

LRI Repüléstudományi és Tájékoztató Központ

KÉZIRAT GYANANTI

EJTŐERNYŐS
tájékoztató 

1981/3

NÉHÁNY GONDOLAT AZ EJTŐERNYŐS KIKÉPZÉSRŐL

Az ez évi ejtőernyős függetlenített és szakosztályvezetői továbbképzésen senki sem jelezte, hogy gondja lenne a szükséges számú kezdő kiképzésével – igaz, nem is volt ott mindenki. Ez azért érdekes számomra, mert nekem úgy tűnik, Budapesten egyre nehezebb a kezdők bevonása az ejtőernyős kiképzésbe. Tóth Endre, az MHSz MALÉV Klub szakosztályvezetője tollából az Ejtőernyős Tájékoztató ez évi 1. számában megjelent szervezési mód valóban jónak bizonyult, de mégsem éri el a várt hatást.

Az összevonáson azonban sokat lehetett hallani a vidéki szakosztályok magas létszámáról. Lehet, hogy vidéken nagyobb az ejtőernyőzés vonzereje, mint Budapesten? Ezzel kapcsolatban nagyon szeretném megismerni a vidéki területek „gazdáinak” véleményét és észrevételeit, tapasztalatait, jó módszereit. Nálunk Budapesten, az orvosi vizsgálattal kapcsolatos problémák mellett nagy gondot okoz a gödöllői repülőtér távolsága is – de ezenkívül ezen az egy repülőtéren, mint kiképzési bázison hét szakosztály egyidőben végzendő munkája, annak összehangolása és hatékonysága is. Ehhez jön hozzá az, hogy a szakosztályvezetők társadalmi munkában végzik tevékenységüket, azaz könnyen előfordul, hogy munkahelyi, vagy családi probléma miatt a szakosztály, vagy az alapképzés alatt állók szakosztályvezető, vagy esetleg oktató nélkül is jelennek meg a repülőtéren. Ilyen esetben milyen tervszerű kiképző- és sportmunkát végezhet egy szakosztály?

Ehhez kapcsolódnak az egzisztenciális problémák megjelenése is, ami azt jelenti, hogy az oktatói állomány már nem kapcsolódik olyan aktívan a munkába – társadalmi munkába – mint néhány évvel ezelőtt. Különösen élesen jelentkezik ez a kérdés akkor, ha egy oktató hétköznap kijut a repülőtérre, (mert itt a hétfégi üzem ritka) természetesen a legtöbbet akarja ugrani. Ebben a helyzetben mikor van idő a jövő „ígéreteivel” foglalkozni? Tehát eltűnőben van a lelkesedéssel végzett ejtőernyőzés?

Más.

A vizsgáztatásoknál tényleg remek dolog lenne például a teszt-vizsgáztatásig eljutni, de hogyan lehet, ha nincs megfelelő tankönyv sem? Milyen jó volna, ha minden képzési szintnek megfelelő – a kiképzési tematikával megegyező – tankönyv, vagy zsebkönyv állna rendelkezésre!

Még „jó”, hogy korszerű, napjainknak legjobban megfelelő kiképzési tematika sincs – tehát nincs más hátra, mint egy ilyet kidolgozni, s ha ez megvan, újra felvetni a teszt-vizsga megvalósításának lehetőségét.

A formaugrásról

Abban a szerencsés helyzetben vagyok, hogy részt vehettem az első szervezett formaugró táborban, amit a tavalyi Bakony Kupa ideje alatt szerveztünk meg Gödöllőn. Nem kis gondot jelentett ezzel az ugrásfajtával tudatosan és meghatározott céllal foglalkozni, hiszen mindeddig nem csinálhattuk komolyan és az ismereteink is hiányosak voltak. Itt végre összeültünk és megtárgyaltuk a kiképzési utasításnak megfelelő gyakorlati munkát, amit el is kezdtünk.

A felszerelésünkhöz akkor még speciális ruha nem volt, csak a megszokott melegítő. A gyakorlatok közben „saját bőrünkön” tapasztaltuk, mennyire fontos a feladatok pontos meghatározása – pl. a repülőgép ajtajából való kilógás, az első ember visszaszámolása (három, kettő, egy – most), a repülőgép sebességcsökkenésének kivárása, a jó felzárkózás az ajtóban, stb., ez mind közelebb vitt a gyors összekapcsolódás megoldásához. De mindezt lelkesen és tudatosan csináltuk, így megjött az eredmény is, az egyhetes tábor végén 5 főnek már bejegyezték az ugrókönyvébe a formaugrási engedélyt. Végül az utolsó napon egy ötös csillagot csináltunk, ami – ismereteim szerint – az első ilyen teljesítmény volt az MHSz részéről ezen a repülőtéren. Ekorra már különleges FU ruhák szükségessége is felvetődött – és már meg is valósult azok használata, ebben hajtjuk végre a nem tanuló ugrásokat. Itt jegyzem meg, hogy ezekben a ruhákban újra meg kellett tanulni dolgozni a levegőben.

A tábor tapasztalatai alapján nagyon kihangsúlyozom, hogy tudatos tevékenység szükséges eh-

hez az ugrásfajta-hoz is, csak az hozza meg a tartós sikert, az alapoktól kell feltétlenül kezdeni a gyakorlást – tekintet nélkül az ugrásszámra és képzettségre. Nem szabad, hogy a magas ugrásszámú oktató lealacsonyítónak érezze a kiképzés teljes egészét, vagy részét, mert ez szolgálja a saját magunk és társaink biztonságát.

Ismerve az egyéb feladatok miatti repülőgép-személyzet problémákat, bízom benne, hogy megoldódik a hajózó szerelő nélküli repülés is. Tudom, hogy a két fős személyzet azért szükséges elsősorban, hogy fennakadás, vagy egyéb vész helyzetben segíteni lehessen, de ez megoldható – véleményem szerint – másként is. A hajózó szerelő másik szerepe, hogy továbbítsa az ugrató utasításait a repülőgépvezetőnek, pedig nagyon egyszerűen kiküszöbölhető azzal a megoldással, amit Csehszlovákiában alkalmaznak, az ugrató az ajtónál elhelyezett nyomógommbal jelzi a pilóta előtt elhelyezett tablón a szükséges közlendőket: jobbra, balra, egyenesen. Talán ezt is meg lehetne oldani nálunk!

A PPKU biztosítókészülék Műszaki leírás és kezelési utasítás-ban, az 58. oldal alján olvasható:

FIGYELMEZTETÉS!

A repülési magasságtól függetlenül szigorúan tilos a repülőgépen a készülékből a biztosítótűskét kihúzni!

Úgy vélem, ez az utasítás több baleseti lehetőséget rejt magában, hiszen az a tény, hogy a készüléket eddig 1000 méter magasan biztosítottuk ki a zárt repülőgépben, azt jelentette, hogy eddig a magasságig semmiféle hiba miatt nem fogja a készülék az ejtőernyőt váratlanul kinyitni. Ha azonban az eddig figyelembe nem vett utasítást pontosan betartjuk – ami általában helyes, kivéve egyes sport-ugrásfajtákat – könnyen előfordulhat „kellemetlen meglepetés”, elég ha csak a formaugrásra, vagy a gyakorlat végrehajtására gondolunk.

Ezt az előírást eddig nem tartottuk be. Átsiklottunk felette igaz? De ez nem helyes, mert semmiféle kis szabályt sem szeghetünk meg, nem szokhatjuk meg a szabálytalanságot – de javasolnunk kell a túlhaladott szabályok módosítását.

Kaposvári László

D.W. Wolf, H.R. Spahr: EJTŐERNYŐ-FÜRTÖK DINAMIKÁJÁNAK ELEMZÉSE

(Journal of aircraft Vol. 14. 1977. No. 4.)

Tárgy:

A továbbiakban olyan számítógéppel végzett dinamikus analízis kerül leírásra, amely az ejtőernyő-fürt egyes ejtőernyőit modellezi, valamint az egyes ejtőernyők összetett hatását a felfüggesztett test (teher) mozgására is. A felfüggesztett teher-ejtőernyőfürt rendszer komplex, háromdimenziós mozgását számítógéppel készített rajzok és színesfilm felvétel tartalmazza. Ezenkívül szimulált mozgási grafikonok – és az eredeti cikkben felvételek – kerülnek bemutatásra a három darab nagy ejtőernyőből álló fürt és a hozzákapcsolódó kis teherről, mely utóbbi gyors, bukdácsoló mozgásban van.

A tényleges és a szimulált mozgások között igen jó egyezés figyelhető meg.

Tartalom:

Az ejtőernyő-fürtök, illetve a több ejtőernyőből álló rendszerek – melyekhez csupán a felfüggesztett teher csatlakozik –, dinamikus-modellkészítési problémája az irodalomban még nem került tárgyalásra. Az ejtőernyő-fürtöket rendszerint egyetlen ejtőernyőként modellezik, amikor az ejtőernyőfürtökre úgy alkalmazzák az aerodinamikai összefüggéseket, hogy az egyes ejtőernyők egymáshoz képest rögzítettek. Ha egy ilyen fürt-rendszer gyors egymásutánban röppályaszög változásoknak van alávetve, akkor az egyes ejtőernyők különböző sebességgel elmozdulnak, mely az ejtőernyőfürt egyes ejtőernyőinek bizonyos szétszóródását eredményezi.

Ennek a tanulmánynak az elsődleges célja a fűrtökben lévő egyes ejtőernyők mozgásának modellezése, a mozgások szimulált megjelenítése.

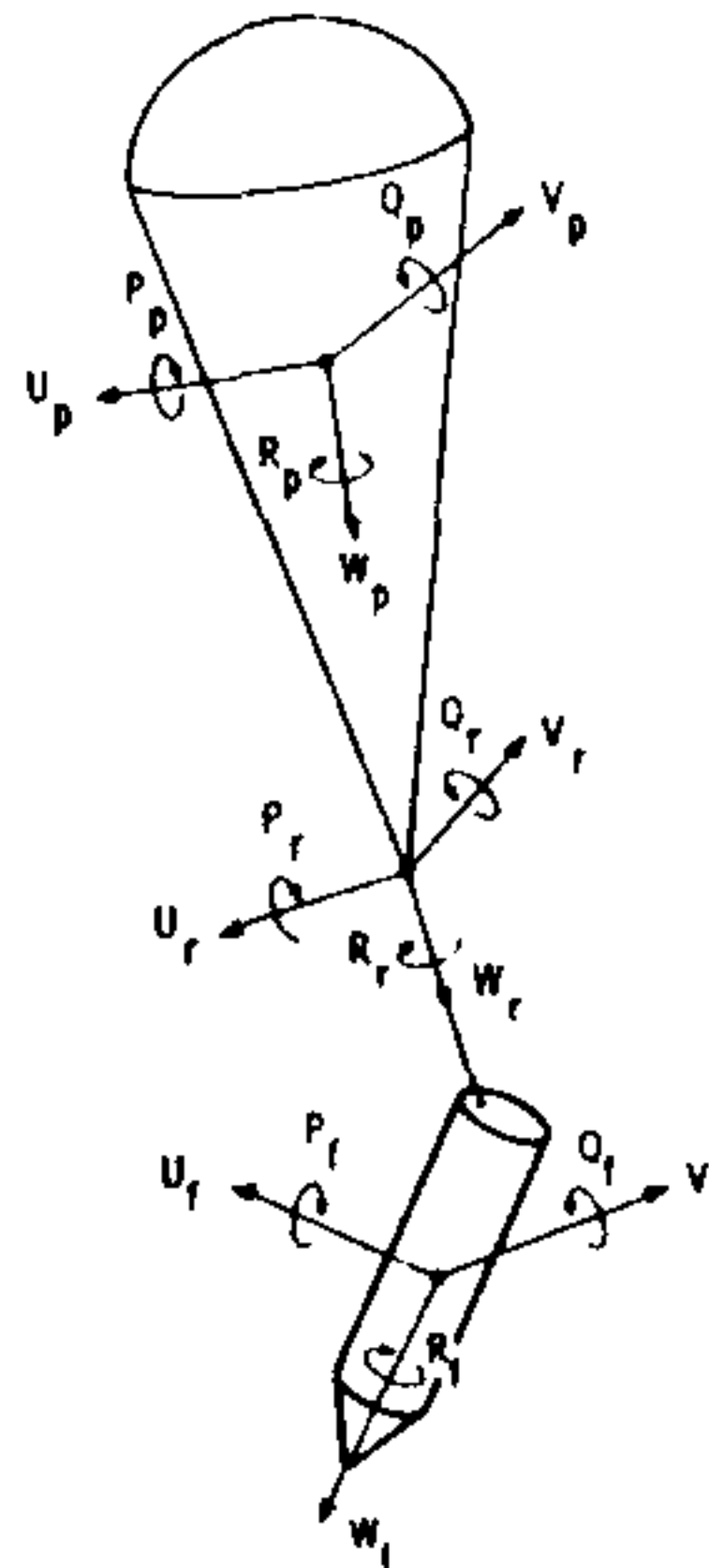
Egy Wolf által korábban kidolgozott hasonló modellt alkalmazunk erre a célra. Az ejtőernyőkön és a zsinórokon, valamint a felfüggesztett terhelésen szimmetriatengelyt veszünk fel annak érdekében, hogy a komponensek változó mozgását a földhöz rögzített rendszerben írassuk le. (1. sz. ábra) Ezek a földhöz rögzített tengelyeket összefüggésbe hoztuk a rendszerrel Euler transzformációval. A sebességek és az Euler transzformációk integrálásával a koordináta tengelyek helyzetét és a szögorientációkat az idő függvényében kapjuk meg.

A szükséges megfelelő lineáris sebességeket a mozgási egyenletek produkálják. Az egyes ejtőernyőkről feltételeztük, hogy azok 5^o-os elmozdulási „szabadsággal” bírnak, de a szimmetriatengely körüli forgásukat nem vettük figyelembe. Az ejtőernyőkre ható erőket az

$$\bar{F} = \bar{F}_a + \bar{F}_r + \bar{F}_i + \bar{F}_q$$

összeg komponenseiként fejezzük ki. A nyomatékok számítására megfelelő hosszúságokat (erőkarok) használtunk fel. Az \bar{F}_a aerodinamikus erő dinamikus és félnyugalmi állapotú adatait, valamint az ejtőernyő mozgásközéppontjának áramlási feltételeit alkalmaztuk a bizonytalan közegnek ejtőernyőre gyakorolt hatásának modellezésére. A zsinórok feszültségét okozó \bar{F}_r erők számítására az ejtőernyő anyagának rugalmas tulajdonságait használtuk fel.

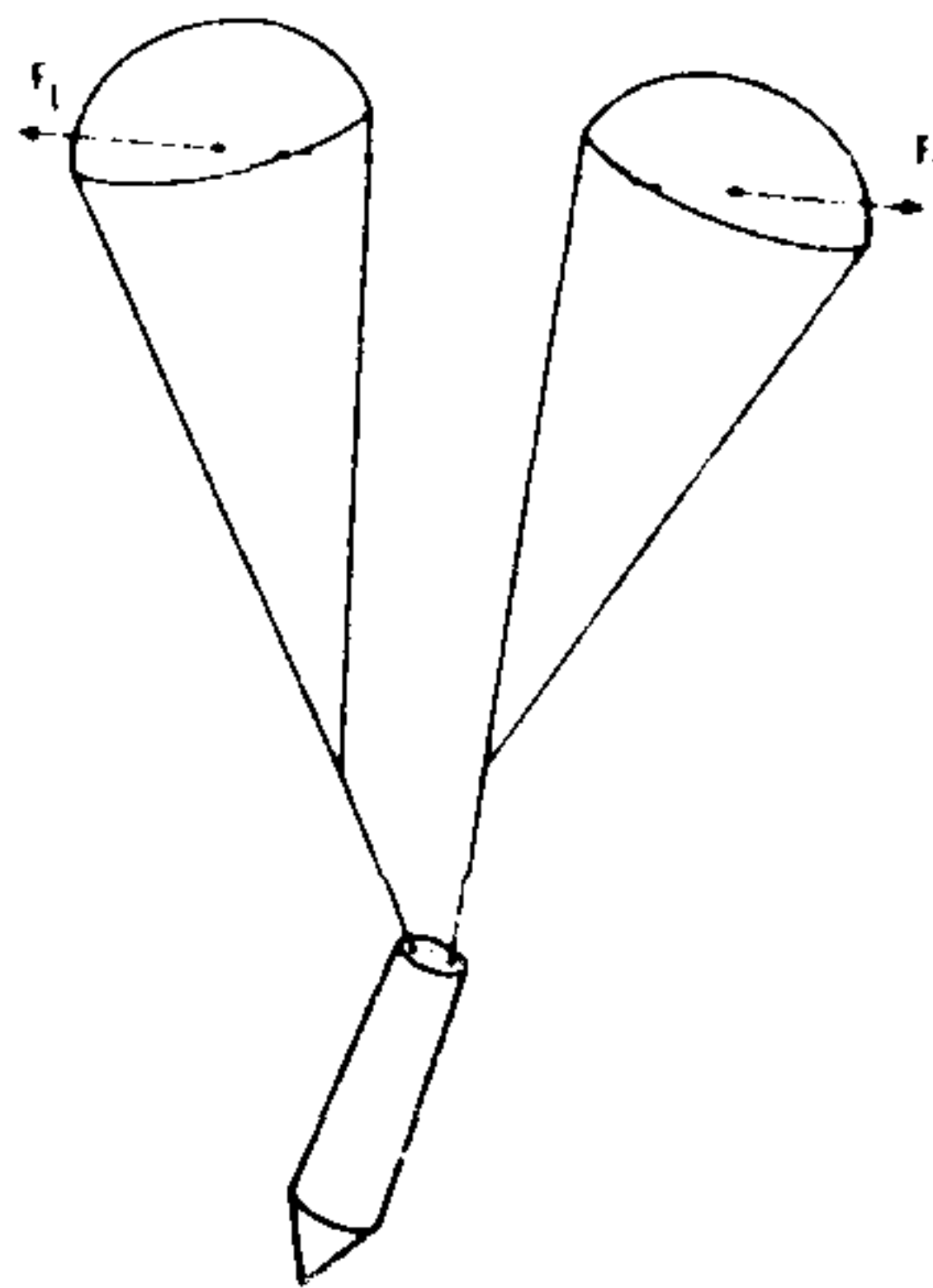
Az ejtőernyő súlyának \bar{F}_q van véve.



