

Petrik Ottó

Légpárnás jármű modellje ⁽¹⁾

(Teljes kiadvány tervrajzmelléklettel)



Zrínyi Katonai Kiadó Budapest, 1978
Haditechnika Fiataloknak – Modellezés

Szaklektor: Poó István és Marjai Imre
Az illusztráció VARGA IMRE munkája
ISBN 963 326 254 2

Felelős kiadó a Zrínyi Katonai Kiadó igazgatója

Felelős szerkesztő: Szabó Sándor

Műszaki vezető: Darvas István

Műszaki szerkesztő: Verseci Miklós

Példányszám: 5000; Terjedelem: 7 A/5 Ív;

Készült az MSZ 5602-67. szabvány szerint.

77.1006 Zi 555-f-7879

77.1311-1 Zrínyi Nyomda, Budapest Felelős vezető: Bolgár Imre vezérigazgató

Bevezetés



A légpárnás jármű elvét már több mint egy évszázada ismerjük, azonban még két évtizede sincs, hogy a légpárnás technika ténylegesen megjelent a közlekedésben. Ma pedig már száznál is több a kísérleti próbákat végzett prototípusok száma, és körülbelül két tucat különböző típusú légpárnás járművet gyártanak szerte a világon, kisebb nagyobb sorozatban. Sőt, ezzel az „újszerű” járművel több helyütt rendszeres menetrend szerinti forgalmat bonyolítanak le, és jó néhány különleges - mentési, tűzoltási, járőrözési stb. - feladatra is eredményesen használják őket.

Ez az új konstrukció bizonyos fokig hirtelen, váratlanul tört be és ért el sikereket a közlekedési technikában. További fejlődése még a jövő kérdése, azonban bizonyos, hogy a légpárnás jármű - csupán technikai lehetőségeit, mozgékonyágát, sebességét, terepjáró képességét tekintve - a katonai alkalmazás terén is érdeklődésre tarthat számot. Ezt bizonyítják egyébként a világ fejlett ipari országaiban eddig elért eredmények, és a jelenleg folyó kísérletek is.

Ami a *légpárnás modelleket* illeti, szinte érthetetlen jelenség, hogy sem a kollektív, sem az egyéni amatőr modellezők nem foglalkoznak ezzel az igen érdekes és tanulságos témával. Pedig ez a terület legalább olyan lehetőségeket rejt magában - versenyzési szinten is -, mint az autó-, a hajó- vagy a repülőgép-modellezés. Egyaránt alkalmas villamos vagy robbanómotoros, körpályás, kötött vagy szabad vezérlésű, sebességi és arányos modellezésre, versenyzésre; különösképpen ha meggondoljuk, hogy ma még a „nagy technika” is bizonyos területeken a kísérletezés szakaszában van.

Füzetünkben - rövid történeti áttekintés és a feltétlenül szükséges fizikai alapismeretek összefoglalása után - ismertetjük a légpárnás modellek építésének általános technológiai kérdéseit. Ezt követi egy egyszerűbb és egy kissé bonyolultabb modell építésének minden részletre kiterjedő leírása, ami az érdeklődő olvasónak lehetőséget nyújt arra, hogy a későbbiekben egyes érdekes; működő légpárnás modelleket önállóan is megépíthesse.

