

Bánréti Tibor:

## A BIZTONSÁG EGYES MŰSZAKI KÉRDÉSEI

A felvonók hajtásában, a meghajtó gépek elvében és konstrukciójában néhány év alatt forradalmi változás zajlott le, ezért több előadás foglalkozik ezek ismertetésével. Kevesebb szó esik a már mozgásba hozott tömegek megállításáról olyan esetben, amikor valamely műszaki berendezés, alkatrész meghibásodott. Az európai szabványok előírásai e tekintetben a korábban megszokottól különböznek.

### 1. „Kétkörös” üzemi fék

A megszokott felvonó-hajtóműveken a megszokott fékszerkezetek bármelyik alkatrészének törésekor a teljes fékszerkezet hatástalanná válik.

Az EN 81-1 előírásai ezt nem engedik meg. Bár a ma készülő hajtások legtöbbször olyan, hogy a mechanikus féknek normál üzemben csak rögzítő szerepe van, az előfordulható meghibásodásokra gondolva a szabvány olyan elektromechanikus fékszerkezet alkalmazását írja elő, amely önmagában alkalmas a névleges sebességgel haladó, a névleges terhelés 1,25-szörösével terhelt fülke lassítására. A fékhatás létrehozásában résztvevő összes mechanikus szerkezeti elemet meg kell kettőzni (ezt nevezik egyszerűbben „kétkörös” féknek). Ha e szerkezeti elemek közül egy meghibásodik, a névleges terhelésű és névleges sebességgel lefelé haladó fülke lassításához még megfelelő fékhatásnak kell maradnia.

Ezen előírásnak a legtöbb gyártó igen egyszerű módon tesz eleget: a szokásos dobfékek esetén a fékkarok közé helyezett, két végén nyomórugóval ellátott „fék-vonórúd” középső részét a hajtómű vagy motor házához rögzíti. Ezzel a fékszerkezet két egyforma, egy fékkarból, egy fékpoftából és egy vagy két rugóból álló, egymástól függetlenül is fékezésre alkalmas „fél fékszerkezetre” osztozik. Ezt a módszert érdemes, ill. kell alkalmazni (a jelenlegi jogszabályok előírása szerint) akkor is, ha egy korábban gyártott hatóművet felújítanak.

A felvonóknál eddig ritkábban alkalmazott, mostanában terjedő tárcsafékek esetén az előírás alkalmazása kézenfekvő megoldást ad.

### 2. Fogókészülékek gyakorlati alkalmazása, kiválasztása

A fogókészülékek olyan biztonsági berendezések, melyeket az európai előírások szerint is típusvizsgálatnak kell alávetni. A felhatalmazott szervezet a szabványban rögzített laboratóriumi módszerrel meghatározza az adott fogókészülék-típus alkalmazhatósági tartományát és az alkalmazás egyéb feltételeit, és ezeket a típusvizsgálati tanúsítvány mellékletében foglalja össze. Az alkalmazás, a kiválasztás mindenkor ezeken az adatokon alapszik. Egyes esetekben további, gyári beállítási adatokra is szükség van. Ezeket a gyártói megfelelőségi nyilatkozat tartalmazza.

Az alkalmazhatósági tartomány meghatározása minden fogókészülék-fajta esetén legalább a következő adatokkal történik:

- Összetartozó sebesség- és tömegadatok. Utóbbi mindenkor egy fogókészülék-párra értendő.
- A legnagyobb megengedett névleges sebesség
- A legnagyobb megengedett kioldási sebesség
- A vezetősín-korona alkalmazható vastagságai
- A vezetősín-korona futófelületének előírt legkisebb szélességi mérete.

Bármilyen fogókészülék kiválasztása előtt meg kell határozni a fogókészüléket a befogáskor terhelő statikus tömeget, amit nem kell beszorozni semmilyen (pl. dinamikus) tényezővel. Ez:

- fülkei fogókészülék esetén az üres fülke, és a névleges teherbírás tömegén kívül a fülkén függő tömegek, azaz az úszókábel és az esetleges kiegyenlítő lánc vagy -kötél tömegének összege:

$$GKU = GK + GQ + GH + GU \quad [\text{kg}]$$

- ellensúly ill. kiegyenlítő súly esetén annak teljes tömegén kívül a rajta függő tömegek, azaz az esetleg alkalmazott úszókábel és kiegyenlítő lánc vagy -kötél tömegének összege:

$GGU = GG + GH + GU$  [kg], ahol:

GKU ill. GGU a fogókészüléket terhelő tömeg [kg],

GK az üres fülke tömege fülkevázzal együtt [kg],

GQ a névleges teherbírás tömege [kg],

GG az ellensúly tömege a keretszerkezettel együtt [kg],

GH az úszókábel függeszkedő tömege [kg],

GU a kiegyenlítő lánc vagy kötél függeszkedő tömege [kg].

A függesztőelemek (kötelek vagy láncok) tömegét nem kell számításba venni.

2.1. Pillanatműködésű (merev ékes, ill. merev görgős) fogókészülékek fülkéhez legfeljebb 0,63 m/s, ellensúlyhoz vagy kiegyenlítőszúlyhoz legfeljebb 1,0 m/s névleges sebességig alkalmazhatók.

Az alkalmazható legnagyobb tömeget egy fogókészülék-pár teljes széttroncsolásához (ún. áthúzási vizsgálathoz) szükséges mechanikai munka és előírt biztonsági tényező alapján állapítják meg, és a kioldási sebességek diszkrét értékeihez rendelik, legtöbbször táblázatos formában adják meg. Mivel a lassulással szemben nincs követelmény, a pillanatműködésű fogókészülékek esetén az alkalmazási tömeg alsó határának nincs értelme. Egy adott pillanatműködésű fogókészülék adott sínvastagság mellett tehát nulla és egy megadott maximális tömeg-érték között alkalmazható. Nagyobb tömeg alkalmazása esetén a fogókészülék károsodhat, vagy a befogáskor annyira tönkremehet, hogy hatástalanná válik.

A pillanatműködésű fogókészülék kiválasztása akkor helyes, ha a felvonó tömegeiből kiszámított terhelőtömeg (GKU vagy GGU) nem nagyobb a fogókészülékre megadott alkalmazási határtömegnél.

2.2. Fékező fogókészülékek.

A szabvány a fékező fogókészülék működésekor fellépő lassulást alulról és felülről is korlátozza: a névleges terhelésű fülke közepes lassulása szabadesésből (elszakadt függesztő-elemek mellett) 0,2 g és 1,0 g között legyen.<sup>1</sup>

Egy adott, konkrét fogókészülék, illetve ha állítható, annak egy adott beállítása tehát ebből következően két tömeghatár között alkalmazható. Ha a minimális tömegnél kisebb tömeg terheli, a létrejövő lassulás nagyobb lesz a megengedettnél, és fordítva: ha a maximális tömegnél nagyobb terheli, a fogókészülék nem károsodik, de a lassulás kisebb lesz a megengedett legkisebhnél, sőt, lehet, hogy a fogókészülék befogása ellenére a fülke lassulás helyett lefelé még tovább gyorsul.