1. ábra
Koordináta rendszer

Az \bar{F}_i interferencia erőt az ejtőernyőfűrtök tanulmányozása alapján vezettük be. Ebben a tanulmányban az \bar{F}_i erőnek csak nagyon durva megközelítését vehettük figyelembe, mert nem volt tudomásunk ilyen adatokról még. Az interferencia erő olyan félnyugalmi erőnek van feltételezve, melynek nagysága a párban lévő ejtőernyők nyomásközéppontjainak távolságnégyzetével fordítottan arányos. Ez az erő a nyomásközéppontokon áthaladó egyenes mentén hat. (Lásd a 2. sz. ábrát)

A fűrtökre nyugalmi állapotú geometriai adatokat feltételeztünk a magasságok beállítása céljából hogy megfelelő nyugalmi állapotú szétválásokat kapjunk. A számításokban a tehernek egy 6^o-os asszimmetrikus szabadelfordulását vettük figyelembe. Erre a teherre csak a félnyugalmi aerodinamikus erő, a zsinórzat húzóereje és a nehézségi gyorsulás hat.



2. ábra
Ejtőernyők interferencia ereje

Az ejtőernyő és a teher összekapcsolására külön egyenletre volt szükség. Ezt úgy kaptuk meg, hogy a szomszédos koordináta rendszereket az ejtőernyőzsinórok mindkét végére felírtuk az egyenleteket.

A számítógéppel a teher mozgási egyenleteit és az ejtőernyőmozgás egyenleteit, valamint az összekapcsoló egyenleteket megoldottuk mindegyik ejtőernyőre külön-külön. Ugyanígy egy garnitúra Euler szög-idő deriválást is megoldottunk mindegyik testhez rögzített koordináta rendszerre, majd a teher röppálya egyenlete került megoldásra.

Az ejtőernyő-fürtre kapcsolt teher mozgásának szimulálása nem ért véget a társított testek összekapcsolt mozgásának a számításával, mivel a mérnök még mindig szemben áll azzal a problémával, hogy a mozgások szimulálásának az eredményeit megfelelő formában kell előállítani az alkalmazás céljára. Ezért a számítógép által meghatározott helyzetek és orientációk táblázatos adatait grafikus formában állítottuk elő.

Filmfelvételek segítségével ledobási próbákat rögzítettünk, majd a felvételekhez hasonló, számítógéppel készített rajzokat – újabb filmeket – készítettünk. A számítógépes vizuális megjelenítéshez a SCANDIA-ban kidolgozott MOVIE-2 programot alkalmaztuk (CDC.6600 típusú számítógépen) és módosított DATAGAPH X 4020 vezérlésére alkalmas mágnesszalagot adott.

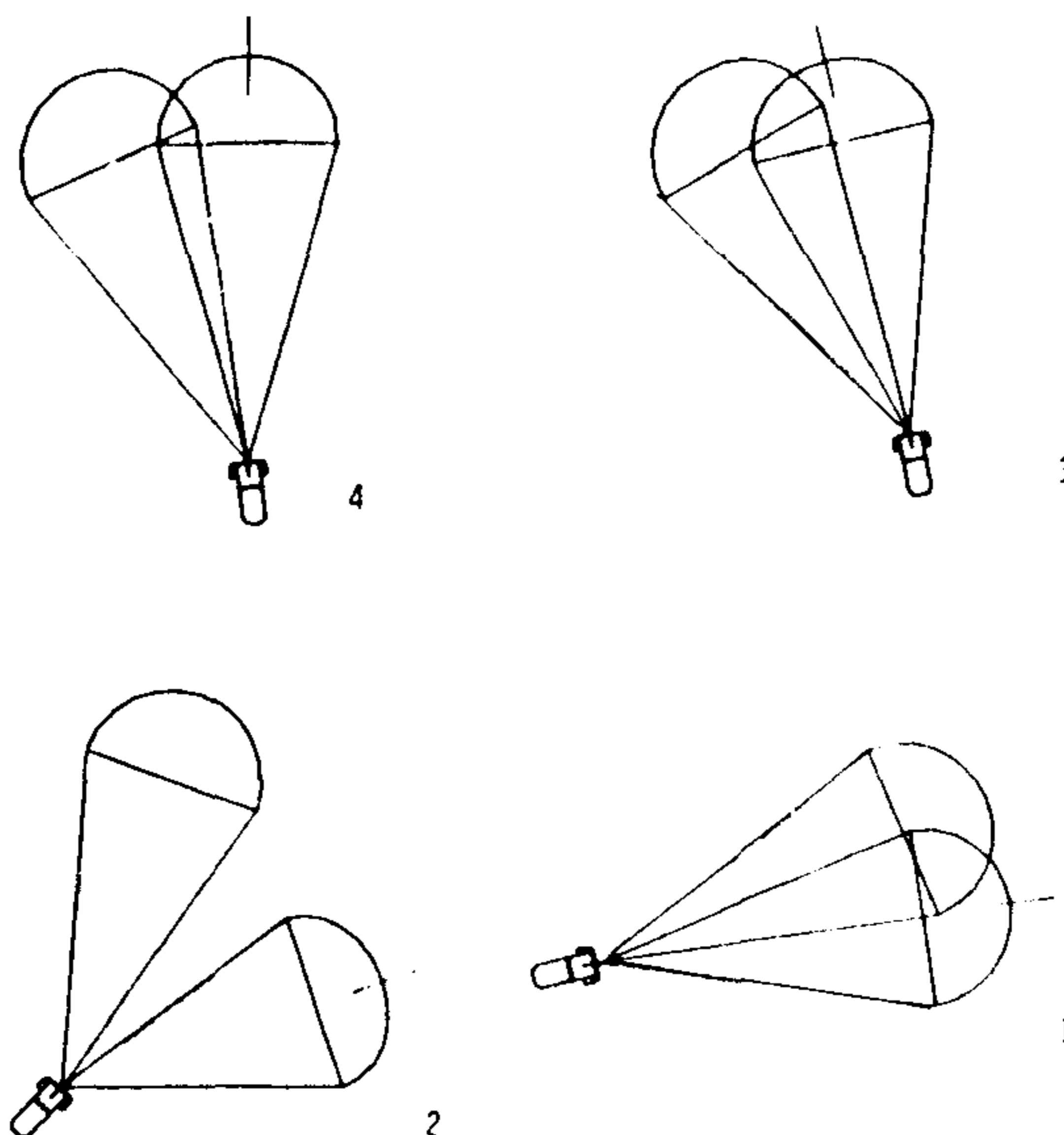
A kapott rajzok 19x19 cm méretűek voltak, illetve 16 és 35 mm-es színes, fekete-fehér mozgó, vagy diafilm változatban készültek.

A számítógépes szimulálásra kiválasztott rendszer három ejtőernyőből (14,63 m átmérőjű szalag-ejtőernyők) és a rajtuk függő 3825 kg tömegű teherből állt. A teljes belobbanások után az ejtőernyő-fürt némi szétszóródása (kupolák egymástól való eltávolodása) állt elő, mivel az ejtőernyők nagy sebességen, vízszintes röppályán voltak működtetve. Az ezt követő lassulás és lebillenés (amikor a rendszer vízszintes iniciális mozgásból függőleges mozgásba ment át) a fürt és a teher szimmetria tengelyét is függőlegessé változtatta. Itt az ejtőernyők nem azonos sebességgel és nem azonos irányba billentek, ez viszont a fürt meghatározott szétválását okozta.

Amikor az egyes ejtőernyők belobbanása már teljesen befejeződött, egy majdnem szimmetrikus „tömör” fürt alakult ki, a rendszer csaknem vízszintes irányú volt. A felső ejtőernyő gyorsan átbillent, míg a két alsó kifelé dőlt és meglehetősen késlekedve tért vissza.

Láthatóan, az egész rendszer túlbukik a függőlegesen, majd ezután stabilizálódik és nyugodtan ereszkedik tovább.

A 3. sz. ábrán olyan számítógéppel szimulált mozgást láthatunk, melyek a tényleges felvételsorozattal körülbelül azonos folyamatfázisban készültek.



3. ábra
Számítógéppel szimulált ejtőernyőmozgás

Ebben a szimulált mozgásban a két alsó ejtőernyőből az egyik nem látszik, mivel éppen takarásban van. A második rajzolt részletrajzon az alsó ejtőernyő rövidülése figyelhető meg, ami nyilvánvalóan bekövetkezik, mivel az ejtőernyő az optikai tengelytől elhajlik. A fényképezett tényleges mozgás és a szimulált mozgás jó egyezése megállapítható.

Fordította: Szuszékos János

H.G. Heinrich, J.C. Schnitt: KÉT EJTŐERNYŐBŐL ÁLLÓ RENDSZER AERODINAMIKAI EGYÜTTHATÓI

(AIAA 6. Aerodinamikai fékezőeszköz és ballon-technológia konferenciája. Referátumszám. 79-0461)

Kivonat

Egy elektromos kettős-mérlegrendszert fejlesztettek ki a tangenciális, normális és nyomatéki erők tényezőinek mérésre két ejtőernyőből álló rendszerhez. A mérleg ellenőrzése úgy történt, hogy az egyes – geometriailag nem porózus – ejtőernyőket külön-külön és együtt megmérték.

A 20 %-os geometriai porozitású kettős ejtőernyő rendszerre meghatározták a stabil helyzetű közbezárt szöget, az egyes ejtőernyők tényezőit és tangenciális tényezőit. A vizsgálat közben egyes ejtőer-

nyők egymásra gyakorolt interferenciája volt megfigyelhető, így meghatározásra kerültek az interferencia tényezők is.

Ezt a tanulmányt az albuquerquei SANDIA Laboratories rendelte.

Tartalom és eredmények

Két szalagernyő iker elrendezésben elektromos mérlegekre volt felszerelve. Az 1. sz. ábra a fűrtben lévő ejtőernyők erősémáit mutatja.

A mérések alapján az interferencia tényezőt a csoportban lévő ejtőernyők aerodinamikai tényezője, valamint a külön-külön működő ejtőernyők tényezőjének különbsége adja a különálló ejtőernyő tényezőjével osztva.

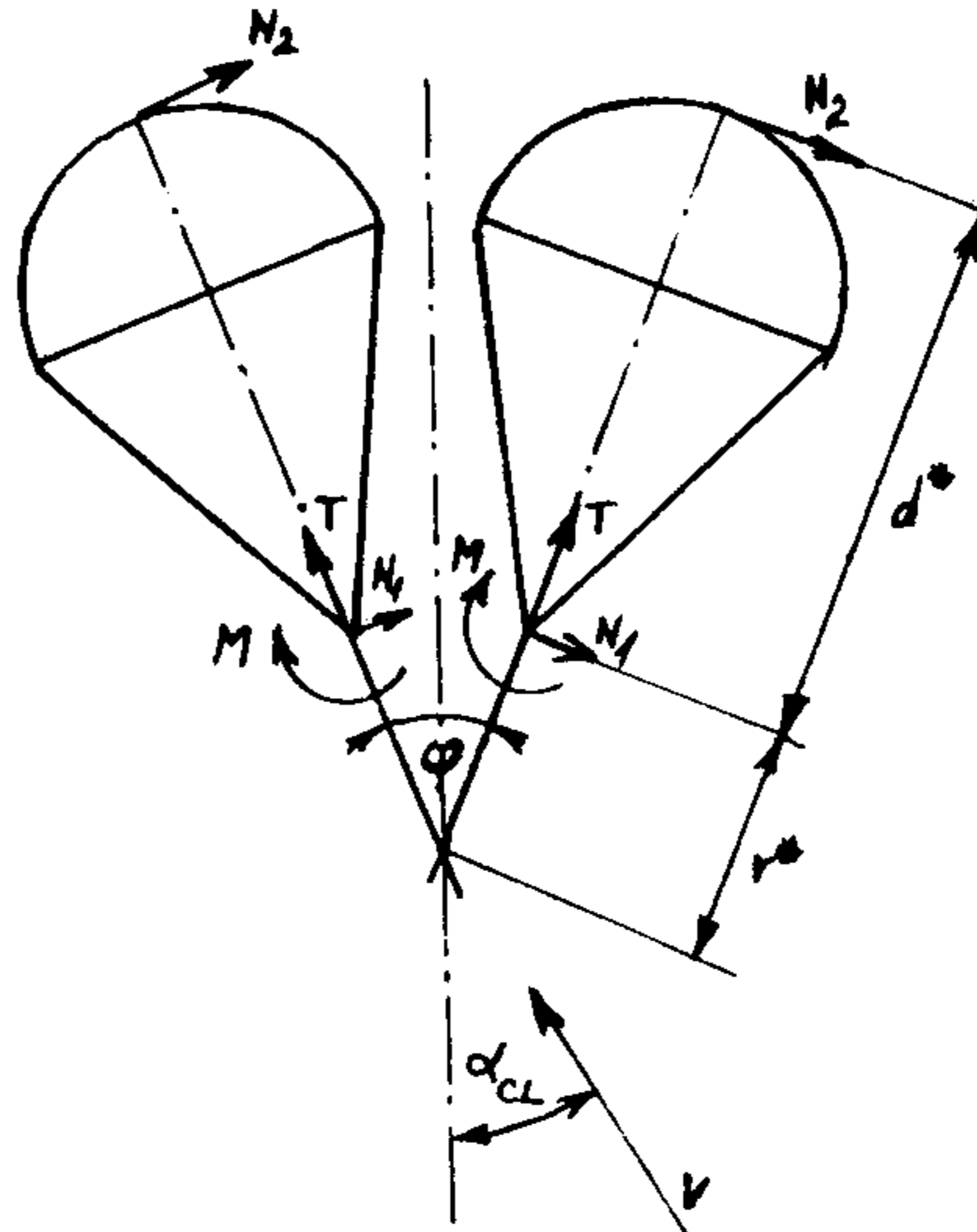
Például:

$$C_T^+ = \frac{C_{T_{Cl}} - C_{T_{Si}}}{C_{T_{Si}}} \quad \text{amely együtthatók a 2, 3 és 4. ábrán láthatók.}$$

Az ejtőernyőcsoport stabilhelyzetű közbezárt szöge $31,5^\circ$ -nak volt mérve. Tájékoztatásul a csoport tangenciális együtthatója is ki volt számítva. (5. sz. ábra)