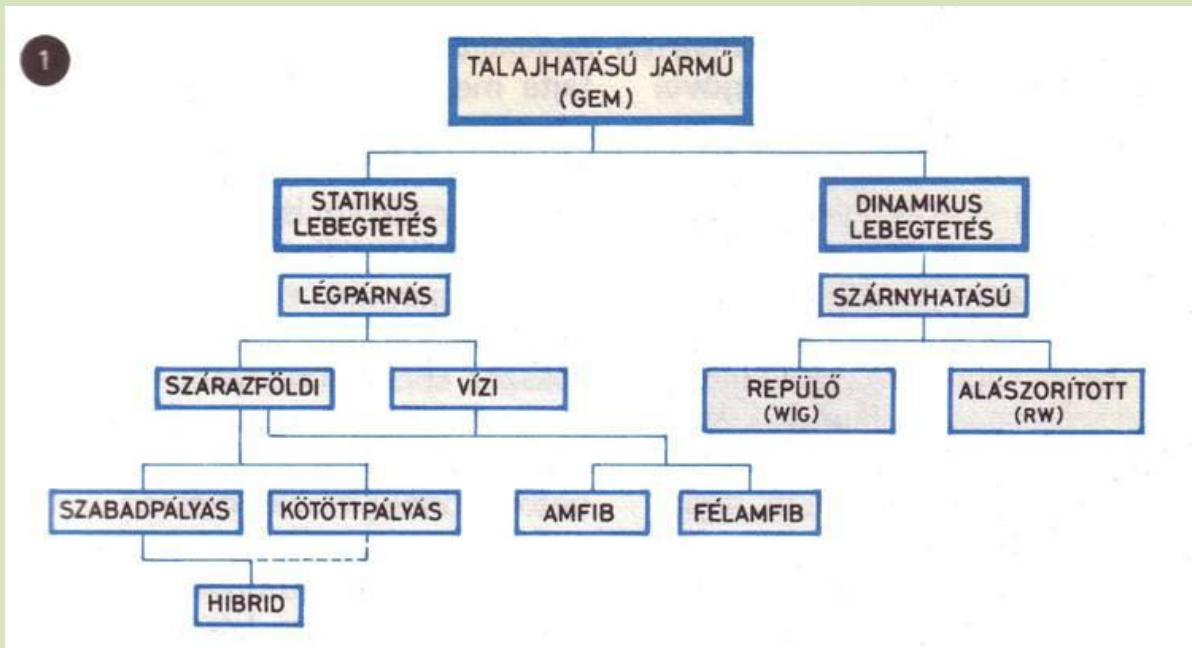
Új típusú lebegő járművek

Ismeretes fizikai követelmény, hogy a közlekedéshez, pontosabban: a járművek továbbításához, a reaktív hajtást nem tekintve, bizonyos ellenállásra (súrlódás, közegellenállás) van szükség, amelynek segítségével a jármű meghajtó szerkezeti eleme, pl. a kerék, a lég- vagy a hajócsavar az illető - itt most tágabb értelemben vett - „közegre” (pályafelület, levegő vagy víz) támaszkodva megvalósítja a jármű továbbhaladását is. Ebből a szempontból teljesen közömbös, hogy önálló járműről vagy vontatmányról van szó; a különbség csupán annyi, hogy a továbbítást végző szerkezeti elemnek (legyen ez emberi vagy állati láb, hajtott kerék stb.) feltétlenül szüksége van az említett ellenállásra. Ugyanakkor a vontatmány alátámasztó szerkezeti eleme (akár egy talicska egyetlen kereke vagy a gépkocsi nem hajtott tengelye) szempontjából a gördülési ellenállás már akadályt jelent, és több energia felhasználását igényli. Azonban nem ez az egyetlen ellentmondás.

Bizonyos körülmények között az egyébként nélkülözhetetlen ellenállások értéke olyan mértékben megváltozik, hogy már nemhogy lehetővé tennék, hanem egyenesen gátolják a jármű haladását. Ilyen helyzet jön létre például a síkos, a jeges vagy a puha, felázott talajon (fizikai jellemzők változása); de ugyanúgy nagyobb sebességek esetén a közegellenállás, így a levegő ellenállásának növekedése, országúton és különösen a vasúton a sebesség növekedésével fokozódva csökkenő tapadás (a mennyiségi változás minőségibe való átcsapása), normális körülmények között is. Ilyen esetben ezeket a - most már kellemetlen - ellenállásokat meg kell szüntetni. Első pillanatra talán valószínűtlen kifejezésnek tűnik, ha azt mondjuk, hogy megoldásként egyszerűen „felül emelkedünk” rajtuk. Pedig valójában ez a megoldás útja: felül kell emelkedni az akadályozó közegen, mind a szárazföldi, mind a vízi és a légi közlekedésben. A felszíni - a szárazföldi és a vízi - közlekedésben a bizonyos esetekben jelentkező káros közegellenállást azzal küszöbölhetjük ki, ha megszüntetjük a jármű érintkezését az alátámasztó közeggel. Ezt lebegtetéssel érjük el. Természetesen a fizikai testek közötti valamennyi kapcsolat megszüntetéséről nem lehet szó - ez ellentmondana a természeti törvényeknek -, azonban mód van a kellemetlen tényezők kikerülésére.

Miről van tehát szó?

