

MOZGÁSÉRZÉKELŐVEL ELLÁTOTT, ÖNMŰKÖDŐ HARMONIKA AJTÓ EGÉSZSÉGÜGYI, SZOCIÁLIS ÉS AKADÁLYMENTESÍTÉSRE KÖTELEZETT INTÉZMÉNYEK SZÁMÁRA

AUTOMATIC ACCORDION DOOR WITH MOTION SENSOR FOR HEALTHCARE, SOCIAL AND ACCESSIBILITY INSTITUTIONS

Nagy Sándor

Okleveles gépészmérnök

email: n.sandor.szie@gmail.com

SUMMARY

After reviewing the status of health conditions, based on my market researches, I designed the folding door equipped with a motion detector, which is in line with all legal requirements and met with all user-based requirements. The readiness/worthiness of the product were certified by multiple methods, such as simulations and mechanical calculations.

After it was met with all of the expectations from mechanical and physical point of view, the next were the economical calculations in order to prove the feasibility.

As a result, The adjustment is in line with all expectations, I hope it will be in production as soon as possible.

1. BEVEZETÉS

Az egészségügyi önműködő harmonika ajtó fejlesztése időszerű téma, mivel az egészségügyi intézményekben szintenként minimum 2db átjáró ajtó önműködő kivitelezése kötelező, melyek működésük közben biztosítják a dolgozók és a páciensek zavartalan mozgásterét, akár áramszünet esetén is. Biztosítani kell a tartalék áramforrással történő működtetést és a manuális kezelhetőséget is. Ezen feltételek biztosításával saját fejlesztésű ajtó szerkezetet alakítottam ki, mely megfelel a teljes körű biztonsági feltételeknek is. További feladatomból az átfogó piackutatás és a projekthez kötődő jogszabályok feltárása. Különböző koncepciókat alakítottam ki a kivitelezésre, melyeket döntési mátrixban súlyozottan értékeltem és az összesítésnek megfelelően

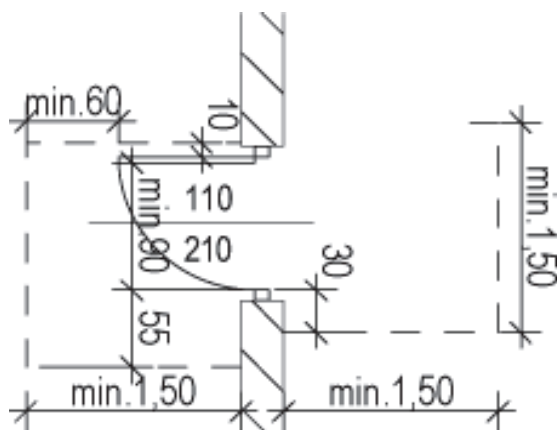
dolgoztam ki a tervet szabványosítható formátumban. A végterméket számításokkal értékeltem gazdasági és biztonsági szempontok alapján. Gazdasági szempontokban kiemelten figyelembe vettem a piaci versenyben megfelelő hely biztosítását és a tényleges megtérülési rátát. Biztonsági ellenőrzést a leginkább terhelés alatt álló egyedi alkatrészekre végeztem el, majd a kutatásaim alapján legsérülékenyebb pontokat vizsgáltam meg ezáltal igazolva a termék (vonóelem, ajtóvasalat) szilárdságát.

2. BETARTANDÓ JOGSZABÁLYOK

Az új kialakítású harmonika ajtó esetében a hatályos jogszabályok közül a 253/1997. (XII.20.), kormányrendeletre alapozva jött az ötlet, mely az országos településrendezési és építési követelményeket foglalja magába. [1]

A jogszabály a 61. és 62.§ tér ki a nyílások, nyílászárók, üvegfalak, vészkijáratok minimális követelményeire, különös tekintettel a mozgássérült személyekre és az egészségügyi intézményekre.