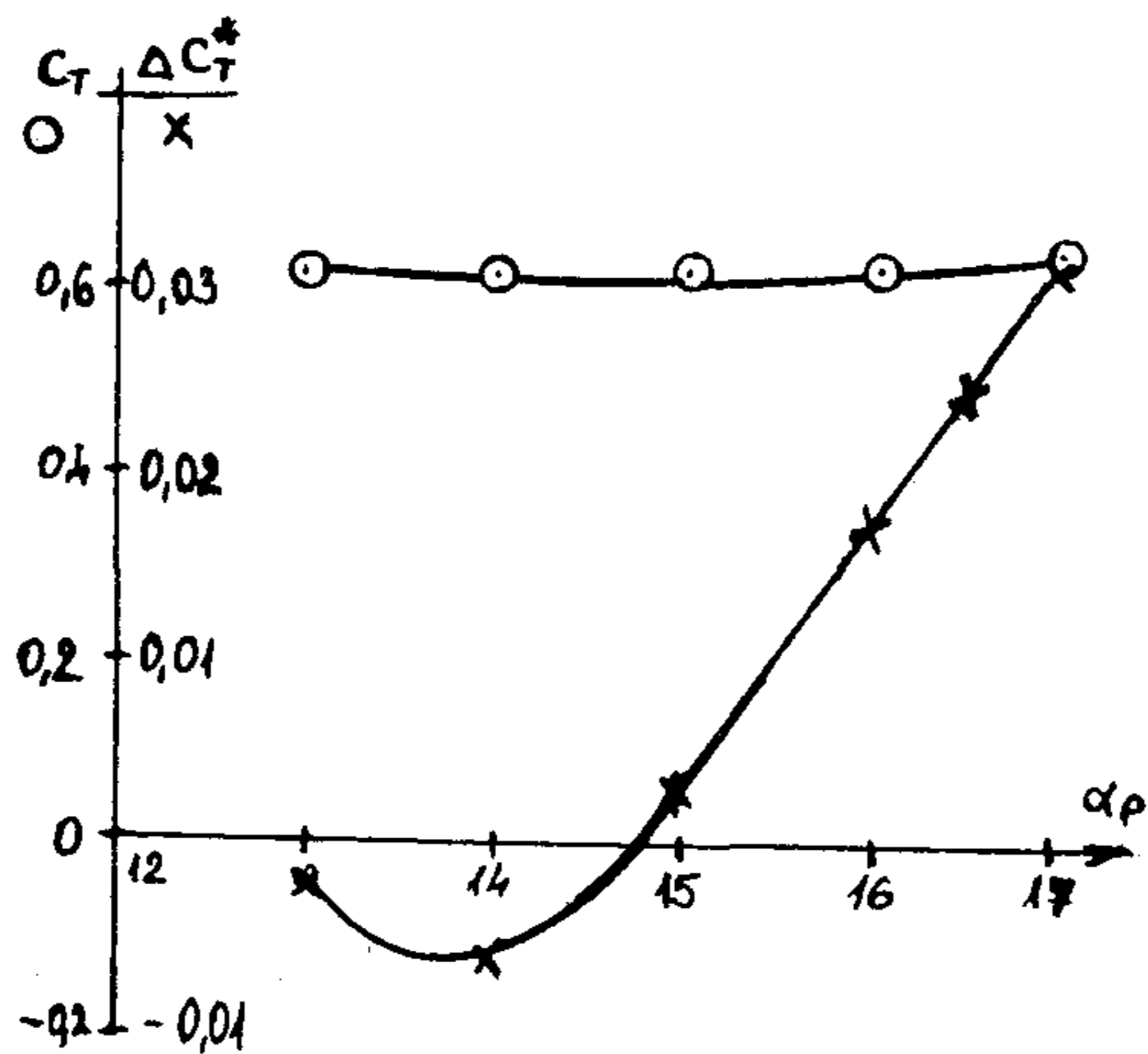
Fordította: Szuszékos János

Szerk. megjegyzése: Ennél a tanulmánynál és más, nagysebességű ejtőernyőnyitásokra (pl. emelő ejtőernyő, megsemmisülő ejtőernyő, Ejtőernyős Tájékoztató 1978. 5., különböző szalagernyők) vonatkozó anyagoknál gyakran találkozunk a SANDIA Laboratories-el. Ez a cég az USA-ban nukleáris fegyverek gyártásával foglalkozik, és kifejezetten az emelőejtőernyőt, valamint más, nagysebességű szalagernyőt ilyen bombák ledobására kísérletezik ki. Ezzel teszik lehetővé az alacsony bombavetési magasságot és a ledobott eszköz fékezését, hogy a repülőgép biztonságos távolságba jusson a robbanásig.



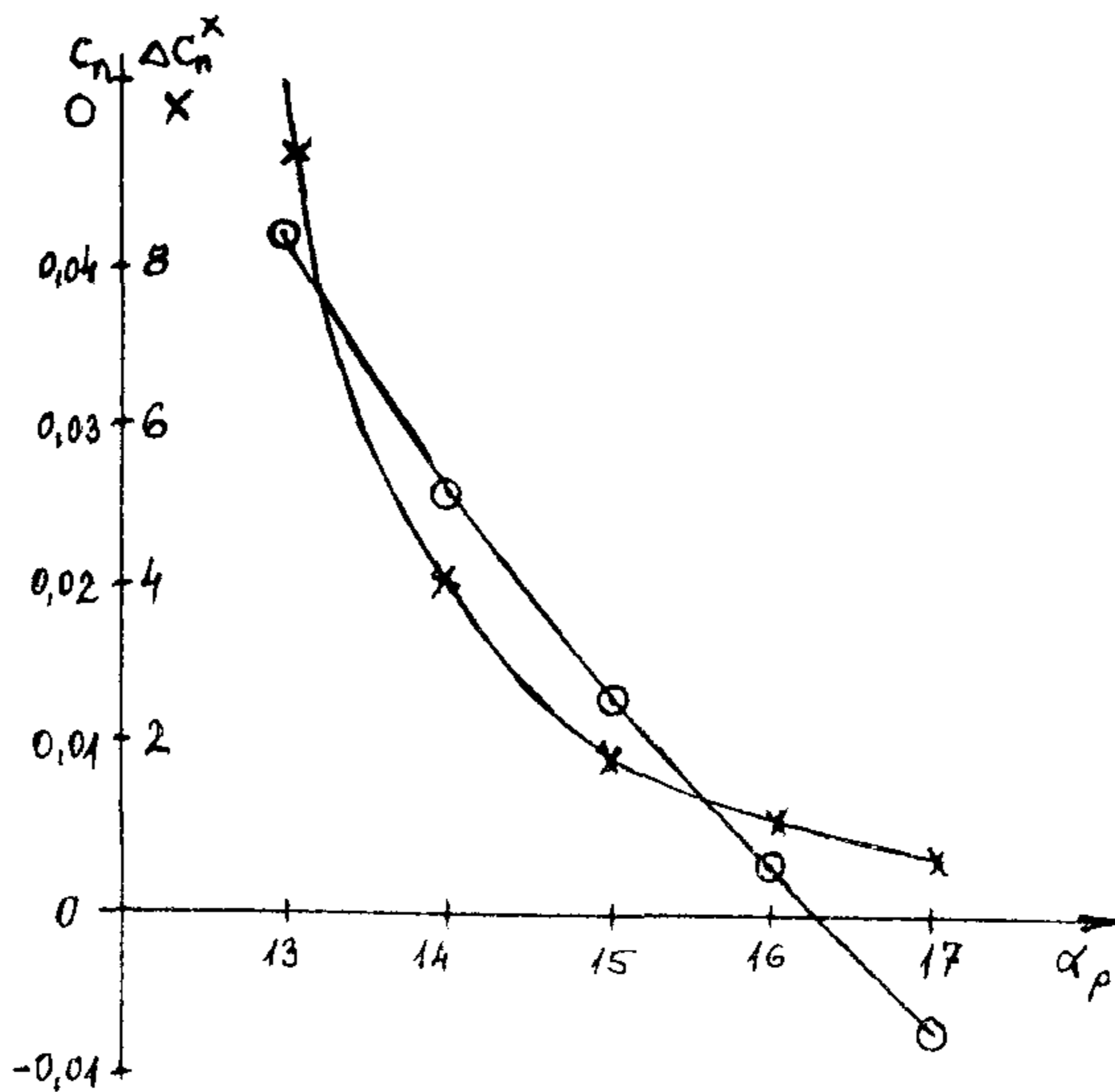
1. ábra

Az erők és nyomatékok sémája a két ejtőernyőből álló csoportban



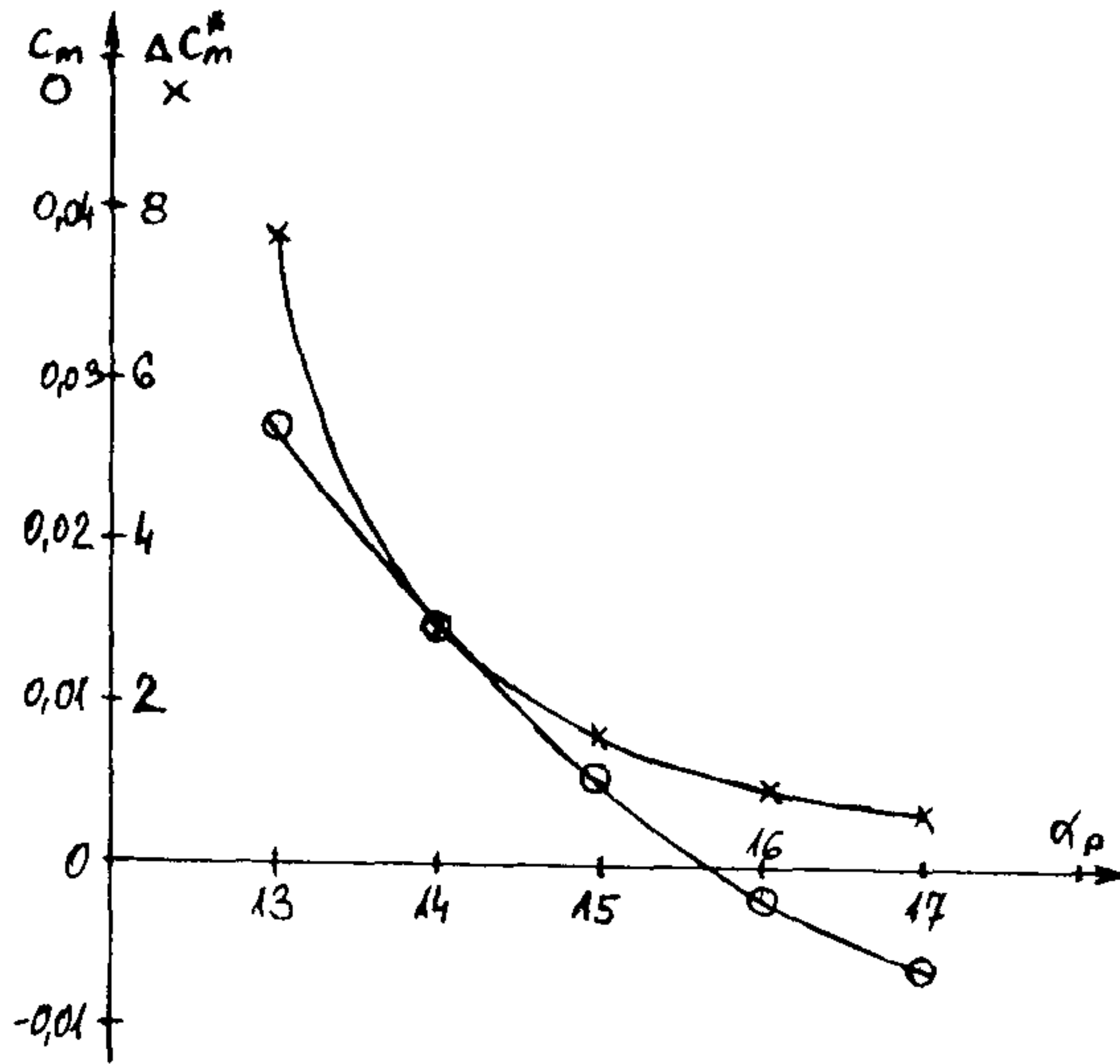
2. ábra

Tangenciális erőtenyező és interferencia tényező az ejtőernyőcsoport egyik szimmetrikus ejtőernyőjénél

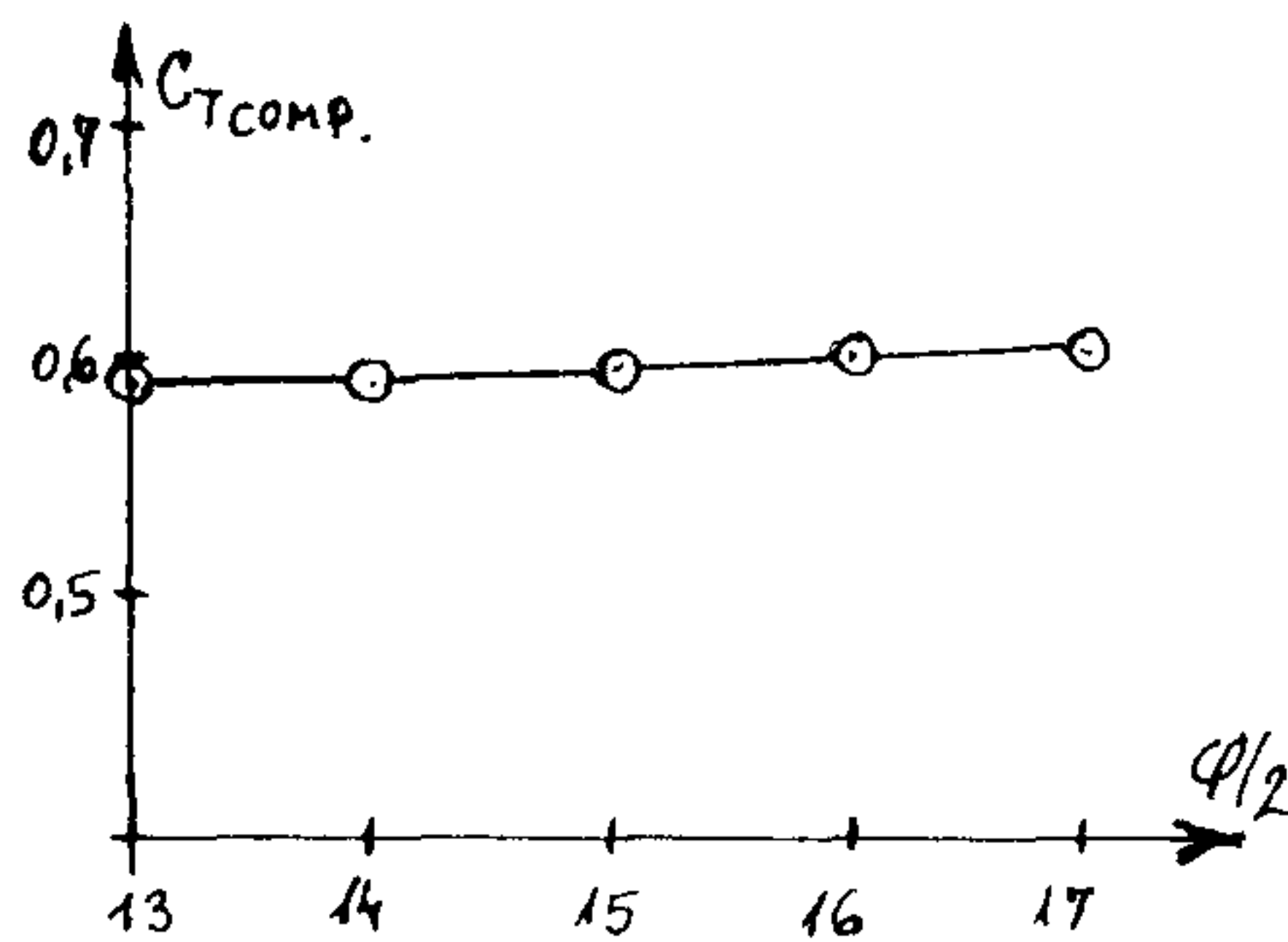


3. ábra

Normálirányú erőtenyező és az interferencia tényező az ejtőernyőcsoport egyik szimmetrikus ejtőernyőjénél



4. ábra
Nyomatéktényező és interferencia tényező az ejtőernyőcsoport egyik szimmetrikus ejtőernyőjénél



5. ábra
Tangenciális tényező a kétejőernyős csoportnál

Bevezetés

A katonai ejtőernyőhajtogatók „szentírása” azt mondja: *Állandóan szem előtt kell tartani azt, hogy amíg az embernek nem nő ki a szárnya, az ejtőernyőnek megbízhatónak kell lenni!*

A második világháború óta az emberek egyre növekvő számban vesznek részt szándékosan (katonai, vagy sport-célú) ejtőernyőugrásban. Ez a tanulmány a tartalék és mentőejtőernyők témájával foglalkozik, s a következő részek kerülnek tárgyalásra:

- az ejtőernyő célja,
- az ejtőernyő fejlődése,
- nyitási rendszerek.

1. Az ejtőernyő célja

Egyszerűen fogalmazva, a kisrepülőgép vezetőjének és az ejtőernyős ugrónak szüksége van valamilyen mentőeszközre, illetve vészhelyzetben alkalmazható „járműre”.

A sportejtőernyősnek az FAA (USA Légügyi Hatóság) és az USPA előírásai szerint jóváhagyott tartalékernyőt kell viselni minden ugrásnál. Ugyanígy, bármilyen légi járművel száll fel a magánpilóta – motoros repülőgéppel, vitorlázóval, vagy siklórepülővel – nála kell lenni ejtőernyőnek arra az eshetőségre számítva, hogy a légi jármű üzemképtelenné válik.

Az ejtőernyő viselhető a katapultáló ülésen, a használója hátán, hasán, vagy ülőpárnaként megfelelő heveder és tok rendszer segítségével. Hogy ki milyen rendszert használ, azt a kabin méretei és az elhelyezési lehetőségek határozzák meg.

