



LIFTAJTÓK ÉS DEKORATÍV ELEMINEK VÉDŐFÓLIÁVAL VALÓ BURKOLÁSA

COVERING ELEVATOR DOORS AND DECORATIVE ELEMENTS WITH A PROTECTIVE FILM

Rezes Gábor,¹ Szigeti Ferenc²

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártás-technológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, rgaborezes@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártás-technológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, szigeti.ferenc@nye.hu

Abstract

In today's world, in order to maintain competitiveness, all companies strive to meet deadlines and sell their products to their customers in the best possible quality. Also, they want to produce these products as cheaply as possible. This is no different in the elevator industry. At Wittur Hungária Kft., we produce thousands of elevator doors or their decorative elements every year, which must be provided with a protective film on a painted or structured surface, thus ensuring that the customer receives the quality product they expect. The main reason for the design of the machine is to speed up and automate the foiling process, while increasing productivity and reducing costs. Therefore, we set out to design a machine with which we can make the work of the workers easier and faster, since this operation is currently carried out manually, and we also ensure a consistent quality with the least possible human intervention.

Keywords: *elevator, foiling machine, machine design, finite element method, automation.*

Összefoglalás

A mai világban a versenyképesség fenntartása érdekében minden vállalat arra törekszik, hogy a határidők betartásával a lehető legjobb minőségben adják el a termékeiket az ügyfeleknek. Valamint, hogy ezeket a lehető legolcsóbban gyártsák. Ez nincs máshogy a liftiparban sem. Évente több ezer liftajtót vagy annak dekoratív elemeit gyártjuk a Wittur Hungária Kft.-nél, amelyeknek festett vagy strukturált felületét védőfóliával kell ellátni ezzel is biztosítva, hogy a vevő a tőle elvárt minőségben kapja meg a megrendelt terméket. A gép tervezésének célja a fóliázás gyorsítása és automatizálása, ezzel pedig a termelékenység növelése és a költségek csökkentése. Ezért egy olyan berendezés tervezését tűztük ki célul, amivel a dolgozók munkáját könnyítjük, gyorsíthatjuk, mivel ezt a műveletet jelenleg manuálisan végzik, valamint egy stabil minőséget biztosítunk az emberek lehető legkisebb beavatkozásával.

Kulcsszavak: *felvonó, fóliázógép, géptervezés, végeelem-módszer, automatizálás.*

1. A jelenlegi technológia jellemzői, a tervezett fejlesztés előnyei

A vállalatnál jelenleg alkalmazott technológia teljesen manuális. A dolgozónak kézzel kell a fóliát végigvezetni a burkolni kívánt elemeken, majd levágni. A műveletet megnehezíti az, hogy a dolgozó az állvány mellett sétálva tudja csak felvin-

ni a fóliát, ami a dolgozónak kényelmetlenséget okoz. Az új fóliázógéppel a munkavégzés színvonalát is tudjuk növelni, mert fejlesztjük az ergonómiát is.

A jelenlegi technológiánál nehézséget jelent, ha egy nagyon széles vagy nagyon magas elem kerül az asztalra, ugyanis ezek az elemek lelógnak az asztalról. A nagyobb szélesség miatt ilyenkor

plusz fóliát kell használni a teljes fedettség eléréséhez, amihez az elemet többször el kell mozdítani, és ez lassítja a fóliázás folyamatát.

A kézi technológiával jelenleg csak egy elemet lehet egyszerre burkolni, a tervezett fóliázógéppel azonban akár négy elemet is lehetne egy teljes ütem alatt, ezzel megnövelve a termelékenységet, és csökkentve a műveleti időt (**1. táblázat**).

A jelenleg alkalmazott technológiával elkészült burkolások minősége gyakran nem megfelelő, sok helyen meggyűrődhet a fólia, összeragadhat, indokolatlanul megnő a fóliafelhasználás. A dolgozók gyakran ferdén burkolják az elemeket, és ezért több fóliát is elhasználhatnak, ami a környezetre is káros, valamint növeli költségeket.