A szabványelőírás ezért a típusvizsgálat során megállapított tömeget úgy rendeli meghatározni, hogy e tömeggel éppen a két szélső határ átlaga, 0,6 g lassulás adódjon.

Fékező fogókészülékek esetén fontos a sín futófelületének előállítási módja (húzott vagy megmunkált), valamint a futófelület kenési állapota (száraz vagy kent, a kenőanyag viszkozitása).

Az alkalmazási tömeget ezek függvényében adják meg.

2.2.1. Fékező fogókészülék nem állítható fékerővel.

Az egyetlen kivételben, nem állítható módon készült fékező fogókészülék típusvizsgálati tanúsítványa alkalmazási sebéségenként, sín-megmunkálási módonként és kenési állapotonként egyetlen tömeg-értéket tüntet fel. Az ismert módon kiszámított tényleges terhelőtömeg ettől az értéktől legfeljebb +/- 7,5 %-kal térhet el (tehát az adott alsó határnál kisebb sem lehet!). Ilyen alkalmazás mellett - figyelembe véve a valós alkalmazás és a laboratóriumi körülmények közötti egyéb eltéréseket, pl. a sín vastagsági tűrésének, a hőmérsékletnek, a kenőanyag-viszkozitásának, a rugózó elemek rugalmassági modulusainak, a megmunkálás érdességi mutatóinak eltéréseit és a méret-tűréseket – feltételezhető, hogy a lassulás a szabvány szerinti kö-

<sup>1</sup> Nincs előírás arra, hogy a kisebb terhelésű, vagy üres fülke lassulása mekkora lehet (nyilván nagyobb, mint a terhelt fülkéé). Arra sincs korlát, hogy a fülke lassulása mekkora lehet, ha a kötelek nem szakadtak el (a kötelek ilyenkor a fogókészüléknek „segítenek”, tehát a lassulás nyilván nagyobb, a fékút kisebb, mint szabadesésből). Ezeket a szempontokat a felvonóellenőröknek a helyszíni vizsgálatok során figyelembe kell venniük.

rülmények mellett 0,2 g és 1,0 g határok között marad.

### 2.2.2. Fékező fogókészülék gyárilag állítható fékező erővel

A fogókészülék konstrukciója olyan, hogy a fékező erő egyes elemek (pl. rugók, betétek) cseréjével csak gyárilag állítható. A katalógusokban kínált fékező fogókészülékek legtöbbje ebbe a kategóriába tartozik. A típusvizsgálati tanúsítvány ebben az esetben az alkalmazási tömeget csak a szélső beállítási tartományokhoz, tól-ig határokkal adja meg. Ez nem azt jelenti, hogy egy konkrét, gyárilag beállított példány is ilyen tömeghatárok között alkalmazható, hanem azt a gyártói megfelelőségi nyilatkozat (és az adattábla) a konkrét beállítástól függő, egyetlen tömeggel jellemzi. Ettől a beállított tömegtől az alkalmazási tömeg – az előző esethez hasonlóan - +/- 7,5 %-kal térhet el. A megrendeléskor a kívánt tömeget meg kell adni, a gyártó az ehhez legközelebbi értéket adó beállítást szállítja.

### 2.2.3. Fékező fogókészülék a beépítés helyszínén is állítható fékerővel.

Az ilyen típusú fogókészülék helyszíni beállítása nagy szaktudást, a típusra vonatkozó speciális kiképzést és fokozott figyelmet igényel, ezért ezek általában katalógus-termékként nem, csak nagy, multinacionális konszernnek saját belső termékeiként fordulnak elő.

A típusvizsgálati tanúsítvány ilyenkor a már ismert paramétereiktől függően az alkalmazási tömeghatárokat tól-ig jelleggel adja meg, a gyári megfelelőségi nyilatkozat általában feltünteti az ezen belül beállított konkrét értéket is, a beállító elem plombálása mellett. A tömegérték helyszíni átállításához a személyi képességeken túl gyári beállítási utasítás, és helyszíni plombálás is szükséges.

Minden fogókészülék működése a felszerelése után, valamint ezt követően bizonyos időközönként rendszeresen - fékező fogókészülék esetén számszerűsített mérésel is - ellenőrizendő. A pillanatműködésű fogókészülék helyes kiválasztása egy konkrét felvonónál próbával nem ellenőrizhető, csak a működőképessége.

A fékező fogókészülékek közvetlen, a szabványelőírás szerinti tételes ellenőrzése a függesztő-elemeken képzett ejtőhurokkal, ejtőkapoccsal és a lassulás mérésével kellene történjen.

Mivel az ilyen vizsgálat műszaki kockázatokat rejt, az előírás teljesülését mindig indirekt módszerekkel ellenőrzik, és a szabványelőírás teljesülése csak a mérés körülményeinek átszámításával mutatható ki. Ilyen különbségek lehetnek:

- a fülke terhelése nem a névleges teherbírásnak megfelelő, és/vagy
- a vizsgálat nem szabadeséssel történik, a függesztő-elemekben ébredő erő „segít” a fogókészüléknek, a mérhető lassulást növeli, ezzel meghamisítja az eredményt.

A fékút mérése során a helyes kiértékeléshez a fülkét névleges, vagy azt meghaladó terheléssel, névleges, vagy azt meghaladó sebességgel kell kipróbálni, ilyen körülmények között a mért fékút eltérése a szabadon eső fülke fékútjához képest kisebb.

Ez a módszer a sínen hagyott féknyomok megítélése miatt meglehetősen szubjektív, és csak nagyobb névleges sebesség esetén ad értékelhető eredményt<sup>2</sup>.

Lényegesen pontosabb, egyszerűbben végrehajtható és a felvonóval is kíméletesebb a fékező fogókészülék lassulás mérése útján való értékelése.

Ehhez terhelés nélküli fülkét kell (általában névleges sebességről) befogatni, és ezenközben a lassulást mérni. A fülke lassulása helyes beállítás esetén, ebben a terheletlen állapotban várhatóan g értékét meghaladja. Az ellensúly felfelé haladtában legfeljebb g értékű lassulással tud megállni, ezért a függesztő-kötél rövid időre lelazul, a fülkére ebben a pillanatban ható függőleges erők – némi elhanyagolással - csak a fogókészülék fékező ereje és a gravitáció, a mérést követő átszámításban kevesebb a bizonytalanság.

Mindkét módszer alkalmazása esetén a lassulás vagy a fékút mért értékéből és a fülke tömegének ismeretében egyszerűen kiszámítható az a lassulás, ami névleges terhelésű fülke és szabadesés ese-

<sup>2</sup> A fékút a fékezés megkezdése előtti sebesség négyzetével arányos

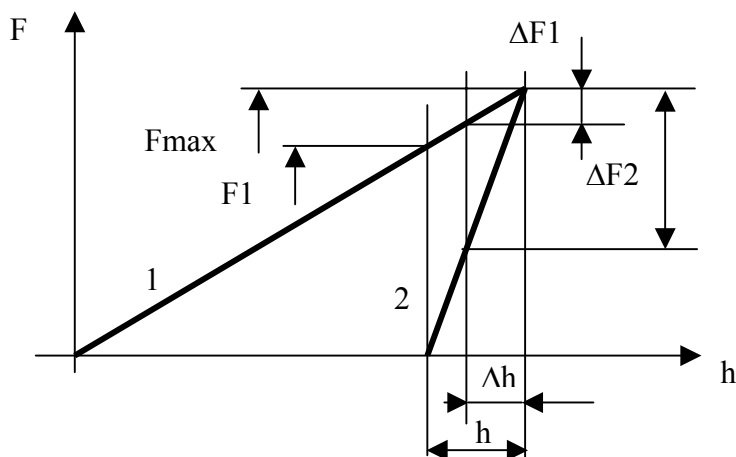
tén következne be. Fontos tudni, hogy a sok változó fejből nem követhető, számítás nélkül téves következtetésre juthatunk. Léteznek olyan mérési rendszerek, amelyek beépített algoritmussal ezen viszonylag egyszerű számítását a mérést követően automatikusan elvégzik.

