

LRI Repüléstudományi és Tájékoztató Központ

KÉZIRAT GYANANT!

EJTŐERNYŐS
tájékoztató 

1978/2

AZ EJTŐERNYŐ--TECHNIKA EREDMÉNYEI ÉS PROBLÉMÁI

(Rövidített fordítás A. 19/1976.)

1968 decemberében az Amerikai Aeronautikai és Kozmonautikai Intézet aerodinamikai fékezőeszközökkel foglalkozó bizottsága jelentést készített, melyben felhívta a figyelmet a fékező-szerkezetek technikájának javítására, a tudományos kutatásokkal és kidolgozásokkal szemben támasztott követelmények meghatározására az állami szervek részéről az aero-kozmosz ipar és tudományos társaságok felé. Azóta jelentős sikereket értek el a jelentésben foglalt sok területen. Lehetetlen akár megkísérelni az összes, az utóbbi időben publikált anyag ismertetését, vagy minőségi analízisét.

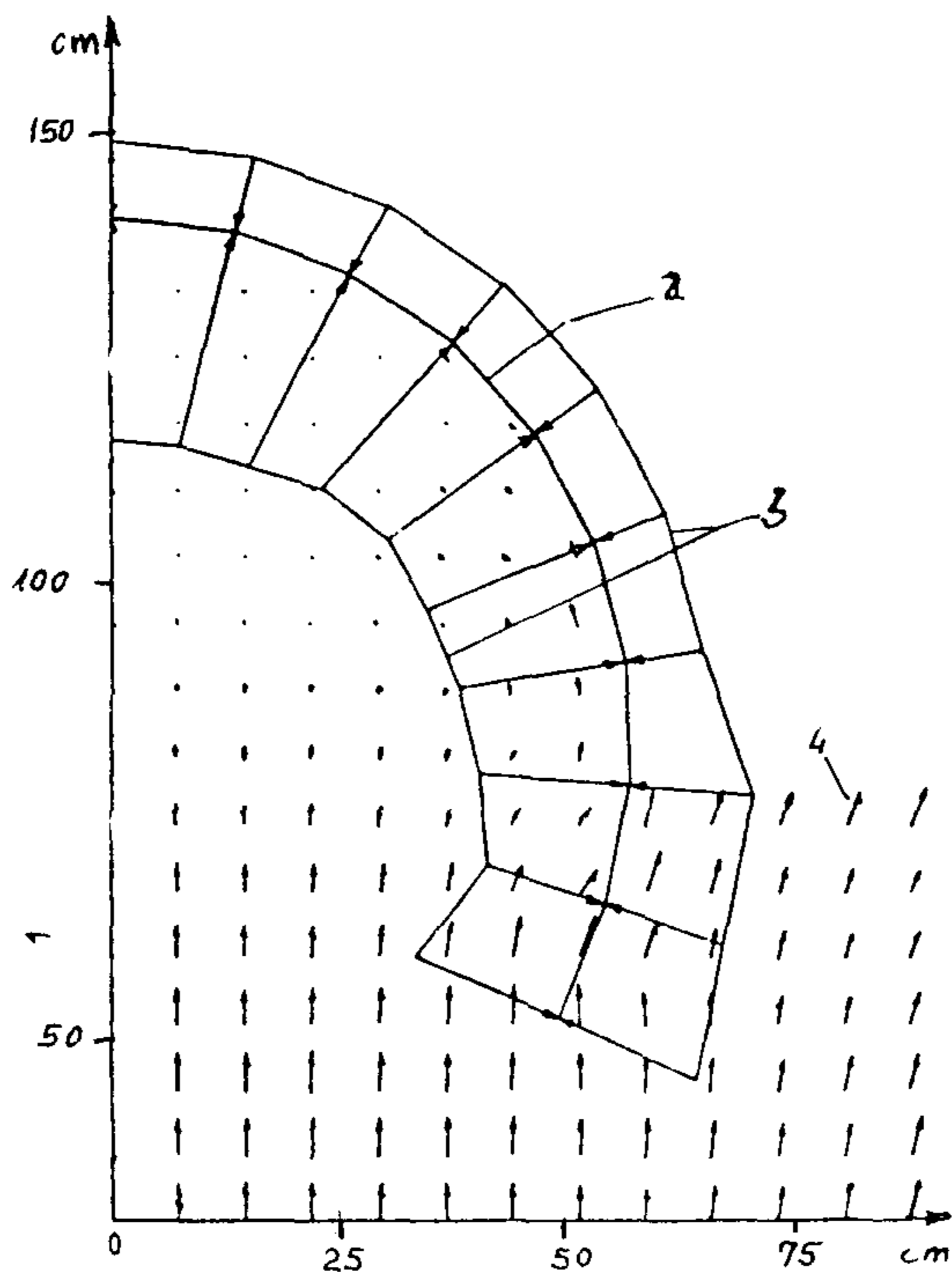
1968-as munkában alapvető figyelmet az aerodinamikára, a modellezésre, a szilárdsági kérdésekre, a dinamikára és az alapanyagokra fordították – ez ennek a cikknek is a témája.

Az aerodinamikai fékezőeszköz belobbanási (feltöltődési) teóriája. Az alapvető feladat ennek a kérdésnek a megfelelő teoretikus megközelítése. A hivatkozott jelentés után, 1968-ban gyorsműködésű elektronikus számítógép segítségével lehetővé vált az egyszerű geometrikus modellek kézi számításáról áttérni a reális formák gépi számítására, amely már konkrét aerodinamikai konstrukción alapult. A fékrendszerek belobbanásának számítási programjai lehetővé tették a nyomásszint, a terheléseloszlás, a belobbanás útjának, vagy idejének kiszámítását is a fékezőrendszer kibocsátásának (nyitásának) konkrét körülményei között. A legújabb programok nem egyensúlyban lévő erőkkel is tudnak dolgozni, ami már kiküszöböli az előző programok elégtelenségét, melyek a nyílási folyamatot még kvázisztatikus módszerrel számolták. Sok meglévő program olyan paramétereken alapul, melyek már kísérleti adatokra támaszkodnak. Ezért a helyességük alátámasztására gyakran kell korrigálni az értékelési tényezőket. A programok többségét különböző konstrukciójú ejtőernyők értékelésére használják, ha a tervező elég kísérleti adattal rendelkezik. Az adatok mennyiségének növelésével könnyebben lehet meghatározni ezen programok lehetőségeit és korlátait. Gyakorlatilag megjavult az adatbank helyzete.

A korszerű számítási módszerek, a nagy számítógépek megjavították az áramlás analízisét. Az 1. ábrán az áramlási mező és a nyomáseloszlás látható, amit időfüggvényes karakterisztika módszerével kaptak. A számítógép az áramlási egyenletet egymásutáni időpontokban oldja meg mindaddig, amíg sok lépés után az időfüggő tagok értéke 0-vá nem válik és megoldása lesz a feltételezett áramlásnak.

A kupola hátsó oldalán a nyomás állandó, azaz az áramlás megszakad a legnagyobb átmérőtől. A hasonló fajtájú áramlási analízisek alapján úgy tűnik, hogy meghatározott bonyolultságú egyes elemzéseket össze lehet vonni, mint pl. az ejtőernyőkonstrukciót a membrán módszerrel, vagy a véges elemek módszerével. Sajnos kevés kísérleti adat van a nyomás és feszültségeloszlásról a részben, vagy teljesen feltöltött ejtőernyőkupolánál, melyek megerősíthetnék a kapott megoldásokat.

Az analízisek egy sora az aerodinamikai nyomás hatása alatt álló membrán-elmélettel kapcsolatos, a legutóbbi időkig senki sem próbálta meg egyszerűbb aerodinamikai elmélettel a kapcsolatot megkeresni. Roberts 1971-ben folyamatos rugalmas rendszerként modellezett eloszlott nyomás hatására az ejtőernyőkupola feltöltődését, így megoldásokat kapott a kiterítődött fékező burkolat körülötte potenciális áramlásra. Nerem és Pake 1972-ben két feladatmegoldási módszert demonstrált. Az egyik módszer a kupolabelobbanást 4 szakaszra osztotta fel és az ejtőernyő alakját formálisan írta le. A második, tényleges analízis, egyidejűleg számolta a kupolán belüli nyomást, a geometria változását, az anyag feszültségét és deformációját. Mindkét módszer lényegesen egyszerűbben használja fel az aerodinamikai analízist, mint az időfüggvényes karakterisztika módszere. A 2. ábrán az ejtőernyő geometriájának időbeli változása látható a megfelelő program felhasználásával. Ilyen programhoz még további kutatások szükségesek, hogy fokozható legyen az áramlás analízisének pontossága, meg lehessen állapítani a kupola belépőélének korlátozó feltételeit (a zsinórok adatainak belépése), figyelembe lehessen venni a kismértékű asszimmetriát.



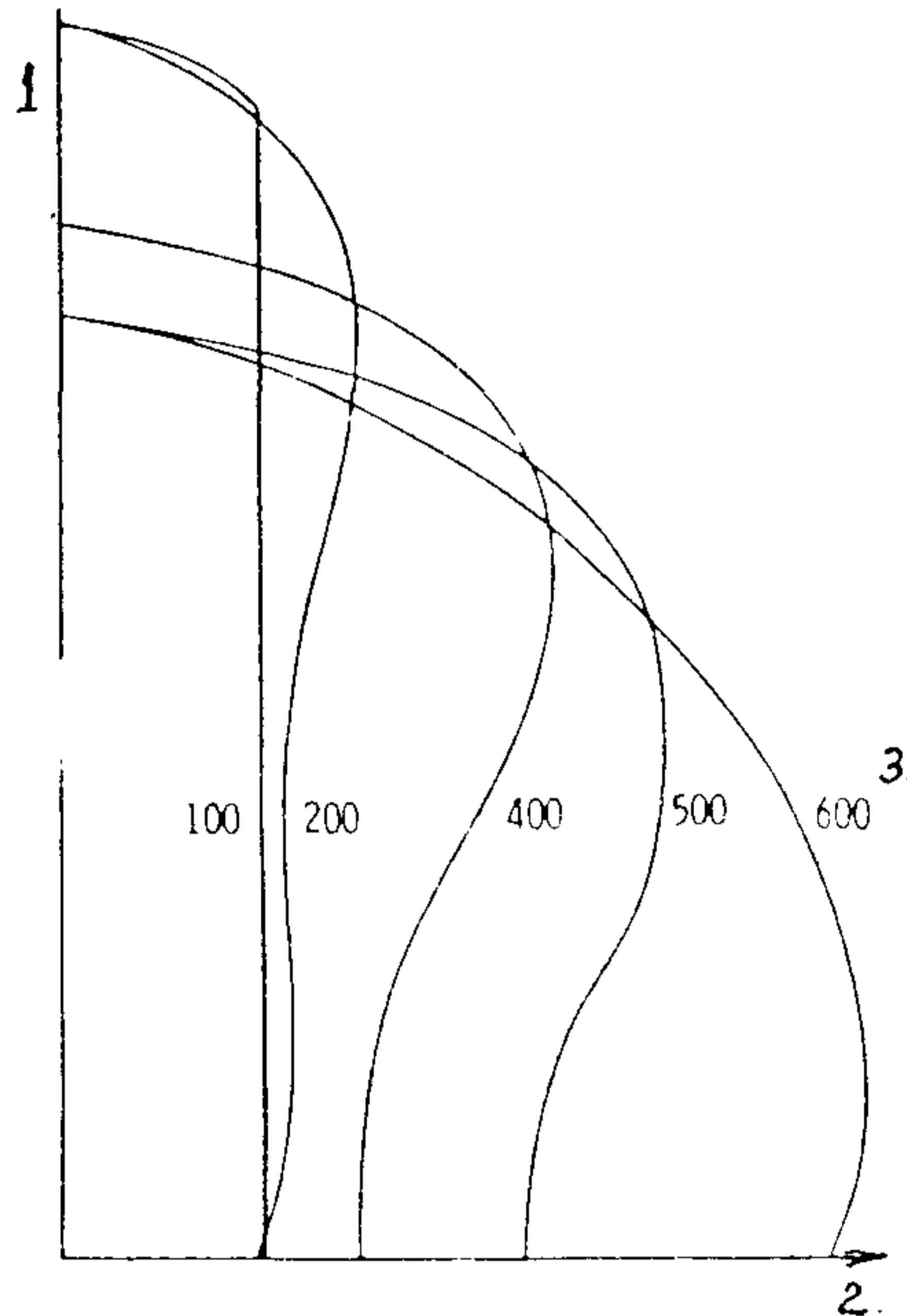
1. ábra

1. Az ejtőernyő kupola mérete. 2. Kupolafelület. 3. Nyomáskála: $1 \text{ cm} = 1,6 \text{ kp/cm}^2$. 4. Sebességskála: $1 \text{ cm} = 415 \text{ m/s}$.

Néhány más, figyelmet érdemlő ejtőernyőbelobbanási analízis nemrégiben látott napvilágot. Ezek a munkák néhány módosítást javasolnak és kiküszöbölik a feltételezéseket a kupolába irányuló áramlás sebessége és az alak, az idő a megtett út között. Payne meghatározza a kupolaanyagon átáramló levegőtömeget a nyomáskülönbség függvényével, nem pedig áramlási sebességgel. Ugyancsak figyelembe veszi a kihúzókötel, a zsinórzat hatását, a kupolaanyag merevségét egy „kombinált” merevségi tényezővel. Mások figyelembe veszik a rugalmasságot az ejtőernyő-teher rendszer különböző részeiben és aproximálják a kupola tömegét, inerciáját a levegőtömeggel együtt. Módszerüket az axiális és radiális irányú mozgásmennyiség egyenletének integrálására alapozzák, nem pedig a tömegmegmaradásra.

Wolf felhasznál analóg összefüggéseket, de csak egyszerűbb dinamikus modellekhez. A tapasztalati és számított adatok összehasonlítását a 3. ábra tartalmazza, 7 méter átmérőjű kúpos szalagernyőre, amit 3900 méter magasan nyitottak 514 km/ó sebességnél, miközben a torlónyomás 11400 kgs/m^2 volt.

Az ejtőernyővel kapcsolatos ismeretek 1968-ig nagyon korlátozottak voltak, különösen kevés adat volt a nyíló ernyő körüli áramlásról, valamint az ejtőernyő és függeszték körüli áramlás viszonyáról. Néhány új mentőrendszer kidolgozása az utóbbi években eredményt hozott ezen a területen is.



2. ábra

1. A kupola axiális mérete. 2. A kupola rádiusza. 3. Időfokozat.

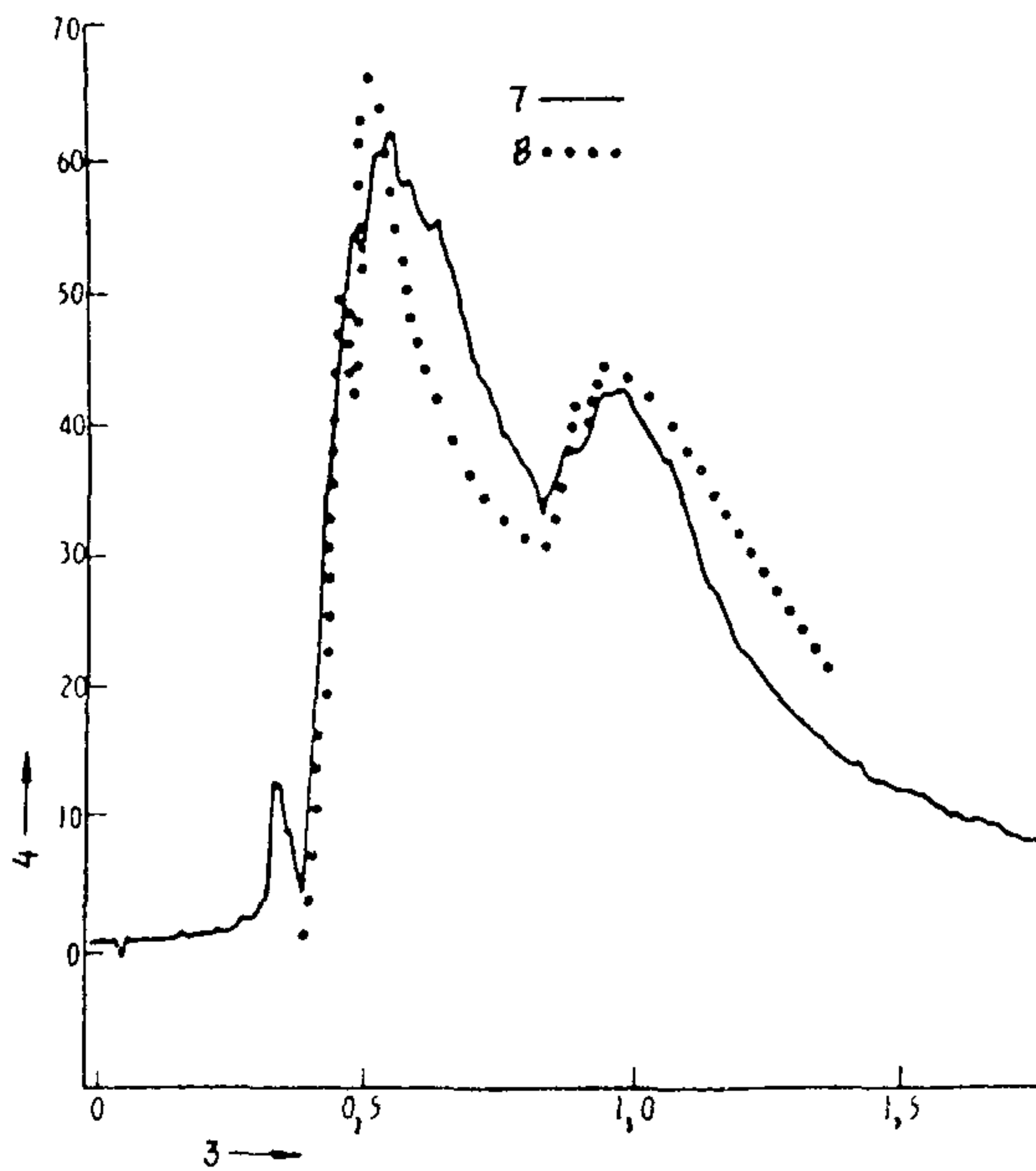
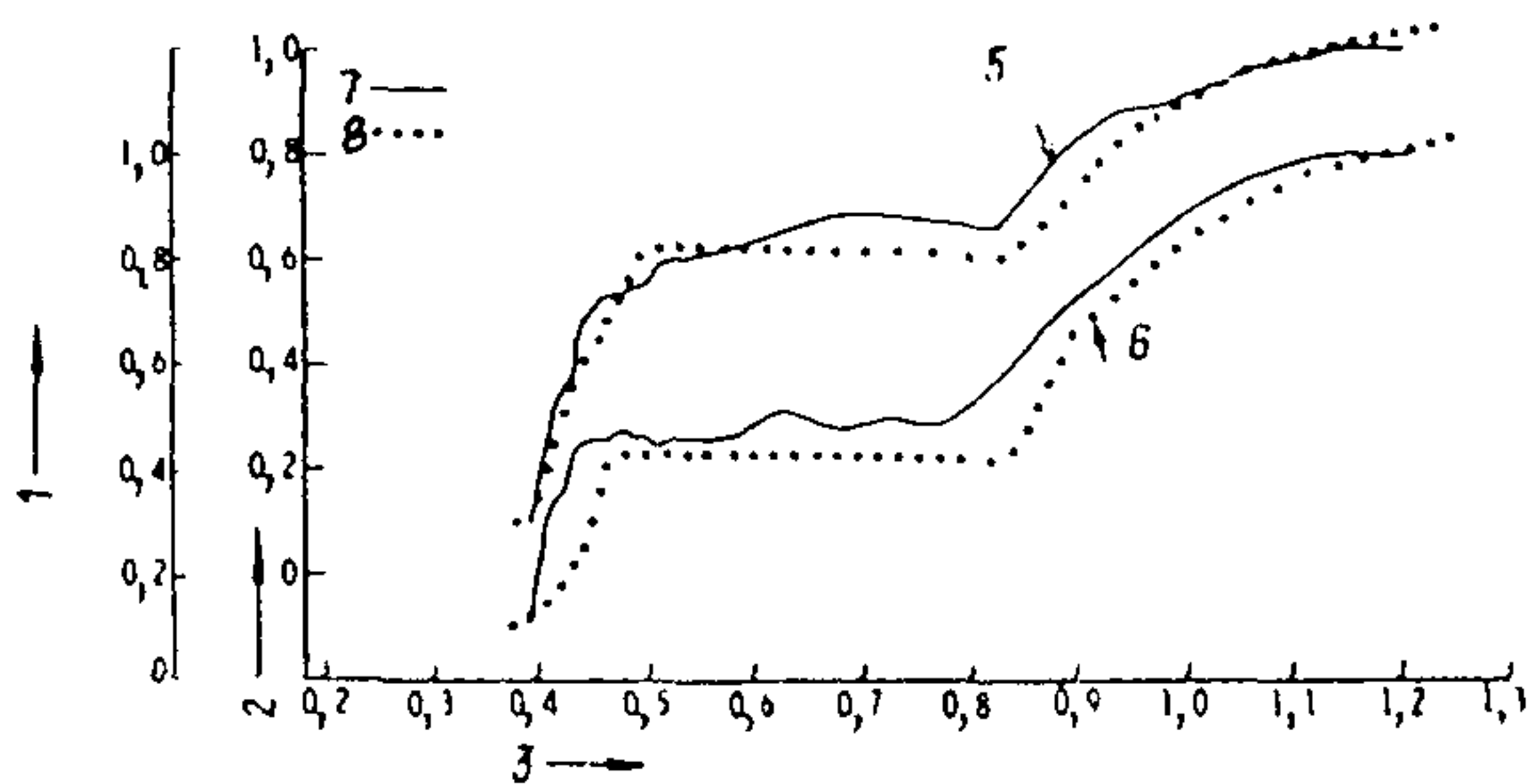
A gyakorlat szükségessé tette a B-1 repülőgép, a szilárdhajtóanyagú kozmikus repülőgép és az Apolló űrhajó kabinja mentési rendszerének kidolgozását, valamint a nagy teherledobó rendszerek kifejlesztését.