1.1. Jelenlegi technológia részletes bemutatása

A dolgozó kézzel felrakja a burkolni kívánt elemet a fóliázóasztalra. Ezután a fóliázandó tételt pozicionálja a fóliatekerccs elé, úgy, hogy kellő mennyiségű védőfólia kerüljön az elem felső és oldalsó részéhez egyaránt, nagyobb elemek esetén mind a két fóliát használja. Először a dolgozó végighúzza a fóliát a burkolni kívánt elem felett, majd a végén ráhelyezi és körben lesimítja a fóliát. Nagyobb elemek esetén ezt a műveletet meg kell ismételni addig, amíg teljesen el nem látják fóliával a fóliázandó elemet. A lesimítás végén a felesleges védőfóliát kézzel vágják le egy szike segítségével, majd az elem másik oldalán is lesimítják a fóliát (**1. ábra**) [1].

2. Az új gép konstrukciójának megalkotása

Kiindulási adatként a vállalatnál gyártott legmagasabb és legszélesebb ajtót vettem alapul. Ennek az ajtónak a magassága 3020 mm, szélessége pedig 930 mm. Ezért a gyártandó fóliázógépnek (**2. ábra**) [2] a méreteit valamivel nagyobbra vettem, hogy a védőfóliával való burkolás minden méretre gond nélkül megvalósítható legyen.

2.1. Az asztal tervezése és igénybevételei

Az asztalt végeelem-módszerrel ellenőriztem először álló helyzetben, terhelés nélkül, majd később több liftajtó terhelése esetén és egyéb terhelések esetén.

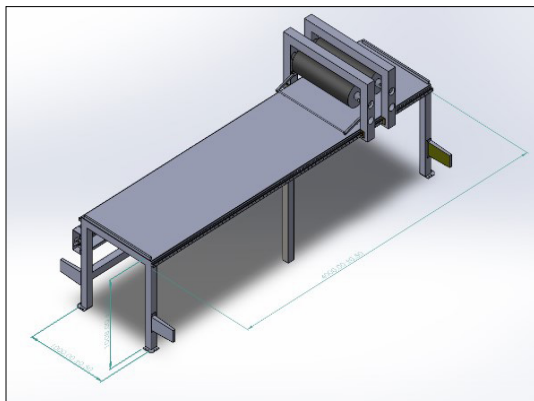
A vizsgálat ezen részében a később bemutatásra kerülő szerelvényt nem jelenítettem meg az egyszerűbb számítás érdekében. Az ellenőrzés során a szerelvény súlyából adódó terhelést végig számításba vettem, mint megoszló terhelés (**3. ábra**) [3].

1. táblázat. Technológiák összehasonlítása

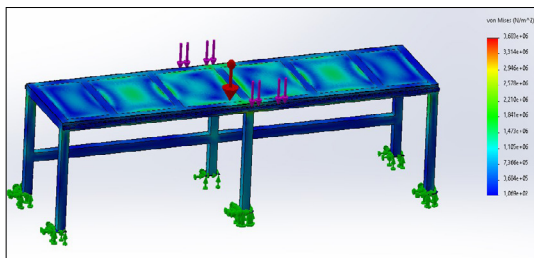
Technológia-paraméterek	Jelenlegi kézi fóliázás	Bevezetendő gépi fóliázás
Termelékenység	2 db/perc	3-4 db/perc
Maximális elem-szélesség	795 mm	1000 mm
Maximális elem-hosszúság	2450 mm	3300 mm