A felszín felett lebegő járművek lényegében továbbra is a talajra (vagy a vízfelületre) támaszkodnak, azonban nem közvetlenül, hanem bizonyos teherelosztó levegőréteg közvetítésével. Az ilyen szerkezeteket - az angol *ground effect machine* (GEM) kifejezés alapján - a talajhatást felhasználó, vagy rövidebben *talajhatású járműveknek* nevezhetjük.



1. ábra.

Az 1. ábrán ezek egy lehetséges osztályozását a technikai fejlődés mai szintjén mutatjuk be - a világos áttekinthetőségre törekedve.

A jármű lebegtetését kétféleképpen érhetjük el: statikus vagy dinamikus úton. A *statikus lebegtetés* lényege, hogy a jármű álló helyzetben is emelkedhet a talajról; ezt légpárnával érhetjük el. Technikai megoldásával a továbbiakban még részletesen foglalkozunk. A *dinamikus lebegtetés* a repülésnél érvényesülő aerodinamikai törvényeken alapul; erre utal az angol WIG = wing in ground effect (az alap hatása a szárnyra) kifejezés is. Ennél a megoldásnál a felhajtó erőt a szárny alsó és felső felülete mentén áramló levegő sebesség- (és így nyomás-) különbsége kelti - teljesen úgy, mint a repülőgépeknél. Ettől a megoldástól az alászorított levegővel működő (RW = ram wing) készülék annyiban tér el, hogy a gépet elsősorban a szárny alsó felülete alatt torlódó levegő emeli. Ezt az elvet alkalmazza a 2. ábrán bemutatott Arcopter GEM-2 jelű kísérleti jármű, amelyet kerekkel is elláttak, hiszen ez a jármű - a repülőgéphez hasonlóan - csak bizonyos sebesség elérése után képes a talajról felemelkedni. Meg kell jegyeznünk, hogy ez utóbbi, tehát a tisztán dinamikus hatás alapján működő eszközök ma még csak egyes kísérleti darabokként jelennek meg, illetve a szárnyhatást csupán kiegészítő lebegtetésként alkalmazzák, bizonyos sebességek felett.

Visszatérve az 1. ábrára, a légpárnás járművek készülhetnek szárazföldi vagy vízi közlekedésre. A napjainkig kifejlesztett és üzemelő járművek legnagyobb része mindkét feladatra alkalmas, azaz *kételtű* (amfib) jármű. A légpárnás járművek többsége elsősorban vízi közlekedésre készült, azonban megfelelő partviszonyok esetén orrukkal ki tudnak futni (helyesebben: feküdni) a partra, a gyors és könnyű ki- és berakodás céljából. Ezeket félamfib járműveknek nevezik.