A hadsereg és a légierő ennek során olyan rendszert dolgozott ki, mely 22,7 tonna ledobását és földetérését biztosítja vagy tíz darab 30,5 méter átmérőjű, vagy hat darab 41,2 méter átmérőjű ejtőernyővel. E rendszerek kísérlete bebizonyította a megvalósíthatóságot, de felhívta a figyelmet nagyobb mennyiségű parametrikus adat megszerzésének szükségességére, melyek az előtervek alapjául szolgálhatnak. Alapvető probléma az összes ejtőernyő egyenletes kihúzása és nyílászérlése a sérülés elkerülése, valamint a csoporton (fürtön) belüli egyes ejtőernyőkre ható terhelés egyenletes elosztása céljából. Abszolút módon az ejtőernyők vezérelt működtetése.

Nem eléggé ismert az ejtőernyők egymásrahatása, különösen a belobbanás közbeni áramlásmezők jellege.

A haladó testek mögött fellépő kísérő áramlás analízise lassan fejlődött. Végbement ugyan néhány elméleti kutatás, mely magában foglalta a lamináris és turbulens áramlást, de csak vékony testek esetén, szuperszónikus és hiperszónikus sebességnél. A kutatók az utóbbi néhány évben a kísérleteket csak 120, vagy 140 kúpszögű testekre korlátozták.

Néhány elképzelés a tompa test kísérő áramlásának hatásáról az ejtőernyő karakterisztikájára, tette lehetővé a VIKING kozmikus berendezés (ejtőernyővel ellátott, meggyújtó Mars bolygóra leszálló szerkezet) kidolgozását.



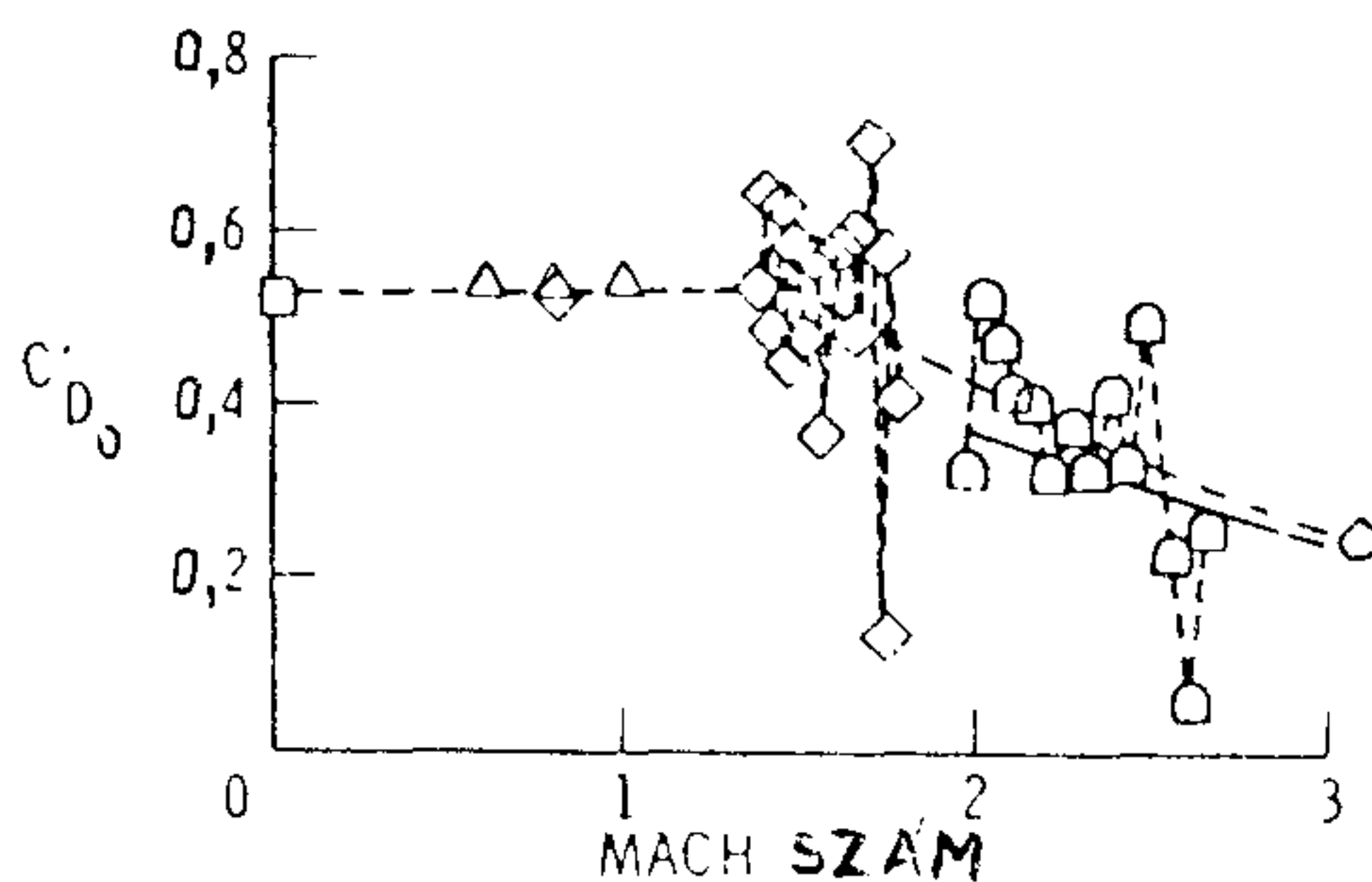
3. ábra

1. A belépőél relatív sugara. 2. Kupola relatív sugara. 3. Idő -- másodpercben. 4. A teher gyorsulása. 5. Kupola. 6. Belépőél. 7. Légipróba eredménye. 8. Számított eredmény.

A fékező berendezések áramlási viszonyainak kutatása nem egyenletes áramlásban, majdnem olyan ütemben folytak, mint a kísérő áramlásé. A számtani módszerek növekvő arányú alkalmazása az utóbbi néhány évben, amikor megjelentek a legújabb számítógépek, érezhetően meggyorsították a testek mögötti nem egyenletes áramlás és a fékező berendezések karakterisztikájának megismerési lehetőségét.

Eddig nagy nehézséget okozott a kísérleti ejtőernyőmodellek méretarányának kiválasztása. Az 1968-as jelentésben megállapításra került, hogy a hasonlóság-elmélet nem fogadható el az ejtőernyők vizsgálatához, lényegesen korlátozottabban alkalmazható, mint állandó formájú testeknél. Elsődleges fontosságú tényező, mely magára vonta a modellezők figyelmét – a merevség, a porozitás, hatással van a kupola nyílására, belobbanására. További járulékos tényező a hajtogatás, a hajtogatási rendszer, a zsinórcsatlakozás, a csatlakozási pontok elkészítési technológiája – mindez korlátozza a nyílási karakterisztika jellemzőinek meghatározási lehetőségét méretarányos modellkísérletekkel. Azonban egyre inkább lehetővé válik mindezen nehézség ellenére a kisméretű modellezés már meglévő anyagokkal. Nemrégiben némi sikert értek el a merevség modellezésében. Nehéz kupolák számára, mint pl. a szalagernyőknél, megfelelőnek bizonyult az 1,5 méter átmérőjű modell. A Reynolds-szám ritkán használható paraméterként modellkísérleteknél a homlokellenállás, oldalerők, kupolastabilitás meghatározására, főképpen azért, mert a bonyolult áramlások a kupola körül és a kupolán át megnehezítik a pontos meghatározását. Ugyancsak nagy jelentőséggel bír a porozitás-légáteresztés helyes arányának kialakítása, mivel ez a paraméter határozza meg a kupola összecsukódásának a kritériumát, az ellenállás nagyságát és a stabilitást. Jelenleg a modelleket ugyanolyan geometriai porozitással (ugyanabból az anyagból) készítik, mint a természetes méretű ejtőernyőket, így kevésbé veszik figyelembe a légáteresztést. Az anyagkiválasztásnak még most is egyetlen kritériuma az, hogy kibírja a várható maximális terhelést.

A szélcsatornában végzett modellkísérleti eredmények és természetes méretű légi próbák eredményeinek összehasonlítása vegyes képet ad. Általában az 1,2 méternél nagyobb átmérőjű modell ellenállása kis sebességeknél jól összehasonlítható a légi próbák eredményével. Néhány eredmény alapján úgy tűnik, ha a Mach-szám értéke nagyobb, mint kettő, az eredmények összeválnak. A DGB ejtőernyők (Lásd Ejtőernyős tájékoztató 1978. évi 4. szám) szélcsatornakísérlete és légi próbája eredménye a 4. ábrán látható.



4. ábra

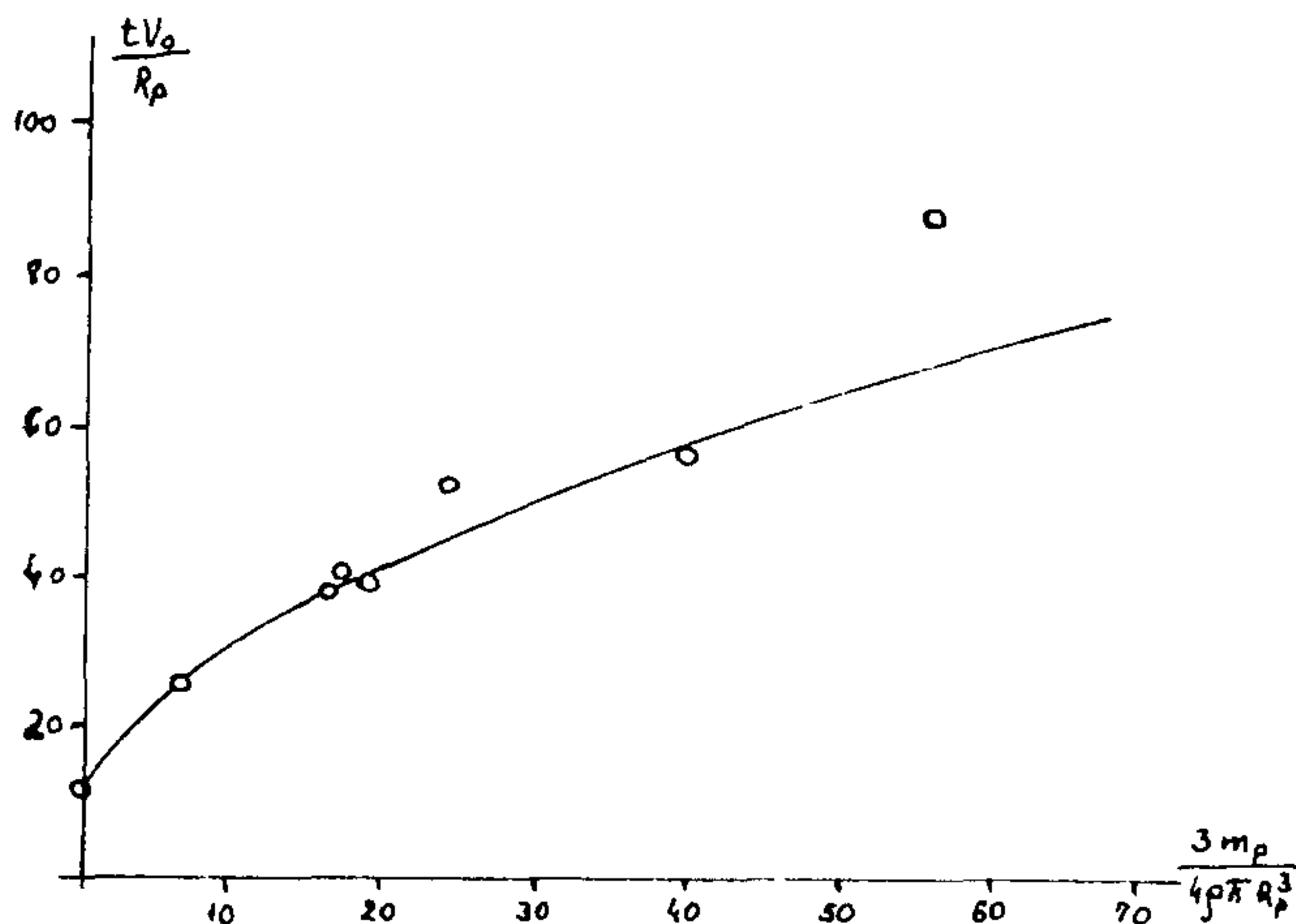
C_{D0} -- ellenállási tényező

- — — — — 4,9 m átmérőjű szélcsatorna ($D_0 = 1,67$ méter, zsinórhossz 1,67 m, mérésidő 1 s.)
- - - - - légi próbák középértéke
- — — — — — rakétakísérlet ($D_0 = 12$ m, $M = 2,72$ idő: 0,2 s)
- ◇ — — — — — rakétakísérlet ($D_0 = 12$ m, $M = 3,31$, 1 s.)
- ◇ — — — — — rakétakísérlet ($D_0 = 12$ m, $M = 1,91$)
- △ — — — — — Aerosztátról leeresztés ($D_0 = 19,6$ cm., közepes érték)
- — — — — — Langley-i szélcsatornakísérlet ($D_0 = 1,67$ m).

A „kereszt” típusú 0,3–0,6 méter átmérőjű fékernyők néhány szélcsatorna kísérlete hangsebességnél kissé és lényegesen nagyobb sebességeknél jó egyezést mutatnak. A tiszta háromszög alakú („rogalló”) ejtőernyőknél a gerincek száma rontja a feltöltött kupola modellezési lehetőségét és a zsinór-hosszarány megtartása rontja az áramlási modellt. Lehetséges, hogy a kereszt alakú ejtőernyők modellezésének sikere az egyszerű geometriai formán és a négy zsinórcsoport közötti nagy távolságon alapul.

A szélcsatorna a légi kísérletek különböző eredményeinek összehasonlítása mindig nehéz, a szélcsatorna zártsága, az áramlás különleges módja és a konstrukció méretaránya miatt. A méretes modellek próbája a levegőben transzszónikus sebességen és a teoretikus analízis feltétlenül meg fogja világítani majd ezt a kérdést is.

A különböző méretű kupolák közvetett összehasonlítása céljából megkísérelték összehasonlítani a nyílási idő (vagy út) mértékegység nélküli mennyiségét az ejtőernyő és a teher mértékegység nélküli tömegével. Az 5. ábrán a DGB ejtőernyő kísérleti adatai szerepelnek.



5. ábra

- t – a nyílás teljes ideje
- V_0 – a kezdeti sebesség
- R_p – a belobbant ejtőernyő sugara
- m_p – az ejtőernyő tömege
- ρ – a levegő sűrűsége

Az ábra megmutatja az ejtőernyő nyílási magasságának jelentős hatását, amit sok előző elmélet nem vett figyelembe. Bármely konkrét ejtőernyőnél a tömegarány csak a levegő sűrűségének változásával változhat meg, a magasság növekedésével. A magasság növelése így, közvetve növeli a nyílási időt. Hasznos az ejtőernyőkupola nyílásakor fellépő legnagyobb erő görbéjének a viszonylagos tömeggel, a belobbanási idővel és a dimenzió nélküli tömegből származó maximális erővel való összehasonlítása. Kétségtelen azonban, hogy a különböző ejtőernyőfajtáknak különbözik az alapvető paraméterértékelése.

A Mach-szám az ejtőernyő működtetésekor és belobbanásakor ugyancsak nagyon fontos, de nem játszik teljesen tisztázott szerepet a belobbanás idejének (vagy távolságának) meghatározásakor. A részlegesen belobbant ejtőernyők homlokellenállási tényezője transzszónikus, vagy szuperszónikus sebességeken különbözik a hangsebesség alatti értéktől és lényeges hatással van a nyílásra.