1. ábra. Jelenleg alkalmazott technológia



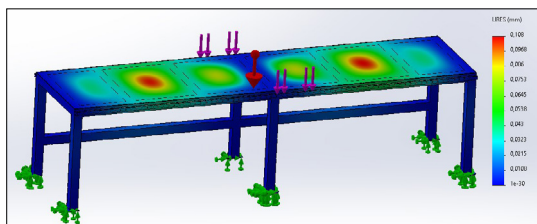
2. ábra. Fóliázógép



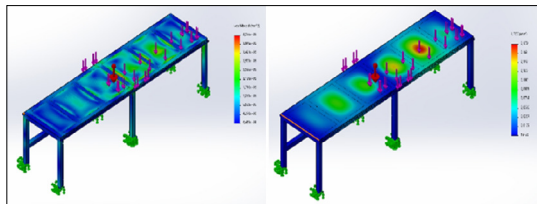
3. ábra. Asztalterhelés üresjáratban

2. táblázat. Az asztal igénybevételei különböző terhelések esetén

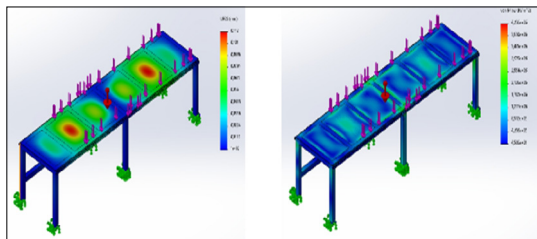
	Átlagos liftajtó	Legnagyobb liftajtó esetén
Nyomófeszültség	4,27 N/mm ²	4,26 N/mm ²
Elmozdulás / lehajlás	0,18 mm	0,112 mm
	Terhelés üres-járatban	Egyéb terhelés
Nyomófeszültség	3,68 N/mm ²	4,27 N/mm ²
Elmozdulás / lehajlás	0,108 mm	0,18 mm



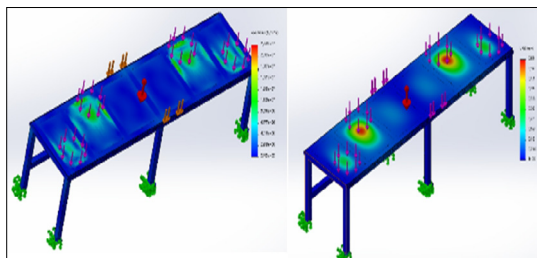
4. ábra. Asztal lehajlása üresjáratban



5. ábra. Átlagos liftajtó terhelése esetén



6. ábra. Legnagyobb liftajtó terhelése esetén



7. ábra. Egyéb terhelések esetén

Látható, hogy az állványt nem terheli meg túlságosan az üresjárat még akkor sem, ha mind a két szerelvény az állvány közepén helyezkedik el, ezzel a maximális feszültség: 3,68 N/mm². Ahogy a **4. ábrán** [3] is látható, a szerkezet a 0,1 mm-es lehajlást is alig éri el.

Az eredmények vizsgálata során (**2. táblázat**) szembetűnő lehet, hogy egy átlagos panel (**5 ábra**) [3], szinte ugyanakkora maximális nyomófeszültséget (4,26N/mm²) képes létrehozni, mint a legnagyobb panel (4,27N/mm²) (**6. ábra**) [3]. Ez azért lehetséges, mert a nagyobb panel nagyobb felületen fekszik fel, és annak súlya nagyobb területen tud eloszlan, és több merevítőbordát is érint, ami csökkenti az egyes elemekre jutó terhelést.

Az egyéb terhelés alatt egy olyan esetet vettem, amikor négy 80 kilogrammos személy ül (**7. ábra**) [3] a szerkezeten, és amint az az adatokból kivehető, a szerkezetet ez sem terheli meg kritikusan.