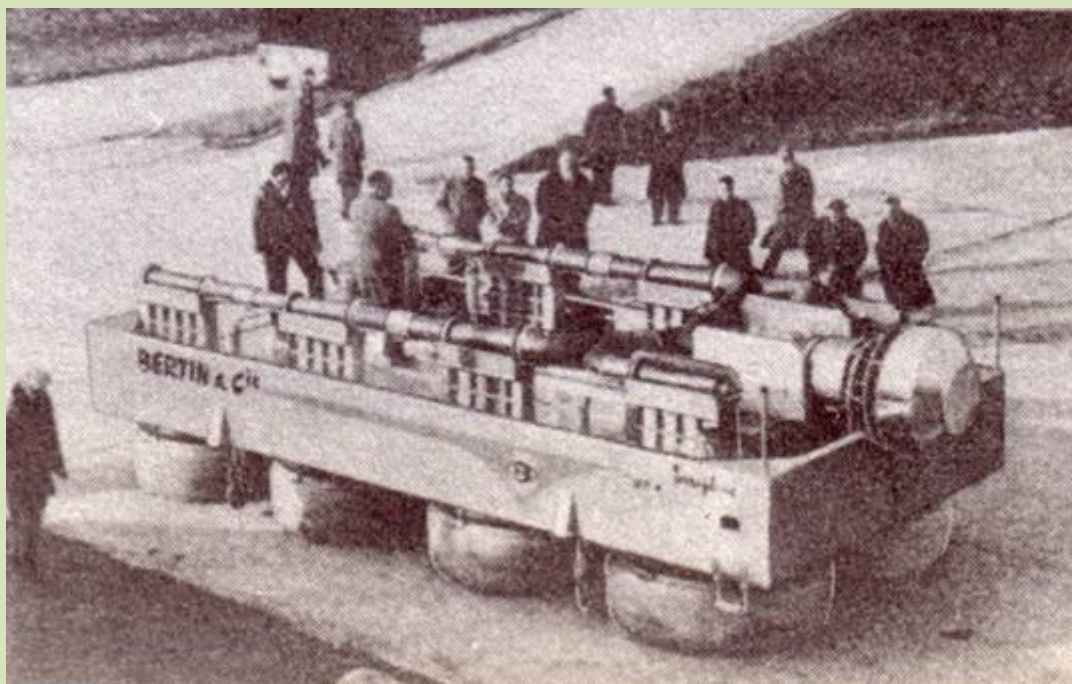


2. ábra.

A szárazföldi légpárnás járművek két nagy csoportját a szabad és a kötött pályás eszközök képezik. A szárazföldi *szabad pályás* járművek többsége vízen is képes közlekedni, s a kételtű járművektől annyiban különböznek, hogy nem úszóképesek. Ide sorolható néhány speciális megoldás is, amelyek egyfajta meghatározott feladat végzésére hivatottak (például nehéz tárgyak mozgatására). Ilyenek az ún. *hibrid járművek* is, amelyeknek a legfőbb jellemzője, hogy terhük egy részét légpárnán, másik részét pedig keréken hordják, s a talajhoz, sőt sokszor útpályához vannak kötve. Ezek a kötött pályás kételtű járművek. (Ezt jelzi az 1. ábrán a szaggatott vonalú összeköttetés.)

Az első (bár nem valódi) hibrid légpárnás jármű a Bertin Comp. francia cég által 1962-ben készített Terraplane BC-4 volt [3. ábra]. Az érdekes felépítésű, 7,8 m hosszú, és 3,2 m széles járművet nyolc, korong alakú (1,55 m átmérőjű és 0,55 m magas) légpárna hordja, s kísérleti célból építették, hogy a további tervezéshez a különböző kamra és kötényrendszereket kipróbálják. A kormányozhatóság érdekében a súly 20%-át négy kerék viselte, bár ezeket üzemben kívül is lehetett helyezni. Ezt a járművet még kiáramló, reaktív levegő hajtotta; egyik továbbfejlesztett változatát - Terraplane BC-8, kikötői és repülőtéri tűzoltási célokra - már egy 400 LE-s Artouste gázturbina két légsavarral hajtotta.

A *kötött pályás* légpárnás járművek számunkra elsősorban technikai érdekességet jelentenek; néhány részletre a következő fejezetben visszatérünk.



3. ábra.

A légpárnás járművek rövid története

A korábbi - részben fantasztikus - tervektől eltekintve, az első, ténylegesen embert hordozó légpárnás járművet *T. J. Kaario* finn mérnök építette meg 1935-ben. Egy 16 LE-s motorral állította elő a légpárnát, s ez a motor hajtotta légsavarral az egyszemélyes járművét is, 22 km/h sebességgel. Egy nagyobb jármű tervét is kidolgozta, és egy négy fő teherbírású kísérleti példány 1949-ben el is készült.

Feltétlenül meg kell emlékeznünk *Carl Weiland* svájci mérnökről, aki elsőként hajtott végre nyilvános kísérleteket komolyabb légpárnás járművel. A 12 személyes, 9x11 m felületű, téglalap alakú járművel - egyébként igen bonyolult légpárnarendszerrel - 1959 július elején a Zürichi tavon eredményes próbákat végzett. A jármű egy vihar alkalmával elsüllyedt, majd helyreállítása után, 1960. február 19-én 95 km/h sebességgel a napjainkra jellemző teljesítményt érte el.

A két időpont között azonban történt valami lényeges. 1959. július 25-én szokatlan formájú jármű futott ki a La Manche-csatorna hullámaiból a francia partra (4. ábra). Az első, valóban eredményes kétéltű légpárnás jármű megérkezett a szigetországból az európai szárazföldre. Érdekes módon az esemény kezdetben még a közlekedési szakembereknek is csak szűkebb körében keltett érdeklődést. Pedig utasai nem ok nélkül választották ezt a dátumot: ez a nap volt az ötvenedik évfordulója Louis Blériot La Manche-csatorna feletti ismeretes - repülőútjának. Ez utóbbi pedig annak idején szintén egy új, még a gyermekkorát élő közlekedési eszköz látványos teljesítménye és a további fejlesztés ösztönzője volt.