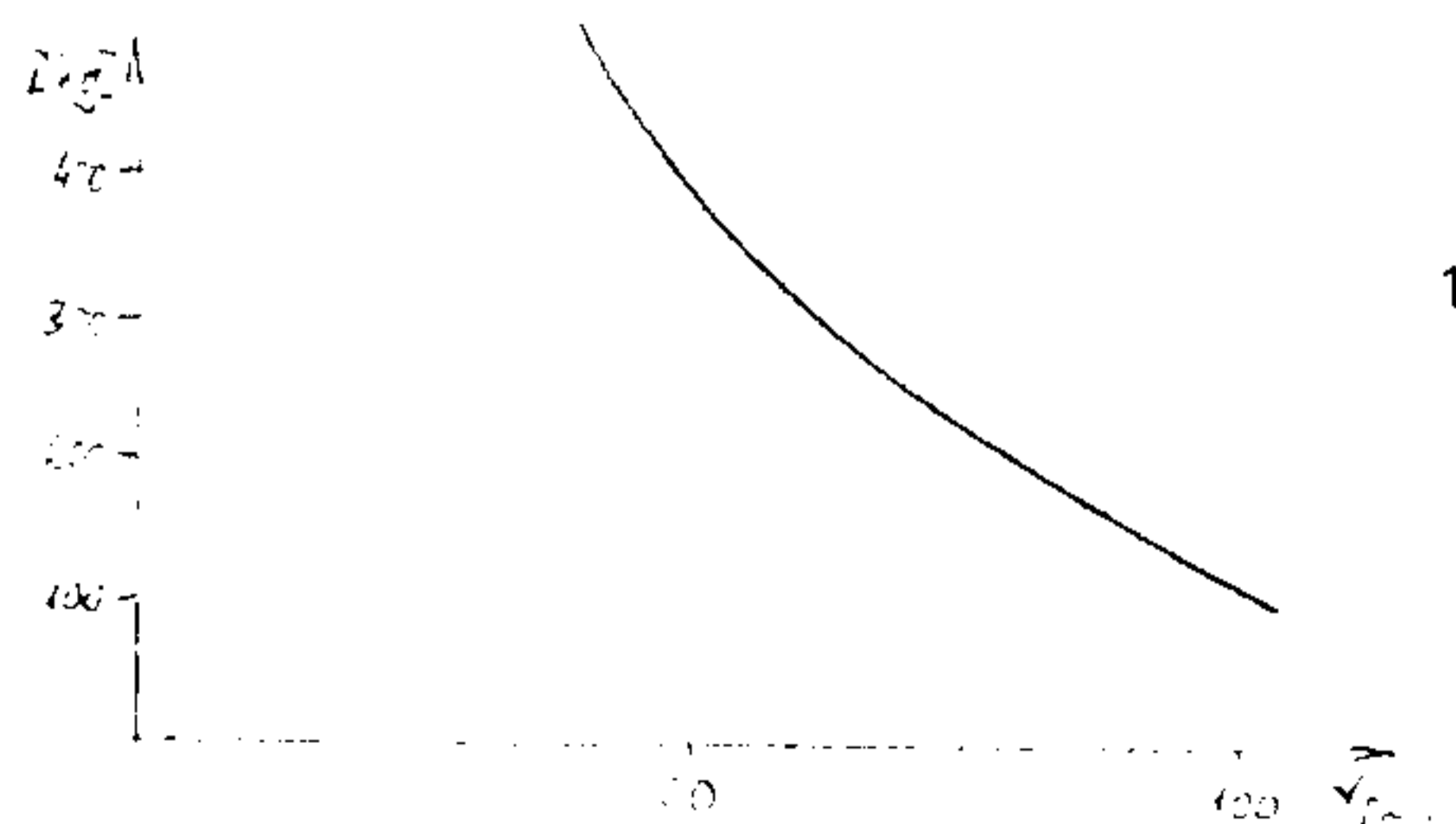
Az ejtőernyőnyitáshoz általánosan elfogadott módja a könnyen hozzáférhető helyre elhelyezett kioldó a kézi nyitáshoz. Vannak olyan rendszerek is, melyeknél az ejtőernyő nyitására automata rendszer, vagy bekötőkötelet használnak. Ilyen automata nyitási rendszer például az aneroidos szerkezet.

2. Az ejtőernyő fejlődése

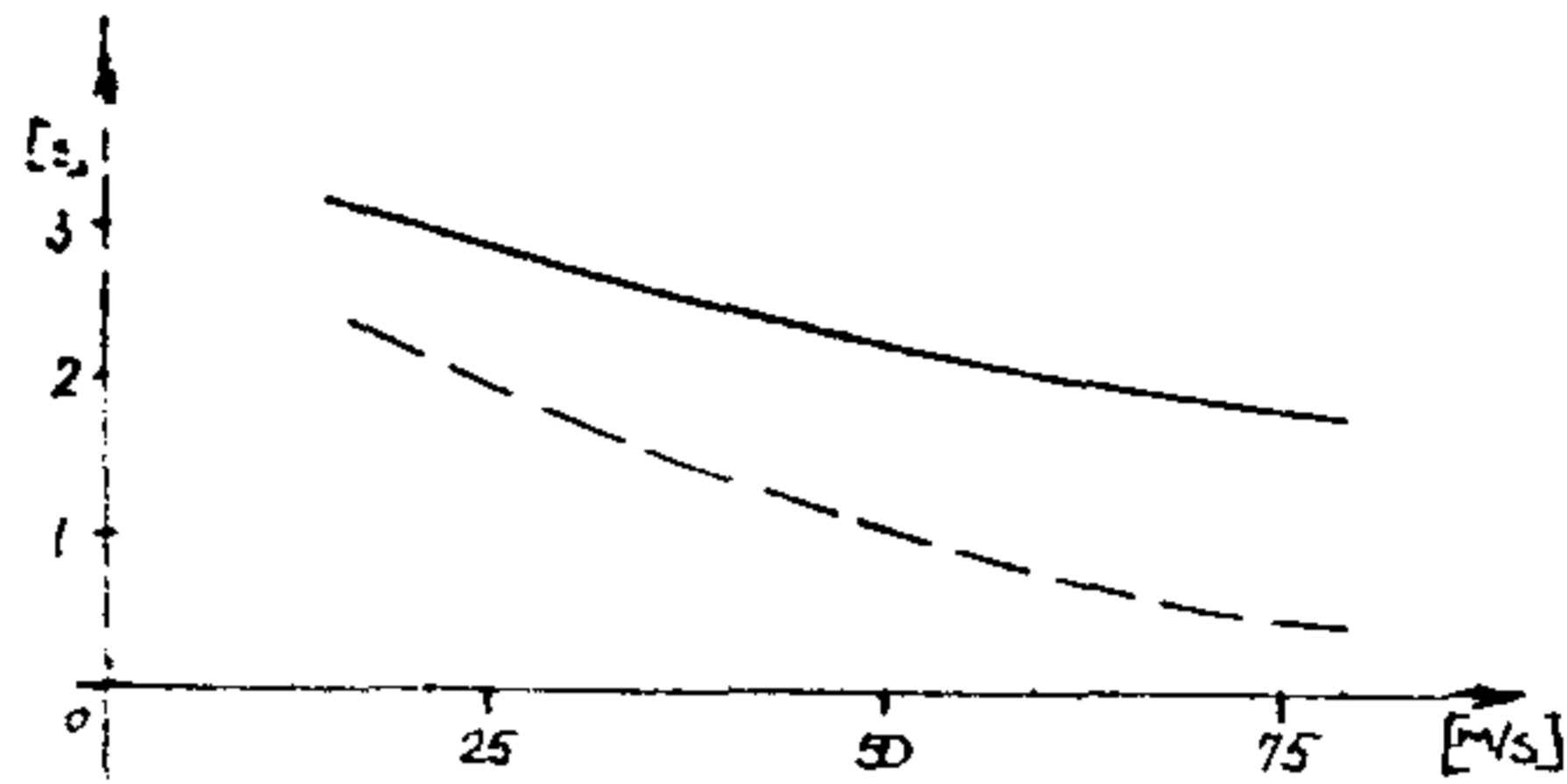
A légi járművek és ejtőernyők fejlődését az új fejlesztések és technikák befogadása biztosítja. A mentőernyőgyártóknak a következőket kell figyelembe venniük:

1. A használt légi jármű sebessége.
2. Súlyal szembeni megkötöttségek.
3. Térfogattal szembeni megkötöttségek.
4. Emberi tényezők.

Amikor egy új, a fenti négy feltételt kielégíteni képes prototípust kifejlesztnek, a biztonsági előírásoknak megfelelő gyártási módszerrel és anyagból előállítják, akkor végre kell hajtani a megfelelő beugrási vizsgálatokat. A vizsgálati eljárást az FAA megfelelő előírása tartalmazza. Most itt egy olyan diagramot mutatunk be (1. sz. ábra), mely a próbabábú súlyát írja elő a dobási (nyitási) sebesség függvényében.



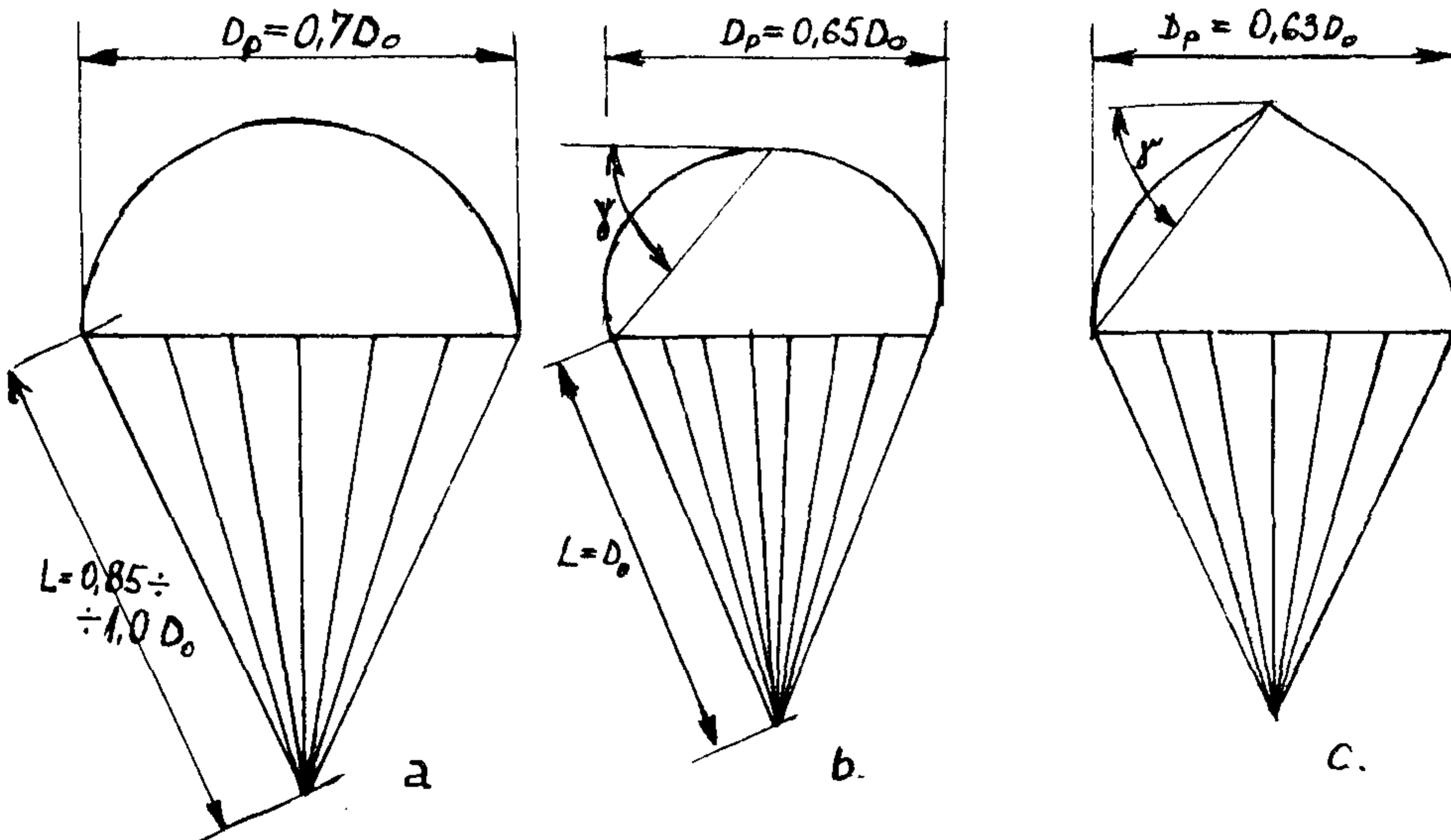
1. ábra



2. ábra

—— Standard nyílási folyamat+standard anyag
 - - - - - Belépőélzsákos nyílás+kis légáteresztésű anyag

A kupolageometria alapvető kialakítása a problémás lapos, kerek kupolától (túl nagy nyílási terhelés, merülés közbeni instabilitás) fejlődött a napjainkban széleskörben használt kónikus kupoláig. A 3. sz. ábrán mind a három kupolafajta látható.



3. ábra

a—lapos, kerek (flat circular) kupola, b—kúpos kupola, c—aerocinical kupola, D_p : kupola belobbant átmérője, D_0 : kupola geometriai (kiterített) átmérője, γ : kúpszög, L: zsinórhossz.

A túlzott nyílási terhelés, az ereszkedés közbeni irányíthatóság és a stabilitás nemcsak a kupola geometriájával kapcsolatos probléma.

Kifejlődtek új kupolakonstrukciók, melyek kiküszöbölték a kupolán átmenő zsinórokat. (Ebben a régi konstrukcióban a kupolán átmenő zsinórok adták a kupola „vázát”, de nagyon nehézkesek voltak, nagy helyet foglaltak el.) Ráadásul, ezek a konstrukciók még hajlamosabbak voltak a nyílási rendellenességekre is, mint az új konstrukciók.

Napjaink legnépszerűbb kupolatípusa 24 szeletes, 24 tartózsínórral. A zsinórok csak a belépő-élig futnak. A kupola anyaga 37,5 g/m² súlyú RIPSTOP nylon, így az összsúlya 3,18 kg.

Ezen a kupolaosztályon belül két fő konstrukciós technika van alkalmazva – a blokk-konstrukció (belépőélel párhuzamos varratokkal határolt cikkek) olyan ejtőernyőkre, melyek használhatósága 253 km/ó sebességig terjed.

A másik konstrukciós technika a ferdén szabott cikkekből álló kupola, amely a nagysebességű repülőgépek személyzete számára készült, vagy a nagyobb testsúlyú sportejtőernyősök részére.

A ferdén szabott technika olyan alkalmazásokra használható, amikor nagy a nyílási terhelés, nagy a sebesség, nagy a teher. A kör alakú kupolák közül a legújabb kupolaalak az aeroconical (aerokónikus). Ez általában nagyon könnyű, 34 g/m²-es 0 légáteresztésű hasadásmentes nylonból készül. A nagy kúpszög és a nagy fékezőteljesítmény ideális kupolát biztosít a nagysebességű repülőgépek pilótái számára. (szerk.megj.: Az aerokónikus kupoláról az Ejtőernyős Tájékoztató 1980. évi 6. számában a 4. oldalon megjelent cikkben esett szó.) A megfelelően gyártott és hajtogatott ilyen kupola túlélhető túlterhelést okozó nyílási rántást ad és olyan merülési sebességet biztosít, amellyel még a képzetlen ejtőernyős is biztonságosan földetér.

Az is meg kell azonban jegyezni, hogy az aerokónikus alak adicónális fékező erőt kelt, a nagy szélkémény miatt fékezi a lengést is.

A 3. sz. ábrán látható kupolaalakok – az irányítási lehetőség biztosítása céljából -- különböző résekkel, kupolaszegély felemeléssel vannak ellátva.