### 3. Fékező fogókészülékek és a sín kopása

Ha egy meglévő felvonót felújítanak, vagy lebontják, és a helyén egy újat létesítenek, jellemző, hogy – gazdasági és kényelmi okokból - a régi vezetősíneket beállítás után megtartják. A vezetősín addigi használata során nem egyenletesen kopik: az alapállomás környezetében a fülke sokkal többször halad el, mint az attól legtávolabb eső állomásokon, ezért a sín kopása a magasság függvényében változó, de az alapállomás közelében hosszú használat során több tized-milliméter értékű is lehet.

A pillanatműködésű fogókészülékek ún. áthúzási vizsgálatának eredményét a sín vastagsága ugyan befolyásolja, azonban ebből a szempontból a kopás igen kis különbség, ennek hatása a megengedhető tömeg nagyságára nem mutatható ki. Általánosságban kijelenthető, hogy a pillanatműködésű fogókészülékek a sín kopására nem érzékenyek.

A fékező fogókészülékek a fékező erőt korlátozzák, ennek érdekében mindig szerepel valamilyen rugózó elem. A fékező fogókészülékeket sok szempont szerint lehet osztályozni, ezek közül az egyik az, hogy ez a rugózó elem beépített állapotban, alaphelyzetben előfeszített-e avagy sem? Az 1. sz. ábra szemléletesen mutatja a különbséget.



**1. ábra.** A sín kopásának hatása a fékező erőre

1 jelű rugó-karakterisztika: előfeszített rugó

2. jelű rugó-karakterisztika: előfeszítés nélkül beépített rugó

Az ábra feltételezi, hogy a fékező erőt létrehozó **Fmax** rugóerő mindkét típusnál egyforma, és az ékek elmozdulása (felhúzása) mindkét típusnál azonos (**h**) mértékű rugó-deformációval jár. Az előfeszített rugónál ez a deformáció az **F1** előfeszítési erő megnövekedését okozza **Fmax** értékre, míg a nem előfeszített rugó esetén a sokkal meredekebb jelleggörbén a rugóerő az ékek elmozdulásának hatására zérusról **Fmax**-ra változik. A sínek kopása (**Δh**) az ék azonos elmozdulása mellett csökkenti a rugó-deformációt, ezzel a rugóerőt. Látható, hogy az előfeszített rugó esetén a kopás hatására a rugóerő csökkenése (**ΔF1**), és ezzel arányosan a fékező erő csökkenése kismértékű, míg az előfeszítetlen rugó esetén az erőcsökkenés (**ΔF2**) akkora lehet, hogy a fogókészülék működése elégtelen, a fülke lezuhanhat. Utóbbi, nem előfeszített rugóval rendelkező fogókészülékek tipikus példái a különböző gyártmányú „U” rugós fogókészülékek. E hatás ellensúlyozására léteznek olyan „U”-rugós, görgős fogókészülékek, amelyek a befogás kezdetén fékező jellegűek, majd a befogási folyamat végéhez közeledve a pillanatműködésű görgős fogókészülékekhez hasonlóan viselkednek, és a fülkét a sínek durva deformációja mellett mindenképpen megállítják.

Annak eldöntésében tehát, hogy a kopott sín tovább használható-e vagy sem, a kopás mért értéke mellett legfontosabb szempont az alkalmazni kívánt fogókészülék fajtája.

#### 4. A fülke fel irányú sebességtúllépése elleni védelem

Egyes alkatrészek meghibásodása a fülke lezuhanását eredményezheti, ennek megakadályozására a kezdetek óta alkalmazzák a fogókészüléket. Vannak azonban olyan meghibásodások - legtöbbször olyanok, amikor a hajtótárcsa szabadon forgóvá válik, vagy a függesztő-kötelek a hajtótárcsa hornyait elhagyják - amelyek következtében a féltérhelésnél kisebb terhelésű fülke az ellensúly hatására felfelé gyorsulva mozoghat, tkp. „felzuhanhat”. A gyorsulás annál nagyobb, minél kisebb a fülke pillanatnyi terhelése.

Egyszerűen levezethető, hogy – ha a súrlódástól eltekintünk - ilyenkor az üres fülke esetén létrejövő gyorsulás:

$$a = g * \frac{GG - GK}{GG + GK} ; \quad \text{ahol:}$$

a: a fülke fel irányú gyorsulása [ $\text{m/s}^2$ ],

g: a nehézségi gyorsulás [ $9,81 \text{ m/s}^2$ ],

GG: az ellensúly tömege [kg],

GK: az üres fülke tömege [kg].

Egy átlagos hajtótárcsás felvonó esetén ez a gyorsulás nem nagy, hozzávetőlegesen  $1,5$  és  $2,5 \text{ m/s}^2$  értékek közé adódik, és mindaddig tart, amíg az ellensúly az ütközőjére nem érkezik. Ekkor a gyorsító hatás megszűnik, a fülke szabadon, a függőleges hajtás elve szerint, lassulva mozog tovább.

Ha a fülke fel irányú kezdeti sebessége  $v_0$  [m/s], és az ellensúly ütközőre futásáig felfelé megtehető útja  $s$  [m], akkor az ellensúly ütközőre érkezésekor a fülke sebessége:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 * a * s}$$

ami pl.  $v_0 = 0,63 \text{ m/s}$ ,  $a = 2 \text{ m/s}^2$  és  $s = 10 \text{ m}$  esetén  $v = 6,36 \text{ m/s}$ ,

$v_0 = 1,0 \text{ m/s}$ ,  $a = 1,5 \text{ m/s}^2$  és  $s = 30 \text{ m}$  esetén  $v = 9,54 \text{ m/s}$  értéket eredményez.

Az akna fejmagasságát a névleges sebesség figyelembevételével méretek, ezért egy ekkora túlsebességgel érkező fülke még igen nagy becsapódási sebességgel ütközik az aknafödémhez, súlyos személyi sérülésre és jelentős anyagi kárra lehet számítani.