4. ábra.

Az angol *Christopher S. Cockerell* - akit napjainkban világszerte joggal neveznek a légpárnás járművek „atyjának” - munkássága nyomán és közreműködésével végrehajtott sikeres átkelés végül mégis meghozta a várt eredményt, és kiindulópontja lett annak a hatalmas fejlődésnek, amely a mai, különböző célú légpárnás járművek nagy családjának kifejlesztéséhez vezetett.

Ennek szemléltetése érdekében az 1. táblázatban összefoglaltuk néhány - többségében ma is üzemben levő - jármű jellemző adatait, amelyekhez néhány általános megjegyzést fűzünk.

A geometriai méretek többsége gyárilag megadott, illetve a szakirodalomban közölt, részben körvonalrajzok alapján - nagyobb részét angol hossz mértékből - átszámított adatok. A felület kifejezésen az emelő légpárna területét kell érteni, ez azonban többnyire a bruttó méretek alapján számított, kerekített érték. Például nem vehettük figyelembe a jármű kamrájának függőleges falvastagságát; az ilyen nagy méreteknél ez a különbség nem döntő; az adatok nagyságrendileg helyes tájékoztatást nyújtanak. Az η ún. *teljességi fok* elvben megegyezik a hajóknál ismert - és ott α -val jelölt - úszósík teljességi fokával; az előbbieket szerint számított ténylegesen támaszkodó légpárna- (hajóknál úszósík-)felület és az őt befoglaló téglalap (az illető felületen mért hossz és szélesség szorzata) területének viszonya. (Például C. Weiland említett téglalap alakú járművénel - minthogy az egész felület alatt állította elő a légpárnát - az η értéke kivételesen 1 volt.)

| Megjelölés | Geometriai méretek | | | η | Súly Mp | Párna- nyomás kp/m ² |
|------------|--------------------|----------------|---------------------------|--------|------------|---------------------------------------|
| | hosszúság m | szélesség m | felület m ² | | | |
| SR.N1 | 9,2 | 7,3 | 56 | 0,84 | 3,9 | ? |
| SR.N2 | 19,6 | 9 | 130 | 0,73 | 27 | ? |
| SR.N3 | 21,5 | 9 | 150 | 0,77 | 37 | ? |
| SR.N4 | 39,7 | 23,8 | 850 | 0,89 | 165 | 244 |
| SR.N5 | 11,8 | 7 | 77 | 0,93 | 6,6 | 117 |
| SR.N6 | 14,6 | 7 | 96 | 0,94 | 9 | 110 |
| BH-7 | 23,5 | 13,9 | 265 | 0,81 | 48 | ? |
| VA-3 | 16 | 7,6 | 100 | 0,82 | 10 | 120 |
| VZ-1 | 5,6 | 3,2 | 14,5 | 0,81 | 1 | 107 |

| Megjelölés | Teherbírás | | Motorteljesítmény LE | | Fajlagos teljesítmény LE/Mp | Sebesség Km/h |
|------------|------------|-----|----------------------|------|-----------------------------------|------------------|
| | fő | Mp | emelő | toló | | |
| SR.N1 | 2 | - | 435 | | 111 | 70 |
| SR.N2 | 53 | 10 | 1 630 | | 60 | 135 |
| SR.N3 | 70 | 15 | 2 100 | | 57 | 145 |
| SR.N4 | 600 | 75 | 13 600 | | 83 | 120 |
| SR.N5 | 18 | 2 | 900 | | 136 | 128 |
| SR.N6 | 38 | 5 | 900 | | 100 | 96 |
| BH-7 | 150 | 18 | 3 400 | | 72 | 120 |
| VA-3 | 24 | 2 | 850 | 850 | 170 | 110 |
| VZ-1 | 2 | 0,2 | 49 | 140 | 187 | 110 |