1968 után jelentős sikereket értek el az ejtőernyők szilárdsági számításában a nyílás közbeni és meghatározott állapotú terhelésnél. A kupolabelobbanás számítási módszereinek a segítségével és a véges elem módszere a szilárdsági számítás végrehajtását valószínűvé tette, miközben a belobbanási modell és a dinamikus modell egyé vált. Jelenleg a korszerű szintet a tengelyszimmetrikus membrán analízise képviseli. Alapvető sikert értek el a szalagernyők szilárdsági számításának elméletében – ha az ejtőernyő szimmetrikus. Így a szalagernyők számítása könnyebb, mint az egyéb nagyméretű ejtőernyőké, pl. a DGB, a kiterített sík, mivel a radiális feszültségek kisebb értékűek.

Néhány tényezőt, melyek fontosak az ejtőernyők jellemzőinek számításánál, melyeket a további analízisekhez kutatni kell, ki kell emelni. Ilyen például:

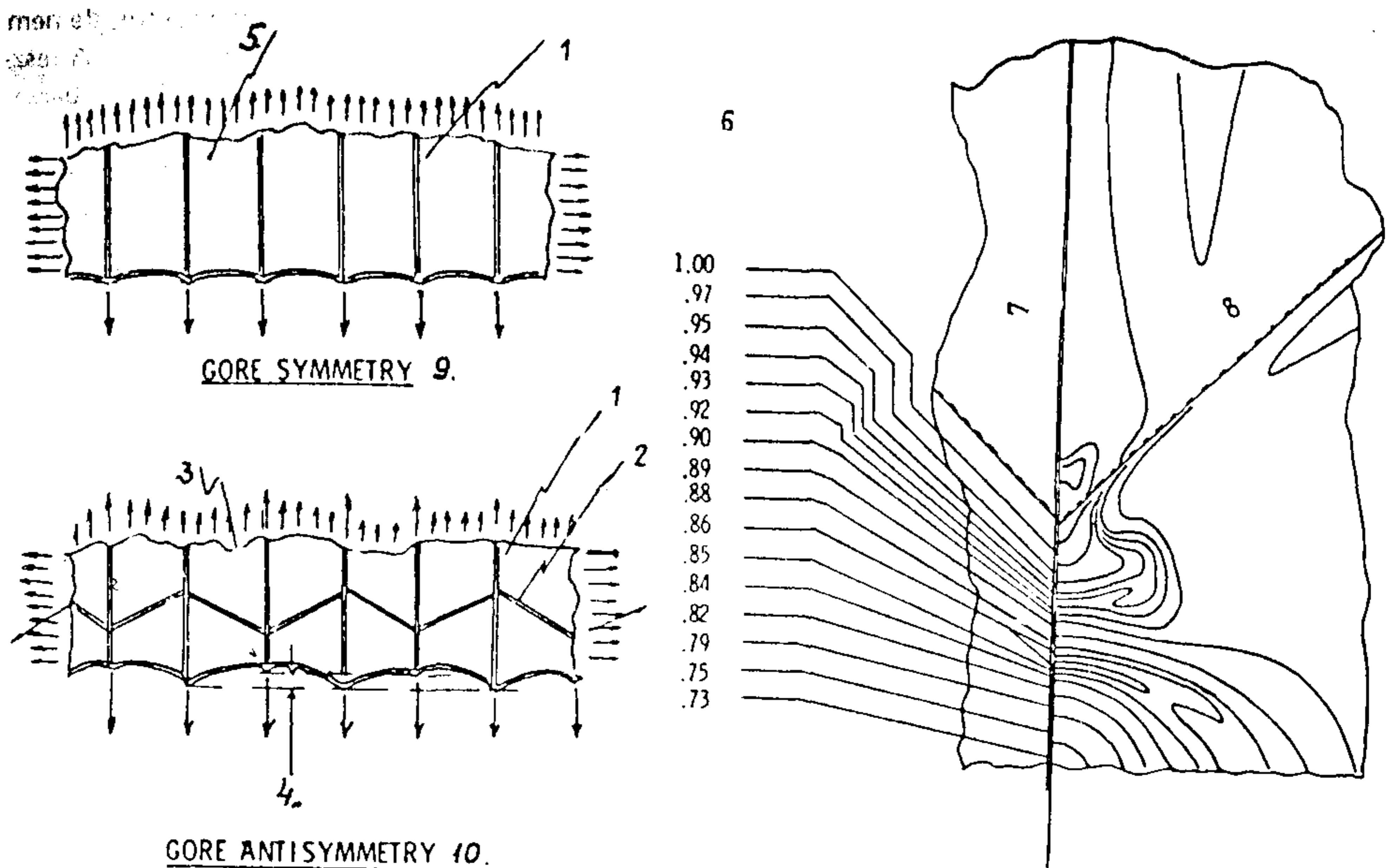
- az anyag jellemzőinek anizotrópiája,
- a szőtt anyag orientációja,
- a varrás és az összeerősítés hatásossága, a varrás hatása a merevségre,
- általános és helyi asszimmetria, merevség és terheléskonzentráció,
- az elvárt kupolaalak tengelyszimmetria változása,
- egytengelyű maximális feszültségek csökkenése a kéttengelyű feszültségek és tépő erők együttes hatására,
- az ejtőernyőanyag teherbíróképességének változása a hőmérséklet hatására,
- csúcsterheléskor a nyomáseloszlás,
- a legnagyobb torlónyomás,
- sebesség-terhelés,
- a feszültség-deformáció nem lineáris jellemzői,
- kupola-gyengülés,
- Hook-tényező,
- szilárdságcsökkenés a dörzsölés, felmelegedés és hajtás miatt,
- gyártási pontatlanság.

Fontos szerepet játszik a konstrukció szilárdságának meghatározásában az anyag izotropiája, melynek hiánya veszélyesen megnövelheti a feszültséget a kupola ferde nyílásakor. A kiegészítő (segéd) varratok is létrehozhatnak asszimmetrikus feszültségeloszlást és deformációt (6. ábra). Itt látható, hogy a ferdén elhelyezett anyag asszimmetriát alakít ki a kupolaszeleten belül, megnöveli a radiális szalag és diagonális szalag csatlakozási pontjában a feszültséget, de közben növekszik a csavarási merevség és a szakító szilárdság is. Az analízis szokásos módjai ezt nem veszik figyelembe, ezért különleges módszerre van már szükség. A diagonális és radiális szalag csatlakozásának analízise a DGB ejtőernyőnél a véges elem módszerével a többtengelyű szimmetria határfeltételével megmutatta, hogy a maximális terhelés majdnem 18 %-kal nagyobb, mint a többtengelyű-szimmetria analízissel.

Néhány ejtőernyőnél nehéz a radiális feszültségek analízise, valamint az anyagrugalmassági tényező megállapítása bonyolult feszültségi állapotban akkor, amikor csak egytengelyű húzásról vannak adatok. Kéttengelyű húzásnál a különböző anyagok rugalmassági jellemzői a ható feszültségtől függően változnak meg. Ezért a jövőbeli számítási módszereknek és anyagkísérleteknek feltétlenül be kell vezetni az anyagok háromirányú feszültség hatására bekövetkező változásának vizsgálatát.

Még egy hiányosság, mely rontja az anizotróp anyag analízisének pontosságát a membrán módszerrel – a Hook tényező értelmezésének hiánya a Joung modulus kizárásakor. A további hibák elkerülése céljából, a meglévő és a jövőbeli anyagokkal kísérleti adatokat kell gyűjteni.

A feszültség és deformáció mérésére szolgáló berendezés korszerűsödött, de tovább kell javítani a kísérleti módszereket is, melyek a számításokat támaszthatják alá.



6. ábra

1. Szalag. 2. Varrás. 3. Ferde kupolacikk. 4. Asszimmetria miatti elmozdulás. 5. Ortogonális kupola-konstrukció. 6. Helyi feszültségek. 7. Radiális szalag. 8. Diagonális varrat. 9. Szimmetrikus szelet. 10. Asszimmetrikus szelet.

Egyik ilyen korszerű mérőberendezés az omega-adó (7. ábra), mely feszültséget mér, nem pedig a görbefelülettől független deformációt. Maga a jeladó hőkompenzált és kisméretű, nem torzítja a kupola görbét.

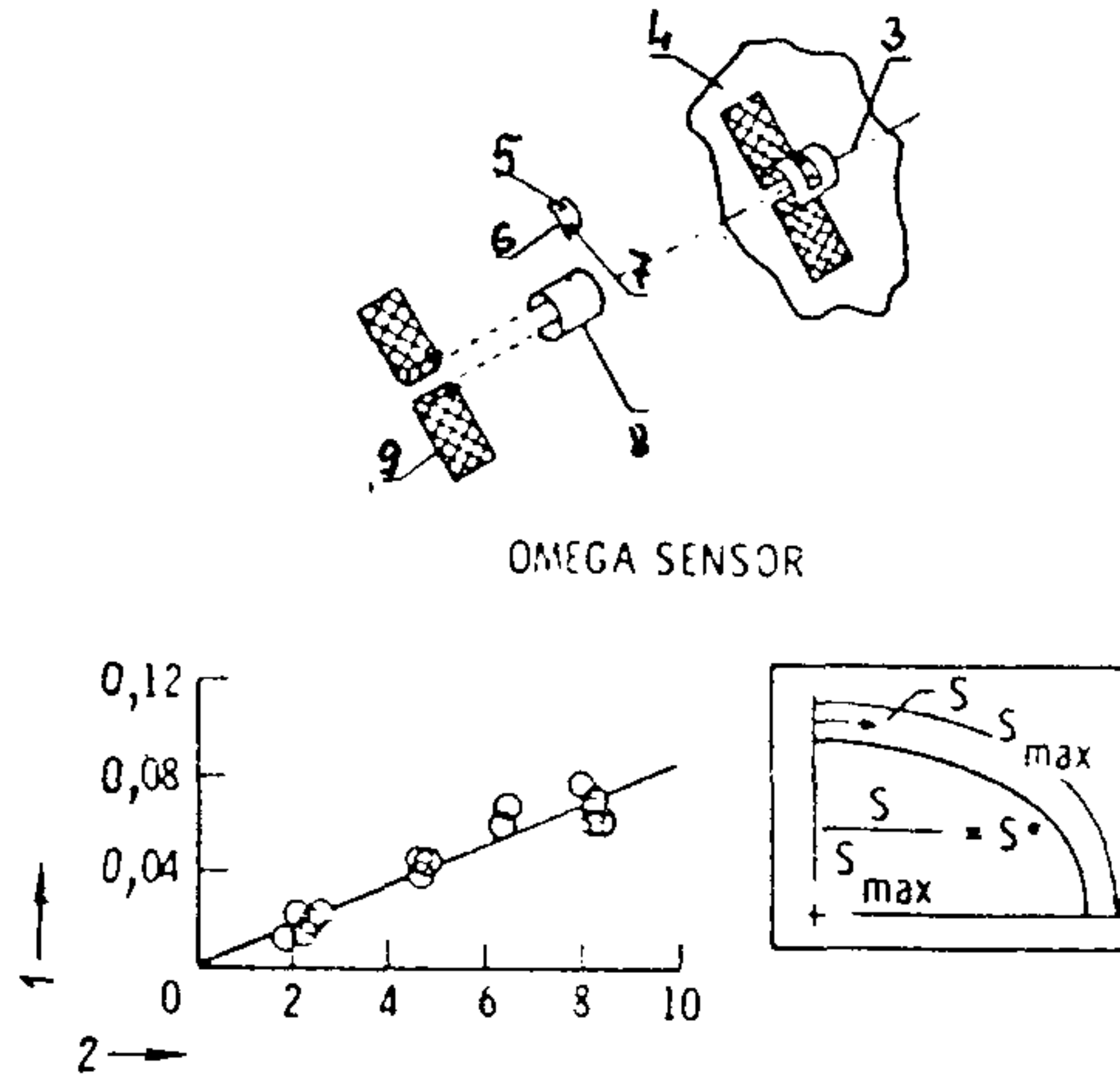
Két test dinamikájának kutatása kezdeti állapotban volt a hatvanas évek közepén. Ezután jelentek meg az első számítógépes programok két test feladatának megoldására. Így már lehetővé vált a rendszer szimmetriájának analízise és a kihúzókötéltre és a zsinórra ható terhelés kiszámítására nyíláskor. A számítógépen végrehajtott két test kölcsönhatásának (az ejtőernyő és a teher hat szabadságfokú) modellezése segít a zsinórok terhelésének, a rendszer szellőkés közbeni reakciójának és stabilitásának analizálásában. Ilyenkor a test mozgását kell meghatározni, miközben az ejtőernyőt merev testnek tekintjük.

A fékező berendezés dinamikájával foglalkozó egyik program tette lehetővé a Viking kozmikus jármű fékezőrendszere strukturális sémájának kidolgozását. (8. ábra)

Ez a program megfelel bármely ejtőernyő-teher rendszernek. A különlegessége a nemlineáris anyagtulajdonságok, a zsinórok és más csatlakozási pont gyengítő hatásának és az ejtőernyőkúpola asszimmetrikus működésének figyelembevétele, valamint a zsinórok dinamikus hatása.

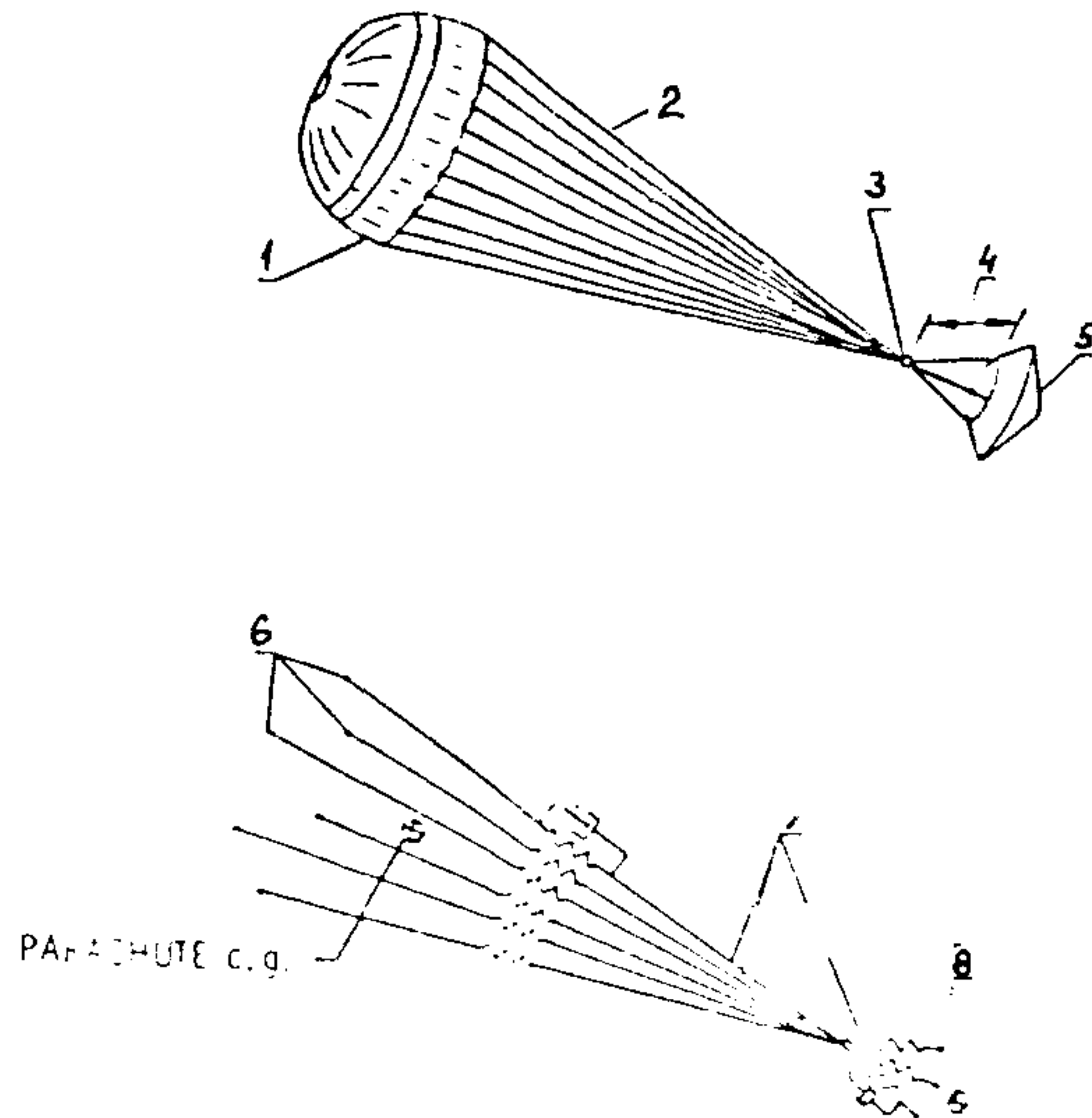
A program teljesebb felhasználási lehetősége akkor válik lehetővé, ha ismeretek vannak a statikus és dinamikus stabilitás folyamatáról. Az előbbinek csak kis sebességnél, néhány konstrukciónál

bír jelentőséggel, míg az utóbbiról az ismeretek nagyon szegényesek. A kényszerlengések vizsgálati vertikális szélcsatornában adhatnak ugyan ismereteket a dinamikáról, de a lehetőségek még nem ismertek, nem felmérték.



7. ábra

1 – feszültség, 2 – torlónyomás, 3 – kupolaszelet tengelye, 4 – kupolaszelet, 5 – erőhatás, 6 – tenzométer, 7 – hőkompenzáció, 8 – mérőhíd, 9 – nylon szalag.



8. ábra

1 – kupola, 2 – zsinórok, 3 – csatlakozási pont, 4 – tartókötél, 5 – leszálló berendezés, 6 – zsinórcsatlakozási pont, 7 – nemlineáris karakterisztikájú rugók, 8 – leszálló berendezés.

Több test dinamikájának analízise értékelte és bizonyította (A levegőben való ejtőernyős elfogásnál) a tandem ejtőernyős rendszerek stabilitását sikló és nemsikló ejtőernyőknél.

Az új szálanyagok még szélesebbkörű alap és alkalmazott kutatást igényelnek. A polimer szálanyagok jobb szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a hagyományosak, de korlátozott deformációjuk a tönkremenetel előtt azt bizonyítja, hogy a belőlük készült ejtőernyők eltérően fognak viselkedni. Mindaddig, amíg ezekből az anyagokból készített szövetek reakciói nem tisztáztak dinamikus terhelésnél, a konstruktőröknek óvatosan kell velük bánni, a tulajdonságaik nem használhatók ki. A KEVLAR kétszer nagyobb szilárdsággal rendelkezik, mint a nylon és a dacron, és ezt a tulajdonságát magasabb hőmérsékleten is megőrzi. Azonban a kevlar alacsonyabb értékű nyúlása igen rossz tulajdonság.