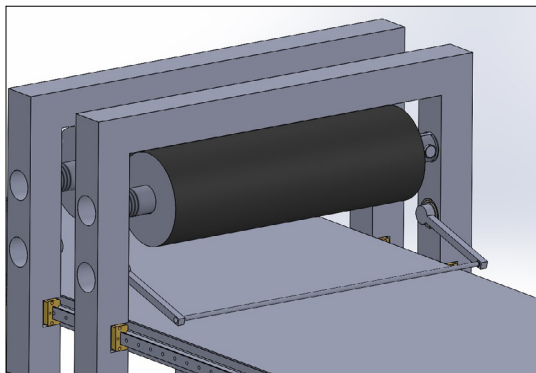
2.2. Szerelvény tervezése és terhelései

A szerelvény feladata a fólia megvezetése, tartása, valamint ezen az elemen fog elhelyezkedni a fólia simításáért felelős henger (**8. ábra**) [2].

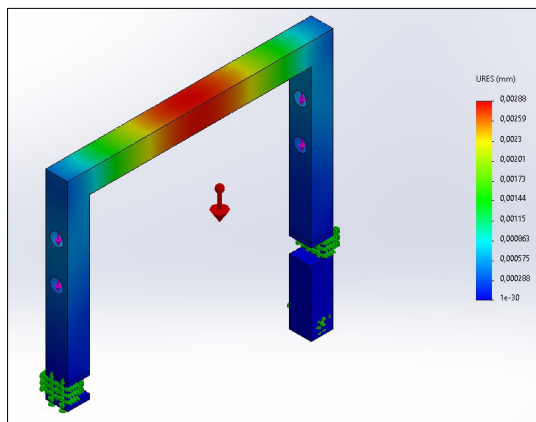
A szerelvényre ható terhelések közé tartozik a saját súlyából adódó erő, a tekercstartó tengely és annak perselyei, csapágycsuklók, valamint a fóliatekerics súlya és annak lehúzásával járó erő.

A fólia lehúzásához 15 N erő szükséges, ezt az értéket egy rugós erőmérő segítségével állapítottam meg, több lehúzási szöget is kipróbálva. A maximális erő 20 N volt, ezért a terheléseknél ezt vettem figyelembe.

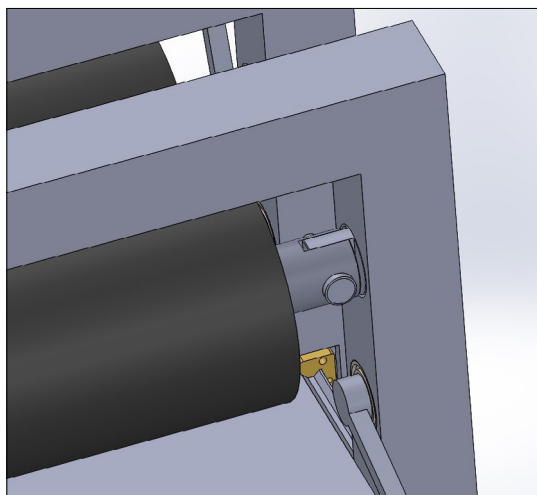
A szerelvényt terhelő legnagyobb nyomófeszültség 1,032 N/mm² volt (**9. ábra**) [3]. Méretei miatt túlbiztosított, a későbbi verziókban megpróbáljuk a lehető legnagyobb súlycsökkenést elérni. A legnagyobb lehajlás közepén látható, ez a szerelvény hossza miatt is lényeges, de a lehajlás mér-



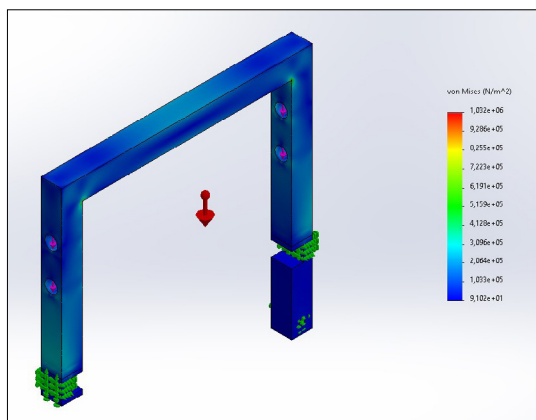
8. ábra. Szerelvény



9. ábra. Szerelvény lehajlási ábrája



10. ábra. Szerelvény nyomófeszültségi ábrája



11. ábra. Csuklós tengely

téke nem éri el 0,01 mm értéket sem (10. ábra) [3]. A szerelvény vizsgálatakor nem feltételeztem egyéb lehetséges terheléseket.