Un. háromtárcsás hajtóművek esetén az 1970-es években – méretezési, konstrukciós, gyártási és szerelési problémák miatt – a hazai gyakorlatban is jelentősebb számban fordult elő tengelytörés, aminek hatására a hajtótárcsa szabadon forgóvá vált. Más országok is hasonló tapasztalatokat szereztek, és különböző megoldási javaslatok elemzése, próbája után jutottak az EN 81-1 szerinti szabályozáshoz: ez minden hajtótárcsás felvonónál kötelezővé tette a fülke fel irányú sebességtúllépése ellen védő berendezés beépítését.<sup>3</sup>

E típusvizsgálatra kötelezett berendezés érzékeli a fülke ellenőrizetlen felfelé mozgását, és a sebességátrolók kioldási sebességével azonos módon előírt sebesség elérésekor a fülkét leállítja, vagy a sebességet legfeljebb az ellensúly ütközőjének méretezési sebességére csökkenti, miközben az üres fülke lassulása nem lehet nagyobb  $g$ -nél.

A berendezés mindig két részből áll: egy sebességátrolóból, vagy hasonló sebesség-érzékelő berendezésből, és egy fékező, beavatkozó berendezésből. Utóbbi a beavatkozás helye szerint négyféle lehet, és egymástól alapvetően különböző berendezéseket jelent.

##### 4.1. Beavatkozás a fülkén

A fülkére ható berendezés vagy egy fordítva beépített, felfelé működő fékező fogókészülék-pár, vagy olyan integrált fogókészülék, mely felfelé és lefelé is egyaránt működik. Fel kell hívni

<sup>3</sup> Más hajtási rendszerekhez felesleges ez a biztonsági berendezés. Mivel ellensúly használata csak hajtótárcsás felvonóhoz megengedett, a kiegyenlítő súly tömege pedig nem lehet nagyobb az üres fülke tömegénél, ezért az ún. „felzuhanás” nem jöhet létre.

azonban a figyelmet arra, hogy a felfelé működő fogókészülék fékező ereje jelentősen kisebb kell, hogy legyen a lefelé működőénél.

Az integrált, le- és fel-irányban is működő fogókészülékek esetén a le-irányú működéshez – a közönséges fogókészülékekhez hasonlóan – a megengedett tömeget adják meg, míg a fel-irányú működésnél ez nem értelmezhető: ekkor a fékezési erő a jellemző adat. Egy konkrét felvonó esetén annak tömegeitől függ, hogy üres fülke esetén létrejön-e a szükséges lassulás, illetve az nem haladja-e meg  $g$  értékét. Ezek csak esetenkénti számítással dönthetők el.

A fülkén való beavatkozás előnye lehet az, hogy egyetlen, integrált, felfelé és lefelé egyaránt működő sebességhatároló alkalmazható

#### 4.2. Beavatkozás az ellensúlyon

Az ellensúlyra vagy kiegyenlítő súlyra szerelt fogókészülék, vagy régebben ún. „fékező készülék” a korábbi gyakorlatban is előfordult. A felvonók létesítésére vonatkozó előírások mindenkor ismerték e műszaki lehetőséget, és a szabványok változása során rendre más-más esetekre írták elő alkalmazását. Volt, hogy az emelőmagassághoz, máskor a névleges sebességhez, vagy a hajtómű nem önzáró mivoltához kötötték előírását. Az utóbbi időben akkor kellett alkalmazni, ha a felvonó pályája nem talajon végződött.

A jelenlegi előírás szerint az ellensúlyra akkor kell fogókészüléket szerelni – másik alternatív lehetőség mellett – ha a felvonó alatt emberi tartózkodásra alkalmas helyiség van.

A fülke „felzuhanása” ellen védő berendezés fékező egységét mindig megengedett az ellensúlyra szerelni, de az utóbbi esetben célszerű is, mert a fogókészüléket kettős feladatra lehet használni: a felfelé mozgó fülke sebességtúllépése ellen védő berendezés fékező egységeként is tekinthető.

A megkívánt fékező erő azonos a fülkére szerelt, felfelé működő fogókészülékével. Ha a fogókészülék az ellensúlyon  $g$  értékénél nagyobb lassulást hoz létre, a függesztő-kötél lelazul, a fülke felfelé haladtában legfeljebb  $g$  lassulással lassul.

#### 4.3. Beavatkozás a hajtótárcsánál

A felfelé mozgó fülke sebességtúllépése ellen védő berendezés fékező egysége hathat magára a hajtótárcsára – ekkor a hajtótárcsa speciális kiképzésű, és egyben fékdob vagy féktárcsa is – vagy a hajtótárcsa tengelyére, közvetlenül a hajtótárcsa mellett.

E biztonsági berendezés általában nem használhatja azokat az elemeket, amelyek a normál üzemben a sebességet, a lassítást ellenőrzik, vagy részt vesznek a fülke megállításában, kivéve, ha ezek redundánsan vannak beépítve.

A hajtómű nélküli hajtások esetén az üzemi fék a féknyomatékokat ugyanezen a tengelyen fejti ki, és a mechanikus fékre vonatkozó előírások miatt a berendezés szerkezeti elemeit meg kell kettőzni. Kézenfekvő tehát, hogy ilyen hajtásoknál a normálüzemi elektromechanikus fék kapjon kettős feladatot: legyen egyúttal a „felzuhanást” meggátoló biztonsági berendezés része is.

#### 4.4. Beavatkozás kötélén

A fékező egység hathat a függesztő- vagy a kiegyenlítő kötelekre. A fékhatást általában előfeszített rugó váltja ki, az üzemi helyzetbe állításuk – a nagy rugóerő miatt - külső energiával történik. A kötélmímélés szempontjából nem a legelőnyösebb megoldást jelentik.

Új berendezéseknél alkalmazásuk kevésbé előnyös, viszont felszerelésük utólag is egyszerűen megoldható.

### 5. Ütközők gyakorlati kiválasztása, megfelelőségének ellenőrzése

Az ütközők mechanikai tulajdonságait az a körülmény szabja meg, hogy az akna legalsó szakaszán – amennyiben arra szükség lenne – a fogókészülék már nem tud működésbe lépni, annak feladatát az ütköző veszi át. Az ütköző tehát a fogókészülékkel azonos fontosságú biztonsági berendezés. Minden ütköző közös tulajdonsága, hogy függőleges erőt fejt ki a rá érkező tömegekre, ezzel azt lassítva. Ez az erő általában nem állandó, hanem azt valamilyen – esetleg több változós - függvény ír-

ja le. Ilyen független változó minden ütközőnél az elmozdulás (löket), de egyeseknél a sebesség, az alkalmazott töltet viszkozitása, a hőmérséklet is.

Az erő függvényétől, és a megállítandó tömeg nagyságától függ a lassulás függvénye. Adott jelleggörbe mellett kis tömeg esetén nagyobb, nagy tömeg esetén kisebb lassulás alakul ki. A lassulásnak korlátai vannak. A fülke lassulása ergonómiai okok miatt nem lehet túl nagy, de túl kicsi sem, mert ebben az esetben a tömeg a rendelkezésre álló úton nem tud lelassulni, és az alkalmazott ütköző véghelyzetét elérve, ott igen nagy lassulás alakulhat ki.

Mindezekből következően minden fajta ütközőre megállapítható az alkalmazható tömeg (terhelt fülke vagy ellensúly) alsó és felső határa.

A felvonókra vonatkozó európai irányelv és szabvány általános elve, hogy ha egy fontos biztonsági berendezés-típus alkalmazását helyszíni, egyszerű mérésekkel és vizsgálatokkal nem lehet megállapítani, hanem ahhoz laboratóriumi mérések szükségesek, akkor előírják annak típusvizsgálatát.