Paraméter	A n y a g		
	nylon	dacron	kevlar
Szilárdság (g/den)	8,0–9,0	8,0–9,5	19–23
Fajsúly (g/cm ³)	1,14	1,38	1,44
Fajlagos nyúlás (%)	16–28	12–16	4–5
Szakadási energia (g/den)	0,84	—	0,20
Lágyulási hőmérséklet (C ^o)	244	244	455
50 %-os szilárdságcsökkenés (C ^o)	166	177	288

Ez csökkenti az időleges csúcsterhelés elviselési képességét, ugyanakkor csökkenti a zsinórok energialelnyelő deformációképességét — így növeli a csúcsterhelést.

Az egyes anyagok előnyeinek és hátrányainak meghatározása céljából ezekből az anyagokból és keverékekből a szövött mintákat. A közelmúlt kutatásai bebizonyították, hogy kevlárból ejtőernyő rendszert 50 %-kal kisebb súlyúra lehet készíteni, mint nylonból, vagy dacronból. Így a kevlar már korlátozott felhasználásra került ejtőernyő rendszerekben, de az elterjedtebb felhasználásra, a nylonhoz hasonlóan, csak akkor kerülhet sor, ha további technológiai fejlesztés következik be.

Ezen anyagok viselkedése ismételt ciklikus terhelésre, magában foglalva a hiszterézist is, alapos vizsgálatot igényelnek, különösen két, vagy több komponensű anyagoknál. Az anyagok viselkedésére ható mechanizmusok széleskörű analízise dinamikus és ciklikus terhelésnél jobb képet adhat arról, hogyan megy tönkre az anyag és a gyártmány. Hasonló vizsgálatot kíván meg az anyagok, szalagok, zsinórok és más részek egyesítésének és varrásának módszere is. A megbízhatóság értékeléséhez pontosabban és jobban kell megállapítani a külső feltételek hatására fellépő sérülési reakciókat a polimereknél. A kevlar és a nomex hővezetőképessége további kutatást igényel, hogy teljes mértékben felhasználható legyen magas hőállóságuk.

A repülőgépek személyzetének mentésekor újabban megnőtt a nylon ejtőernyők elégségének száma, ezért a jobb tűzállóságú ejtőernyők szükségessége került előtérbe. Az új tűzálló anyagok, mint pl. a nomex, a kevlar, a PBI alapos elemzést kívánnak tűz-imitálási körülmények között.

NYITÁSKÉSLELTETŐ RENDSZEREK NAGYTELJESÍTMÉNYŰ SIKLÓEJTŐERNYŐKÖN

Irta: Varga József ejtőernyő beugró

Az utolsó évtizedben jelentős változás és fejlődés jellemezte az ejtőernyők alakját és teljesítményét. Míg az első éveket még a kísérletezés és útkeresés, addig az utóbbi éveket már a nagyfokú elterjedés, kialakult tendencia jellemezte. A nagymértékű elterjedést követően még ma is kisebb-nagyobb lényegbeli változások (hajtogatásban, nyitási, nyitáskésleltetési rendszerben) következnek be. Ebben a cikkben elsősorban a nyitáskésleltetési rendszerekben bekövetkezett változásokról szeretnék beszélni.

Napjainkban az ejtőernyő-használók között nap mint nap felvetődik a kérdés: „Mi tette szüksé-

gessé a nagyteljesítményű siklóejtőernyők újfajta nyitáskésleltetését, a szokásos, vagy ahhoz hasonló belsőzsákokon kívül miért szükséges újabb megoldások keresése? ” Erre a kérdésre nagyon egyszerű a válasz. Elsősorban a nagy nyitási terhelés kiküszöbölése – kényelmi és ejtőernyő tartóssági szempontból – és a nyílásbiztonság a legfontosabb szempont, mert a korai, első időkben használt siklóernyők nyílási rendszerei nem voltak még megfelelőek. Nagyon kezdetleges nyílási módszerek voltak, amelyek az előző ejtőernyővel szerzett ismereteken alapultak, így nagyon sok nyílási rendellenesség volt, ami vészhelyzetet okozott. Ezért az első nagyteljesítményű siklóejtőernyők, melyek a nagy fordulat kezdetét jelentették (Para–Wing; Volplane; Thunderbow) az ejtőernyős sportolók között nem tudtak igazán elterjedni. Csupán azok használták, akik látványos ugrás céljából rövid késleltetéssel ugrottak, mert a nyílási terhelés másfél-kétszerese volt a szokásos ejtőernyőknek. A nyílási terhelést fokozhatta a viszonylag bonyolult hajtogatásnál elkövetett csekély hiba, akár a belépőél rögzítésénél, akár a késleltető lezárásánál. Ha ilyen hibát elkövetett, akkor egy roppant kellemetlen nyílás után elmélkedhetett az ugró – hol tévesztette el? Az ilyen és ehhez hasonló okok arra készítették az ugrókat és a konstruktőröket, hogy keressék a dinamikus igénybevétel csökkentésének módját az új ejtőernyő-fajtáknál.

Az egyik újfajta megoldás volt a kupola harmonikaszerű összehúzása és nyílási folyamat közbeni huzvatartása. (1. ábra) Ez a módszer a Para–Plane-okon, Silver–Cloud-okon és a Para–Foil-okon kezdett elterjedni, s abban állt, hogy a kupola tetején elhelyezett fémgűrűkben futó zsinór, melynek a másik végén a kihúzóernyő volt, sűrűdésével fékezte a kupola kiterülését nyílás közben. Tulajdonképpen ha fejlődésében nézzük ezt a megoldást, akkor elvileg a ma is használt hosszú fékzsinóros megoldás előfutára volt. További nyíláskésleltetés céljára szolgált ennél a változatnál a tartózsínórok és a fékzsinór kombinációs elhelyezése a belsőzsákon. Ez a rendszer már elviselhetővé tette az ejtőernyő nyílását, lehetővé vált a napi többszöri ugrás, ami viszont már pozitívan hatott az ejtőernyő elterjedésére, jó tulajdonságainak bebizonyítására.

Ennek ellenére, ezzel az ernyővel szemben még megőrizte a bizalmatlanságát az ejtőernyősök nagy többsége. Ezt a bizalmatlanságot részben az új célbaugró technikára való átállás bonyolultsága, de jórészt a még meglévő nyílási rendellenességek okozták. A kupola tetején futó fékzsinór a kupola telítődése közben véletlenszerűen keletkező kitüremléseket megfoghatta, becsípte – előállt a nyílási folyamat megakadása. Ezek az elakadások azért jöhettek létre, mert a cellák telítődésénél az anyag csak felfelé tudott mozogni, mert itt kisebb volt a terhelés a nyílás fázisában. Mit kellett tenni?

Egyszerű. A hosszú fékzsinórt áthelyezték alulra, a kupola alsó oldalára, mint ahogyan látjuk már a Strato–Star-on, Strato–Cloud-on és az RL–10-en. (2. ábra) E miatt már elakadási veszély csak akkor áll fenn, ha a hajtogató a fékzsinórt tartó karikákat nem helyezi el hajtogatás közben elég gondosan, vagy esetleg különböző okok miatt a fékzsinór kihúzódnak közben összehurkolódik, nem tud a karikákon átcsúszni. Sajnos erre hazánkban is van már némi tapasztalat, ezért érthető az új megoldást kereső törekvés, érthető az újonnan feltűnő változatok kísérletezési igénye.

Újabb megoldást jelentett a „slider”, a csúszó-lap megjelenése. Ez 1973–1974 óta került alkalmazásra. (3. ábra) Ugyan az első időben csak egy-két sportoló használta, de később a biztonsága látán, egyre többen kezdték használni. Erre felfigyeltek már a gyártó cégek és ezért 1975–1976 évektől kezdődően – kívánságra – csúszólappal, vagy fékzsinórral szállították az ernyőket

A csúszólapos megoldásról szólva el kell mondani azt, hogy úgy a hazai, mint a külföldi tapasztalatok egyértelműen bizonyítják a rendszer nagyobb biztonságát az eddigi megoldásokkal szemben. Igaz ugyan, hogy a nyílási terhelés valamivel nagyobb, mint a fékzsinóros megoldásnál, de ennek csökkentésére újabb lehetőség van. Hazánkban jól bevált az a módszer, hogy a nyitóernyők felületét megnöveltük, ez azt jelentette, hogy a nyitóernyők átmérőjét 12–15 cm-el növeltük. Így már megnőtt a nyílási idő, azaz a kupola kiterülési ideje, ezzel pedig a nyílási terhelés nagysága csökkent. Különböző sebességi és ugrósúly tartományokban elvégzett számítások alapján kitűnt, hogy az eredeti kisernyő használatával 5–6 g a terhelés, a megnövelt felületű nyitóernyővel pedig már csak 3–4 g.

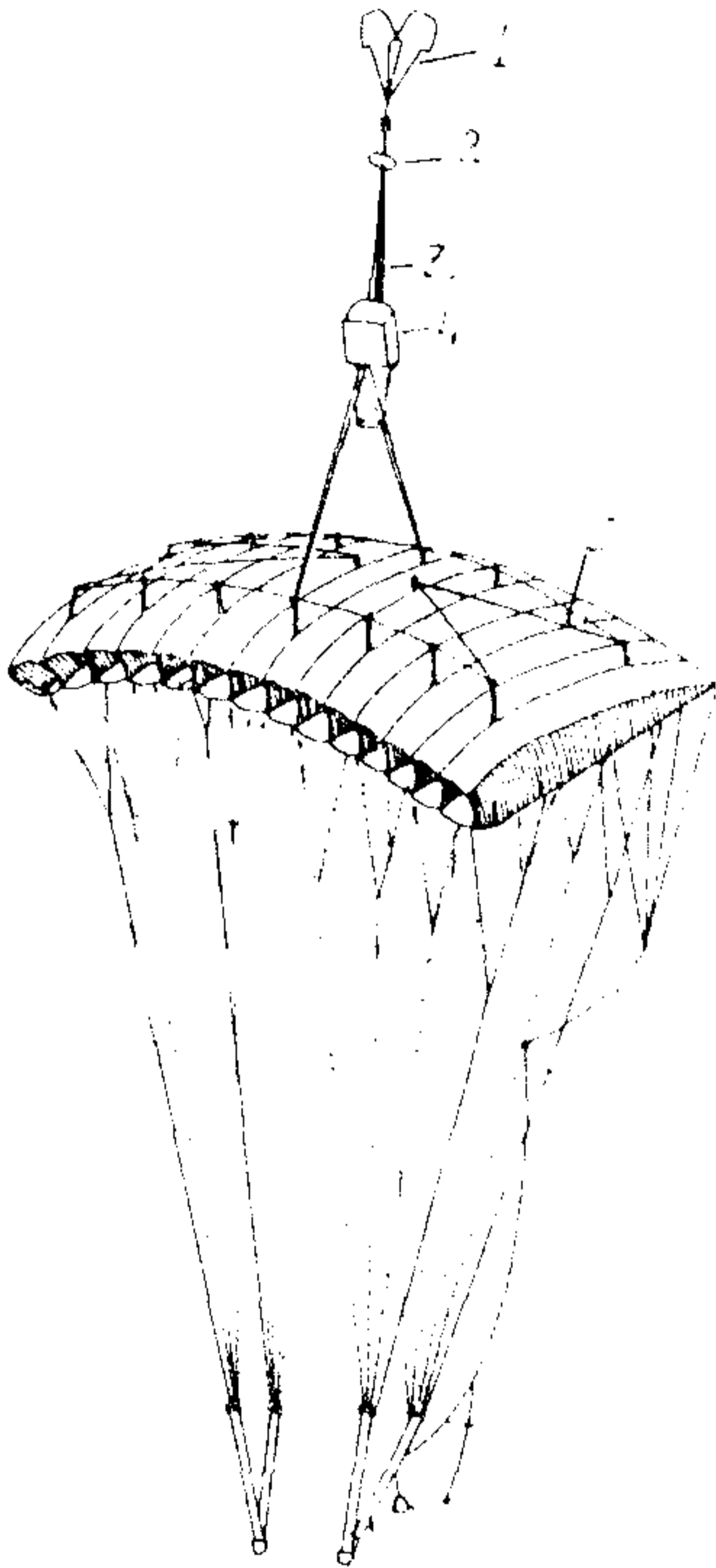
Igy már érthető, hogy a rendszeres edzéseken elvégzett 5 stílusugrás terhelés is elviselhető maradt, még abban az esetben is, ha egy-egy nyílás terhelése az átlagosnál nagyobb volt, gyorsabban nyílott az ernyő. Saját tapasztalataim alapján mondhatom, hogy a megnövelt felületű nyitóernyővel végrehajtott mintegy négyszáz ugrásból három alkalommal ért csak a szokásosnál nagyobb terhelés nyitáskor. Összegezve a saját és a hazai tapasztalatokat, megállapítható, hogy a csúszólappal végrehajtott ugrásoknál nyílási rendellenesség csúszólappal elakadás miatt nem volt. Sőt, ezen túlmenően, az e. ő időben feltételezett nagyobb mértékű tartózsínorkopás sem következett be. Például az általam használt Strato-Star ejtőernyővel több, mint 300, a későbbi Strato-Cloud ejtőernyővel pedig, több, mint 400 ugrást hajtottam végre a tartózsín jelentős mértékű sérülése, vagy kopása nélkül.

Mint eddig mindig, a legutóbbi világbajnokság (1978.) is hozott technikai újdonságot. Megjelent egy újabb nyíláskésleltető rendszer a Para-Foil ejtőernyőkön, illetve ennek hatására más ernyőkön is. Ezek a megoldások abban különböznek a már bevált csúszólappos megoldástól, hogy a csúszólappal, vagy kereszt össze lett kötve egy 3,5 méteres zsínór segítségével magával a kisernyővel. (4. ábra) Ez az egyszerű megoldás azt eredményezte, hogy a nyíláskésleltető csúszólappal lecsúszási sebességét a kisernyő húzó hatása szabályozta, lassította, így egyszeriben lecsökkent a nyílás dinamikus terhelése. Jómagam a VB után készítettem egy ilyen változatot és mintegy 40 ugrást hajtottam végre vele. Ennek tapasztalata az volt, hogy a nyílási terhelés nagyon kedvezően alakult, olyanná vált, mint az UT-15 ejtőernyő nyílásakor fellépő terhelés.

A megoldás másik formája egy mozgó-csiga elven működő hosszúzsínoros csúszólappal. (5. ábra) Itt már 6,5 méter hosszú a kisernyő felkötőzsínór, melynek másik vége a kupolán és a csúszólappal csúszógyűrűjén fut keresztül, v. égül a kupola aljához csatlakozik. Így belátható, hogy a kisernyő húzóerejének a kétszerese jelentkezik a mozgó-csigán, a csúszólapon, és ezért a kupola kiterülése még nagyobb mértékben lassabbodik. Ha feltételezzük, hogy a kupola szétterülése egy adott nagyságú erő hatására következik be, akkor egyszerű csúszólappal lecsúsztatásához lényegesen kisebb erő kell, mint a „csiga” rendszerűhöz, ezért a nyílási folyamat sebessége --- ezzel együtt a dinamikus terhelés is változik. Gyakorlatilag a leírt megoldással már reális a 3 g nagyságú nyílási terhelés, ami szerfölött kedvező. Ez is egyik magyarázata volt annak, miért keltett ez a megoldás nagy érdeklődést a VB-n, de fokozta az érdeklődést az is, hogy a csúszólappal nagyobb méretű zsínórvezető karikái miatt a csúszólappal már lecsúszhatott a hevederekre, ezzel csökkent az ernyők keresztirányú íveltsége, javult az oldalirányú stabilitás. Ez utóbbi változtatás igen egyszerű, mert ponyvakarika helyett egyszerű D-csatok kerültek a csúszólappra, ezek nyílásán már átfér a nyílás után a hevedervég. Azonban a megnövelt karikák miatt egy járulékos probléma jelentkezik, mégpedig az, hogy a csúszólappal felcsúszhat a stabilizáló lapokra. Ennek meggátlására szolgál az új csúszózsínór elhelyezett határoló. Ha ezt a határolót nem használjuk, akkor a csúszólappal könnyen okoz szakadást a kupolán. Erről azonban tapasztalat híján nem állnak rendelkezésemre adatok.

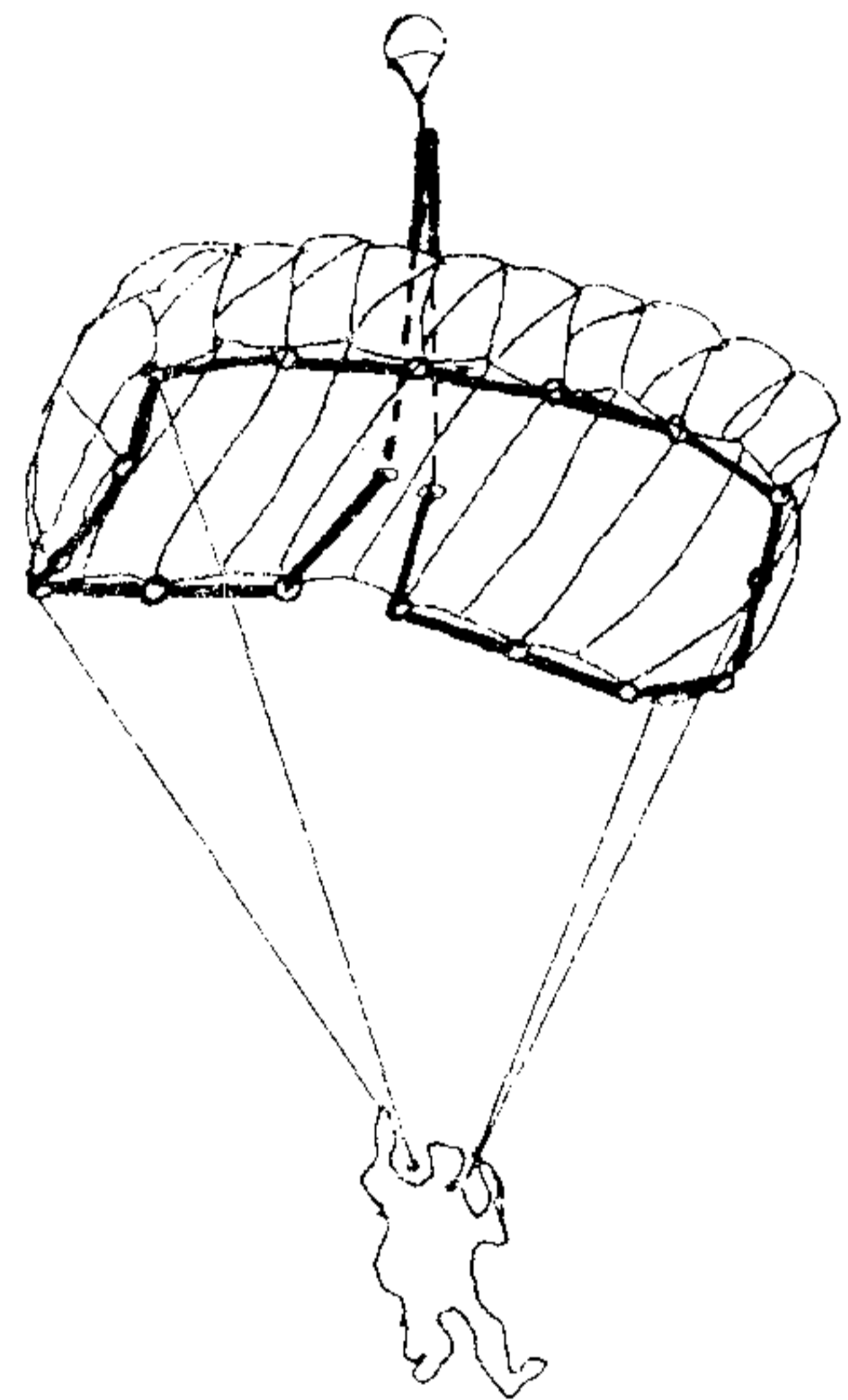
Külön érdekességként szükségesnek tartom megjegyezni, hogy a kupola keresztirányú íveltségének csökkentésére egy másik megoldás is látható volt a VB-n, mégpedig olyan, melynél a „hagyományos” méretű és alakú csúszólappal az ugró a nyílás után szétnyitotta a jobb és baloldali hevedercsoport szerint, így javította a stabilitási tulajdonságokat, de ez a nyílási folyamatra nem volt hatással.