2.3. A szerelvény működése

A dolgozó felhelyezi a burkolni kívánt elemet az asztalra, majd a fóliát átvezetve a simítógörgő alatt befűzi az asztalon található befogópofák közé. Ezután az operátor elindítja a gépet, amely a fóliának a befogása miatt elkezd az eltekerni a tekercsről. A simítógörgő ekkor a szerelvénygel együtt halad, és lesimítja a fóliát. A burkolás végzetével a dolgozó levágja az elemen túlnyúló fóliát, és leemeli az elemet.

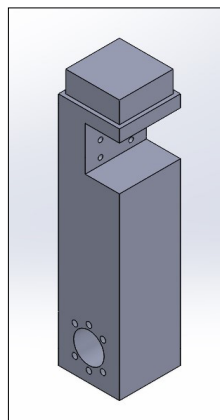
A termelékenység növelése érdekében a gép mindkét oldalán el van helyezve egy ilyen szerelvény, amelyek együtt mozognak. Az egyik elem fóliázása után amint a dolgozó elvette az elemet, és befűzte a másik oldali fóliát, a szerelvény a gomb megnyomása után már el is indul a másik irányba, ezzel leburkolva a következő elemet.

A tekercsek cseréjét egy kiforgatható tengellyel oldottam meg (11. ábra) [2]. Ennek a tengelynek az egyik vége egy csuklóval van ellátva, amit könnyen ki lehet hajtani és cserélni a tekercsokat. A tengely másik vége egy könnyen oldható szorítógyűrűvel van ellátva.

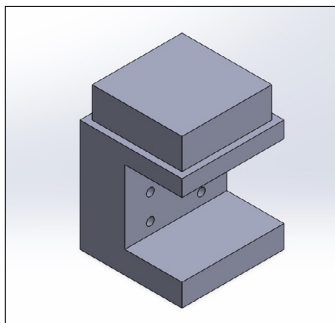
2.4. Szerelvénybetétek

A szerelvénybetétekre azért van szükség, hogy megkönnyítsem a lineáris kocsi kapcsolódását a szerelvénygel. Ugyanis, ha csak zárt szerelvényből állna a szerelvény, akkor csak a zárt szerelvény falvastagságán tudna felfeküdni a kocsi, ami nem tenné lehetővé a kocsi biztonságos és stabil mozgását.

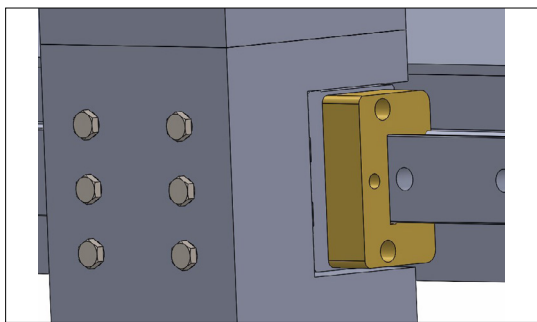
A szerelvénybetét 02 (12. ábra) [2] nevű alkatrész tartalmazza majd a golyósanya felfogásához



