *Csigahajtás [6]*



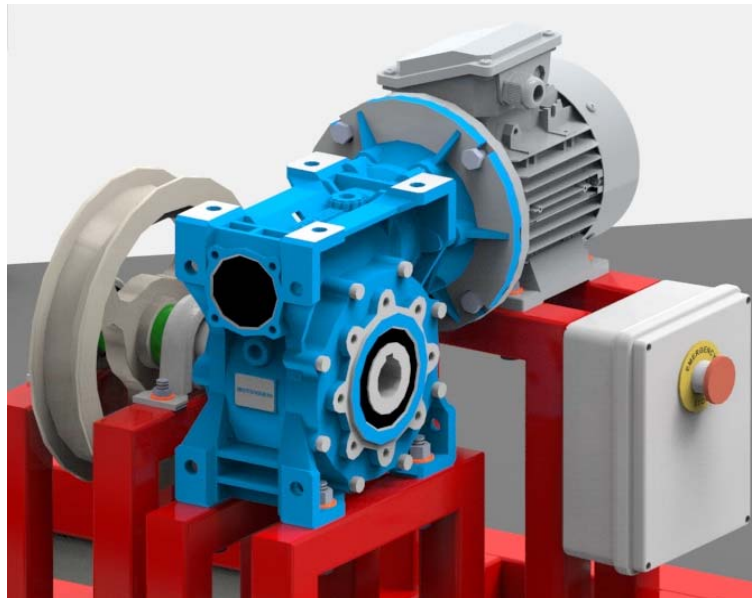
11. ábra. *Csigahajtómű*

Szilárdsági számítások során meghatároztuk a választott csigahajtás határfokát, a csiga és a csigakeréken fellépő axiális, ill. radiális erőket, valamint ellenőriztük a csiga tengelyét lehajlás szempontjából is. A radiális és axiális erők miatt ferde hatásvonalú golyóscsapágyakat javasolt beépíteni a hajtómű működtetésére [5].

Az emelőszerkezet várható költségeit egy egyedi tervezésű hajtómű nagyon megemelte volna, ezért kereskedelmi forgalomban kapható csigahajtóművek közül választottunk egy hasonló paraméterekkel rendelkező típust a korábban megtervezett csigahajtás helyett.

Az emelőszerkezetet a végállás kapcsolón kívül egy vészmegállító gombbal is kiegészült, hogy bármilyen üzemzavar esetén azonnal le lehessen állítani a szerkezetet. A vészstop gomb a különböző vezetékeknek és reléknek helyet biztosító elektronikai doboz felületére került, amely az emelő mechanizmushoz közel helyezkedik el.

A berendezés működtetése távvezérlővel történik, így az emelőgép annak közvetlen környezetében, tetszőleges helyről vezérelhető. A távvezérlő lehet egy önálló egység, vagy akár egy okostelefonon futó alkalmazás is.



12. ábra. Az emelőszerkezet emelőmechanizmusa

### 2.3. Ellenőrző vizsgálatok

A hajtás megválasztása során különböző szilárdsági ellenőrzéseket végeztünk el:

- a színtezőlábak teherbírásának ellenőrzése;
- a függőleges szelvények ellenőrzése kihajlás szempontjából;
- a hajtómű kimeneti oldalához csatlakoztatott tengely reteszeinek ellenőrzése felületi nyomásra [7];
- a felső holtpontra található kötélcsiga tengelyének ellenőrzése hajlításra;
- csapágyak élettartamának meghatározása.

## 3. Összefoglalás

A bálarakodást segítő emelőszerkezet tervezése során könnyen érthető, egyszerű felépítésű konstrukcióra törekedtünk.

Először megvizsgáltuk a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható termékeket és az eddigi szabadalmakat, majd megoldásváltozatokat dolgoztunk ki a szerzett ismeretek alapján.

A változatok értékelésével előállt az az ideálisnak tekinthető megoldás, amely alapján fel lehetett építeni a szerkezet modelljét a konstrukciós tervezés során. A 3D-s konstrukciós modell létrehozása során a gyenge, illetve kritikusan vélt részegységekre különböző ellenőrző számításokat végeztünk, hogy megbizonyosodjunk a szerkezet működés közbeni várható viselkedéséről.

Véleményünk szerint ez a bálarakodást szolgáló emelőgép hasznos segítséget nyújthat, valamint garantálhatja a biztonság munkavégzést a kis méretű kockabálák magaslati pontokba való eljuttatásához.

## Irodalmi hivatkozások

- [1] 1. ábra. *Emelőberendezés*, <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/023342714/publication/US4421209A?q=US4421209A> (Utolsó letöltés: 2023. 01.09.)
- [2] 2. ábra. *SKYJACK SJ6832 RTE elektromos ollós emelő*, <https://www.skyjack.com/en-eu/product/sj6832-rte> (Utolsó letöltés: 2023.01.09.)
- [3] *FATH Engineering Components Catalog*, Version 18.1
- [4] Nagy Géza: *Gépszerkesztési atlasz*, Gépipari Tudományos Egyesület, Miskolci Egyetem Gépelemek Tanszék, Budapest, 1991.
- [5] *SKF Gördülőcsapágyak*, Katalógus, 2017.
- [6] Drobni József: *Korszerű csigahajtások*, Tenzor Kft., Miskolc, 2001.
- [7] *Fundamental Principles of Mechanical Engineering*, Technical Handbook, Siemens, 2018.