Szerk. megjegyzése: A kupola keresztirányú íveltségének csökkentésére, azaz a stabilitás növelésére szolgál még a PO-9 ejtőernyő zsínórbeállítása is, ami az Ejtőernyős tájékoztató 1978/4. számában került leközlésre.



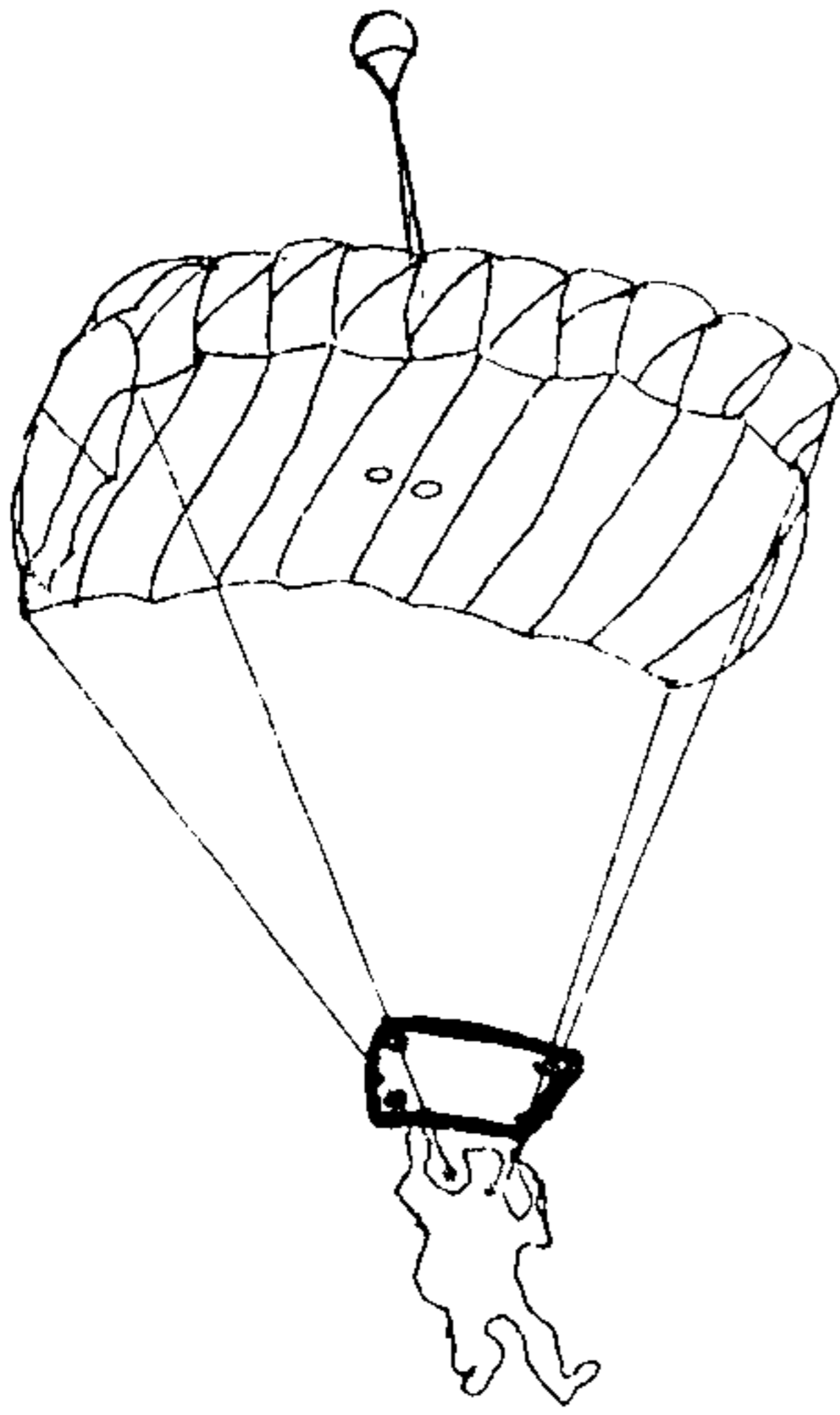
1. ábra

A Para-Plane ejtőernyő nyitáskésleltetési sémája. (1 - kisernyő, 2 - kisernyő-alátét, 3 - felkötőkötél, 4 - belsőzsák, 5 - fékzsinórrendszer)

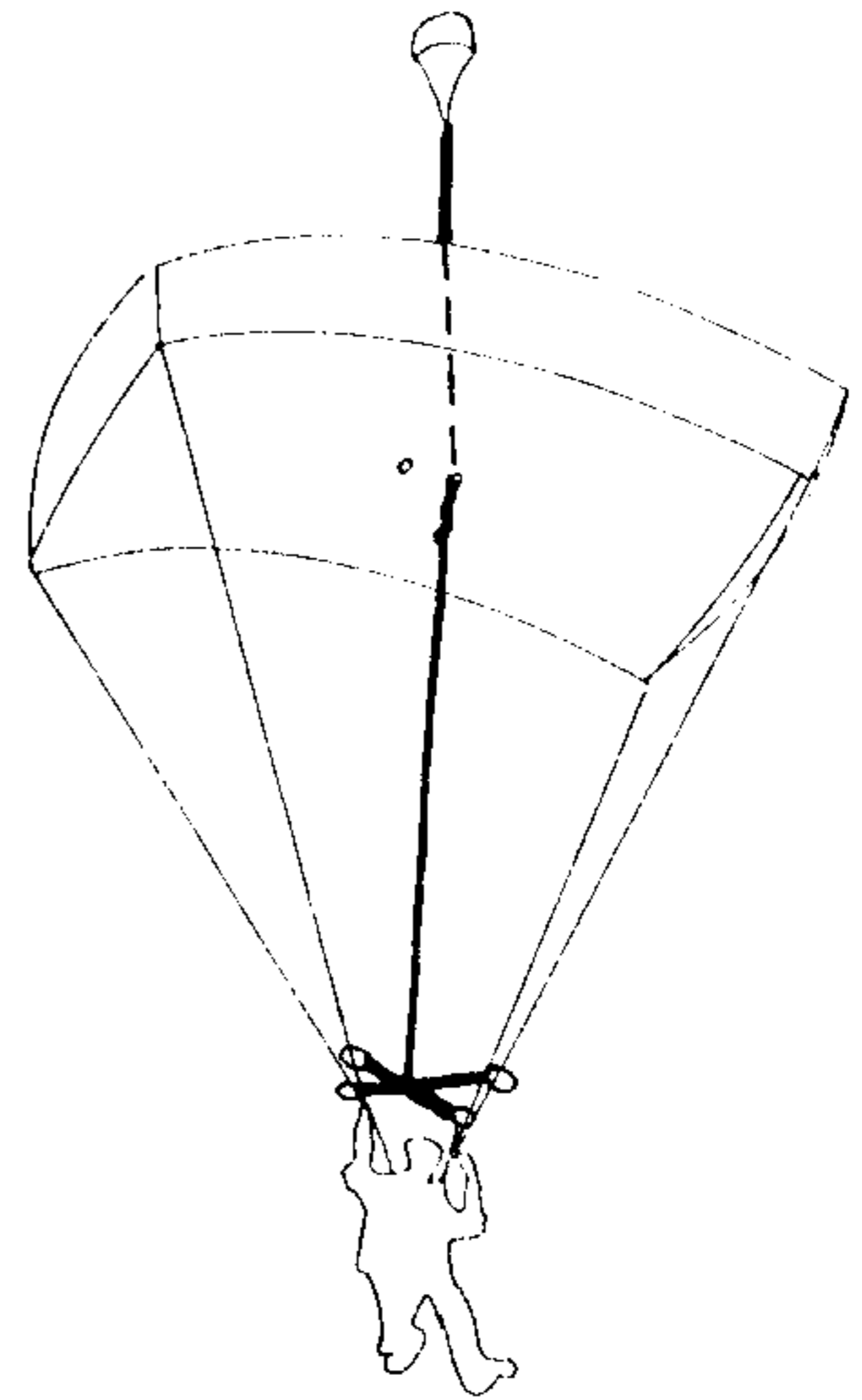


2. ábra

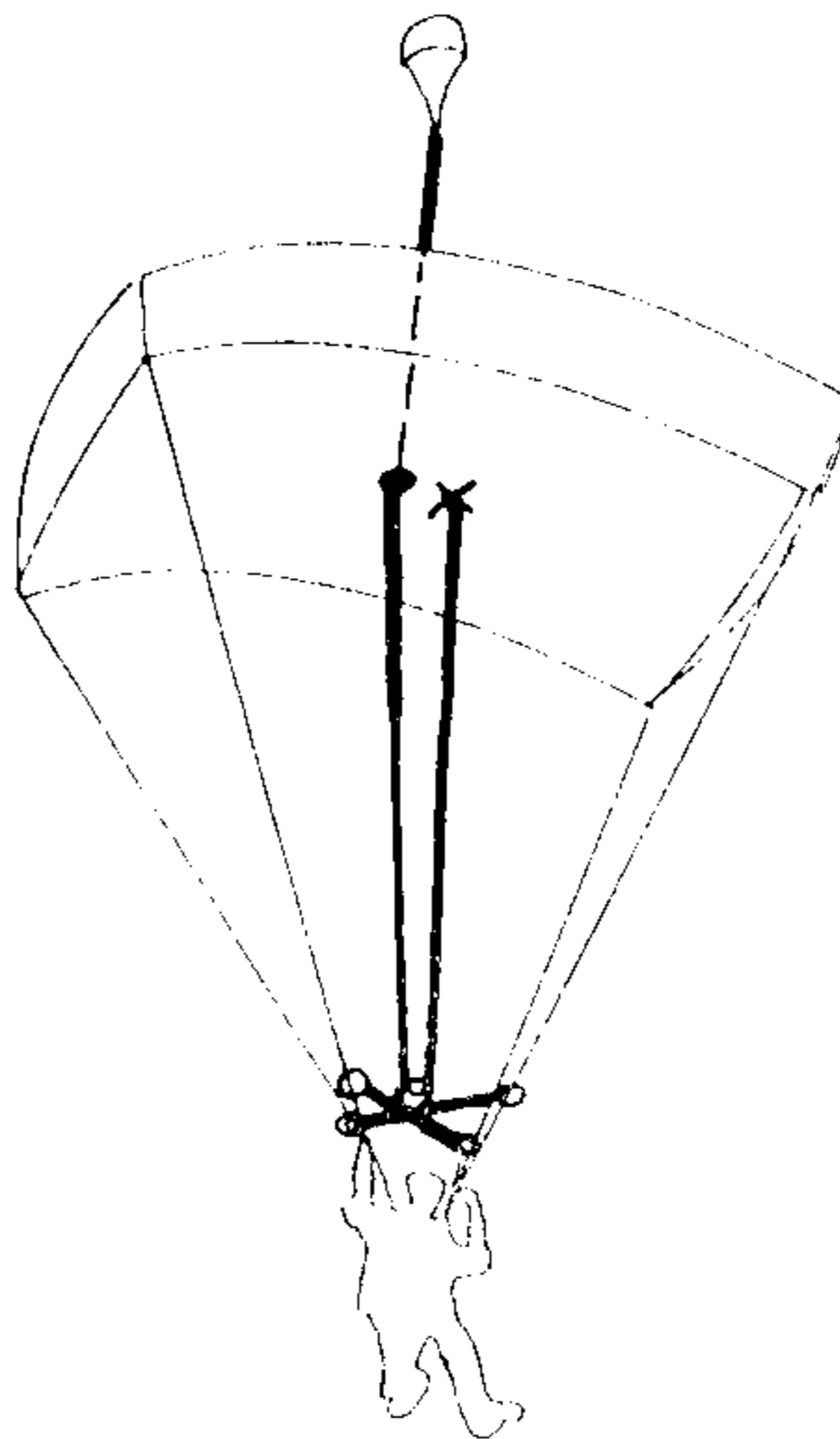
Alsó fékzsinóros rendszer sémája (Reefelő zsinór)



3. ábra
Csúszólapos rendszer sémája. (Slider)



4. ábra
Nyitóernyővel szabályozott csúszó-
lap sémája.



5. ábra
Nyitóernyővel átütélesen szabályozott csúszólap
sémája.

A STENCEL--CÉG S.III.S--3 KATAPULTÜLÉSE

(Aviasztrójenyije 1978/35)

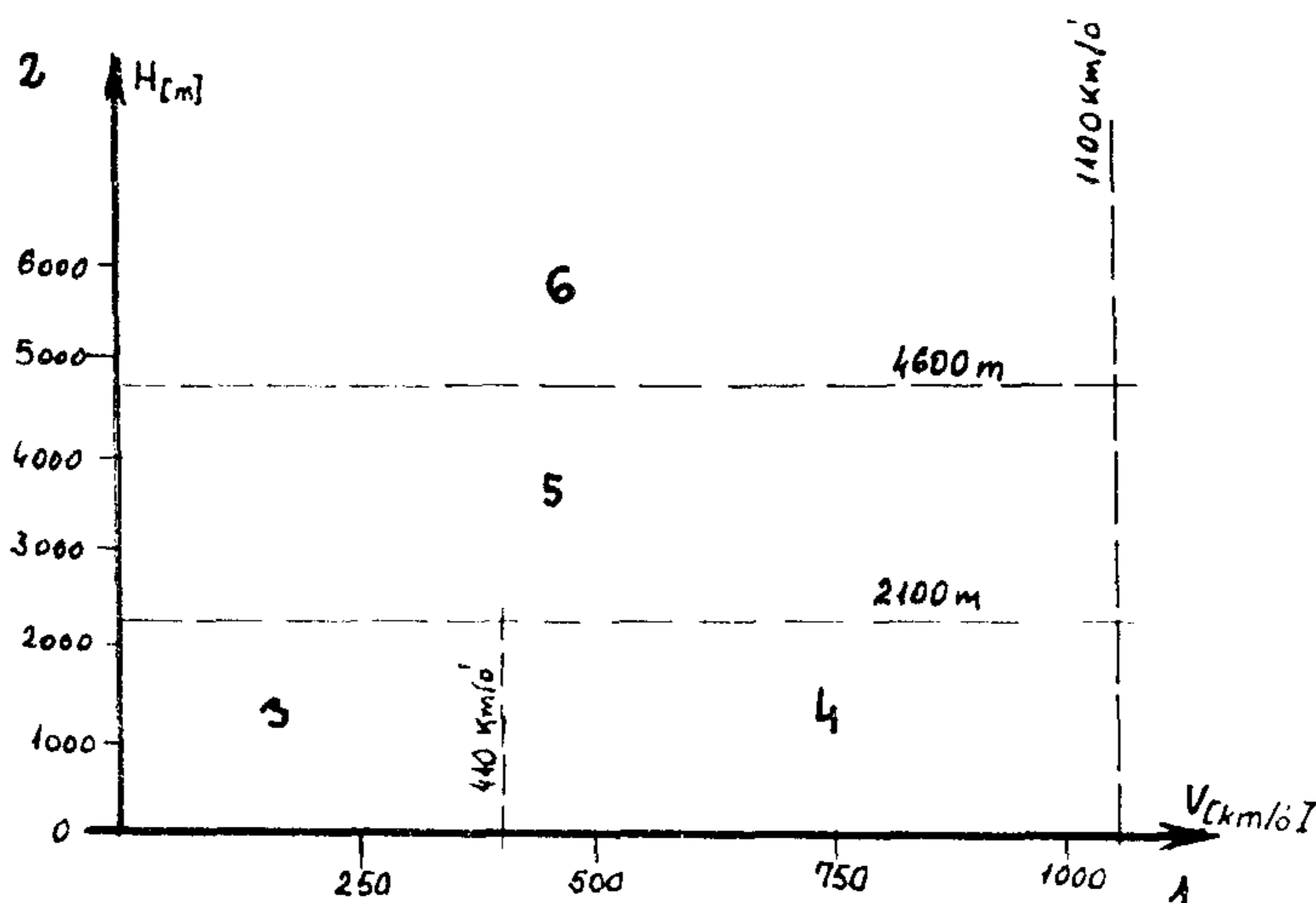
A STENCEL (USA) cég által létrehozott S.III.S--3 katapultülés, amit az USA és más országok légierijének egy sor korszerű repülőgéphez terveztek (TF--15, ALFA--JET, stb.).

Az ülés biztosítja a mentést:

- 0--1100 km/ó sebességtartományban,
- 0 és a gyakorlati csúcsmagasság között,
- 0 magasságon, 0 sebességgel,
- hátonrepülésben 280 km/ó sebességnél, legalább 40 méter magasan.

A komplett ülés súlya legfeljebb 65 kg. A repülőgépvezető testmérete szerinti állítási lehetőség 150 mm. A cég közlése szerint a kombinált kilövőberendezés működésekor fellépő túlterhelés 2 --2,5 -ször kisebb a megengedettnél.

Az alapkoncepció meghatározására, az ülés tervezése előtt végrehajtották a katapultálások statisztikai analizését. Az analízis eredményéből kiindulva a cég arra koncentrált, hogy az ülésnek magasabb értékű jellemzői legyenek kis magasságon, vertikális irányú nagysebességű süllyedés közben, valamint nagy dőlésszög melletti katapultálásnál. Az előírt feladat megoldásának alapvető eszköze lett a katapultálás kezdete és az ejtőernyő belobbanása közötti időintervallum csökkentése. Egy sor technikai újdonsággal biztosították a 2000 méteres magasság alatt, 0--400 km/ó sebességeknél a 2,2 másodperces, 400--1100 km/ó sebességeknél a 3,1 másodperces működési időt a rendszer indításától az ejtőernyő belobbanásáig. 2000 --4000 méteres magasságok közötti gépelhagyásoknál a sebességtől függetlenül, a rendszer működési ideje kb. 5 másodperc. Nagyobb magasságú katapultálásoknál a magasságtól függően nő a rendszer működési ideje.



1. ábra

A katapultrendszer vezérlési sémája.