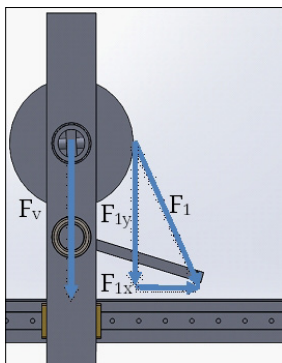
12. ábra. Szerelvénybetét 02



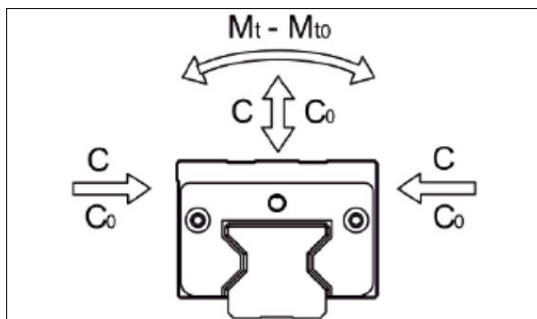
13. ábra. Szerelvénybetét 01



14. ábra. Szerelt szerelvény és lineáris kocsi



15. ábra. Lineáris vezeték terhelése



16. ábra. Lineáris kocsi terhelhetőségei [4]

szükséges felületeket. Ez az alkatrész fog kapcsolódni a golyósorsóhoz és golyósanyához, ez fogja átvinni a szükséges mozgást a fóliázáshoz. A szerelvénybetét 01 (13. ábra) [2] nevű alkatrész az ellentétes oldali megvezetésben segít.

3. Lineáris vezeték és lineáris kocsi méretezése

A lineáris vezetéken csúszik a szerelvény a lineáris kocsi segítségével. A lineáris kocsikat 6 db M10-es csavarral rögzíttem a szerelvényhez, ezzel biztosítva a megfelelő szilárdságú kötést (14. ábra) [2].

A lineáris vezeték a szerelvény súlya terheli üresjáratban, de a fóliázás közben a fólia lehúzósa is kifejt némi erőt a vezetékre (15. ábra) [2].

Lineáris kocsi maximális terhelése:

$$C_{max} = 53\,000\text{ N} [4]$$

$$C_{max} = 53\,300\text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin\alpha$$

$$\rightarrow F_{1y} = 20\text{ N} \cdot \sin 20^\circ$$

$$\rightarrow F_{1y} = 6,84\text{ N}$$

$$C = (m_{\text{szerelvény}} + m_{\text{fólia}} + m_{\text{egyéb}}) \cdot g \cdot F_{1y}$$

$$\rightarrow C = (42,5\text{ kg} + 7,5\text{ kg} + 5\text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 6,84\text{ N}$$

$$\rightarrow C = 546,39\text{ N}$$

ahol:

C_{max} : lineáris kocsi terhelhetősége

C : terhelés

F_1 : fólia lehúzásához szükséges erő

α : fólia lehúzási szöge

$m_{\text{szerelvény}}$: szerelvény súlya

$m_{\text{fólia}}$: fóliatekeres súlya

$m_{\text{egyéb}}$: gépelemek és a simítóhenger súlya

g : nehézségi gyorsulás

$$C < C_{max} \rightarrow C = 546,39\text{ N} < C_{max}$$

Tehát a választott lineáris kocsi megfelel.

4. Golyósorsó és golyósanya méretezése

A golyósorsót az elhanyagolható axiális terhelések miatt csak a kritikus fordulatszámra méretezem (katalógusadatok és képletek alapján).

$$n_{max} = f \cdot \frac{dr}{L^2} \cdot 10^7$$

$$\rightarrow n_{max} = 21,9 \cdot \frac{29,825\text{ mm}}{4000\text{ mm}^2} \cdot 10^7$$

$$\rightarrow n_{max} = 408 \frac{1}{\text{perc}} = 6,8 \frac{1}{s}$$

ahol:

n_{max} : maximális fordulatszám

f : A golyósorsó szerelési módja alapján meghatározott együttható

d_r : Orsó magátmérője

L : Szerelési távolság

32 mm-es menetemelkedéssel számolva a maximális sebesség:

$$v_{max} = n_{max} \cdot P$$

$$\rightarrow v_{max} = 6,8 \frac{1}{s} \cdot 32 \text{ mm}$$

$$\rightarrow v_{max} = 217,6 \frac{\text{mm}}{s}$$

A szükséges sebesség az, amellyel elérjük a kívánt termelékenységet. Ehhez az egy elem burkolására jutó idő 15 s (t_{max}) lehet. A szükséges sebesség kiszámításához egy 2200 mm (l) hosszú ajtópanelt veszek alapul.