A 62.§(5) pontja szerint a közhasználatú építményben az akadálymentes közlekedésre is alkalmas falnyílás vagy ajtó szabad mérete 0,90/1,95 m-nél kisebb nem lehet. (1. ábra)



1. ábra: akadálymentesített ajtó területfoglalása

A (7) pont értelmében a mellvéd tervezése és megvalósítása során biztosítani kell a rendeltetésszerű használat melletti kiesés elleni védelmet. Ugyancsak ez a jogszabály mondja ki, hogy akadálymentes használatra könnyen kezelhető, nagy erő kifejtést nem igénylő nyílászárókat kell beépíteni, szükség esetén automatikus nyitást biztosítva.

3. PIACKUTATÁS

3.1. Egészségügyi intézmények felmérése

Több egészségügyi intézményt személyesen szemrevételeztem, majd dokumentáltam a mozgássérültek számára kialakított helyiségek ajtó szerkezeteit.



2. ábra: Régi beltéri ajtó rögzítő szerkezete

Személyes vizsgálatok alapján begyűjtöttem a fejlesztés szerkezeti kialakításának leginkább megterhelt pontjait (2. ábra), hol várható a legnagyobb fizikai terhelés, károsodás. (3. ábra)



3. ábra: Régi beltéri ajtó sarkeleme

Rögzítettem, hogy nemcsak az ajtó mozgatása a fő feladat, hanem a külső fizika terhelésnek is meg kell felelni, ami nemcsak a beteghordók munkájának következtében alakulhat ki, hanem a mozgássérült, akár demens páciensektől is származhat.

3.2. Jelenleg beszerezhető automata ajtók

Következő lépésben a piackutatást a már meglévő, alkalmazható ajtó nyitókra terjesztettem ki, hogy felmérjem mind gazdaságilag mind szerkezeti minék feleljen meg a fejlesztés.

Jelenlegi alkalmazásban lévő és beszerezhető megoldások:

- Automata lengőajtó,
- Automata oldalirányba mozgó tolóajtó.

A felsoroltak kielégítik az automata működés elvárásait, de erős hátrányuk a működésükhöz szükséges terület igény, mely veszélyeztetheti, illetve hátráltathatja a mozgássérültek közlekedését.

3.3. Magyarország egészségügyi intézményei

Piaci elemzésem végső pontja, egy befektetői összegzés volt, melyben felmértem a magyarországi befektetési lehetőséget, a fejlesztési szükségességét:

167 kórház → 67 806 kórházi ágy
 → ≈ 6 780 betegszoba;
 835 idős otthona → 57 000 ellátott
 → ≈ 26 500 szoba;

A felmérésem eredményeként megállapítható, hogy összesen Magyarországon 33280db ajtó fejlesztésére van szükség.

4. FEJLESZTÉS

A fejlesztésem tárgya egy Önműködő harmonikaajtó (4. ábra), amely teljes mértékben megfelel a 253/1997. (XII.20.) kormányrendeletnek [1] és az ISO 7193-1985 szabványnak [2]. Emellett a vevő érdekeit prioritásként kezeltem. Ezáltal fejlesztésem az előbbi fejezetekben említett hátrányok kiküszöbölésének alapja, miközben célorientáltan a gazdasági előnyökre is fókuszáltam, hogy minél több szempontból keltsem fel a befektetők érdeklődését.

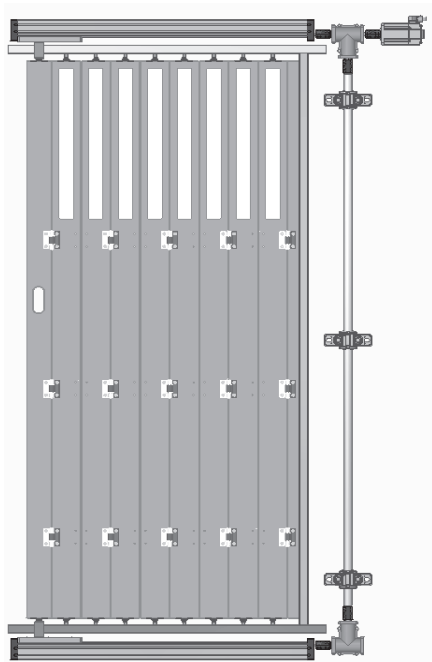
4.1. Harmonika ajtó fémkerete

Legelső lépésben megerősítettem egy teljes fémszerkezettel az ajtókeretet, hogy külsérelmi nyomok ne következhessek be.