Az energia-felemésztő és a nem lineáris jelleggörbéjű energia-tároló ütközők ilyenek. A visszafutás-csillapítású energiatároló ütközőkkel – azok hazai alkalmazásának hiányában - itt nem foglalkozunk. A lineáris jelleggörbéjű energiatároló ütközők – éppen jelleggörbéjüknel fogva – egyszerű méréssel vagy számítással ellenőrizhetők, ezért típusvizsgálatuk szükségtelen.

Összefoglalva: bármilyen fajtájú ütköző kiválasztásának három szempontja van: az adott fajtájú ütköző az adott névleges sebességhez alkalmazható-e, a lökete a névleges sebességhez igazodik-e, valamint az adott névleges sebesség mellett az adott tömeg mozgási energiáját a megengedett lassulás mellett képes-e felvenni (tárolni vagy felemészteni).

### 5.1. Lineáris jelleggörbéjű energiatároló ütközők

A lineáris (egyenes) erő-elmozdulás jelleggörbe általában – a szelvénytől függetlenül - hengeres csavarrugóknál adódik. A különleges alakú (pl. a felvonóknál is alkalmazott kúpos, ún. „Volut-”) rugók jelleggörbéje azonban nem lineáris, sőt - ha a menetek egymáson oldalirányban felfeksznek, és egymáshoz súrlódnak – hiszterézist is mutatnak.

Az energiatároló ütközők – jelleggörbétől függetlenül - legfeljebb 1,0 m/s névleges sebességig alkalmazhatók.

A lineáris rugók legelterjedtebb formája tehát a körszelvényű anyagból készített hengeres csavarrugó.

Hely kiválasztására és ellenőrzésére több módszer is lehetséges. Amennyiben rendelkezésre áll katalógus, annak a névleges sebesség függvényében tartalmaznia kell az adott rugóra érkehető legnagyobb és legkisebb tömeget.

A rugó geometriai adatainak (huzalátmérő, közepes tekerceselési átmérő, szabad hossz, működő menetszám, összes menetszám) és anyagának ismeretében szilárdságtani számítással meghatározható a rugó jelleggörbéje, és az alkalmazási tömeghatárok.

Az ellenőrzés harmadik módja is kihasználja a rugó lineáris jelleggörbéjét. Ismert tömeg (pl. a terhelt fülke vagy az ellensúly) hatására létrejövő deformáció mért értékéből következtetni lehet a rugó alkalmazására.

A függelékben közöljük a két említett módszert.

### 5.2. Energiafelemésztő és nem lineáris ütközők

Ezeknél az ütközőknél a tömeghatárok számítással vagy nem, vagy csak igen pontatlanul meghatározhatók meg, és a statikus mérési adatokból sem lehet egyértelműen következtetni a dinamikai viselkedésre, ezért ezeket típusvizsgálatnak kell alávetni. Az alkalmazható legnagyobb ill. legkisebb tömeget a sebesség függvényében a szabványban pontosan meghatározott módszerrel, laboratóriumi mérés-sorozattal kell megállapítani, és a típusvizsgálati tanúsítványban dokumentálni. A katalógusok adatai is e méréseken alapulnak.

## 6. Mozdólépcsők fékrendszerének üzembe helyezés előtti és ismétlődő vizsgálata

Az EN115 előírásai a mozgólépcsők és mozgójárdák fékszerkezetére vonatkozóan a korábbiaktól eltérőek.

Minden mozgólépcsőnek rendelkeznie kell egy üzemi fékkel. Elektromechanikus kiegészítő fékre is szükség van, ha:

- az üzemi fék nem bizonyos meghatározott fajta gépelemekkel kapcsolódik a lépcsőkocsik hajtókerekeihez, vagy
- az üzemi fék nem elektromechanikus, vagy
- az emelési magasság nagyobb 6 m-nél.

Az üzemi fék lépcső-szélességtől függő lépcsőkocsinkénti fékterhelésére és sebességtől függő fékútjára a szabvány számszerű előírást ad. A lépcsőre helyezendő összes fékterhelés megállapításakor a fajlagos értéket kell megszorozni a lépcsőkocsik mértékadó számával (utóbbi az emelőmagasságnak és egy lépcsőfok magasságának hányadosa).

A mozgólépcső mért fékútjának a szabvány szerinti értékek között kell maradnia terheletlen, és lefelé a fékterheléssel terhelt állapotban.

A kiegészítő fék megengedett fékútja nincs számszerűsítve, annak a fékterheléssel terhelt lépcsőt „megfelelő biztonsággal lassulva” meg kell állítania, és álló helyzetben kell tartania.

A teljes fékterhelést a lépcső hosszának kétharmadára is el szabad osztani, ebből következően a „megfelelő biztonság” úgy is értelmezhető, hogy a fékút a lépcsőhossz harmadánál ne legyen nagyobb (ellenkező esetben a próbasúlyok a lépcsőkocsikról a fésűn keresztül a földemre kerülnének, ezzel a fékterhelés csökken, a próba nem folytatható).

A mozgójárda üzembe helyezés előtti vizsgálata során elegendő terhelés nélküli fékpróbát végezni, a terhelt mozgójárda fékútját a gyártónak számításokkal kell igazolnia. A mozgólépcsők fékútját terhelés nélkül és a fékterheléssel is méréssel kell ellenőrizni, ha a fékutat más módon nem lehet meghatározni.