1--sebesség, 2--magasság, 3--kisebesség kis magassági üzemmód (0,1 sec.), 4--Nagy sebesség kis magasság üzemmód (1,2 sec.), 5--közepes magasság üzemmód (3 sec.), 6--Nagy magasság üzemmód.

Az S.III.S—3 ülés egyik használati jellegzetessége a két kilövő és gyújtómechanizmus alkalmazása, ami az ülés méretének csökkentése céljából az ülés hátán van elhelyezve. A gyorsítók begyújtása és az ülés automatikájának beindítását pirotöltetek gáza valósítja meg az ülés meghatározott elmozdulása után. A személyejtőernyő az ülés fejtámlájába került elhelyezésre.

Az ejtőernyő a kissebességű áramlatban való jobb belobbantás céljából egy belépőél szétlövő mechanizmussal rendelkezik. A pilótaülés borítása alatt egy tasakban van a baleseti készlet (BK) csónakkal, élelemmel, jelzőeszközökkel, stb. és egyéb mentőfelszerelés.

A pilótát az ülésben egy öv, két vállheveder, valamint a BK szalagja rögzíti. A pilóta végtagjainak védelmére az ülés oldalfalai szolgálnak. Ezek megvédik a lábat és megelőzik a karok szétdobódását nagy sebesség melletti katapultálásnál. Az ülés jó dinamikus stabilitása kiegészítőleg biztosítja a kéz és láb szétdobódásának a kisebb lehetőségét.

A gépelhagyási rendszer működtetése az ülés első részén, a pilóta lába között elhelyezett katapultáló kar felhúzásával történik. A teljesen felhúzott kar begyújtja az ülésen elhelyezett két piropatront, melyek közül az egyik biztosítja a pilóta vállának rögzítését, a másik pedig a katapultáló fedélzeti rendszer működtetését.

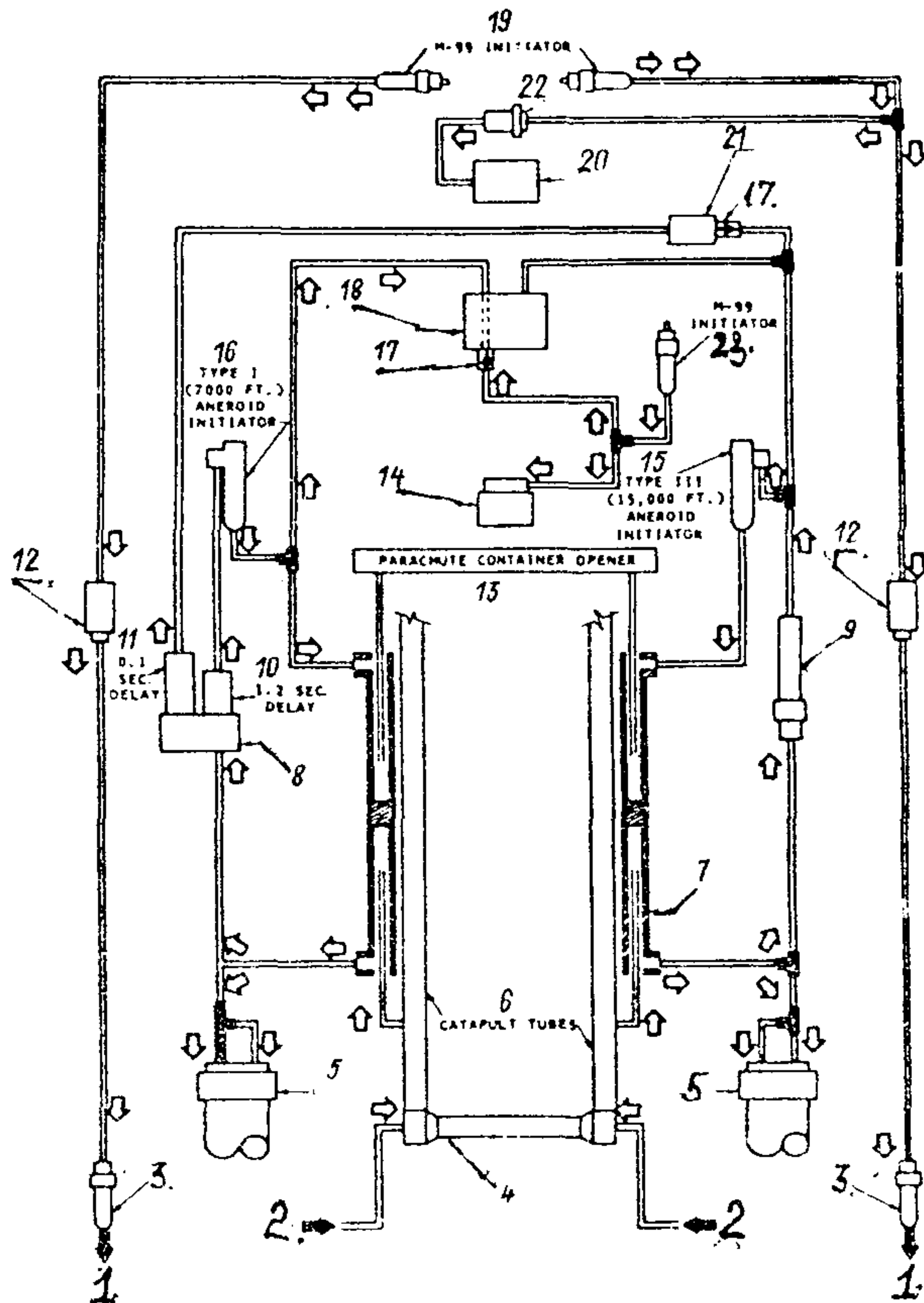
Az ülés csak azután kezd mozdulni, hogy a kabintető ledobásáról jelzés érkezett a vezérléshez. A fedélzeti rendszer ekkor egyidőben kapcsolja be mindkét kilövő mechanizmust, melyek kivetik az ülést a kabinból. Az ülés vezetősinen való elmozdulásakor a következő műveletek kerülnek végrehajtásra:

- a DART stabilizáló rendszer készenléti helyzetbe kerül,
- az aerodinamikus WORD stabilizációs rendszer rakétájának felső fedele kinyílik,
- lekapcsolódnak a fedélzetről az oxigénellátó, az elektromos és hírközlő vezetékek,
- bekapcsolódik a baleseti oxigénrendszer,
- bekapcsolódik a rádióirányadó,
- kilövédik a WORD aerodinamikus stabilizálórendszer fékernyőjének tokja, miután az a kötéltávolságára eltávolodik, a tok szétnyílik, kinyílik a stabilizátorernyő,
- az ülés 780 mm-es elmozdulásakor bekövetkezik a gyorsítók begyújtása, egyidőben bekapcsolódik a JAU—13A és JAU—14A piromechanikai műveletsorrend biztosító rendszer.

Az ülés aggregátjainak további munkája a katapultálás pillanatában meglévő sebesség és magasság függvényében megy végbe.

Ha a repülés sebessége 400 km/ó—nál, a magassága 2000 méternél kisebb, akkor az ülés stabilizálását elsősorban a DART berendezés biztosítja, mely két nylon zsinórból áll, melyek egyik vége a repülőgéphez, a másik vége egy fékszerkezeten keresztül az ülés aljához csatlakozik. A DART berendezés meggátolja az ülés nagymértékű megdőlését és elfordulását a gyorsító indításakor, 0,13 másodperccel az ülés mozgásának kezdete után a WORD rakétarendszer elválik az üléstől.

Miután a rakéta a felkötőkötél hosszúságára eltávozott, az inerciós erők hatására begyullad és megkezdődik a főernyő kihúzása. Miután a főernyő zsinórzata is kihúzódott, működik a kupola belépőélét szétvető mechanizmus. 1,93 másodperccel az ülés megmozdulása után nyílik ki teljesen az ejtőernyő. A kabinledobás figyelembevételével az egész folyamat 2,21 másodperc alatt zajlik le. A WORD rakétán kívül a főernyő működtetését elvégezheti a WORD stabilizátor ernyője, vagy egy standard kihúzóernyő is. Az ejtőernyő belobbanásakor fellépő túlterhelés hatására egy zsinór, mely a bekötőheveder jobboldali vállhevederére van erősítve, indítja a vállheveder leválasztó gázfejlesztőt. A pilóta az üléstől a BK-val együtt válik el. A kupola teljes nyílása után 4 másodperccel automatikusan működik a csónak és a BK automatikus leválasztása. A csónak a pilóta alatt 3,6 méterrel függ, a csónak alatt pedig 3,9 méterrel a BK, ez biztosítja a csónak stabilitását ereszkedés közben.



2. ábra

A katapultálás vezérlő rendszere.

A rendszer a következőképpen működik: A katapultáló fogantyú felhúzásakor két darab M-99-es piropatron működni kezd (19). Az ekkor keletkező gázok a (12) gyorsleválasztó csatlakozón át a katapultálást vezérlő fedélzeti rendszerbe áramlanak, miközben a jobboldali patronról bekapcsolódik a pilóta-rögzítő mechanizmus gázképzője (22). A kabintető elválása után a fedélzeti rendszerben lévő sűrített gázok (2) indítják a kilövő mechanizmus piropatronját (4). Ekkor indul meg az ülés. 780 mm-es elmozdulás után a gáz a kilövő mechanizmusból (6) kilépve begyűjtja a jobboldali (7) gyorsítót és indítja a JAU-14A patron, ami 3 másodpercet késleltet. A baloldali gyorsító (5) begyűjtésével egyidőben indul a JAU-13A patron, ami 1,2 (10), illetve 0,1 (11) másodpercet késleltet. A 0,1 másodperces késleltetés (11) után a gáz a (21) sebességválasztóba kerül. Ha a sebesség kisebb, mint 410 km/ó, akkor a (17) csapon át a gáz a stabilizátorernyő és

WORD kibocsátó mechanizmusába (17) kerül. 1,2 másodperc késleltetés (10) után a gáz az I. típusú aneroid szerkezethez (16) kerül, mely magasság szerint blokkol. Ha a magasság 2100 méter alatt van, akkor újabb patron indul és a keletkező gáz a stabilizátorernyő és a WORD kibocsátó mechanizmusába (17) kerül.

Ha a katapultálás 2100 méter magasság felett történik, de 4600 méter alatt, a sorrend alapvetően ugyanez lesz, de a sebességválasztó szelep (17) blokkolja a gáz útját, a stabilizátorernyő csak a JAU-14A patron (9) 3 másodperces késleltetése után jut el a kibocsátó mechanizmusba (18.). A főernyő tokjának nyitása vagy az I. (16), vagy a III. (15) típusú aneroid segítségével megy végbe.

Kis magasságú katapultálásnál, nagy sebesség mellett, a sebességválasztó szelepe blokkolja a gáz útját, a stabilizátorernyő elválasztását, a főernyőtök nyitását az I. típusú aneroid végzi. Amennyiben a katapultálás 2100 méter alatt történik, úgy késleltetés nélküli a működés.

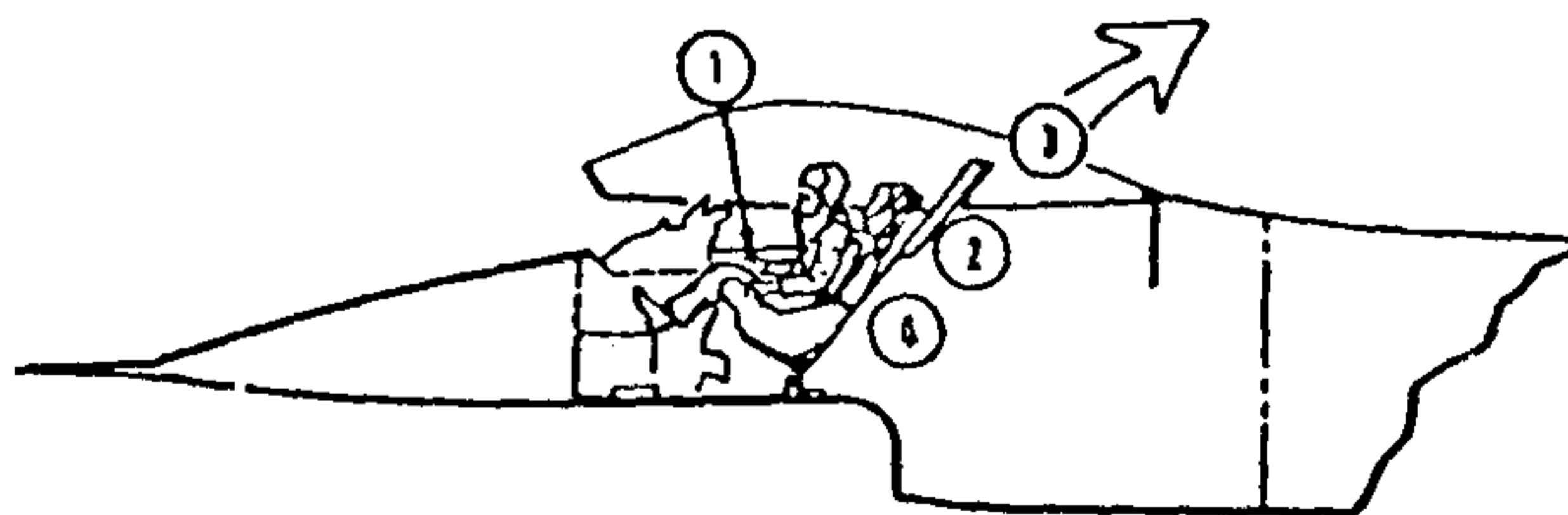
Nagy magasságban történt katapultálásnál a főernyő működtetését blokkolja a III. típusú aneroid 4600 méterig, illetve annak meghibásodása esetén az I. típusú aneroid 2100 méterig, ezután következik be a stabilizátorernyő nyitása.

Az ejtőernyő teljes nyílása után a (14) szerkezet vágja el a vállhevedereket, választja el a pilótát az üléstől.

Az elvi sémából látható, hogy a katapultálás teljes vezérlési rendszere, kezdve a különböző mechanizmusoktól egészen a főernyő nyitó szerkezethez, mindenben kettőzött.

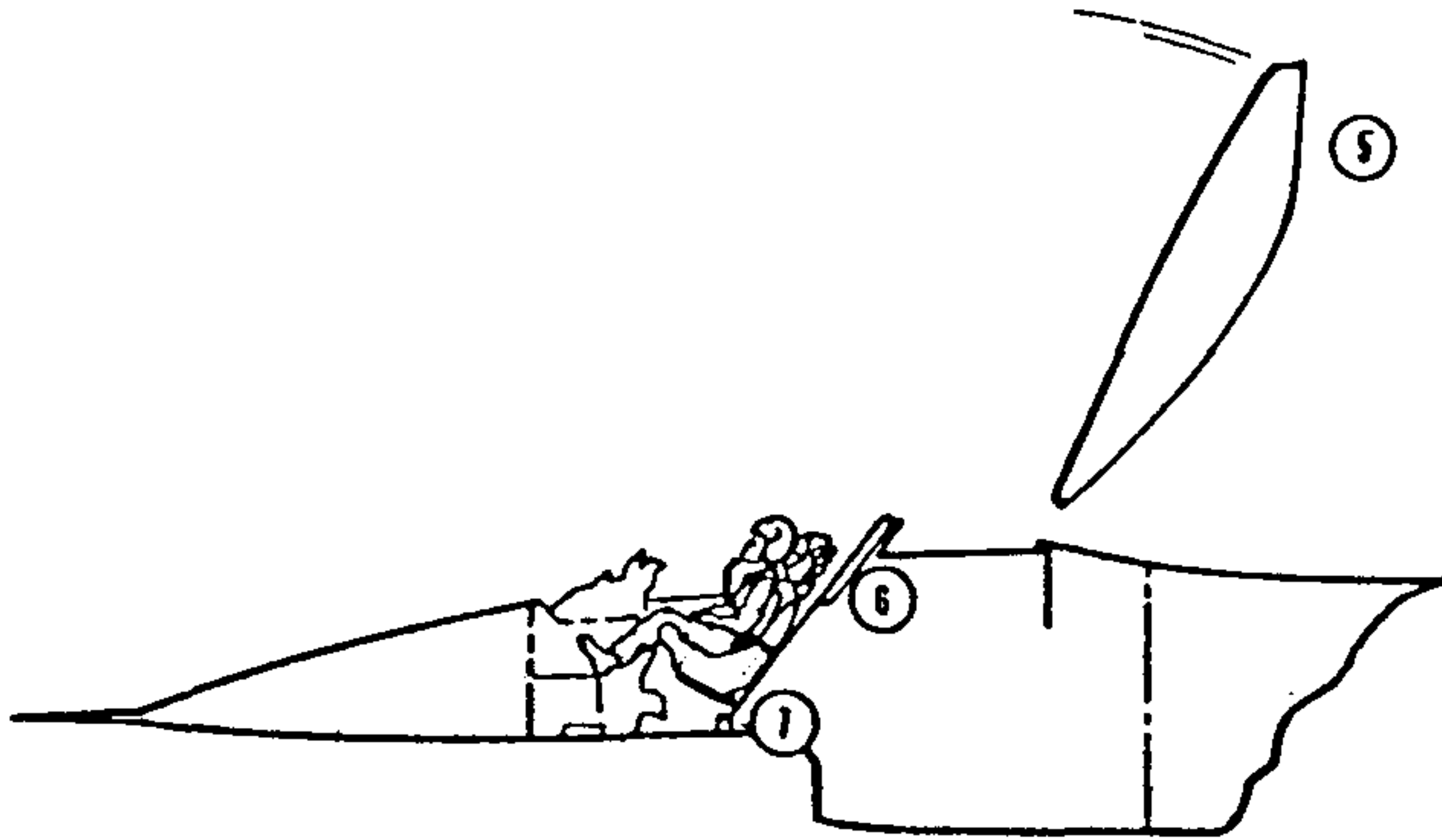
Azonban mindkét rendszer meghibásodása, vagy szükség esetén, a pilóta az ülést a katapultálás után vészleoldással is elválaszthatja. Ekkor a (23) piropatron dolgozik, amely működteti a stabilizátor kibocsátást (18) és az ülés levágást (14).

A 3-11 ábrán időrendi sorrendben láthatók azok a műveletek, melyek bekövetkeznek kis sebességű, kis magasságú katapultálásnál.