$$v = \frac{l}{t_{max}} \rightarrow v = \frac{2200 \text{ mm}}{15 \text{ s}} \rightarrow v = 146 \frac{\text{mm}}{s}$$

$$v < v_{max} \rightarrow v = 146 \frac{\text{mm}}{s} < v_{max}$$

Tehát a választott golyósorsó megfelelő.

5. Motorválasztás

A motor kiválasztásához először meg kell határoznunk a maximális terhelőerőt (17. ábra) [2], amely a szerelvény súlyából adódó súrlódási erő és a fólia lehúzásához szükséges erő összege. Ezután meghatározom a forgatónyomatékot és ez alapján választok motort. Motornak egy léptetőmotort fogok választani a további automatizálási lehetőségek biztosítása és a nyomaték tartása miatt.

5.1. A motort terhelő erők és nyomaték meghatározása

$$F_v = (m_{szerelvény} + m_{fólia} + m_{egyéb}) \cdot g \rightarrow$$

$$\rightarrow F_v = (42,5 \text{ kg} + 7,5 \text{ kg} + 5 \text{ kg}) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow F_v = 539,55 \text{ N}$$

$$F_s = F_v \cdot \mu \rightarrow F_s = 539,55 \text{ N} \cdot 0,2 \rightarrow F_s = 107,91 \text{ N}$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \alpha \rightarrow F_{1x} = 20 \text{ N} \cdot \cos 20^\circ \rightarrow$$

$$\rightarrow F_{1x} = 18,79 \text{ N}$$

$$F_t = F_s + F_{1x} \rightarrow F_t = 107,91 \text{ N} + 18,79 \text{ N} \rightarrow$$

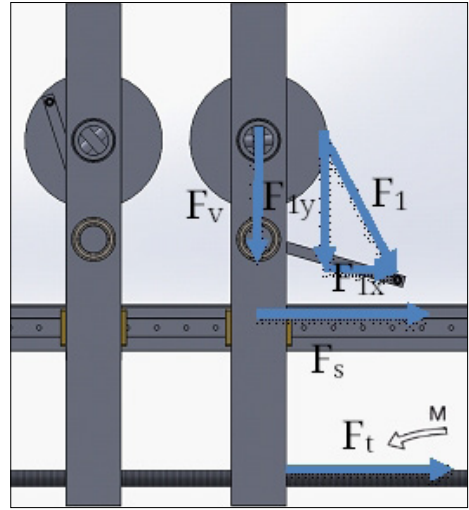
$$\rightarrow F_t = 126,7 \text{ N}$$

$$M = \frac{d}{2} \cdot F_t \rightarrow M = \frac{0,032 \text{ m}}{2} \cdot 126,7 \text{ N} \rightarrow$$

$$\rightarrow M = 2,0272 \text{ Nm}$$

ahol:

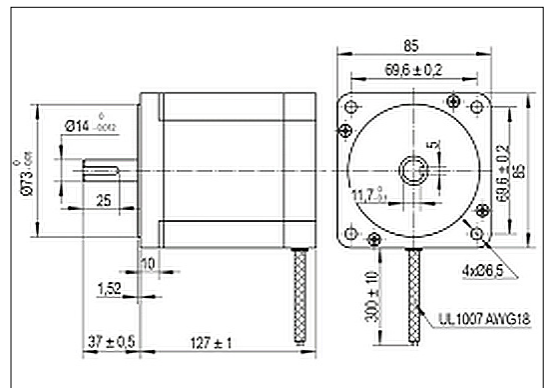
F_v : vontatott elemek súlyából adódó erő



17. ábra. A motor terhelései



18. ábra. NEMA 34-típusú motor



19. ábra. A NEMA 34-típusú motor rajza [6]

F_s : súrlódási erő

μ : csúszási súrlódási együttható

F_t : terhelőerő

M : forgatónyomaték

d : golyósorsó átmérője

Mivel két szerelvény mozgatása szükséges, ezért ennek az értéknek a kétszeresét kell venni.