1. Négyzsinóros leoldás

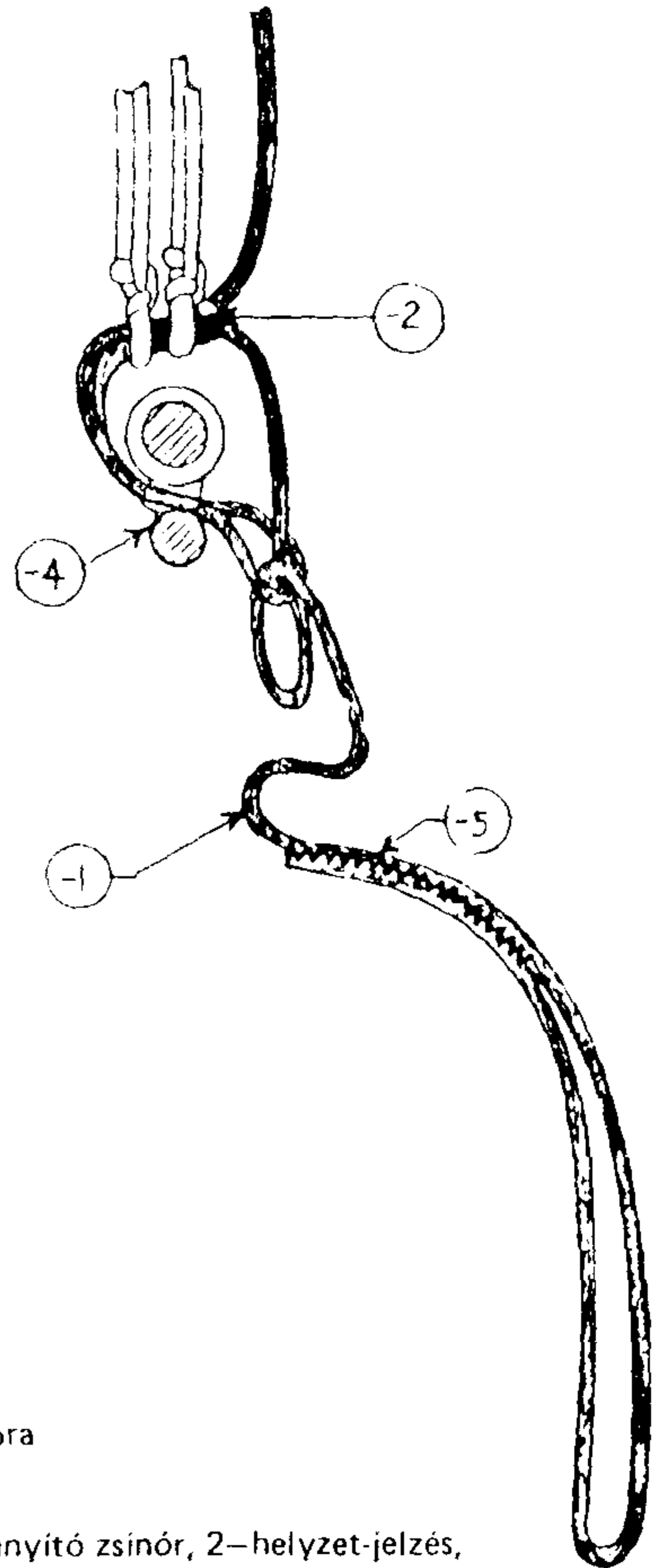
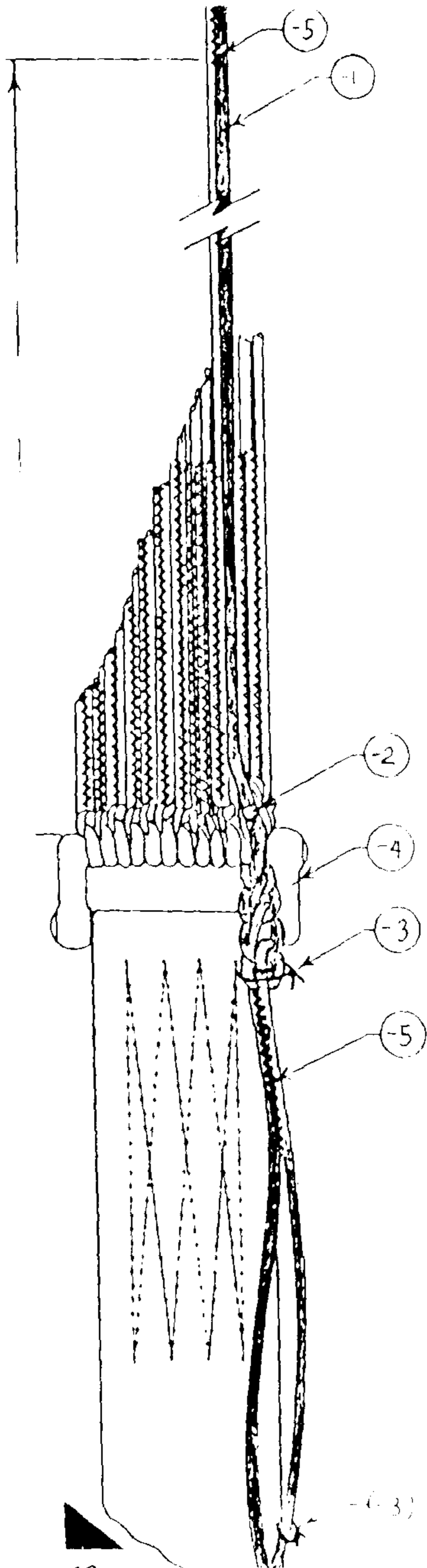
Ennek az a lényege, hogy a hátsó két hevedervégről az ejtőernyő nyílása után két-két zsinór leoldható. Ezek a leoldható zsinórok általában a 23, 24, 1 és 2. számúak, a kupola hátsó részéhez csatlakoznak. A zsinórok leoldása (vagy meglazítása) után az érintett négy szelet kidudorodik, felemelkedik a belépőél 4 szelet szélességben. Ez a felemelkedett rész olyan hatást kelt, mint a gyerekek papírsárkányán a fark, csökkenti a lengést és az irányítózsínórok segítségével a kupola is kormányozható. (szerk.megj.: Nyilvánvaló a hatás azonossága a hazánkban is ismert PD-47-el.) (4. sz. ábra)

2. „T” réselés

A „T” réselés leggyakrabban a vitorlázó és műrepülő mentőernyőknél kerül alkalmazásra. A rés középső része nagyobb, mint a két szomszédos rés (fordított „T” alakú) és ezeken a réseken kiáramló levegő révén tolóhatás jelentkezik. A két rövidebb rés szerepel kormányzórésként, a vezérlésük azokkal az irányítózsínórokkal történik, amelyik a csatlakozó tartózsínórokhoz vannak rögzítve. Ha a jobb oldali zsinórt húzzuk meg, akkor a kupola alakja eltorzul, módosul a kiáramló levegő iránya, ennek hatására a kupola jobb fele fordul. (5. sz. ábra)

3. TRI-VENT réselés

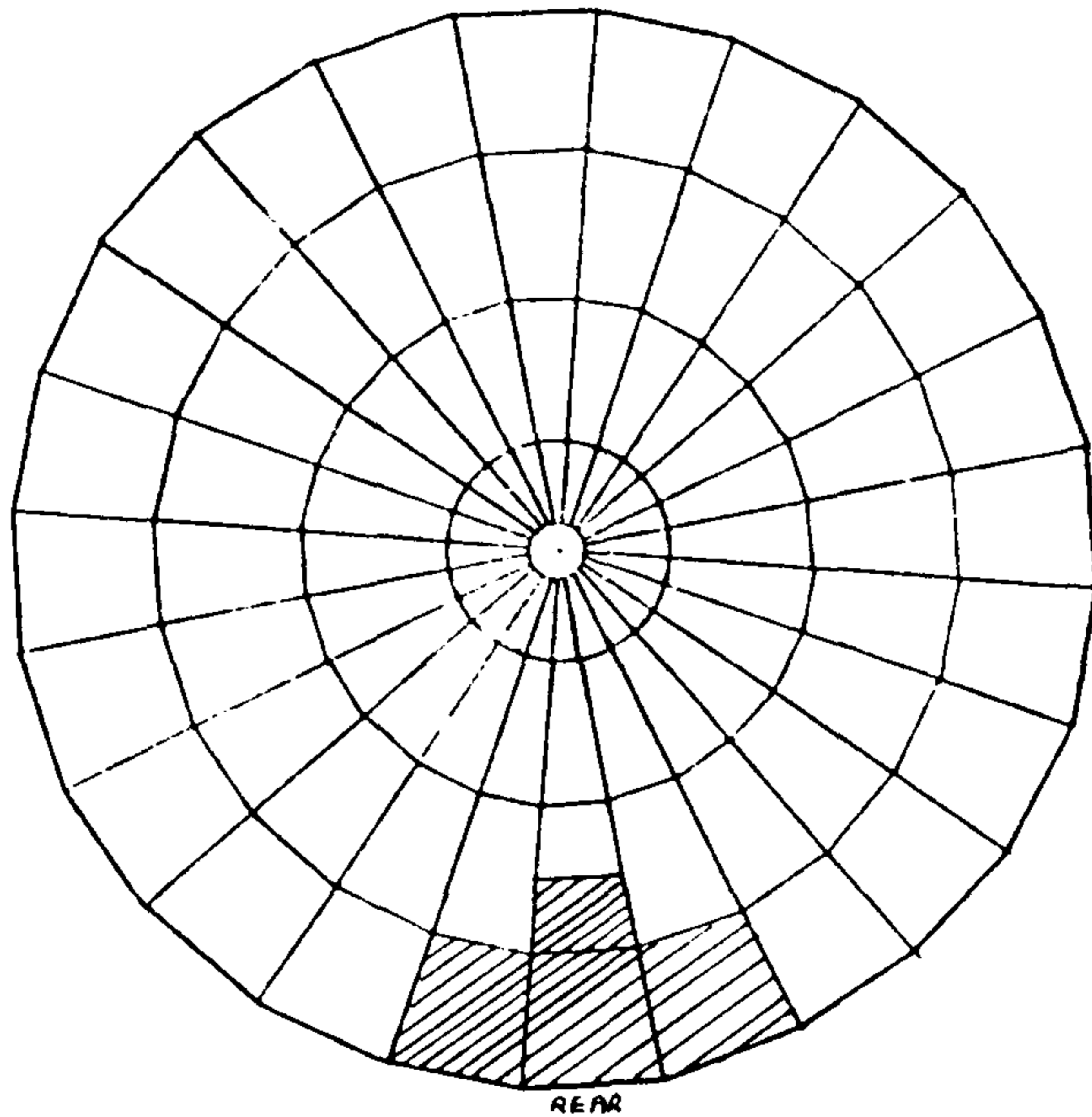
Ez lényegében azonos a „T” réseléssel, azzal a különbséggel, hogy a fordítást végző rések nincsenek közvetlenül a középső rés mellett, hanem két szelettel távolabb. Ez a réseléstípus a leggyakoribb a sportolók által használt ejtőernyőkön. Ugyanez a legkisebb sebességet adó réselés, de sokkal gyorsabban fordul, mint a leoldott zsinóros, vagy a „T” résű ejtőernyő. (6. sz. ábra)



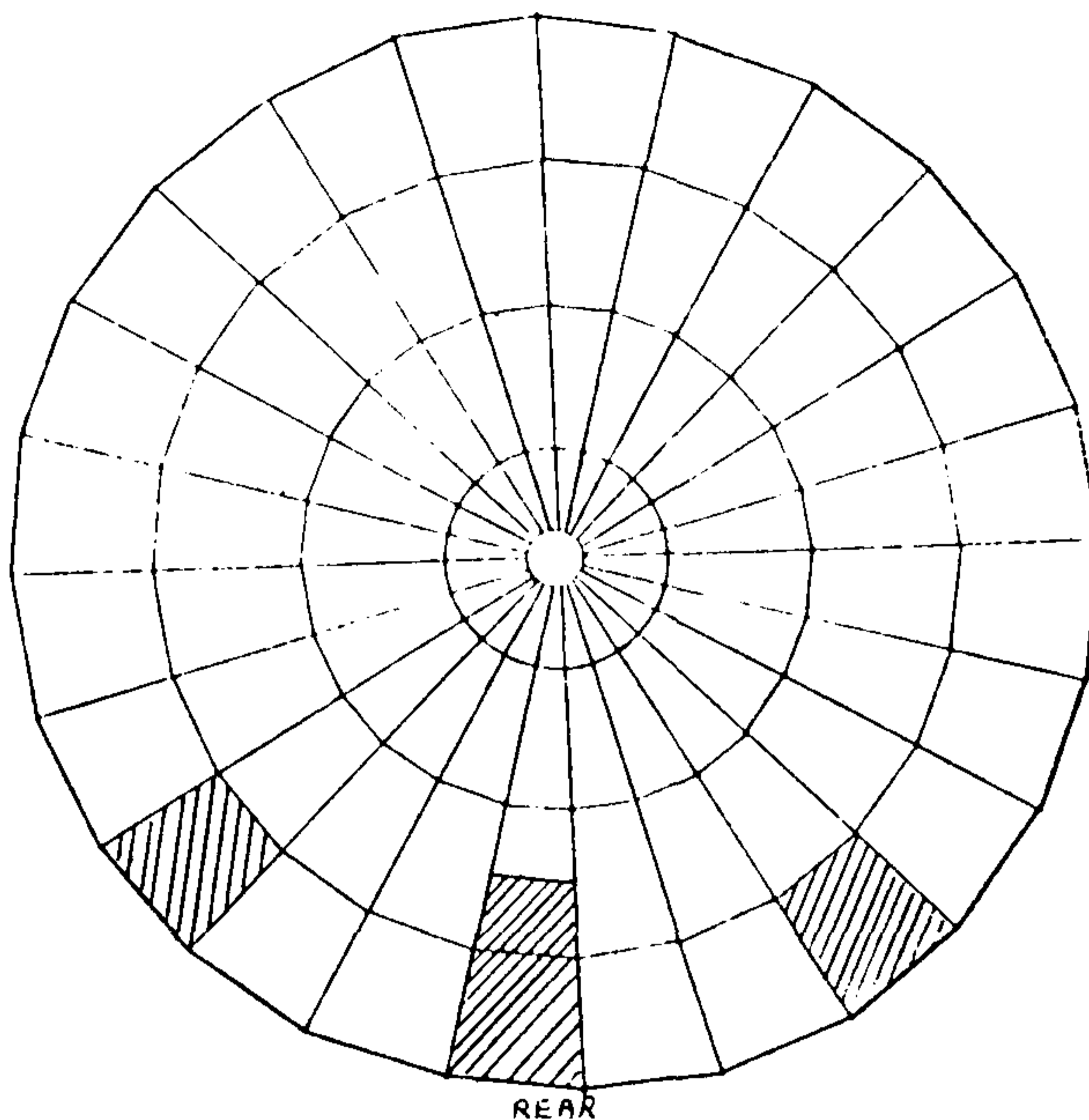
4. ábra

1—irányító zsinór, 2—helyzet-jelzés,
3—biztosítócérna, 4—D-csat, 5— Cikk-cakk varrat.

- Hajtogatásnál:
- a) A 2. jel beállítása az 1. zsinórhoz, a 4. D csatnál, hurok áthúzása ε két tartó zsinóron.
 - b) Tűzoltócsomó megkezdése, az egyes szemek lehető legszorosabbra húzásával, 3–4 csomó kialakításával.
 - c) Az utolsó csomó rögzítése az irányító zsinór fogantyújánál fonállal.
 - d) Az irányító zsinór fogantyújának lekötése a hevederhez fonállal.



5. ábra
A „T” réselés sémája



6. ábra
A TRI-VENT réselés sémája

A három irányítási lehetőség közüli választás az ugrók dolga. Ki-ki azt választja, amit a legjobban kedvel, vagy amelyiket a legjobban tud alkalmazni.

A kupola-konstrukció típusa (egyenes, vagy ferde cikk) az ugró súlya, a nyitási sebesség alapján kerül megválasztásra, míg a használó emberi-tényezője az irányítási lehetőség, vízszintes sebesség, fordulási idő kiválasztásánál valósul meg.

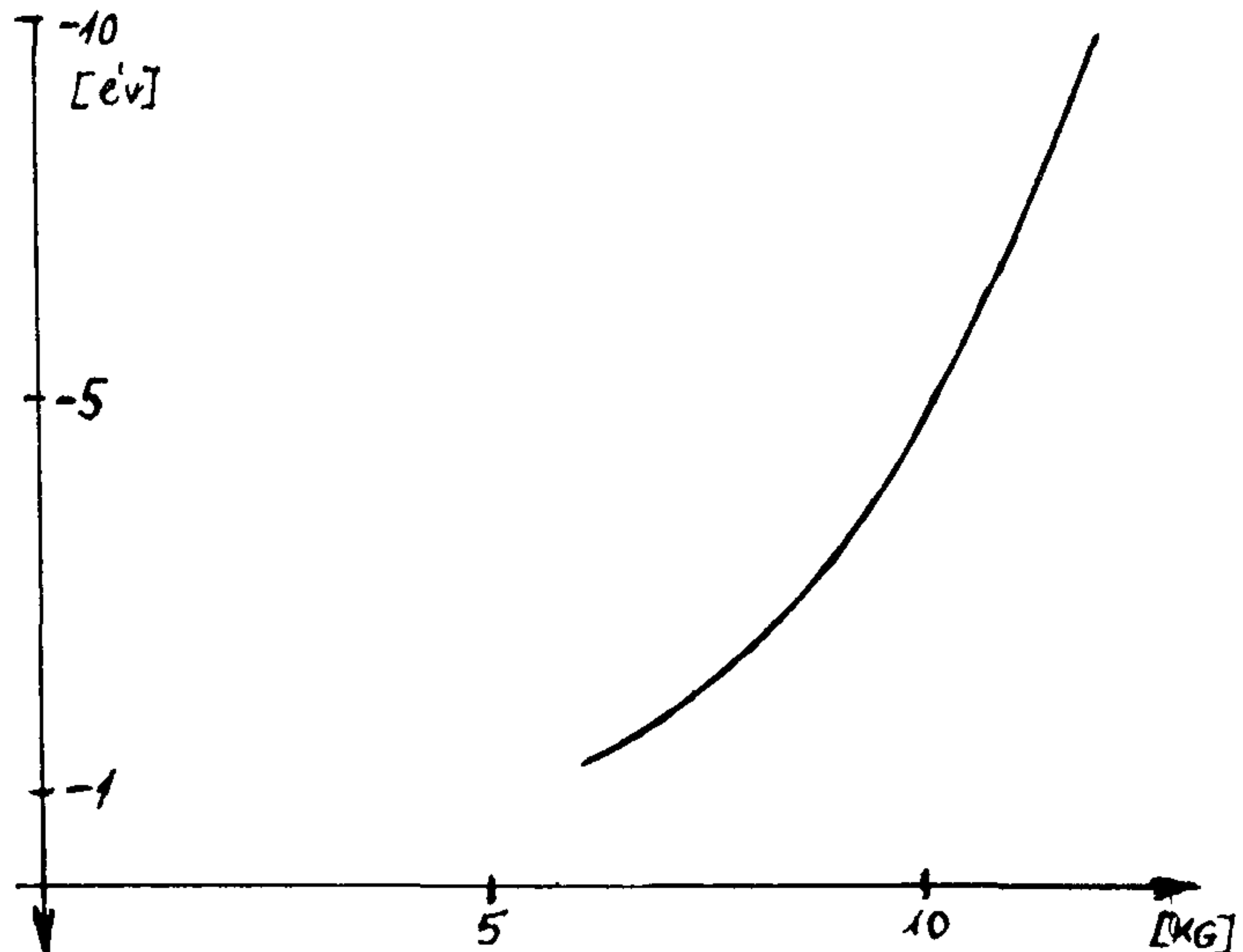
4. Nyitási rendszerek

Különböző alkalmazási területeknek megfelelő nyitó szerkezet, illetve nyitási rendszer választható a mentőejtőernyőknél, de mindig figyelembe kell venni az alkalmazott kupolatípust is.