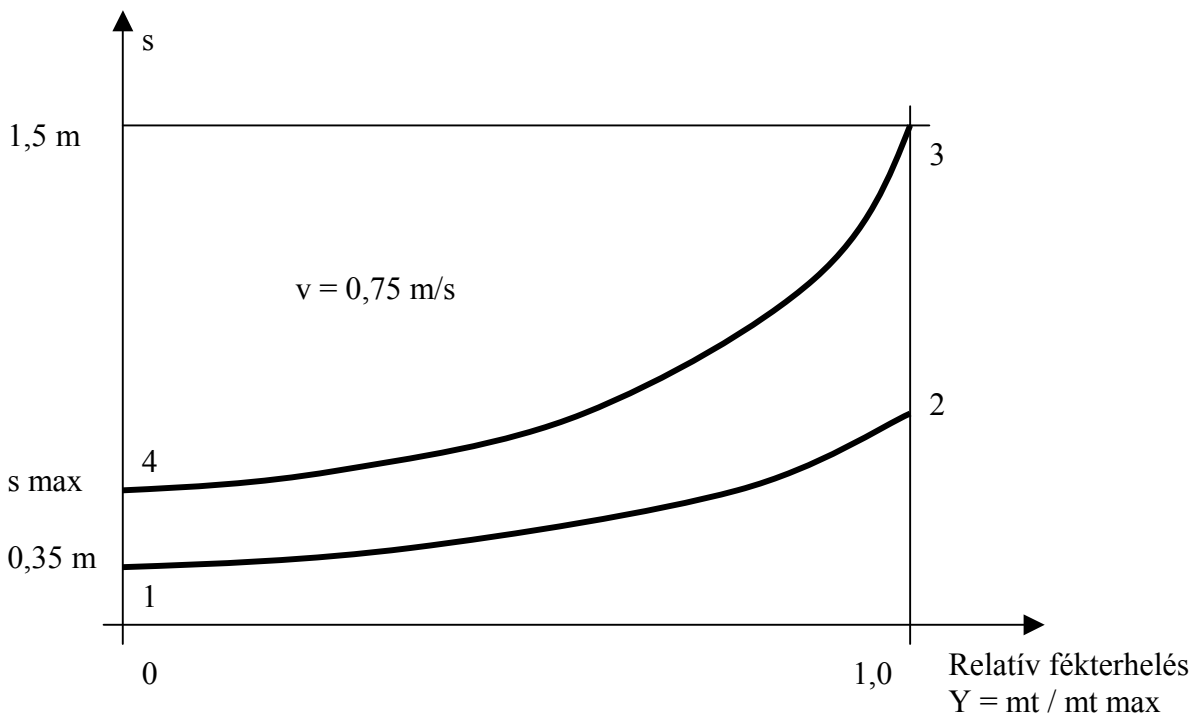
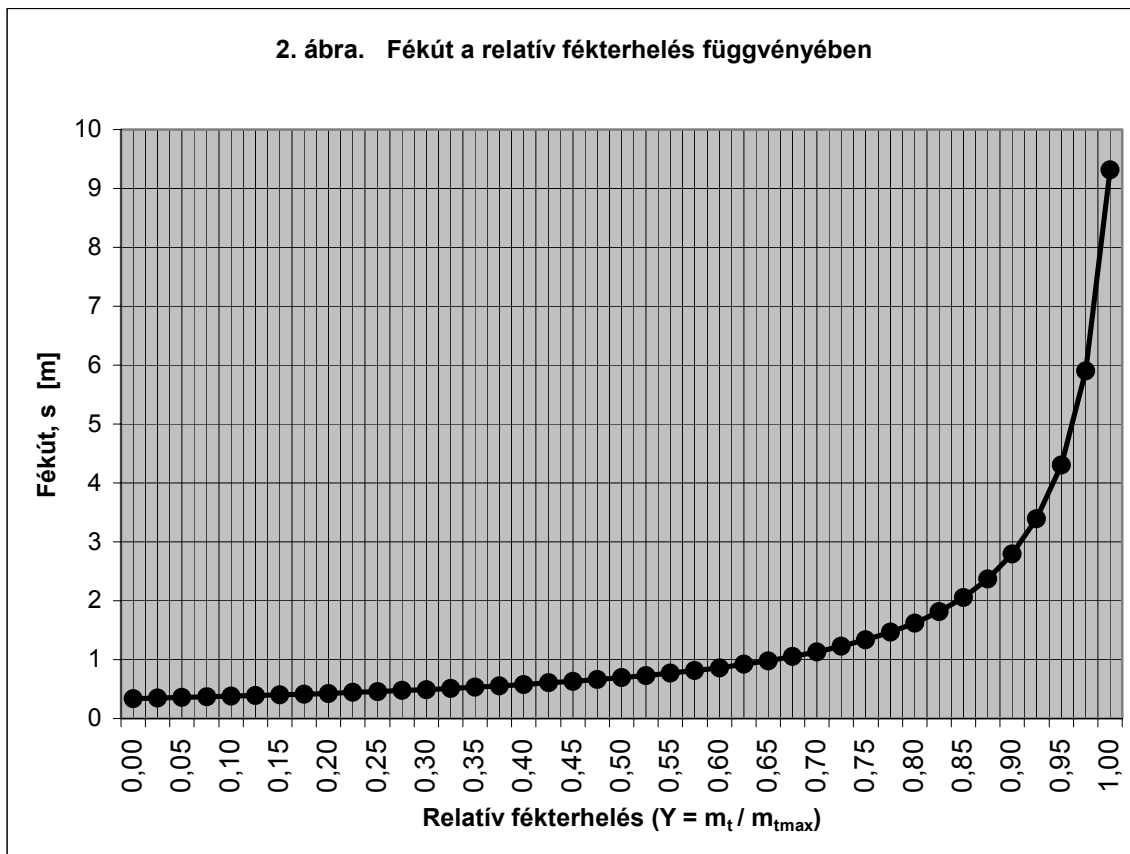
A fékszerkezet első, üzembe helyezés előtti bemérése és pontos dokumentálása nagyon fontos a későbbi, rendszeres ismétlődő biztonságtechnikai felülvizsgálatok szempontjából.

Ennek megértéséhez először azt kell belátnunk, hogy a fékterhelésnél kisebb terheléssel végzett fékpróba eredményeiből pontos számítások nélkül nem tudunk következtetni a nagyobb fékterhelés esetén adódó fékútra. Egy konkrét, közel 25 m emelőmagasságú mozgólépcső kiegészítő fékjének fékterhelés – fékút jelleggörbéjét mutatja a második ábra, egy adott féknyomaték mellett. Látható, hogy a jelleggörbe igen progresszív; a fékterhelés 85 %-ánál a fékút kevesebb 2 m-nél, a teljes fékterhelés mellett azonban már 9,3 m.

Célszerű olyan módszert alkalmazni, mellyel a későbbi fővizsgálatok során elkerülhető a fékterhelés vizsgálata. Ehhez az üzembe helyezés előtti vizsgálat során el kell végezni a 3. ábra szerinti mérés-sorozatot. A mechanikus fékek féknyomatéka állítható, és minden féknyomatékhoz egy hasonló jelleggörbe tartozik. A nyomaték növelésével a jelleggörbe a koordináta-rendszerben egyre lejjebb kerül.

Az 1 – 2 jelű jelleggörbe a mechanikus fék olyan beállításához tartozik, mely mellett terhelés nélkül a megengedett legkisebb fékút jön létre. A példában ez 0,35 m, mert a lépcső névleges sebessége 0,75 m/s. Az 1 – 2 jelű teljes jelleggörbe felvétele nem is szükséges, elegendő az 1 jelű, terhelés nélküli pontja. A 3 – 4 jelű jelleggörbe 3 jelű pontját meg kell határozni, azaz a mechanikus fék fékugóját addig kell állítani, amíg a teljes fékterhelés mellett a megengedett legnagyobb fékút (példánkban 1,5 m) nem mérhető. A fékszerkezet átállítása nélkül, tehát változatlan féknyomaték mellett, a fékterhelés megszüntetése esetén alakul ki a jelleggörbe 4 jelű pontja, és a hozzá tartozó fékút (az ábrán s max). Ez az, amit az egész mérésből legalább fel kell jegyezni a gépkönyvbe. A későbbiek során tudhatjuk ugyanis, hogy ha terhelés nélkül a fékút az 1 és a 4 jelű pontokhoz tartozó értékek között van, akkor a fékterhelés esetén kialakuló fékút is megfelelő lesz, mindaddig, amíg a mozgólépcsőn lényeges átalakítás nem történik.





A függelékben egy olyan számítás levezetését találhatjuk, melynek segítségével két különböző, ismert, részleges fékterheléshez tartozó fékút felvételével jó közelítéssel tetszőleges fékterhelés esetére meghatározható a fékút.