4.2. Szerkezeti felépítés

A fém kerettel megerősített automata harmonika ajtó főbb szerkezeti elemei a következők:

- Lineáris golyósorsós mozgató rendszer
- Meghajtó motor
- Harmonika ajtó fémkerete
- Munkavédelmi felépítés



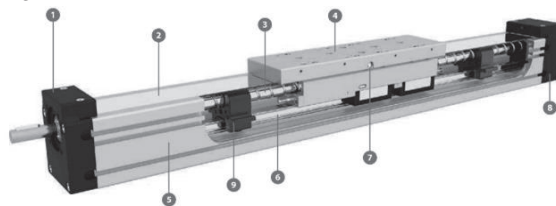
4.ábra: Önműködő harmonika ajtó

A felsorolt főbb szerkezeti elemeket a következőkben részletezem.

4.2.1. Lineáris golyósorsó

Legideálisabb mozgatórendszert egy MTV 65-típusú lineáris golyósorsós mozgató egységben

(5. ábra) látom, mely végállás érzékelőkkel van bővítve.



5.ábra: MTV 65 lineáris golyósorsós egység

1. Meghajtó blokk, lebegő csapágyazással, 2. Korrozóálló védőszalag, 3. Golyósorsó szabvány szerint, 4. Csúszka, beépített mágnesekkel, 5. Eloxált alumínium burkolat, 6. Integrált lineáris vezetősin, 7. Központi kenőanyag adagolás; mindkét oldalon, 8. Záró blokk, fix csapágyazással, 9. Orsó támasz.

Kiemelkedő szerkezeti elem, amely felelős mind az ajtó mozgásában, mind a biztonsági feltételek kielégítésében. További előnye, hogy hirtelen terhelés növekedés hatására azonnal visszanyílik ezáltal is segítve a biztonságos üzemeltetést.

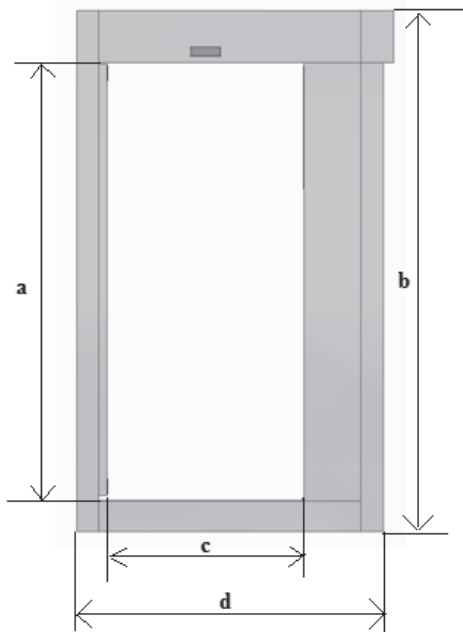
4.2.2. Meghajtó motor

A harmonika ajtó fejlesztése során a meghajtás kiválasztása külön figyelmet igényelt, mivel nemcsak az erőhatások kielégítése volt a feladat, hanem a minimális helyigény is fókuszba került.

Ezek alapján választásom egy szinkron szervomotorra esett, melynek előnye, hogy alkalmas a terhelés változásának visszajelzésére, azaz a számítógép értesítést kaphat az bekövetkezett hibáról. Ez a legjelentősebb pont a biztonság tekintetében, hogy jeladóval felszerelt rendszerével a zártkörű programozás segítségével a számítógépnek folyamatos visszajelzést képes adni az üzemiállapotáról.