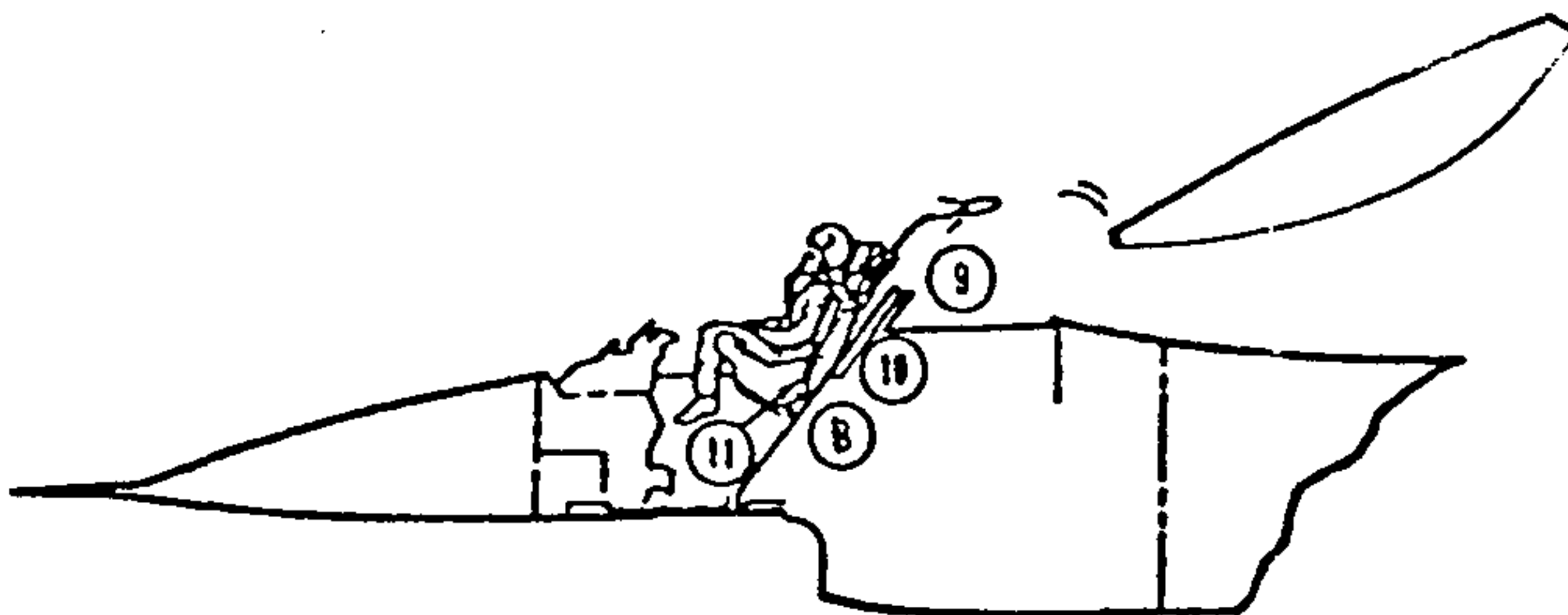
3. ábra

1. Katapultáló fogantyú felhúzva.
2. Beindul a vállheveder meghúzása.
3. Kabintető ledobás.
4. Az aneroidok rákapcsolódnak a fedélzetre.



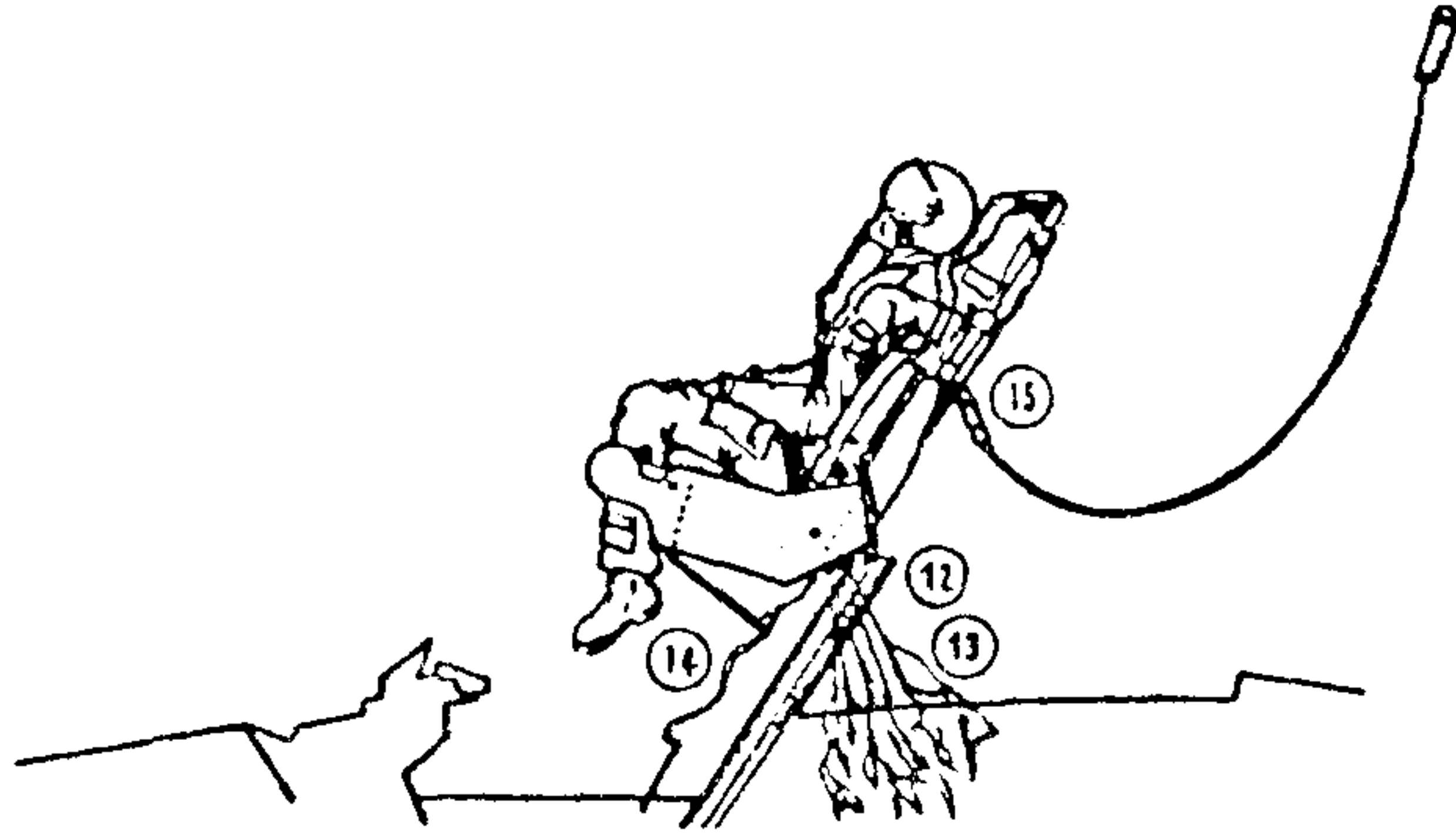
4. ábra

5. A kabintető elhagyja az ülés mozgáspályáját. 6. Befejeződik a pilóta rögzítése. 7. Beindul az üléskilövés.



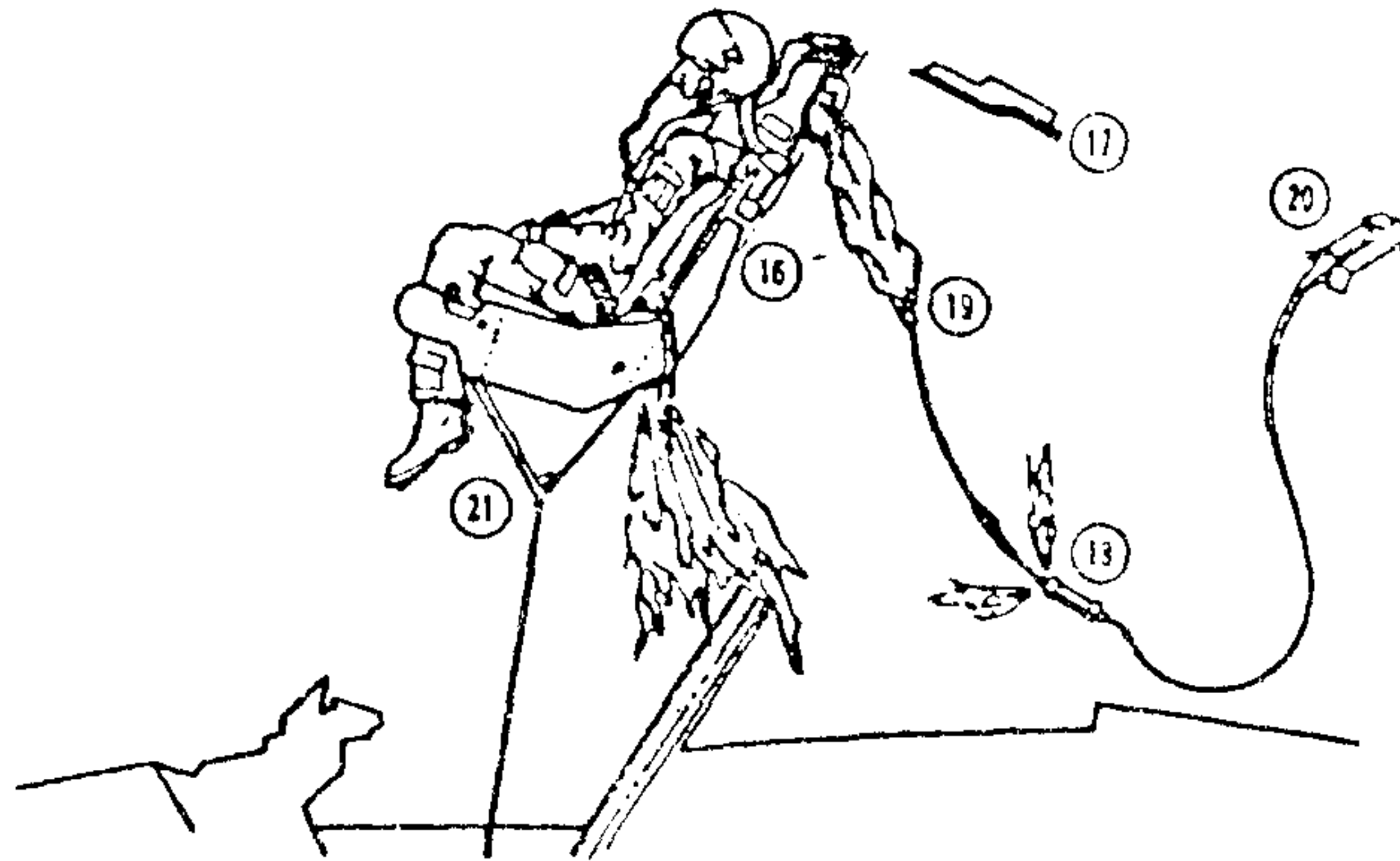
5. ábra

8. A sebességválasztó csap megfelelő állásba kerül. 9. Kilökődik a stabilizátorernyőt működtető súly. 10. A DART előkészítése megkezdődik, a WORD rakéta tokja kinyílik. 11. A fedélzeti csatlakozók leválnak, az oxigénellátás átkapcsolódik, bekapcsolódik a rádióirányadó, ha „automata” állásban volt.



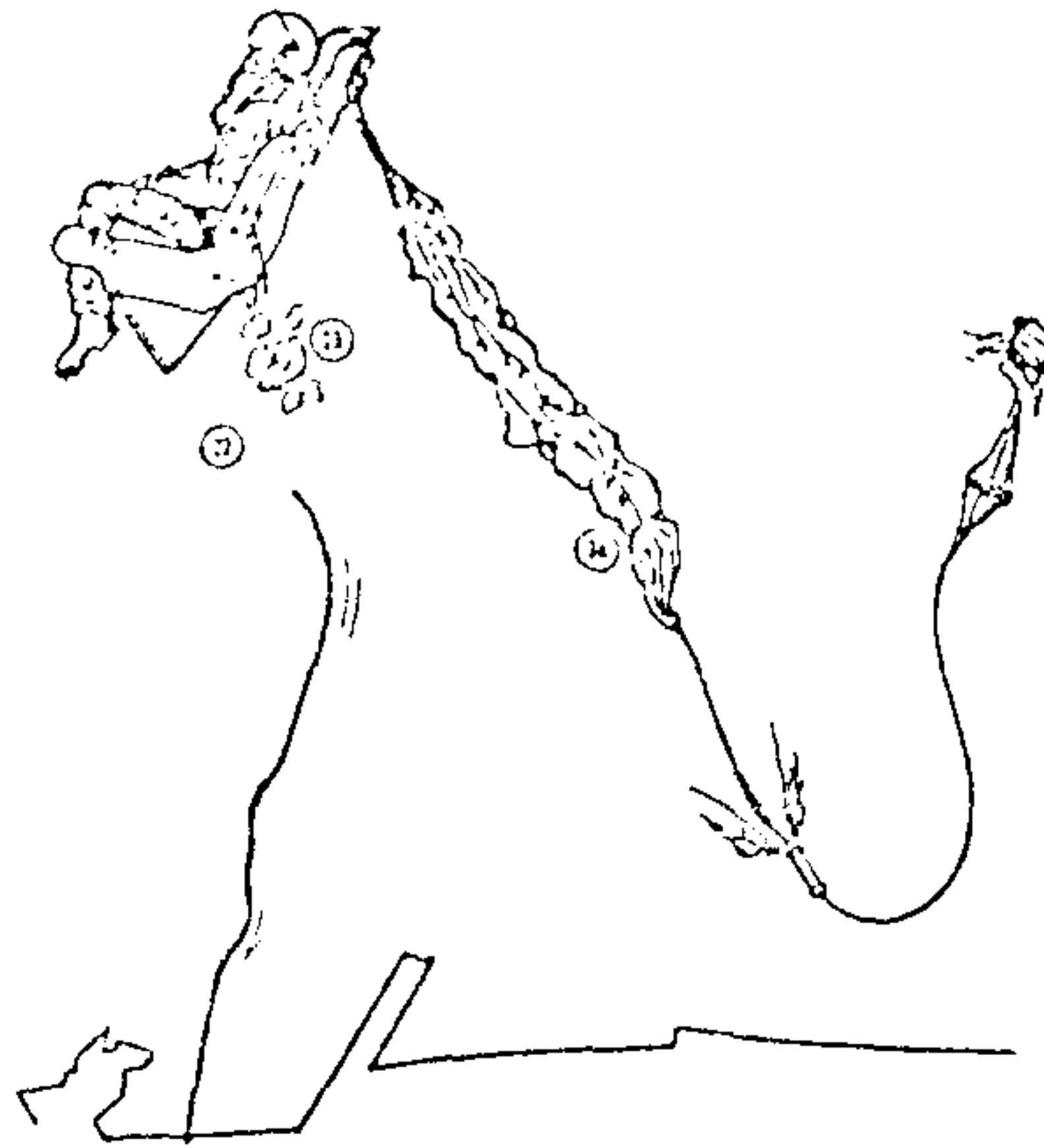
6. ábra

12. Bekapcsolódik a gyorsító és a sorrendbiztosító rendszer. 13. Elválnak az ülés a vezetősíntől.
 14. A DART működésre kész. 15. A WORD rakéta beáll az irányba.



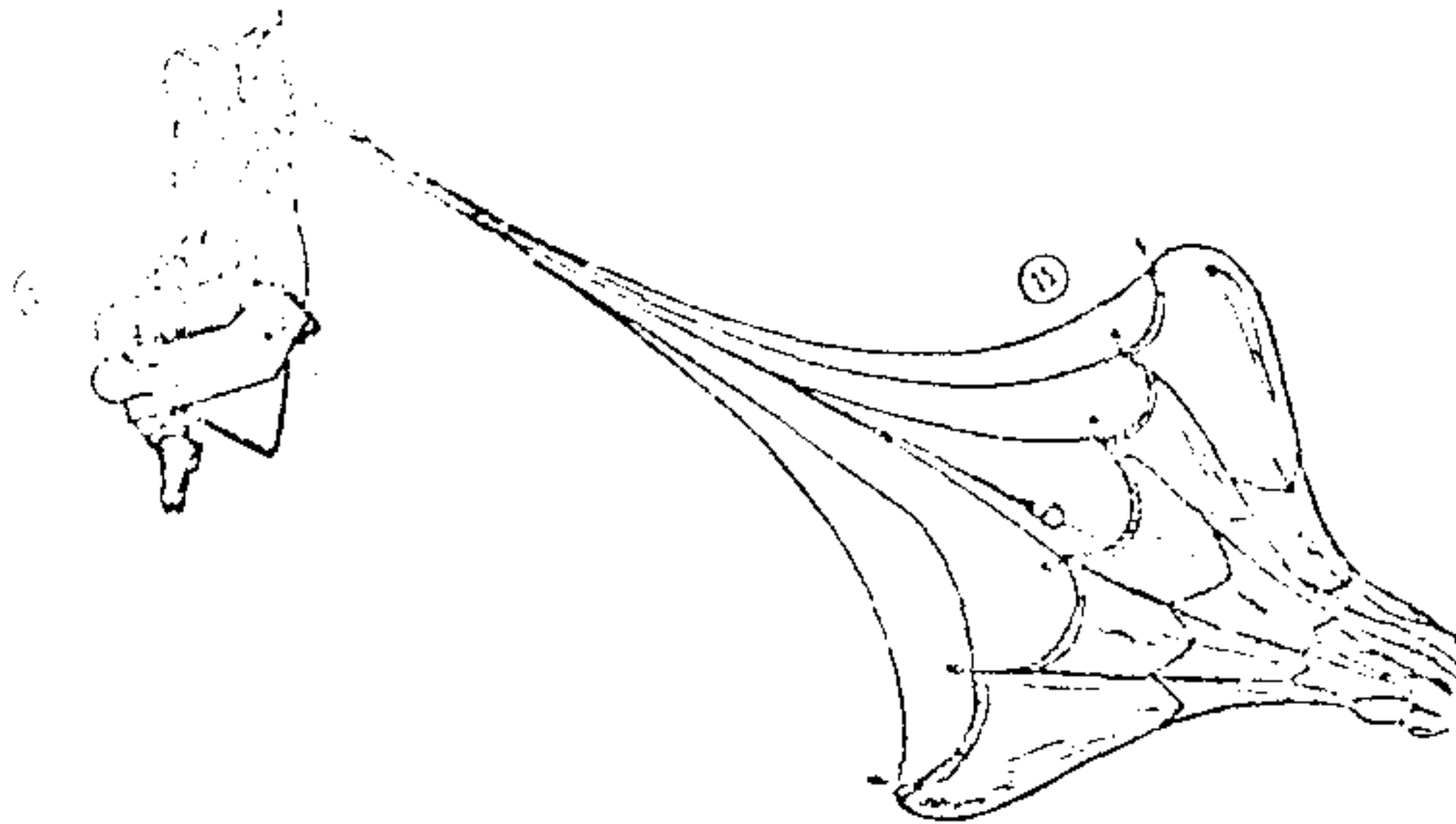
7. ábra

16. A WORD rendszer elválnak az üléstől. 17. Leválnak a főernyő tok fedele. 18. Begyullad a WORD rakéta. 19. Elkezd kihúzódní a főernyő. 10. Kinyílik a stabilizátorernyő tokja. 21. A DART stabilizálja az ülés.