Nyitási rendellenességek

A mai ejtőernyős sportolóknak az a mániája, hogy az ejtőernyője felszerelve a lehető legkönnyebb és legkisebb térfogatú legyen, ez teljesen új heveder- és tok rendszer kifejlesztésének nyitott utat.

Azonban itt meg kell jegyezni, hogy több technika került kifejlesztésre annak érdekében, hogy az ejtőernyőket az új rendszerekből is rendellenesség mentesen lehessen működtetni.



7. ábra

Az ejtőernyős felszerelés súlyának csökkenése az utolsó 10 évben

A legújabb ilyen módszer az, amikor egy vászondarabot tekernek a kupola belépőéleire és a zsinórokat erre hajtogatják. Ez a vászondarab biztosítja az ejtőernyő működésének pontos sorrendjét. Ebben a rendszerben a kisernyő a kupolát teljesen kifeszíti és csak az utolsó zsinórrész kihúzódása után válik szabaddá a belépőél, lobbanhat be az ejtőernyő, tehát a levegő addig nem tud a kupolába behatolni, amíg a nyílási folyamat el nem éri a meghatározott fázist.

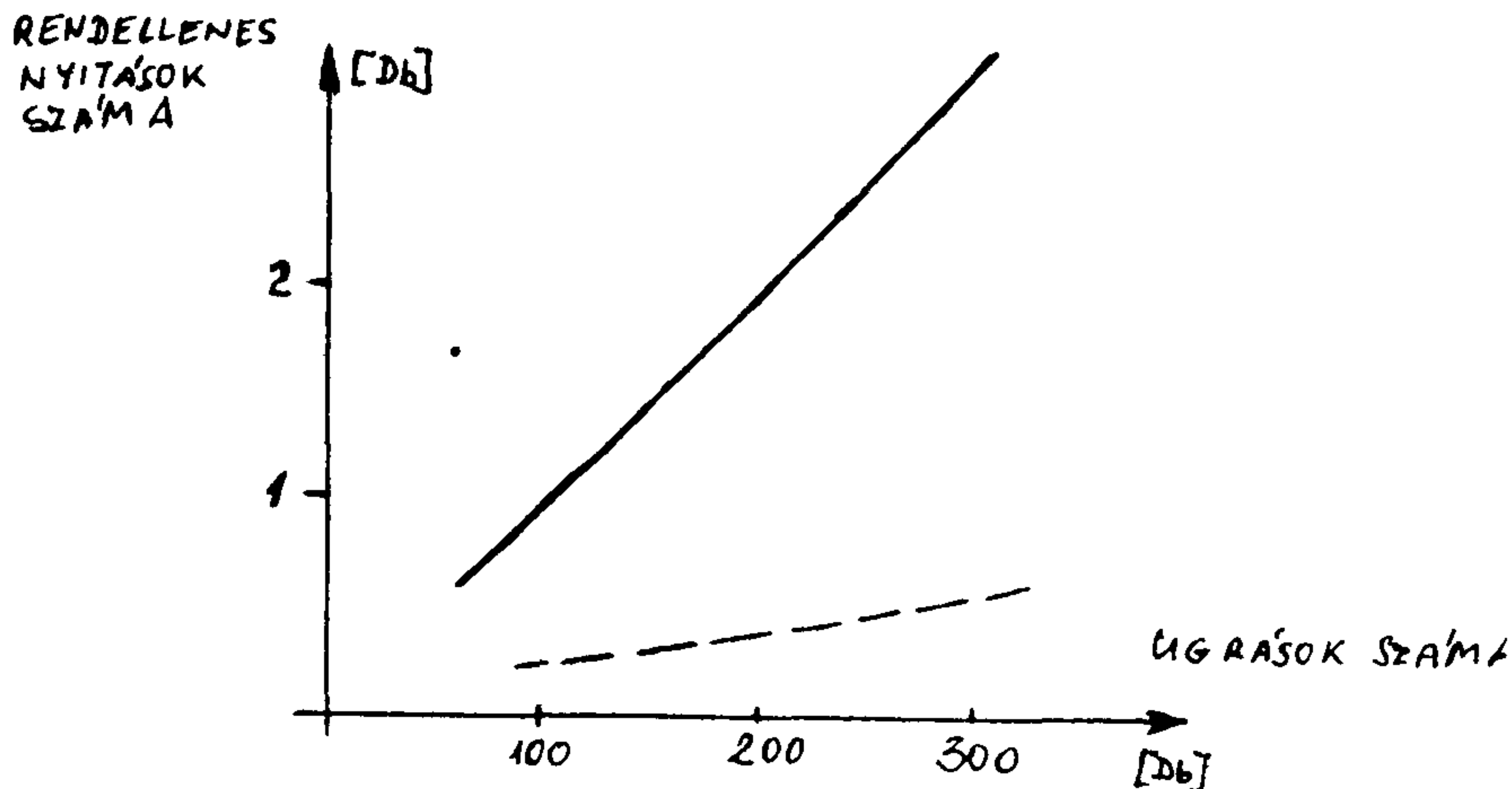
Az irányítási lehetőségek (réselések), a kupola-geometria és a konstrukciók biztosítanak egy olyan lehetőséget, hogy csökkenteni lehessen a nyílási terhelést. Ez a nagyon is kívánatos hatás ezenkívül segít kiküszöbölni a körkupolák nyílási rendellenességeit előidéző második rántást. (szerk.megj.: Célszerű ezt a gondolatot összevetni az Ejtőernyős Tájékoztató 1981. évi 2. számában megjelent Ejtőernyő kifordulások c. cikkel.)

A nyitás során fellépő erők a kupolára radiális és tangenciális terhelést adnak (a kupola belobbanása a kupolaközéptől – szélkéménytől – lefele halad) s ezzel egyidejűleg bizonyos rántó erők is hatnak a zsinórokra. Amikor ilyen terhelés fellép – terheletlen feltételek között, vagyis mielőtt a zsinórok kinyúlnának – következik be a rántás, melynek hatására a nem réselte kupola alól a már bennelévő levegő 20–40 %-a kiáramlik. Ezt az állapotot, amit úgy láthatunk, hogy a kupolaközép lefele lendül, kerülni kell, mert alapvető oka lehet egy sor kupolakifordulás jellegű nyílási rendellenességnek. Az ilyen jellegű rendellenesség elkerülése céljából – melyek előfordulását a 8. sz. ábra mutatja be a sebesség függvényében – lett bevezetve a kupolák réselése is. A kupola belsejében a nyíláskor fellépő nyomások csökkentésére, a belépőélt belépőélzsákkal lezárják, a rések nyílását pedig hálóval befedik. Így már a kupolacsúcs lefele lendülését mérsékelni lehet és el lehet kerülni a három leggyakoribb fajtájú kupolakifordulási típusú nyílásrendellenességet:

- Teljes kifordulás – akkor következik be, amikor a kupolacsúcs lefelé lendülési sebessége olyan nagy hogy eredményeként a kupolacsúcs a belépőél alá tud mozdulni, ami miatt a kupola kifordult állapotban lobban be.
- Szálátcsapódás – akkor következik be, amikor egy kupolaszelet a kupola egyik oldaláról a másik oldalon lévő résen át (hálóval nem fedett résen át) átfújódik. Ugyanez történik, ha a kupola egy része valamelyik két szomszédos zsinór között bújik át és úgy töltődik fel a kupola, hogy melltartó alakú lesz.
- Nyitóernyő elakadás (patkó) – amikor a kupolacsúcs lefelé lendülése után a kupola eléggé meglazul ahhoz, hogy engedje a nyitóernyőt, vagy a felkötőkötelét a belépőélhez lendülni. Ezután, amikor a kupola kezdi visszanyerni az alakját, a nyitóernyő, vagy a csatolótagja áthúzódik a belépőélen és esetenként képes a kupolát lentről felfele felhasítani, ami aztán túl nem élhető nyílási rendellenesség.

A teljesen biztonságos mentőernyő utáni kutatás az ejtőernyőiparnál a következő változtatásokat hozta:

- A kupolaanyag súlya 76 g/m^2 -ről lecsökkent, a $600\text{--}1200 \text{ l/m}^2/\text{s}$ légáteresztésű anyagok helyett $0\text{--}600 \text{ l/m}^2/\text{s}$ anyagok vannak.
- Magszálnélküli fonott zsinórok vannak a régi fonott, magszálás helyett.
- A kupolaváz és belépőél szalagok erősebbek és könnyebbek lettek.
- A kupolavarráshoz használt cérnák, valamint a kupolaanyag szövéséhez használt szálak szilárdsága megnőtt. A cérnák szilárdsága már eléri a 20 daN -t, a szövött szálaké pedig a $2\text{--}3,5 \text{ daN}$ -t.
- Új kupolageometriák és szerkezetek alakultak ki, melyek nagyobb ellenállást biztosítanak.



8. ábra

Nyílási rendellenességek arányszáma — Standard nyitás, standard kupolaanyag. - - - - Belépőélzsákos nyitás, kis légáteresztésű kupolaanyag, részelve.

Az anyagok, tervezési ismeretek és gyártástechnológiák terén gyűjtött ismereteinket beépítve egy folyamatos újtójellegű fejlesztésbe – mi gyártók – nyugodtak vagyunk abban, hogy *míg az ember szárnyakat nem növeszt az ejtőernyők megbízhatóak lesznek!*

Fordította: Szuszékos János

Szerk. megjegyzése: Elgondolkodtató, hogy milyen primitív és megalapozatlan a nyílási rendellenességek itt bemutatott modellje. Különösen akkor megdöbbenő, ha figyelembe vesszük azt is, hogy a szerzők az Egyesült Államokban működő GQ ejtőernyő gyártó vállalat elnöke és főmérnöke(!)

M.W. Higgins: POLGÁRI SZEMÉLYI HASZNÁLATRA TERVEZETT LÉGCELLÁS EJTŐERNYŐK KIALAKÍTÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ÉS KERESKEDELMİ KÖRÜLMÉNYEK

(AIAA 6. Aerodinamikai fékezőeszköz és ballontechológia konferenciája. Referátumszám: 79-0457. Rövidített fordítás.)

A sportejtőernyő piac nagysága

Az 1971–78 évek közötti időszakban a sportejtőernyőzéssel foglalkozók száma viszonylag állandónak tűnik. Az USPA taglétszáma 17–18 000 között mozog és az erre az időszakra eső haláloskimenetelű ejtőernyős balesetek (ismertek) 48–52 %-a az USPA tagokkal kapcsolatos. (Ezt a kijelentést az USPA ügyvezető igazgatójával, W.Otley-vel való beszélgetések alapján teszem.) Ezért a továbbiakban feltételezem, hogy 1971–78 között az USPA tagsága 17500 fővel viszonylag állandónak tekinthető, továbbá azt, hogy ez a létszám az Egyesült Államokon belüli ejtőernyősök összes számának kb. felét képviseli. Ebből következik, hogy ugyanebben a periódusban a sportejtőernyő-piac 35 000 potenciális vásárlóval számolhat.

Más tényezők, amelyek a gyártók és tervezők szempontjából az ejtőernyő piacot befolyásolja a következők: az évente végrehajtott tényleges ugrásszám, az ugrók fluktuációja, azaz évente hányan kezdik, illetve hagyják abba az ejtőernyőzést, miközben fennmarad az állandónak tekintett 35 000-es szám, és ezenbelül természetesen az állandó, aktív ejtőernyős „mag”.

A legjobb becslés, amit a szerző kapott az ugrásszám tekintetében azt mutatja, hogy az USPA 179 elfogadott ugróterületén, évente 35 000 ugró, kb. 1 millió ejtőernyős ugrást hajt végre. (Szerk. megj.: Nézzük a számokat. A fenti adatok azt jelentik, hogy 28,57 ugrást hajt végre átlagosan egy fő – ez közel azonos a hazai adatainkkal. Ha az USPA halálesetekről szóló jelentését figyelembe vesszük – Ejtőernyős Tájékoztató 1980. évi 5. száma – akkor az 1979. évi 53 haláloskimenetelű ejtőernyős esemény azt jelenti, hogy minden 660. ugró hal meg ejtőernyős ugrás következtében, illetve 18 867 ugrásra esik egy haláleset. Ez a hazai adatokkal összehasonlítva közel háromszor rosszabb arányt jelent!)

Úgy tűnik, a sportejtőernyő piacának természete meglehetősen változó. Maga az USPA tagság 50 %-a kicserélődik évente, s a szerző véleménye szerint a „kemény mag” csak 3–4 évente változik meg, azaz a leglelkesebb ugrók 3–4 évig ejtőernyőznek egyfolytában, s ez idő alatt belépnek az USPA-ba.

A sportejtőernyő piac összetétele

Az 1971–78 években a sportejtőernyő piac radikális változáson ment keresztül. Ezek a változások összefüggtek az ejtőernyős versenyszámok alakulásával, az új versenyformák kialakulásával.

Míg a tárgyalt időszak elején a sportesemények csak célbaugrásra, vagy stílusugrásra korlátozódtak, még csak néhány ugró „passziózott” a formaugrással, addig ezen időszak végére a végbement/

radikális technológiai-technikai változások azt eredményezték, hogy az (USA-ban) az ejtőernyős versenyek többsége csapatversennyé vált az új versenyszámban a FU-ban.

Úgy vélem, ennek a változásnak az elindítója a légcellás ejtőernyők kifejlesztése volt. A következtetés ebben az esetben az alábbiakban foglalható össze:

- a) A légcellás ejtőernyők, valamint a használatukkal kapcsolatos ismeretek fejlődése lényegében a célbaugrást – mint a „klasszikus” ejtőernyőzési formát – alaposan a háttérbe szorította. A célbaugrás ma már egyszerűen nem más, mint a szemek és lábak megfelelő koordinációja. A célbaugrás jelentőségének csökkenésével a stílusugrás vált az ejtőernyős versenyek meghatározójává. Azt azonban a stílusugrás leglelkesebb támogatói is elismerik, hogy a stílusugrási verseny kezd unalmassá válni, hatalmas fegyelmet követelnek meg az ugrótól – röviden: nem valami nagy mulatság. Mindennek következménye az, hogy az egyéni versenyek résztvevőinek száma csökken.
- b) A légcellás ejtőernyők nagymértékben csökkentették a FU-val járó negatív benyomások némelyikét. Ezen ejtőernyők siklóképesége jelentéktelenné tette a rossz gépelhagyási helyek következményét, ez a versengést sokkal élvezetesebbé tette.
- c) A légcellás ejtőernyőknek a sportejtőernyőzésbe való bevezetése elindította a meglévő felszerelések és technika nagyarányú újraértékelését is. Ennek az átértékelésnek a legfőbb haszonélvezői éppen a légcellás találkozók voltak.

Azok a tényezők, amelyek kapcsolatosak az egyéni versengéssel a csoportos versengésre való áttéréssel – mint a sportejtőernyő piac összetételében beálló változás okaival – a következők, de ezek nincsenek összefüggésben direkt módon a légcellás ejtőernyők kifejlesztésével:

- a) A gyorsasági FU elismerése az országos és nemzetközi versenyek között.
- b) A FU versenyek teljes nyíltsága, az ejtőernyősök még nem kötelezték el magukat egy optimális technika mellett, nem alakult ki optimális technika. Maguk a versenyek sokkal flexibilisebbek, kevés az alaposan kidolgozott megkötés, ezért szórakoztatóbbak is.

Követelmények a légcellás ejtőernyők viselkedésével, illetve teljesítményével szemben

Teljesítménykövetelmények

A főbb teljesítménykövetelmények az egyes versenyformákra úgy kerülnek megállapításra, hogy az egyes versenyszámokat abból a szempontból vizsgáljuk, mit akarnak a versenyzők teljesíteni és ehhez mire van szükségük.

CÉLBAUGRÁS

A versenyző célja – elhagyni a repülőgépet, ejtőernyőt nyitni és úgy befolyásolni a mozgáspályát, hogy optimális esélye legyen a lábnak, vagy lábaknak a célközépre való helyezésre a földetérés pillanatában. Ebben az esetben a legfontosabb követelmény az ejtőernyővel szemben:

- legyen alkalmas kissebességű nyitásra,
- jó siklósi és manőverezési tulajdonságai legyenek,
- az ejtőernyő reagálóképessége jó legyen és a verseny szempontjából „ellenséges” időjárás viszonyok között biztosítson korrigálási lehetőséget. Egy másik kívánság még az ejtőernyővel szemben az, hogy alkalmas legyen a stílusugráshoz is,
- az ejtőernyő megőrizze manőverezőképességét turbulenciával, vagy termikkel való találkozáskor is.