1. táblázat

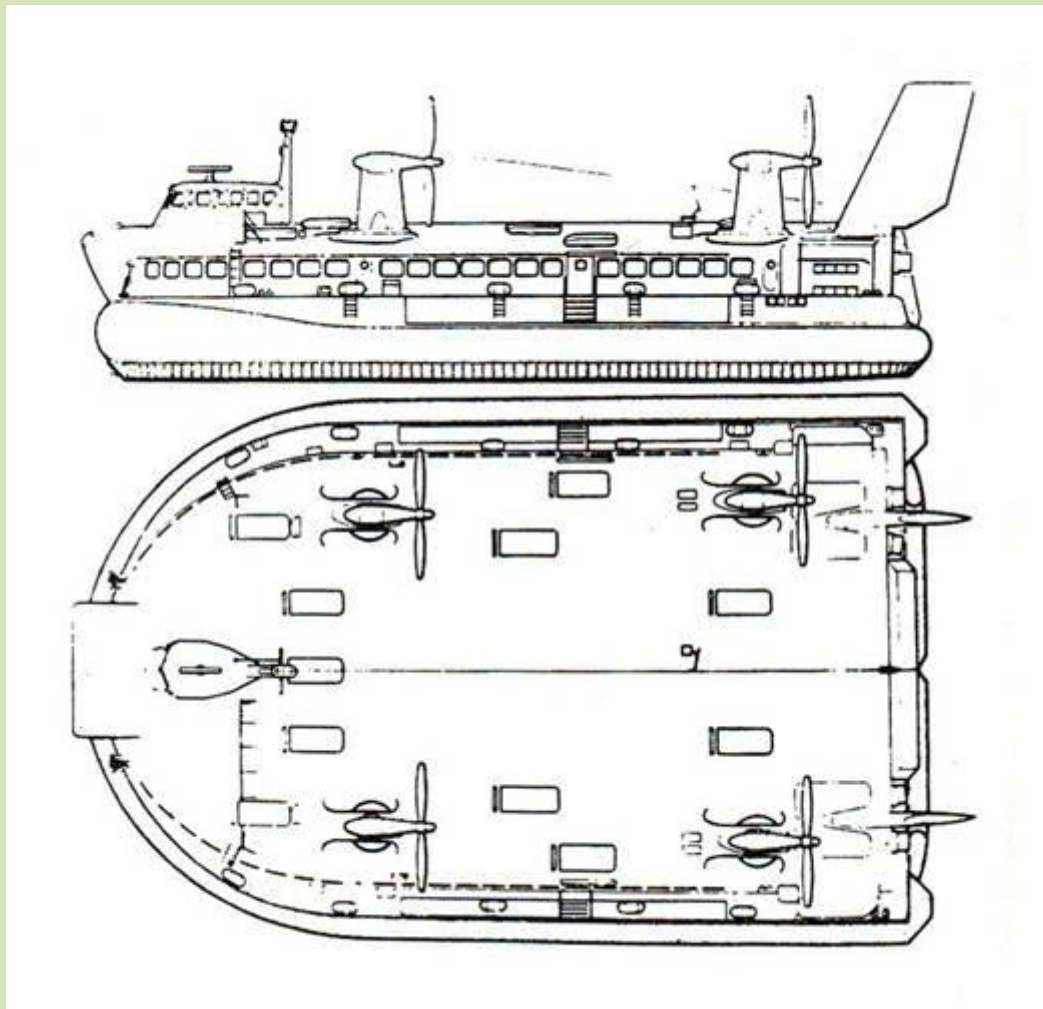
A geometriai méretek többsége gyárilag megadott, illetve a szakirodalomban közölt, részben körvonalrajzok alapján - nagyobb részét angol hossz mértékből - átszámított adatok. A felület kifejezésen az emelő légpárna területét kell érteni, ez azonban többnyire a bruttó méretek alapján számított, kerekített érték. Például nem vehettük figyelembe a jármű kamrájának függőleges falvastagságát; az ilyen nagy méreteknél ez a különbség nem döntő; az adatok nagyságrendileg helyes tájékoztatást nyújtanak. Az η ún. *teljességi fok* elvben megegyezik a hajóknál ismert - és ott α -val jelölt - úszósík teljességi fokával; az előbbieket szerint számított ténylegesen támaszkodó légpárna- (hajóknál úszósík-) felület és az őt befoglaló téglalap (az illető felületen mért hossz és szélesség szorzata) területének viszonya. (Például C. Weiland említett téglalap alakú járművénel - minthogy az egész felület alatt állította elő a légpárnát - az η értéke kivételesen 1 volt.)