## 7. Alkalmazási programok

Az eddigiekben ismertett problémák, feladatok mindennapi gyors kezelésére, megoldására a kö-

vetkezőkben felsorolt egyszerű programok készültek:

- 7.1. Fékező fogókészülékek lassulásának közvetett meghatározása, ejtőkapocs nélkül végzett próba során a lassulás vagy a fékút mérése útján, annak megállapítására, hogy szabadesésből és névleges terheléssel a lassulás az EN 81 szabvány szerint megengedett határok között van-e.
- 7.2. A felfelé működő fogókészülék fékező erejének kiválasztása.
- 7.3. Lineáris jellegű energiátároló ütközőrugó ellenőrzése.
- 7.4. Mozdólépcső fékútjának közelítő meghatározása két, ismert terhelőtömeeggel végzett fékút-mérés segítségével.

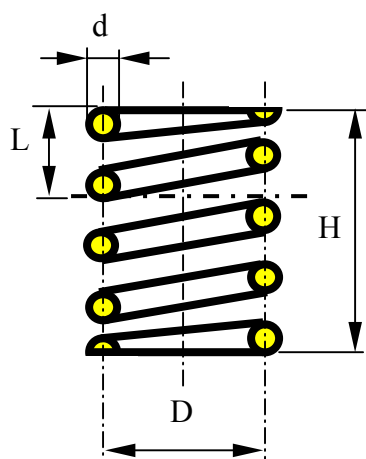
A berendezések üzembe helyezés előtti vizsgálatára, illetve rendszeres periodikus biztonságtechnikai ellenőrzésére kijelölt szervezetek számára mindegyik program alkalmazása hasznos, a 7.2 és 7.3 szerinti program más alkalmazók számára is segítség lehet.

A programcsomag az ÉMI Felvonó és Mozdólépcső Felügyeletén átvehető.

## 8. Függelék

### 8.1. Lineáris, körszelvényű huzalból készült hengeres csavarrugó, mint ütköző dinamikai és szilárdságtani ellenőrzése

A rugó F1 ábra szerinti geometriai adatain kívül ismerni kell a működő- ( $N_m$ ) és az összes menetek ( $N_\phi$ ) számát (a szabályos rugó köszörlött végein  $3/4$  -  $3/4$  menet felfekszik, a két menetszám között 1,5 a különbség), és anyagát ( $\tau_{meg}$  és  $G$ ).



F1 ábra. Ütközőrugó

A rugó geometriailag lehetséges lökete, ha minden menet felfekszik:

$$L_g = H - (N_m + 1) * d \quad [\text{mm}]$$

A rugó előírt legkisebb lökete:

$$L_{\min} = 135 * v^2 \quad [\text{mm}], \text{ ahol: } v \text{ a}$$

felvonó névleges sebessége, de  $L_{\min} > 65$  mm.

Az ébredő csúsztató feszültség a névleges,  $L$  löketnyi deformáció hatására:

$$\tau = \frac{G * d * L}{\pi * D^2 * N_m} \leq \tau_{meg} \quad [\text{N/mm}^2]$$

A csúsztató rugalmassági modulus,  $G = 8 * 10^4$  N/mm<sup>2</sup>,  $\tau_{meg}$  szokásos értéke 300 – 700 N/mm<sup>2</sup> közötti.

A rugómerevség (a jelleggörbe meredeksége):

$$C = \frac{G * d^4}{8 * D^3 * N_m} \quad [\text{N/mm}]$$

A löket végén fellépő rugóerő:

$$F_{\max} = C * L \quad [\text{N}]$$

Egy rugóra érkező megengedett max. tömeg:

$$m_{\max} = \frac{F_{\max}}{2,5 * g} \quad [\text{kg}]$$

Egy rugóra érkező megengedett minimális tömeg:

$$m_{\min} = \frac{F_{\max}}{4 * g} \quad [\text{kg}]$$

Ha egy tömeg alatt elhelyezett ütközők száma  $ZP$ , akkor ennyi ütközőre:

$$M_{\max} = m_{\max} * ZP, \text{ illetve } M_{\min} = m_{\min} * ZP$$

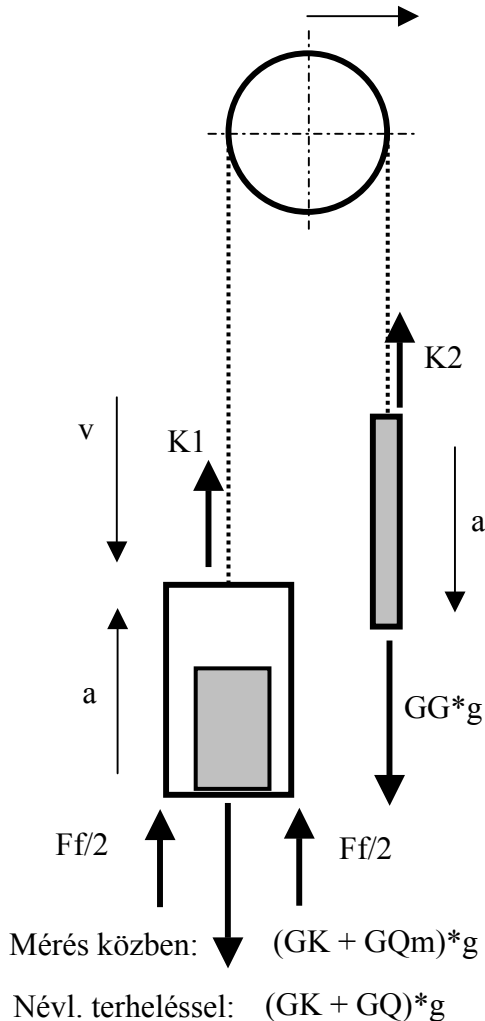
kg tömeg érkezik.

## 8.2. Fékező fogókészülékek lassulásának közvetett meghatározása

A fékező fogókészülékek ejtőkapocs nélkül végzett vizsgálata során a függesztő-kötelek hatása a lassulásra (fékútra) vonatkozó mérési eredményeket meghamisítja. Csak számítással lehet következtetni arra, hogy a szabvány szerinti, szabadesésből történő befogás esetén mekkora lassulás alakulna ki. A számítással figyelembe vehető az a körülmény is, ha a fülke terhelése a mérés közben nem a névleges értéknek felelt meg.

Az elméleti megfontolások alapja az F2 ábra.

A kötélcslúzási iránya a hajtótárcsához képest



**F2 ábra.** Fékező fogókészülék próbája

A hagyományos, hajtóműves hajtások alkalmazásakor a hajtótárcsa kerületi lassulása a forgó tömegek tehetetlenségi nyomatéka miatt kicsi, mintegy  $0,5 - 1,0 \text{ m/s}^2$ . A fülke előírt átlagos lassulása szabadesésből  $0,2g$  és  $1,0g$  közötti, az előzőt jelentősen meghaladja, amiből következően a kötélcslúzási irányban megcsúszik. Az általános

$$T2 / T1 \leq e^{\mu\beta}$$

egyenlőtlenségből a csúszás miatt a „<” reláció elhagyható, és az ábra szerinti jelölésekkel:

$$K2 / K1 = e^{\mu\beta} \quad (1)$$

Newton II. törvényét a fülkére és az ellensúlyra alkalmazva:

$$Ff + K1 - (GK + GQm) * g = (GK + GQm) * a_m \quad (2)$$

$$GG * g - K2 = GG * a_m \quad (3)$$

ahol  $a_m$  az átlagos mért lassulás.