Az elfogadhatóan kissebességű belobbanási jellemzők iránti követelmény humorosan úgy is fogalmazható, hogy a belobbanás közben fellépő erők ne okozzanak fájdalmat, de egyben ne is tartsanak a belobbanással együtt soká.

A célbaugró verseny az egyetlen versenyszám, amelynél az ejtőernyőket a kritikus sebesség alatt kell nyitni, és ez azt a követelményt adja, hogy jó legyen ekkor is a nyílási tulajdonság.

Jelenleg a célbaugró versenyeken alkalmazott ejtőernyők siklási és manőverezési tulajdonságaival szemben állított követelmények az alábbiak:

- az ejtőernyő rendelkezzen elég vízszintes sebességgel ahhoz, hogy normális szélviszonyok között – melyekkel a talaj és 300 méter magasság között lehet találkozni – döntően befolyásolni lehessen az elsodrást,
- rendelkezzen jó eredősebesség változtatási (modulációs) képességgel, úgy az eredő sebesség nagysága, mint iránya tekintetében,
- a sebesség-vektor modulálási technika segítségével meg lehessen változtatni a sebességvektor irányát úgy horizontális, mint vertikális síkban,
- kívánatos, hogy a sebességvektor modulációs technika minimális sebességvektort eredményezzen a cél végső megközelítésekor, és a földetérés pillanatában,
- mentes legyen az ejtőernyő durva átesési paramétereitől és tanúsítson síma átmenetet átesési helyzetben, illetve abból való kijövet alkalmával.

Az a követelmény, hogy az ejtőernyő rendelkezzen elfogadható reagálással az „ellenséges” időjárási viszonyokra és képes legyen korigálni ezeket – melyek eredhetnek növekvő turbulenciából, valamint az ugróterületen előforduló termiktevékenységből, amikor az ugró a talaj felé közeledik. Például, egy széllel szembeni célmegközelítés, legalább egy találkozást jelent olyan termikkel, amely a homokkörből emelkedik fel. Ez a termik és a vele társuló szellökések és turbulencia hajlamos arra, hogy ideiglenesen megnövelje az ejtőernyő állásszögét és valamelyik oldalra elcsúsztassa azt – általában ezek a jelenségek a felelősek a célbaugrást végrehajtók életének sok érdekes pillanataért is. Elengedhetetlen, hogy az ejtőernyő viszonylag kevésbé reagáljon ezekre a be nem programozott jelenségekre s ugyanakkor eléggé érzékeny legyen az olyan mozdulatokra, melyekkel az ejtőernyős korrekciót akar végrehajtani.

STÍLUSUGRÁS

A stílusugrás célja – elhagyni a repülőgépet, végrehajtani az előre meghatározott manővereket és ejtőernyőt nyitni. Egy másodlagos cél a stílusugrás végrehajtása közben, célbaugrási megközelítést végrehajtani, mivel a költségek magasak, mindenki a lehető legtöbbet akarja „kihozni” az ugrásból.

A stílusugró versenyekkel kapcsolatos főbb követelmény az ejtőernyővel szemben a nagysebességű belobbanási tulajdonság valamint a jó súly és súlyeloszlás. A másodlagos követelmény pedig az, hogy az ejtőernyő legyen alkalmas célbaugrásra is.

A követelményként megjelölt nagysebességű nyílási tulajdonság azt jelenti, hogy a nyílásnál fellépő terhelés az elviselhetőség határán belül legyen miközben a belobbanási idők is biztonságos határok között vannak. A nagysebességű belobbanási paraméterek akkor válnak jelentőssé, amikor a stílusugró ejtőernyős fejjel lefelé való zuhanása közben nyílik ki véletlenül az ejtőernyő.

A stílusugrásban alkalmazott ejtőernyők jelentik valószínűleg azokat a nagysebességű belobbanással kapcsolatos megkötéseket, amelyek a polgári piacon eladott ejtőernyőkre vonatkoznak. Ez a követelmény, társulva a súllyal és a súly eloszlásával, annak a vágnak az eredménye, hogy a stílusugró lehetőleg minimalizálja a tehetetlenségi nyomatékát, ezáltal csökkentse azt az időt, ami gyakorlata végrehajtásához szükséges.

VÁLTOTT ALAKZATOS FORMAUGRÁS

A váltott alakzatos formaugrás célja – elhagyni a repülőgépet (4 fő esetén 2750 m magasan, 8 fő esetén 3350 méter magasan és 35, illetve 50 másodperc alatt minél több alakzatot kell bemutatni),

majd az ejtőernyőt nyitni és az ugróterületen földetérni. A legfontosabb követelmény a váltott alakzatú FU-val kapcsolatban az ejtőernyővel szemben:

- minimális súly,
- elfogadható nagysebességű belobbanási jellemzők,
- minimális térfogatra hajtogatás.

A minimális súly követelményének az elsődleges oka az ugró azon vágyából ered, hogy bármilyen szabadeső alakzat megközelítésekor maradjon meg némi „magasságyerő” képesség, azaz le tudja ütni és csökkenteni a vertikális sebességét, hogy az kisebb legyen, mint az alakzaté. Ha van ilyen képessége az ugrónak, akkor többször is megkísérelheti az alakzat megközelítését, ha viszont nincs, akkor csak egyszer... Ezzel vége is a gyakorlatnak az ő szempontjából.

Alapvető fizikai ismeretek szerint az ilyen viszonylagos magasságyerő képességre akkor van lehetőség, ha nő a szabadeső test súlya.

A minimális térfogatigény abból adódik, hogy a váltott alakzatú FU csapat olyan szorosan kell álljon (egymáshoz képest) a repülőgépből kikerülni, amilyen szorosan csak lehet. Ezért, minél kisebb a térfogatú a csapat tagjainak a felszerelése, annál több ugró fér el egymáshoz közel, tehát ezért rövidebb idő alatt képesek a gépelhagyásra is. Így már minél kisebb a távolság a gépelhagyáskor az ugrók között, annál gyorsabban alakítható ki az alakzat is.

A nagysebességű belobbanási jellemzők itt mások, mint a stílusugrásnál. A lényeges különbség az, hogy nemcsak a nyitóerők elviselhetősége a fontos, hanem az is, hogyan nyílik az ejtőernyő egy sok tagot tartalmazó „tömegben”. Azaz a nyíláskor való elmozdulások és más, ehhez hasonló jelenségek megengedhetetlenek akkor, amikor egy csomó ember van a közelben.

Nagyon fontos – másodlagos-követelmény ennél az ugrásfajtánál az ejtőernyők jó siklóképesége. A gépelhagyások a tipikusan magas FU alkalmával gyorsan mozgó repülőgépből történnek. Az „ugrási” vezényszó elhangzása után még viszonylag hosszú idő telik el addig, amíg az első ugró elhagyja a gépet. A gépelhagyás és szabadesés közben az ugrók ki vannak téve a viszonylag erős szelek sodró hatásának akár 60 másodpercig is. Ha mindezek a tényezők egyirányba hatnak, akkor az eredmény nagyon hosszú gyaloglás lesz az ugróterületre vissza. Azonban az ugrás sokkal több mulatságot ad, ha nem kell gyalogolni. Ezért aztán a jó siklási tulajdonsággal rendelkező ejtőernyők igen nagy becsben vannak a FU végrehajtói körében.

GYORSASÁGI FU

A gyorsasági FU célja – elhagyni a repülőgépet (2280 méteren) és a lehető legrövidebb idő alatt kiépíteni az alakzatot (10 fővel) és fenntartani 5 másodpercig, majd szétválni, nyitni és visszajutni az ugróterületre. A gyorsasági FU-ban támasztott követelmények az ejtőernyővel szemben lényegében azonosak a váltott alakzatú FU-ban alkalmazottakéval. Az egyetlen különbség az, hogy sokkal nagyobb hangsúly van a gépelhagyáson (ennél fogva a csökkentett súlyon és térfogaton).

KUPOLA FORMAUGRÁS

A KFU célja – elhagyni a repülőgépet (8 fő, 2200 méteren) nyitni, majd az ejtőernyőket egy centrális térbe irányítani vízszintes és függőleges manőverekkel, beállni a megközelítéshez, majd összekapcsolni a kupolát a felül levőkkel, felkészülni arra, hogy a következőnek érkező kupoláját, azaz az alá repülő ejtőernyőjét biztosan meg tudja fogni, amikor az megérkezik. Természetesen közben a saját kupolával még úgy kell repülni, hogy az alakzat stabil maradjon.

A KFU-ban alkalmazott ejtőernyőkkel szembeni követelményeket még alig ismerjük. A jelenleg meghatározható követelmények pedig ezek: elfogadható kissebességű nyílási tulajdonság, siklóképeség, jó reagálás a változó időjárási körülményekre, valamint egy ma még nem meghatározott – sőt kétséssé ismert – kupolakezelhetőségi lehetőség, amely valószínűleg lényegesen különbözik a célbaugrástól.

nál támasztott követelményektől. Az a követelmény, hogy a KFU-ban használt ejtőernyő kisebbességű belobbanási tulajdonsága legyen elfogadható, nyilvánvaló. Itt a nyitás körülményei meglehetősen hasonlítanak a célbaugrásra, azaz a nyitási sebesség a kritikus sebesség alatt van jóval, s nincsenek sokan még az ugró körül. Azonban a nyílási úthossznak állandónak kell lenni, mert máskülönben túl nagy lesz a távolság az ugrók között.

A siklóképeséssel szemben támasztott követelmény alapvető feltétele a KFU végrehajtásának. A teljesítmény, illetve a viselkedési paraméterek, melyek a KFU-t lehetővé teszik, éppen a kupola siklóképesége és kormányozhatósága. Ha az ejtőernyő röppályája közelebb áll a vízszinteshez, mint a függőlegeshez, akkor hamar olyan helyzetbe hozható, amelynél lehetséges a kontaktus anélkül, hogy „levegőt lopna” a másik kupolától. Minél nagyobb a KFU-ban alkalmazott ejtőernyő siklóképesége, annál több a lehetősége a használt ejtőernyők összekapcsolásának.

A jó reagálási tulajdonságok az „ellenséges” időjárési hatásokkal szemben a biztonság szempontjából fontos alapvetően. Ezen ugrásfajtánál az ejtőernyők szoros közelségben vannak egymással, ha valamelyik összeroskad egy szélökés hatására, vagy turbulencia miatt, az katasztrófális következményekkel járhat.

Az a követelmény, hogy a KFU-ban részt vevő ejtőernyő rendelkezzen egy készlet (egyelőre) ismeretlen kezelhetőségi képességgel, azzal illusztrálható a legjobban, ha leírunk egy tipikus „rárepülési” manővert, amit a KFU ugró végrehajt.

Ismert, hogy a résztvevők alulról és hátulról érkeznek a felettük lévő ugróhoz, illetve kupolához. Az ugrók úgy emelkednek, hogy „pumpálják” a hátsó hevedereket, így növelik a relatív magasságukat anélkül, hogy csökkentenék a horizontális sebességüket. Természetesen feltétel, hogy az alakzatban lévők már alkalmaznak egy meghatározott fék-beállítást.

Összegzés

Célszerű a gondolatmenet alapján tett megállapításokat táblázatba foglalni. Ez pedig a következő:

Tervezési szempont	Célbaugr.	Stílusugr.	Sebességi FU	Váltott alakz.FU	KFU
Súly	—	minimum	x	x	—
Térfogat	—	minimum	x	x	—
Belobb.seb.	kis	nagy	nagy	nagy	kis
Belobb.elmozdulás	—	—	x	x	—
Siklás	x	adódó	adódó	adódó	x
Turbulencia	x	adódó	adódó	adódó	x

1. sz. táblázat

A LÉGCELLÁS EJTŐERNYŐK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI

a) Tömeg és térfogat

A jelenleg sportcélokra gyártott ejtőernyők tömege 3,87–5,13 kg között van. A tömeget és a térfogatot befolyásoló néhány nyilvánvaló tervezési tényező: az ejtőernyő mérete és az anyagválaszték, amiből az ejtőernyőt legyártják.

A légcéllás ejtőernyők mérete. A légcéllás ejtőernyők méretét nagyjából a felhasználási cél diktálja. A célbaugrásra alkalmazott ilyen ejtőernyők általában nagyobbak, mint a FU-hoz készült ejtőernyők. (A legnagyobb méret 23,41 m², a legkisebb 14,86 m² felületű.) A célbaugrási versenyek általában a stílusugrásával azonos méretű ejtőernyőt kívánják meg, feltételezve, hogy ugyanezt az ejtőer-

nyő alkalmazza az ugró célbaugráskor is, illetve az ejtőernyő nagysebességű belobbanási tulajdonságai. A KFU-ban alkalmazott ejtőernyők méretkövetelményei még nincsenek meghatározva, de a szerző úgy véli, ez is a nagy méretek felé fog tendálni, mivel nincs megszorítás a súllyal és a térfogattal szemben.

b) A kupolaanyagok

A légcéllás ejtőernyők gyártására napjainkban alkalmazott anyagok vagy bevonatoltak, vagy kalanderezettek. A kezdeti választékban a kupolaanyagok súlya bevonatolás előtt $34\text{--}51\text{ g/m}^2$ volt, ehhez adódott még az ejtőernyőnként meghatározott számú és helyű erősítőszalag súlya is.

A könnyű légcéllás ejtőernyőanyagok kiválasztása egy meglehetősen bonyolult folyamat, melynek során figyelembe kell venni az olyan tényezőket, mint a használati körülmények, nyitási körülmények, siklási jellemzők, tervezett élettartam. Az ejtőernyő használati körülményei meghatároznak olyan tényezőket, mint pl. a nagy, vagy kis sebességű nyitás, napfényen való tartás (pl. a KFU-ban a napfény károsító hatása potenciálisan nagyobb probléma, mert a kupola sokáig van nyitva).

A nyílási terheléseket a nyitó és nyitáskéleltető rendszerek hatékonysága határozza meg. Minél hatékonyabb a rendszer kis terhelések fenntartásában, annál kisebb igénybevételt kell elviselni a kupolának, ezért kisebb lehet a felhasznált anyag súlya is.

A megkívánt siklási jellemzők befolyásolják az anyagkiválasztást. Ha elsődlegesen a legnagyobb siklóképeséget kell biztosítani, akkor impregnált, O légáteresztésű anyagra van szükség. A tervezett élettartami is hatással van az anyagválasztásra. Ezeknek az ejtőernyőknek a tervezett élettartama általában 1000 ugrás volt, feltételezve az ésszerű gondosságot az ejtőernyők hajtogatásánál, tárolásánál és a napfénytől való védelem tekintetében.

Ezen tervezési feltételek a gyorsasági és váltott alakzatos FU igényeinek megfelelően átértékelésre kerültek, mert igen könnyű ejtőernyőre volt szükség. Ugyanígy a tartalékernyők tervezésénél is szempont a kis súly.

c) Nyitások

A nyitórendszerek célja az, hogy szabályozni lehessen az ejtőernyő belobbanási folyamatát a nyitástól a teljes belobbanásig. A légcéllás ejtőernyőknél alkalmazott nyitórendszerek a sportejtőernyőpácon a komplikált belsőzsáktól kezdve a mindenféle hevedereken, szalagokon, kéleltető köteleken keresztül az egyszerű, minden eszköz nélküli belobbanásig megtalálhatók voltak. Ez természetesen nagyon „vegyes” eredményt adott, sok „zűrös” belobbanást eredményezett.

A napjainkban széles körben alkalmazott nyitórendszerek valamiféle ejtőernyő-szabályozást alkalmaznak a belobbanási folyamat meggátlására, amíg az ejtőernyő összes zsinórjai ki nem feszülnek, azaz vagy belsőzsákot alkalmaznak, vagy valamilyen zárás van a zsinórokon a belépőélnél.

d) Belobbanás

Azokat a kérdéseket, melyek a belobbanással kapcsolatban érdeklődésre tartanak számot, két kategóriába sorolhatjuk: a belobbanási terhelés kontrollja (reefelés), valamint a belobbanási dinamizmus kontrollja (nyílás fékje).

A ree felő rendszerek különösen kritikusak voltak a légcéllás ejtőernyő elfogadtatásakor, de nyilvánvaló, hogy ez a kezdeti probléma mindenkinek a legnagyobb meglegedésére már megoldódott. Már nagyszámú nyíláskéleltető rendszer közül lehet választani, s a megfelelő rendszer nagyjából ízlés kérdése.

Ree felő rendszerek

Az emberi teherviselés és tűrés szempontjából ismételtén végrehajtani ejtőernyős ugrást légcéllás

ejtőernyővel reefelés nélkül elfogadhatatlan. Annak érdekében, hogy a megalkotott légcellás ejtőernyőket ténylegesen ki lehessen fejleszteni, olyan nyíláskésleltető rendszert kellett kialakítani, amely elfogadható belobbanási terhelést jelentett kritikus sebesség melletti nyitásnál.