4.2.3. Harmonika ajtó fémkerete

Teljes külső fémszerkezettel biztosítottam az ajtókeretet (6. ábra), ami gátolja a külső szerkezet felületi sérülését, és biztosítja a szerelhetőséget, mozgathatóságot a beépítésnél, hisz egész belső szerkezetet magában foglalja, beépíteni és rögzíteni magát a tartó keretet szükséges csak.



6. ábra: Harmonika ajtó külső keret

a - ajtómagasság 2110 mm; b - keret magasság 2300 mm;
c - ajtó szélesség belülről 905 mm; d - keret szélesség 1290mm;
Keret szerkezetének anyaga: ALMgSi1

4.2.4. Munkavédelmi felépítés

A beépített 5 db elakadásjelző jeladó (OGS-OOKG/US100) biztosítja, azon szükséges információkat, hogy bárki vagy bármi az ajtó működési területén belül tartózkodik, a szerkezet nyitott, illetve mozgó állapotában, jelzést indítson a vezérlés felé a rendszer korrigálásának érdekében. Az ajtó nyitott állapotba kerül, illetve tehermentesíti a mozgató motor szerkezetet. Ezáltal fizikai védelmet biztosítson a közlekedő személyek részére.

5. MŰSZAKI ELLENŐRZÉS

Műszaki ellenőrzés a fejlesztés egyik legfontosabb lépése, mely a mozgathoz szükséges terhelhetőségé, erőbefektetés és szilárdsági ellenőrzés szakszerűségének biztosításáról szól. Ezt a végső lépése nagyon sok esetben me már a végeelem szimulációval végzik a műszaki gyakorlatban.

5.1. Ajtó mozgathoz szükséges erőbefektetés
Mozgató tengelyre ható csavaróerő kiszámítását vittem véghez, mely tartalmazza:
Az ajtólap tömegéből származó erőt G_{lap} :

$$G_{lap} = h \cdot b \cdot v \cdot g \cdot n \cdot n_b \cdot F_s \quad (1)$$

$$G_{lap} = 55,63N$$

γ - alumínium sűrűsége ($2,7 \frac{kg}{dm^3}$),
h - ajtólap magassága (2100 mm),
b - ajtólap szélessége (100 mm),

v - ajtólap vastagsága (10 mm),
 γ - súrlódási tényező (0,15),
g - nehézségi gyorsulás értéke ($9,81 \frac{m}{s^2}$)

Golyós orsóra ható csavaróerőt F_{cs} :

$$F_{cs} = F_a \cdot tg \left(\arctg \left(\frac{P}{d \cdot \pi} \right) + \arctg(\mu) \right) \quad (2)$$

$$F_{cs} = 20,5N$$

P - menetemelkedés (2 mm)
 d_2 - tengely átmérő (12 mm)
 F_a - tengelyirányú erő (100 N)
 α - menetemelkedési szög ($3,037^\circ$)
 ρ - súrlódási félkúpszög ($8,531^\circ$)

5.2. Tengely szilárdsági méretezése

Az összetettebb konstrukcióban a harmonikaajtó akadástmentes működését két golyósorsó biztosítja. A hajtást mechanikus úton továbbítjuk a 2. golyósorsóra egy általam tervezett tengellyel, melyet ellenőriztem csavarási igénybevételre M_{cs} .

$$M_{cs} = F_{cs} \cdot \frac{d}{2} = 0,123Nm \quad (3)$$

M_{max} - hajtó motor maximális nyomatéka (6,4Nm)

Mivel $M_{cs} < M_{max}$, ezért a hajtómotor képes leadni a szükséges nyomatékot.