Tehát: $2,0272 \text{ Nm} \cdot 2 = 4,054 \text{ Nm}$

Ezért a következő, NEMA 34 (6,6Nm) [6] típusú motort ($M_{\max} = 6,6 \text{ Nm}$) választottam (18, 19. ábra).

6. Következtetések

A konstrukció tervezésének ellenőrzése során a végelem-módszer kiértékelése után rájöttem, hogy a szerkezet nagyon túl van méretezve, ezért a következő időszakban a gazdaságos gyártásra/tervezésre fogok koncentrálni.

A különböző részegységek, például a lineáris vezeték vagy az azon futó lineáris kocsi kiválasztása során rájöttem, hogy ezeket az egységeket nagyon kicsi kihasználtsággal tudom működtetni, mivel a terhelőerők is alacsony értékeket vesznek fel. Azonban a további méretezés során megállapítható volt, hogy például a maximális sebesség és fordulatszám meghatározásakor a golyósorsót és a golyósanyát majdnem maximális kihasználtsággal lehet működtetni, a nagy hosszúság miatt.

A továbbiakban meg kell tervezni a szerelvény további alkatrészeit, betéteket és perselyeket, amelyek szükségesek a megfelelő működtetéshez. Ugyanígy a biztonságos munkavégzés feltételeit, ezért fénykapukkal, érintés- és elakadásvédelemmel, valamint túlterhelés elleni védelemmel kell ellátni a gépet.

Fejlesztési irányként kijelöltük a teljes automatizálhatóságot. Ez azt jelenti, hogy a fóliatekeres cseréjén és egyszeri befűzésén kívül minden művelet automatizálása szükséges. Ehhez automata

levágórendszer szükséges, hogy a dolgozónak csak anyagmozgatást kelljen végeznie. A fólia vágásához egy vágási rendszert és pályát kell tervezni, programozni. Ezért egy könnyen kezelhető, érintőképernyővel ellátott, programozott PLC-t szeretnénk bevezetni. Ezzel szeretnénk elérni, hogy a dolgozó néhány érintéssel tudja majd a fóliázást elvégezni, a lehető legrövidebb idő alatt.

Alternatív burkolási módszereken is gondolkodunk, megfogalmazódott egy meleg levegős lefűvőrendszer, amellyel a bonyolultabb alakcsapcsolással rendelkező elemeket is be tudnánk vonni védőfóliával. Az ezt ellátó rendszert még ki kell építeni és további konstrukciós megoldásokat találni.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat közzétételét támogatta a Nyíregyházi Egyetem Tudományos Tanácsa.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Wittur Hungária Kft. vizuális munkautasítás (letöltve: 2016.03.15)
- [2] Solidworks. <https://www.solidworks.com>
- [3] Solidworks Simulation. <https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation>
- [4] Power Belt: Rosa Sistemi Hengergörgős megvezetés. (letöltve: 2022.11.23) https://www.powerbelt.hu/uploads/source/catalogs/5901_recirculating_linear_rollers_and_bearings.pdf
- [5] Power Belt: Golyósorsó technikai katalógus. (letöltve: 2022.11.23) https://www.powerbelt.hu/uploads/source/catalogs/tbi_motion_golyosorso_techikai_katal%C3%B3gus.pdf
- [6] Power Belt: Bipoláris léptető motorok katalógus. (letöltve: 2022.11.2) https://www.powerbelt.hu/uploads/source/catalogs/6746_stepper_motor_catalogue.pdf