Rendelkezésre áll három egyenlet, melyben az összes tömeg-adat és a lassulás ismert, a három ismeretlen:  $Ff$ ,  $K1$  és  $K2$ .

Rendezve és egymásba helyettesítve a mérés során kialakult fékező erő meghatározható:

$$Ff = (GK + GQ) * (g + a_m) - GG * (g - a_m) / e^{\mu\beta} \quad (4)$$

A (4) egyenletet a névleges terhelésű esetre felírva és átrendezve, ha  $a < g$ , a fülke lassulása szabadesésből, azonos fogókészülék és névleges terhelésű fülke mellett:

$$a = \frac{Ff + GG * g / e^{\mu\beta} - (GK + GQ) * g}{GK + GQ + GG / e^{\mu\beta}} \quad (5)$$

lett volna, illetve, ha  $a > g$ , a függesztőkötelek lelazulnak, ebben a pillanatban  $K1 = K2 = 0$ , ezt a (2) egyenletbe helyettesítve és rendezve a kérdéses lassulás névleges terhelés mellett:

$$a = \frac{Ff - (GK + GQ) * g}{GK + GQ} \quad (6)$$

lett volna.

A konkrét számítások során az (5) és a (6) formula eredményét is meg kell határozni. Háromféle eredmény lehetséges:

- 1.) Mindkét képletből  $a > g$  lassulás adódik. Ekkor az (5) képlet eredménye hamis, mert ellentmond a képlet érvényességi feltételének, és csak a (6) képlet eredménye helyes.
- 2.) Mindkét képletből  $a < g$  lassulás adódik. Ekkor az (5) képlet eredménye mutatja azt a lassulást, ami teljes terhelés mellett, ép kötelekkel történő befogás esetén létrejön, a (6) képlet eredménye a keresett, szabványos, szabadesés esetén létrejövő lassulást mutatja.
- 3.) Bizonyos tömegadatok behelyettesítése esetén az eredmény  $a = g$  lesz, ez a lelazulás határhelyete.

### 8.3. Mozgólépcsők fékútjának közelítő meghatározása

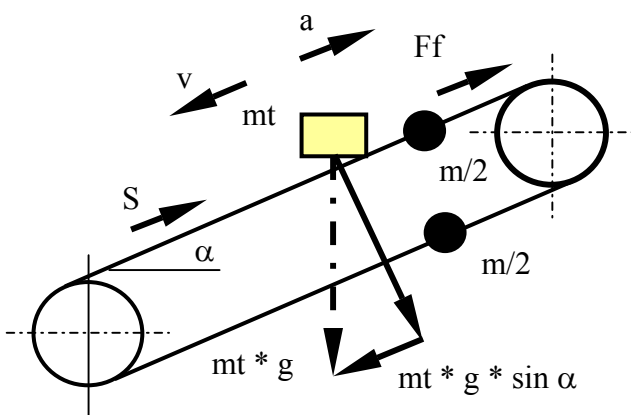
A mozgólépcsők fékútjának számításos meghatározásához számos adat ismeretére lenne szükség, mint pl. a haladó tömegek, a különböző szögsebességgel forgó tengelyeken elhelyezkedő tömegek tehetetlenségi nyomatékai, ezek sebessége ill. szögsebessége, a súrlódási jellemzők tengelyenként és a pálya mentén, ezek lépcsőkocsi-terheléstől való függése, a féknyomaték, stb. Az ilyenkor szokásos eljárás szerint az összes adatot az egyik, célszerűen a motor tengelyére redukálva viszonylag egyszerű egyenletekhez lehet jutni.

A gyakorlatban a felsorolt, részletes jellemzők a fék vizsgálata során legtöbbször nem ismeretesek, és adódhat olyan helyzet, amikor a teljes fékterhelés valamilyen okból nem áll rendelkezésre, vagy azt nem lehet a mozgólépcsőre felhelyezni.

A következőkben ismertetett eljárással két, különböző terheléssel végzett fékút mérés eredményéből jó közelítéssel meghatározható egy tetszőleges harmadik terhelőtömeg (például a szabványos fékterhelés) esetén adódó fékút.

A számítás elhanyagolása abban áll, hogy a kiinduló feltételezés szerint a súrlódás független a terheléstől, ami a valóságban nem igaz.

Az F3 ábra szerinti modell a különböző tengelyeken található tehetetlenségi nyomatékokat, súrlódó- és féknyomatékokat a haladó oldalra redukálva kezeli.



**F3 ábra.** A mozgólépcső egyszerűsített dinamikai modellje

Az F3 ábrához és az egyenletekhez tartozó jelmagyarázat:

**Ff:** a haladó tömegek oldalára redukált féknyomaték (fékerő),

**S:** a lépcső összes súrlódása a haladó tömegek oldalára redukálva,

**m:** a lépcső saját tehetetlen tömege (a forgó tömegek tehetetlenségi nyomatéka a haladó tömegekhez redukálva), a kiegyensúlyozás miatt két részre osztva,

**mt:** a lépcsőre helyezett pillanatnyi összes terhelés tömege,

**mt max:** a lépcső fékterhelése az EN 115 12.4.4. szakasza szerint

**v:** a lépcső sebessége,

**s:** a lépcső fékútja,

**a:** a lépcső lassulása.

Newton II egyenlete a lépcső-modellre alkalmazva:

$$Ff + S - mt * g * \sin \alpha = (m + mt) * a$$

Az  $mt_1$  ill.  $mt_2$  terhelés mellett mért fékútak:  $s_1$  és  $s_2$ ; és a lassulások a két esetben:

$$a_1 = \frac{v^2}{2 * s_1} \quad \text{és} \quad a_2 = \frac{v^2}{2 * s_2}$$

A Newton-törvényt alkalmazva a két esetre:

$$Ff + S - mt_1 * g * \sin \alpha = (m + mt_1) * a_1 \quad (1)$$

$$Ff + S - mt_2 * g * \sin \alpha = (m + mt_2) * a_2 \quad (2)$$

az egyik egyenletet a másiktól kivonva és átrendezve a mozgólépcső saját redukált tömege:

$$m = \frac{(mt_1 - mt_2) * g * \sin \alpha + mt_1 * a_1 - mt_2 * a_2}{a_2 - a_1}$$

A redukált fékerő és a redukált súrlódó erő összege:

$$Ff + S = (m + mt_2) * a_2 + mt_2 * g * \sin \alpha$$

Így a mozgólépcső saját eredő jellemzői (a részletek ismerete nélkül) kiszámíthatók, ezek segítségével a lassulás és a fékút tetszőleges terhelés esetére, pl. a fékterhelésre is meghatározhatók:

$$Ff + S - mt_3 * g * \sin \alpha = (m + mt_3) * a_3$$

$$a_3 = \frac{Ff + S - mt_3 * g * \sin \alpha}{m + mt_3}$$

$$s_3 = \frac{v^2}{2 * a_3}$$