Tengelyterhelés csavarásra σ_{meg} :

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} = \frac{175 MPa}{2} \approx 87,5 MPa \quad (4)$$

R_{eH} - folyáshatár (175 MPa)
 R_m - szakítószilárdság (450 MPa)
n - biztonsági tényező (2)

Csavarófeszültség τ_{meg} :

$$\tau_{meg} = 0,65 \cdot \sigma_{meg} = 56,875 \approx 60 MPa \quad (5)$$

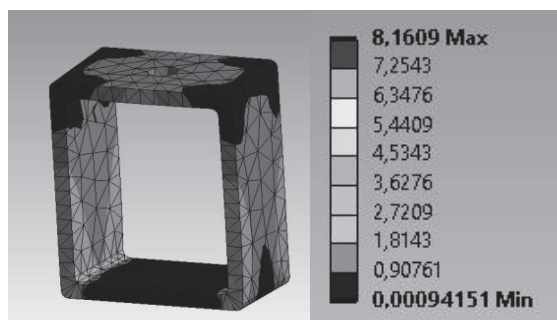
Minimális tengely átmérő d_{min} :

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{cs}}{\tau_{meg} \cdot \pi}} = 2,754mm \quad (6)$$

5.3. Végeelem Ansys szimuláció

A keletkezett redukált igénybevételi feszültséget szimuláltam le az egyedi gyártású

vonóelemen, melyre kielégítő eredményt sikerült elérni. A vonóelemre ható redukált feszültség nagyságát a következő 7. ábra szemlélteti.



7.ábra: Vonóelem ható redukált feszültség eredménye (MPa)

6. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK

Napjaink gazdasági folyamatainak mérlegelését vittem véghez, mellyel alátámasztottam a piacon feltalálható reális vevő bázist.

A valószínűsíthető eladási mennyiséget lebontottam egy évre vonatkozóan. Figyelembe vettem a prototípus, referencia termék, eladott termékek számát. Felmértem a beruházási kiadásokat, bevételeket beleértve a tervezési költséget, anyag költséget, nyereséget, bevételt és az állandó költségeket. Felmértem az első év befektetésének megtérülési idejét, azaz hány darab ajtó után lép át profitba a befektetés. Kiszámoltam a tervezési költség, prototípus és referenciaköltségét azaz, hány darab ajtó értékesítés fedezheti.

7. FEJLESZTÉS ELŐNYEI

Az automatikus működtetésű harmonikaajtó fejlesztési előnyei többek között a minimális helyigény, hogy nyitott állapot esetén a szelvényeket eltakarja a keret ezáltal nem tud sérülni és nyitott/zárt állapotban sem zavarja a szabad mozgásteret. A berendezés megfelel az 253/1997. (XII.20.) egészségügyi kormányrendelet és az ISO 7193-1985 szabvány követelményrendszerének.

További előnye, hogy a mozgássérültet, illetve demens személyt nem gátolja a mozgásban. Az ügyfél előtti automatikus nyílás/zárás vezérlése működhet egy egyszerű mikrohullámú mozgásérzékelő segítségével, de lehet kártyás, ujjlenyomat azonosítás is alkalmazni. A rendszer beállítható kézi érintőgombos vezérlésre, vagy mechanikus kezelésre is.

További előny a már kereskedelmi forgalomban lévő termékekhez képest, hogy a nyitható oldallapon keresztül egyszerűen elérhető és könnyen karbantartható.

A fémes keretszerkezet, a közlekedés során keletkező károk elkerülése érdekében fontos újdonság. Az átlátszó polikarbonát biztonsági felület 1,5 m magasan, sérülés elkerülése érdekében került kialakításra. Beépített akkumulátorral is rendelkezhet, így áramkimaradás esetén is, még akár órákig el tudja látni a funkcióját.

A kórházi automata ajtó készülhet rozsdamentes kivitelben és lehet légzáró tömítésekkel felszerelve, röntgensugarak elnyelésére szolgáló ólomtetetet is tartalmazhat. Működési zajszintje 30dB alatti.

Ujjlenyomatot belépés esetén az illetéktelen személyeket távol tudja tartani. Áramszünet esetén az ajtó manuálisan kezelhető. Az önzáró golyósorsóhoz, mely feszültség kimaradás esetén kiold, így a harmonika ajtó a görgőkön könnyen mozgatható.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] 253/1997. (XII.20.) kormányrendeletnek, az országos településrendezési és építési követelményekről
- [2] ISO 7193-1985, kerekesszék- maximális teljes méretek