Az első ilyen hatást kifejtő reefelő rendszer 1974-ben készítették el és ez nagy hatást gyakorolt az ejtőernyő-piacra.

A kialakított nyíláskésleltető rendszerek a következők:

- felső kötél és gyűrűk,
- alsó kötél és gyűrűk,
- csúszólap (slider),
- pók.

A felső kötél és gyűrűk részei: gyűrűkészlet a kupola felső felületén, kerületén és a nyíláskésleltető kötél, melynek a vége a nyitóernyőhöz van csatolva. (Részletes leírását az itt tárgyalt rendszereknek az Ejtőernyős Tájékoztató 1979. évi 2. számában megjelent cikk tartalmazza. Tulajdonképpen ez a felsőkötéles nyíláskésleltetés a Para Plane ejtőernyőn volt alkalmazásban, az alsó kötél és gyűrű rendszer ugyancsak ismert nálunk is használt RL–10 típusú ejtőernyőknél, továbbá a csúszólapos rendszer a válogatott keret ejtőernyőinél. — Szerk.)

A kötéllal működő nyíláskésleltető rendszerek jó vonása az, hogy a fékezőerő, amit a kisernyő fejt ki a kötélen át, a sebesség függvénye, tehát minél nagyobb az ugró sebessége, annál nagyobb a fékező erő.

A csúszólap legalább két ok miatt került használatra a légcellás ejtőernyőknél:

- a köteles nyíláskésleltetés több időt vesz igénybe, mint azt az ejtőernyősök szeretnék, ugyanis ők egy gyorsabban belobbanó ejtőernyőt óhajtottak, amely azonban az elviselhetőség határain belüli terhelést ad. Ezt pedig a csúszólap biztosítja.,
- a másik ok az, hogy a felsőfelületű kötél egy meghatározott nyílási sorrendet követelt meg, aminek a biztosítása nagyobb súlyt és térfogatot kívánt meg.

A csúszólapos nyíláskésleltetés súly- és térfogat viszonyai kedvezőbbek, mint a fékzsinórosé. Ezért aztán úgy tűnik, valószínűleg ez lesz a legszélesebb körben alkalmazott nyíláskésleltető rendszer a sportejtőernyőzésben.

A „pók” típusú nyíláskésleltető rendszer a hosszúkötéles és csúszólapos nyíláskésleltetés kombinációja. Ebben a rendszerben egy kötél van erősítve a nyitóernyőhöz, amelyet átvezetnek a kupola közepén lévő lyukakon és két X alakú hevederhez csatlakoztatnak. Az X alakú heveder (pók) minden végén egy-egy nagytérű szem található, amelyen a négy zsinórcsoport áthalad úgy, hogy a pók képes fel-le csúszni a zsinórokon a belépőél és a tartóhevederek között.

Amikor nyitás közben az ejtőernyő zsinórai megfeszülnek, a pók korlátozza a zsinórok — ezzel a kupola — tágulását. Így a belobbanás erőkomponense, amely a pókot lefelé mozditja, kissé ellensúlyozva van a nyitóernyő húzóereje által.

Ez a nyíláskésleltető rendszer olyan ugrók számára lett tervezve, akik olyan tulajdonságú nyílást akartak, amely a hosszúzsinóros és a csúszólapos között van valahol, tehát nem túl hosszú a nyílási idő — mint a hosszúzsinórosnál — és nem túl kemény — mint a csúszólaposnál.

Nyílásfék rendszer

A nyílásfék rendszer célja kiküszöbölni azokat a vad dinamikus mozgásokat, amelyek fellépnek a légcellás ejtőernyők nyílásánál, ha engedik az ejtőernyőnek felvenni a tervezési állásszöget. E rendszerek nélkül az ejtőernyő a belobbanáskor már igyekszik felvenni a tervezett állásszögét és felhajtóerő képződik abban a pillanatban, amint elkezd belobbanni. Az ejtőernyőkupola anyagának pillanatnyi rendezetlensége miatt, amely ekkor jellemző a különböző körülmények hatására, ezért az ejtőer-

nyőkupola anyagának pillanatnyi rendezetlensége miatt, amely akkor jellemző a különböző körülmények hatására, ezért az ejtőernyő alatti „utazás” nagyon érdekessé válhat. A nyílásfék rendszer ezt az izgalmat küszöböli ki azáltal, hogy az ejtőernyő erősen fékezett helyzetben nyílik ki és úgy is marad, amíg az ejtőernyős másképpen nem dönt.

Ez a rendszer a légcellás ejtőernyőket nagy állásszögű helyzetben tartja, csökkenti a nemkívánatos aerodinamikai kondíciókat, a vízszintes sebességet alacsony értéken tartja mindaddig, amíg az ugró másképpen nem dönt. Éppen ez a fő oka annak, hogy a légcellás ejtőernyő a FU versenyeken gyakorlati elfogadást nyerhetett.

Siklás

A jelenlegi légcellás ejtőernyők siklási képessége -- a sportcélokra alkalmazottak között -- 2,5–3,5 m vízszintes utazást biztosít az ugró számára minden méter magasságvesztésre. A fő tervezési tényezők közül, amelyek befolyásolják az ejtőernyők siklási teljesítményét a legfontosabb a kupola oldalviszonya, azaz a fesztáv és a profilhossz hányadosa, a profilmetszet alakja, a tervezési állásszög és a kupolaanyag. A többi rendszer -- a felfüggesztő rendszer, nyílási rendszer és a nyílásfékezési rendszer -- ugyancsak befolyással van még a siklási teljesítményre.

Az oldalviszony

A „hagyományos” szárnyakkal kapcsolatos ismeretek révén tudjuk, hogy egy bizonyos ésszerű határon belül, minél nagyobb a szárny oldalviszonya, annál jobb a siklási teljesítménye. A légcellás ejtőernyőknél az oldalviszony növelése azt is jelentené, hogy növelni kell a zsinórok számát, ezáltal nő a zsinórok légellenállása is. A növekvő oldalviszony a belobbanásnál is okoz nehézséget. Ezért a jelenlegi, sportcélokat szolgáló légcellás ejtőernyők oldalviszonya 1,5–2,5 között van. A korábbi változatoknál ez elérte néha a 3-at is, de ezek nem voltak eléggé tanulmányozva és értékelve. Így a z optimális oldalviszony a siklási teljesítmény maximálása érdekében még nem került ténylegesen meghatározásra.

A profil kiválasztása

Nagyon kevés szárnyprofil adat ismert 45–50 km/ó sebességekörnyezetében. További problémák forrása még az a tény, hogy a tervezők által meghatározott szárnykeresztmetszet alig hasonlít ahhoz, amit a deformálható kupolaanyagban a terhelés kialakít.

Az első szárnykeresztmetszetek (profilok) lényegében egyfélék voltak. Újabban ez a kérdés újra a gyártók érdeklődésének középpontjába került, de további részletek még nem ismertek.

Az állásszög

A siklási teljesítményt nyilvánvalóan befolyásolja az ejtőernyőkupola állásszöge, amit a zsinórzat biztosít. Ha a tervezés célja az, hogy legnagyobb legyen a siklás szöge, akkor a tervező olyan állásszöget valósít meg, amely ezt a repülési paramétert növeli maximálisra. Sajnos a légcellás ejtőernyőknél ez az állásszög nagyon közel esik a minimális siklási sebességhez, illetve az átesési ponthoz, így az ilyen szempontból helyesen beállított ejtőernyőnek gyakorlatilag nagyon lecsökken a vízszintes sebessége és általában közel lesz az áteséshez.

Valószínűleg a profil megválasztása területén bekövetkező fejlődés ki fogja küszöbölni ezt a problémát.

Anyagkiválasztás

A súllyal és térfogattal foglalkozó részben már röviden szóba került az a hatás, amit az anyag

minősége gyakorolt az ejtőernyő teljesítményére és működésére. Az alábbiakban némi kiegészítő részlettel szolgálhatunk.

Az optimális siklásra tervezett ejtőernyők rendszerint 0 légáteresztésű anyagból készülnek. Ennek fő oka az, hogy biztosítani lehet a levegő áthatolásának megakadályozását a kupola felületen, felfelé, nem keletkezhetsen korai áramlásleválás. Az ilyen tulajdonságú ejtőernyőanyagokat impregnálással állították elő eddig. Azonban azok a gyártók, akik a könnyebb, kalanderezett, nem teljesen légátneresztő anyagot használták, azonban nem találtak említésre méltó eltérést a siklási tulajdonságok tekintetében.

üggesztő rendszerek

Az évek során többféle, különböző felfüggesztési rendszer volt alkalmazva, amikor azzal kísérleteztek, hogy fokozzák az ejtőernyők siklóképeségét. A legfontosabb ilyen kísérletek a következők voltak:

- a lapos alsó felület,
- állandó hosszúságú zsinórzat,
- külön féklap
- közvetlen alsó felületi rögzítés.

A korai – a 60 évek – légcéllás ejtőernyőinél olyan felfüggesztési rendszert alkalmaztak, amely lapos alsó kupolafelületet eredményezett. Ennek az volt a lényege, hogy a kupola egyre inkább szárnynyá változott és nagymértékben nőtt az ejtőernyő siklóképesége. Ezzel szemben azonban a hajtogatás nehezebb lett és hajlamossá vált a kupola közepe az összeroskadásra, továbbá olyan követelményeket támasztott a zsinórokkal szemben, hogy a hosszúságuk legalább 1,5-szerese legyen a fesztávnak. Jelenleg a zsinórhossz 0,7–0,8-szorosa a fesztávnak.

A fenti okok miatt a legtöbb jelenlegi légcéllás ejtőernyő olyan függesztőrendszert alkalmaz, amelynél a zsinórok hossza állandó az ejtőernyő szélességében, de egyre növekvő hosszúságú a belépőéltől a kilépőélt felé.

A jelenlegi ejtőernyők vagy direkt alsófelületű felfüggesztés alkalmaznak, vagy u.n. stabilizátorlap rendszert. A stabilizátor lap lényege az, hogy a belobbanási terheléseket elég egyenletesen elosztja (valamiféle kiszélesedő eleme ennek a típusnak), továbbá vezeti az alsó felület melletti áramlást, így csökkenti a szárnyvég-vesztéséget.

A direkt alsó felületű csatlakozás lényege az, hogy a belobbanási terhelést hatékonyabban osztja el, sőt az áramlást is jobban megvezeti, még ha külön légellenállást is jelent. (Szerk.megj.: Itt a direkt-csatolásnál gondoljunk a PO, vagy a Para-Foil zsinórcsatlakozásokra.)

A fenti állításokat lényeges adatok nem támasztják alá, ezért az olvasóra van bízva, milyen véleményt alakít ki, mivel úgy tűnik, egyik megoldás éppen olyan jó, mint a másik.

Az ejtőernyők kezelési jellemzői

Az összes kezelési jellemzők mindegyike nem írható le – egyelőre – technikai terminológiával. Az ilyen irányú nehézségek egyik példája az ugrók által versenyeken alkalmazott célramenés leírása. Az ugró tipikusan széllel szemben megy rá a célra 150–300 méter magasságból. Ha ilyenkor az ugró úgy véli, magasan van még, gyakran átesésbe viszi az ejtőernyőt, sőt túlmegy az átesésen, hátrafelé irányítja az ernyőt. Ilyen körülmények között a kupola felső felülete összeroskad, ráfekszik az alsó felületre, emiatt az iránystabilitás teljesen leromlik, de eléri a célját az ugró, magasságot veszít, a célrarepülés már laposabb szögben történhet. Természetesen e közben az ugró végig szemben marad a céllal. Ha ezután az ugró újra siklórepülésbe akar menni, a kupola vezérlését éppen az átesési pont fölé állítja, az ejtőernyő előrelendül, az ugró új mozgáspályára jut. Megjegyzendő, ezt a manővert csak viszonylag nagy magasságban hajtják végre, mivel a magasságvesztés nagyon gyors.

Az ilyen célmegközelítéssel a célbaugró versenyeken a hangsúly a gyorsan forduló ejtőernyőkről (pl. a PC) az olyan ejtőernyőkre tevődött, amelyek sebességvektor modulálási képessége jó, amely képes átési tartományba be és kikerülni kellemetlen aerodinamikai hatások nélkül.

A légcellás ejtőernyők kezelési-viselkedési képességét pedig elsősorban a profil és az állásszög adja, de hatással van rá a vezérlő rendszer és a függesztő rendszer is. A jelenlegi vezérlőrendszerek kizárólag „féklap” jellegűek, amikor az egyik irányítózsínort meghúzzák, a profil kilépőéle lehajlik, ezzel nő az állásszög, az összes sebesség csökken. A célbaugrási megközelítések általában részleges fékezéssel kerülnek végrehajtásra, hogy a földetérési sebesség csökkenjen és a korrekciónál csökkenjen az ugró testtől származó kilengés. Ennek az eredményeként a jelenlegi légcellás ejtőernyőknél a vezérlésre karhosszúságú húzásra van szükség, kb. 1,2 méterre és a szükséges erő kifejtés 18–27 daN.

Amellett, hogy beállítja a megfelelő állásszöget a függesztő rendszer, van még egy értékes kezelhetőségi jellemzője is. Azt már korábban megállapítottuk, hogy a kezdeti ejtőernyőknél a zsinórhossz 1,5-szöröse volt a fesztávnak a lapos alsó felület beállítása miatt. Amikor állandóhosszúságú zsinórzattal kezdtek kísérletezni, ez az 1,5-ös szorzó megmaradt. Ez pedig egy olyan ejtőernyőt eredményezett, amelynek két stabil beállítási szöge van. Az egyik a tervezési állásszög, amely nagyon közel van az átési tartományhoz. A másik stabil beállítás akkor jelentkezik, amikor az irányítózsínókat lehúzzák. Most az ejtőernyő megállapodik egy hátsó beállítási ponton és ettől addig nem tér el, amíg az első hevedereket meg nem húzzák. Ezen meglehetősen kellemetlen tulajdonság mellé a régebbi ejtőernyőknél egy elég jelentős lengési hajlam is tartozott, amely alig csillapult magától.

Amikor ez az ejtőernyő megjelent a piacon, az ejtőernyősök azonnal végrehajtották a „standard” módosítást – egyszerűen levágtak 90 cm-nyit a zsinórokból. Amikor ennek révén az ejtőernyők dinamikus stabilitása javult, azaz az ejtőernyő jobban repült, tovább vagdalták a zsinórokat mindaddig, amíg valami rossz nem történt. Ekkor visszatértek arra a pontra (zsinórhosszra), amelynél ez a „rossz” még nem következett be.

Itt elemezték a szituációkat és felfedezték, a zsinórok rövidítésével megszüntették a második stabil állapotot és lényegesen megjavult a dinamikus reagálóképesség. Mindennek az ára némi veszteség volt csak a siklasi teljesítményben.

A stabilizátor lap és a direkt alsó felületű zsinórfelerősítés közötti konfliktusnak is megvan a hatása a kezelhetőségre.

A stabilizátor lap alkalmazásának magyarázata megállapítja, hogy az vezetőélként viselkedik, jobb iránystabilitást ad az ejtőernyőnek. A direkt alsófelületű felerősítés magyarázata pedig azt mondja, hogy a stabilizátor lap hatása elhanyagolható, de nem biztos, hogy az iránystabilitás a célbaugrás utolsó fázisában kívánatos lehet. Azonban a helyes álláspont meghatározására nincsenek még adatok.

VÉGKÖVETKEZTETÉS

A légcellás ejtőernyők kialakulásának története érdekes és változatos. Sok ember és intézmény sok energiát fordított arra, hogy ezt az ejtőernyőfajtát a jelenlegi fejlettségi szintre hozza. Az utolsó lényeges akadály a megfelelő nyíláskésleltetés kifejlesztése volt, ezután gyorsan elfogadta a piac ezt az ernyőt, de gyorsan reagáltak a gyártók is.

Jelenleg legalább 9 féle különböző fajtája van a piacon a légcellás ejtőernyőnek, ezeket legalább 4 cég állítja elő. Úgy tűnik, a légcellás ejtőernyők alkalmazási potenciálja igen széleskörű. Ahhoz, hogy ezt ki lehessen használni, a tisztában kell lenni a fejlődésükkel is, mert figyelembe kell venni a jelenleg teljesítmény-határokat, de fel kell ismerni azt is, milyen fejlesztésre van szükség.

Fordította: Szuszékos János

TARTALOMJEGYZÉK

Néhány gondolat az ejtőernyős kiképzésről	1
Ejtőernyő fűrtök dinamikájának elemzése	2
Két ejtőernyőből álló rendszer aerodinamikai együtthatói	5
Köralakú mentőernyőkupolák régen és most	9
Polgári személyi használatra tervezett légcellás ejtőernyők kialakítását befolyásoló tényezők és kereskedelmi körülmények	17

Kiadja: a KPM LRI Repüléstudományi és Tájékoztató Központ
F.k.: Domokos Ádám
F.szerk.: Kastély Sándor

KPM–LRI Sokszorosító 81 156 Budapest–Ferihegy
F.v.: Török Alajos