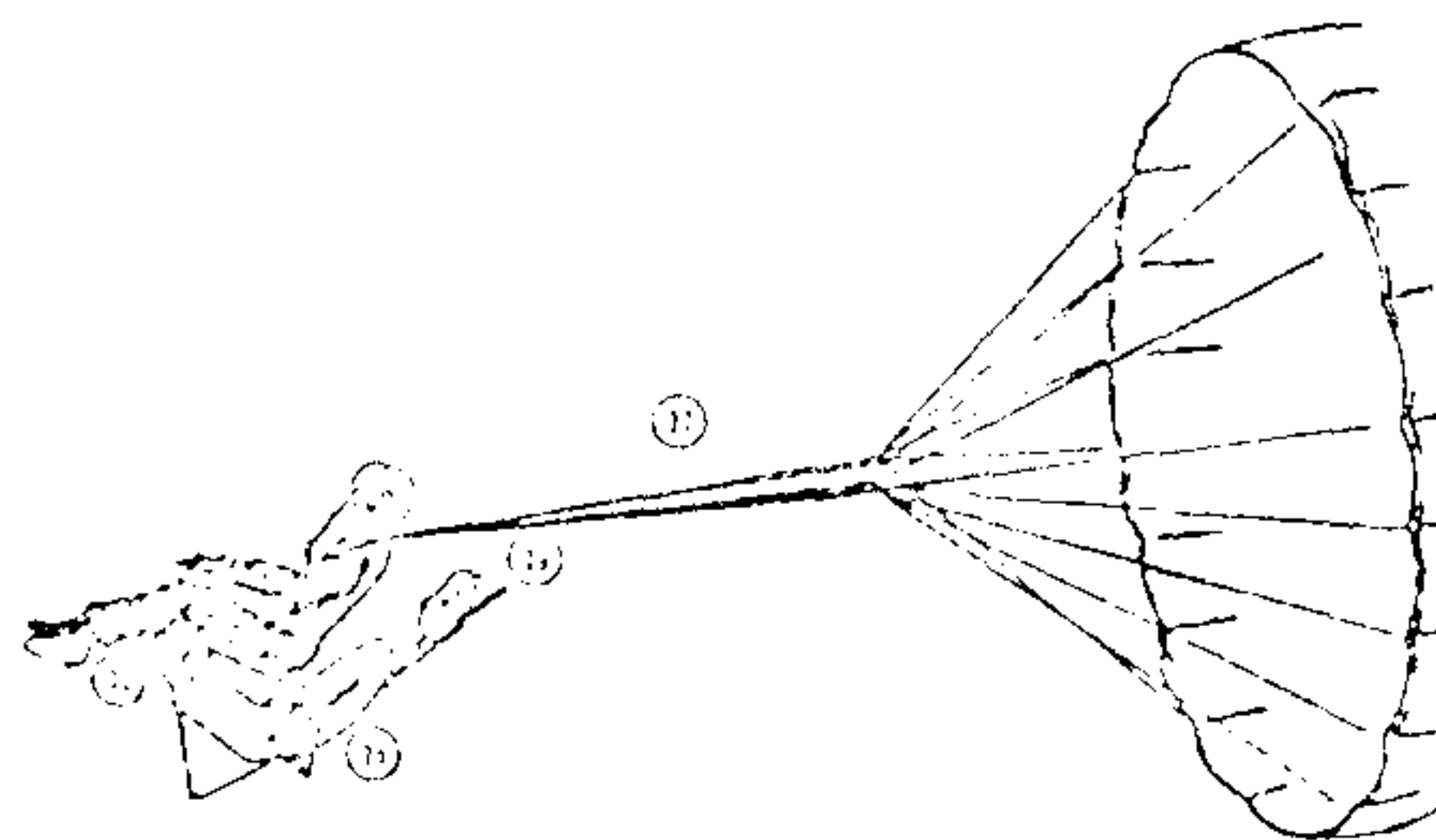
8. ábra

22. A DART elválí. 23. A gyorsító leáll. 24. Folytatódik a főernyő kihúzása.



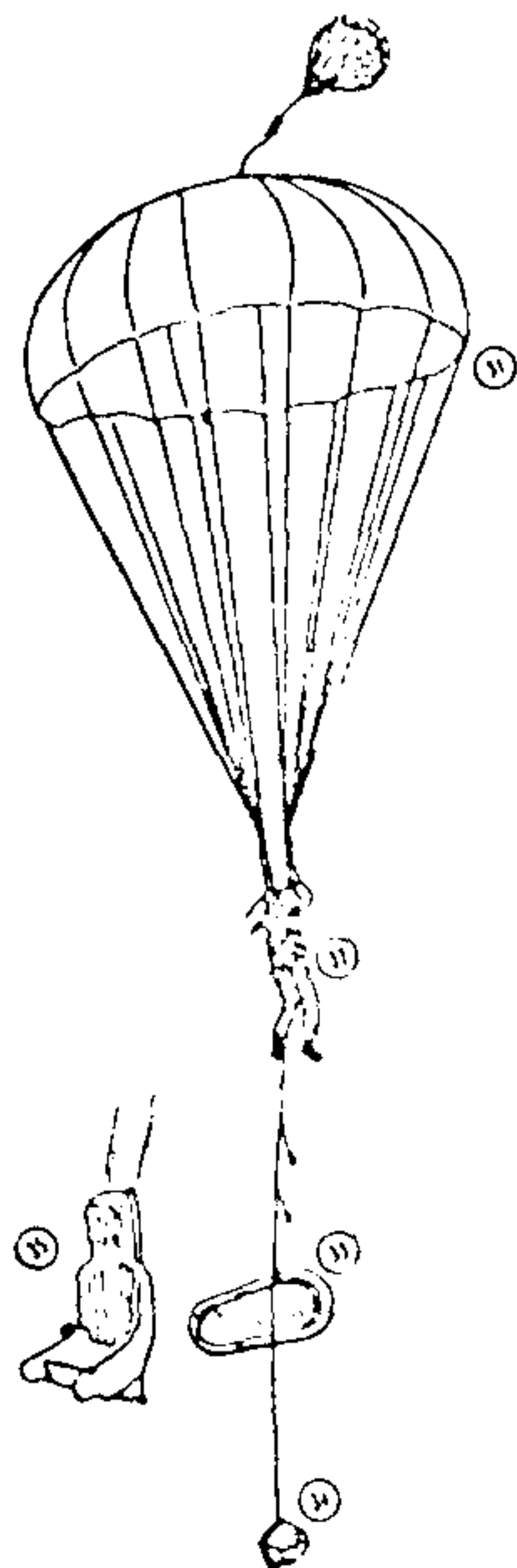
9. ábra

25. Működik a belépőél szétdobó szerkezet. 26. Az ülés befordul az erőhatás irányába.



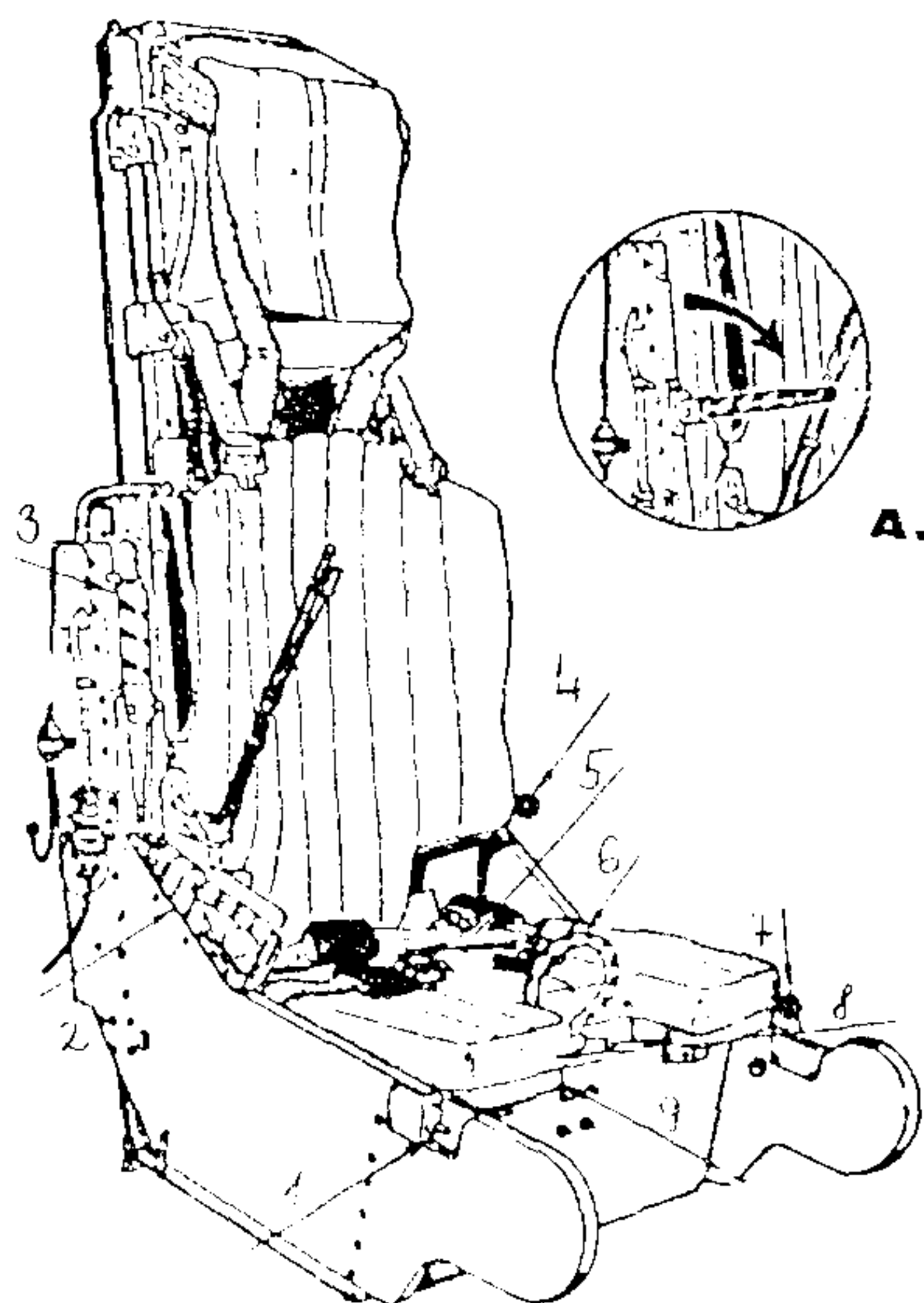
10. ábra

27. Az ejtőernyő húzása eléri a 80 kgs (890 N) erőt, ezért beindul az ülés leválasztása. 28. M-99 patron működteti a vállheveder levágó szerkezetet és nyitja az övhevedert. 29. Az ülés elválí. 30. A BK elválasztó mechanizmus működésbe lép.



11. ábra

31. Az ejtőernyő teljesen belobban. 32--34. A BK és a csónak (automatikus üzemmódban 5 másodperccel a katapultálás kezdete után) elválnak. 35. Az ülés szabadon esik.



12. ábra

Az ülés kezelő és vezérlőszervei

1. Testmérethez állítás. 2. Kézi ülésleválasztó fogantyú. 3. Földi biztosíték. (A részlet, a biztosíték „biztosított” állásban). 4. Baleseti oxigéntápálás kapcsolója. 5. A BK nyitás ellenőrző fogantyúja. 6. Katapultáló fogantyú. 7. Vállheveder beállítás. 8. Rádióirányadó üzemmódkapcsoló. 9. BK üzemmódvezérlő kapcsoló (automatikus kézi).

HELIKOPTER ELHAGYÁSA EJTŐERNYŐVEL

(Rövidített fordítás – OPP–1975 23.)

A helikopter pilóták között elterjedt az a nézet, hogy ha a gépszemélyzet ejtőernyővel ugrik ki az autórórációval süllyedő helikopterből, akkor beleütközik a forgó lapátokba.

Az ilyen feltételezéseket el kell vetni az alábbiak miatt:

- 1) A legnagyobb merülési sebesség a helikopterek többségénél 13–15 m/s határok között mozog (csak az AH1.G-nél éri el a 25,5 m/s értéket).
- 2) Az ejtőernyős átlagos zuhanási sebessége 60 m/s, minimális felületnél pedig elérheti a 110 m/s-t.
- 3) Az ejtőernyős a helikopter elhagyásakor rendelkezik már a helikopter merülősebességével megegyező vertikális sebességgel.

A gépelhagyás veszélytelenségének bizonyítására autóróráció közben ejtőernyősugrás sorozatot hajtottak végre UH–1 helikopterből. Az ejtőernyősök gépelhagyását filmfelvétellel rögzítették egy másik, párhuzamosan repülő helikopterből, 4 kép/másodperc sebességgel. A helikopter merülési sebességét első közelítésben a fedélzeti variométerrel állapították meg, a pontos értéket a rádiómá-gasságmérő jelzéseinek rögzítésével számították ki. Összesen 8 ugrást hajtottak végre különböző merülősebességeknél, 0–15,7 m/s értékek tartományában, közben a haladási sebesség állandóan 185 km/ó volt.

A vízszintesen repülő helikopterből ugró ejtőernyős mozgáspályája és függőleges sebességének változása közismert. Feltételezték, hogy maga a görbe alakja nem fog megváltozni, csak a kezdőpontja tolódik el a megfelelő induló vertikális sebességnek megfelelően. Ez a feltételezés nem igazolódott, 9 m/s-nél nagyobb sebességeknél.

A helikopter 9,35, 13,7, 14,6 és 15,7 m/s sebességű süllyedésénél az ejtőernyős mintegy 0,75 másodperccel később vált el a helikoptertől, eddig az ideig együtt mozgott a helikopterrel, nem távozott el tőle. Az elválás után már a vertikális sebesség az ugrónál rohamosan nőtt. Ez a jelenség a helikopter-törzs közelében keletkező indukált sebességmezővel magyarázható, mert különböző repülési sebességeknél keletkező helyi áramlások felfelé irányulnak. Ezenkívül, 15 m/s-nél nagyobb süllyedési sebességnél az ejtőernyős a hossz tengelye körül 180° -kal elfordul – a jobboldali ajtón történő kiugrásnál az óramutató járásával egyező irányban. Ezek az észlelt jelenségek azonban semmilyen mértékben nem befolyásolják a helikopter elhagyását ejtőernyővel autórórációs üzemmódban, a legnagyobb megengedett merülési sebességnél.

HELIKOPTER SZEMÉLYZETEK MENTÉSI RENDSZERE

(Rövidített fordítás – OPP–1975.15)

Két alapvető lehetősége ismert a helikopterszemélyzetek mentésének baleseti körülmények között:

- a) egyenként, ejtőernyő segítségével,
- b) teljes személyzet mentése ejtőernyő-rendszer segítségével, amely biztosítja a kabin, vagy a sárkány egy részének biztonságos földetérését.

Az első módszernek (a) két realizálási módja van: az extrakció és a katapultálás. Az ember extrakciója megkívánja a rotorlapátok lerobbantását és eltávolítását és a kabintető ledobását. Ezenkívül megfelelő helyzetbe kell állítani a különböző berendezéseket, hogy ne gátolják a helikopter elhagyása közben a személyzetet, el kell zárni az üzemanyag táplálást, s csak ezután távozhat el a személyzet a kabinból erős rakétahajtómű segítségével. Ezt a variációt tervezték felhasználni az AH-1 harci helikopteren. Az ilyen mentési rendszer technikai dokumentációját kidolgozták, a konstrukciót kipróbálták.

A személyzet ülésekkel együtt való katapultálásának variációját a Douglas cég dolgozta ki. A kidolgozásnál arra törekedtek, hogy a repülőtechnikában elterjedten használt, sorozatban gyártott aggregátokat alkalmazzanak, vagy olyanokat, amelyeket már korábban gyártott baleseti-mentőeszközökön alkalmaznak. Ez a rendszer a MINIPAC megjelölést kapta. Alapvető követelményként állították, hogy a katapultülés súlya ne haladja meg a 32 kilogrammot, biztosítsa a katapultálást 460 km/ó sebességig és 3050 méter magasságig, továbbá az ejtőernyő belobbanási ideje ne legyen több, mint 2 másodperc.

A második alapelv (b) elsősorban nagy helikoptereken jön számításba és szükségessé teszi a rotorlapátok, valamint a faroklégcsavar leválasztását, több ejtőernyőkupola nyitását és végül fékezőrakéta működtetését a személyzettel együtt ereszkedő kabin biztonságos földetérésére. A földetérés biztosítása céljából a helikopteren felfújódó kamrás amortizátornak kell lenni, amely csökkenti a földetérési terhelést, de nem fokozza a tűzveszélyt. A leereszkedő résznek úszóképességgel is kell rendelkeznie, hogy vízreszálláskor ne süllyedjen el.

A helikopter személyzete az ilyen kabint csak a földetérés után hagyja el. Az ilyen mentési rendszer kidolgozására, amely az USA-ban a HEPS (Helicopter Personal Escape, Protection and Survival) megjelölést kapta, az 1975-ös pénzügyi évtől biztosítanak keretet, először a rendszer méret és súlycsökkentési lehetőségének kutatására.

Gyakran, a helikopter földnek ütközésekor tűz keletkezik. Azért, hogy növeljék a személyzet megmenekülésének valószínűségét ilyen helyzetekben, elsődlegesen az üzemanyagrendszert kell korszerűsíteni – így csökkenthető a tűz valószínűsége.

Nem kevésbé fontos újfajta ülések és bekötőhevederek kidolgozása, melyeket arra kell méretezni, hogy elbírják a helikopter földnek ütközése közbeni terhelést, miközben a hevederek elosztják a testen az erőhatást, ezzel csökken a traumához vezető erőkoncentráció.

Különösen élesen jelentkezik a felfordult helikopter kabinjának elhagyási problémája. Általában a tengerbe eső helikopter, függetlenül attól, hogy széttörik, vagy egyben marad, rendszerint átfordul. Ilyen körülmények között a személyzet és az utasok mentésére olyan felszerelés szükséges, amelynek segítségével el lehet hagyni a felfordult helikoptert, fenn lehet maradni a víz felszínén a mentőszolgálat megérkezéséig. A személyzetnek jól kell ismerni és használni ezeket az eszközöket, meg kell őrizni a hidegvért, nem szabad pánikba esni. Ilyenkor különösen fontos az orientáció megőrzése (azaz tudni kell állandóan, merre van a fenn és a lenn). Azért, hogy megkönnyítsék a felfordult helikopter kabinjának elhagyását, különböző rendszereket hoztak létre. Ilyen például a helikopter burkolatán nyílást robbantó szalagszerű robbanóanyagotöltet, automatikusan bekapcsolódó világítótestek, a helikopter elhagyási irányát jelölő világítójelzések, automatikusan kinyíló bekötőheveder csatok. Mindezek a rendszerek automatikusan kell, hogy működjenek meghatározott mélységű vízbe merüléskor, de feltétlenül dublázni kell a bekapcsolásukat kézi kapcsolóval is.

A felborult helikopterek baleseti gépelhagyásának gyakorlása fontos eleme a repülőszemélyzetek kiképzésének és erre a célra különböző módszereket és trenázsokat dolgoztak már ki.

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

LRI-Sokszorosító 79078 Budapest-Ferihegy
F.v.: Török Alajos