A párnanyomás-rovatban csak az ismert, megadott értékeket tüntettük fel; egyébként a szükséges érték a légpárnafelület és a jármű súlya ismeretében - 0,025-0,25 atmoszféra túlnyomás hozzáadásával - számítható is. A modellek általános technológiai kérdéseinek tárgyalása során erre még visszatérünk.

A jármű teherbírása - fő (személyek száma), illetve Mp (terhelhetőség) - vagylagosan értendő; a létszámban a kezelőszemélyzet is benne van. A fajlagos teljesítmény a bruttó beépített motorteljesítmény és a jármű megadott súlya alapján számított érték. A szükséges teljesítmény megoszlására (emelés, illetve hajtás) a következő fejezetben térünk ki.

Az 1. táblázatba az angol SR-sorozat eddig megépített járműveinek, valamint három katonai légpárnás járműnek az adatait vettük fel. Bár valamennyiük kételtű jármű, eltérő szerkezeti kialakításuk, alkalmazásuk és méreteik révén a légpárnás járművekről általában is igen jó áttekintést nyújtanak. (Az SR-jelölés az angol Westland Aircraft Limited társaság Saunders-Roe Divisionjának rövidítése. Ez a cég finanszírozta Ch. S. Cockerell említett kísérleteit, majd gyártotta - részben már sorozatban - a további járműveket.)

Az igen egyszerű és érdekes megoldású SR.N1-gyel a modell építéséről szóló fejezetben foglalkozunk. Ez az első jármű még reaktív hajtással működött, vagyis a légpárnát előállító sűrített levegő egy részét használták fel a jármű továbbítására és irányítására; a továbbiak már légcsavarhajtásúak. Az SR.N2 kísérleti jármű volt; továbbfejlesztett változata, az SR.N3 már katonai alkalmazásra készült. Ugyanez a helyzet az SR.N5 és SR.N6 viszonylatában is. Ezekkel, valamint az 1. táblázatban szereplő utolsó három járművel a katonai alkalmazásról szóló fejezetben külön foglalkozunk.



5. ábra.

Külön említést érdemel az SR.N4, amely jelenleg a világ legnagyobb méretű és teherbírású, folyamatos üzemben levő légpárnás járműve. Körvonalrajzát az 5. ábrán mutatjuk be, fő méreteit az 1. táblázat tartalmazza. Jelenleg négy ilyen jármű közlekedik rendszeresen a angliai Dover és a franciaországi Boulogne között. A négy, közel 6 m átmérőjű légsavart és a légpárnát előállító sűrítőt egy-egy 3400 LE-s Rolls-Royce Proteus gázturbina hajtja. A jármű háromméteres hullámváz esetén is még biztonságosan közlekedik. Rakománya 63-75 Mp lehet; így - különböző belső kialakításnak megfelelően - 254 személyt és 30 személygépkocsit, vagy 175 személyt és 34 személygépkocsit, illetve (a táblázatban feltüntetett) 600 személyt szállíthat. Ez utóbbi adat - ki nem mondva - a katonai alkalmazás lehetőségére utal.

Szovjet légpárnás járművek

A már említett angol, majd a francia kísérletekkel nagyjából egyidejűleg a Szovjetunióban is kezdtek foglalkozni a légpárnás járművek tervezésével és építésével. Néhány ilyen jármű adatait a 2. táblázatban mutatjuk be.

| Megjelölés | Geometriai méretek | | | η | Súly Mp | Párna- nyomás kp/m ² |
|-------------------|--------------------|----------------|---------------------------|--------|------------|---------------------------------------|
| | hosszúság m | szélesség m | felület m ² | | | |
| Neva | 17,3 | 6,6 | 87 | 0,74 | 12,5 | 140 |
| Raduga | 9,4 | 4,12 | 30 | 0,77 | 3,5 | ? |
| Szormovics | 26,5 | 10 | 230 | 0,87 | 30 | 150 |

| Megjelölés | Teherbírás | | Motorteljesítmény LE | | Fajlagos teljesítmény LE/Mp | Sebesség Km/h |
|-------------------|------------|----|----------------------|------|-----------------------------------|------------------|
| | fő | Mp | emelő | toló | | |
| Neva | 38 | 4 | 2x215=430 | 285 | 57 | 50 |
| Raduga | 5 | - | 215 | 215 | 123 | 110 |
| Szormovics | 50 | 6 | 2500 | | 83 | 120 |

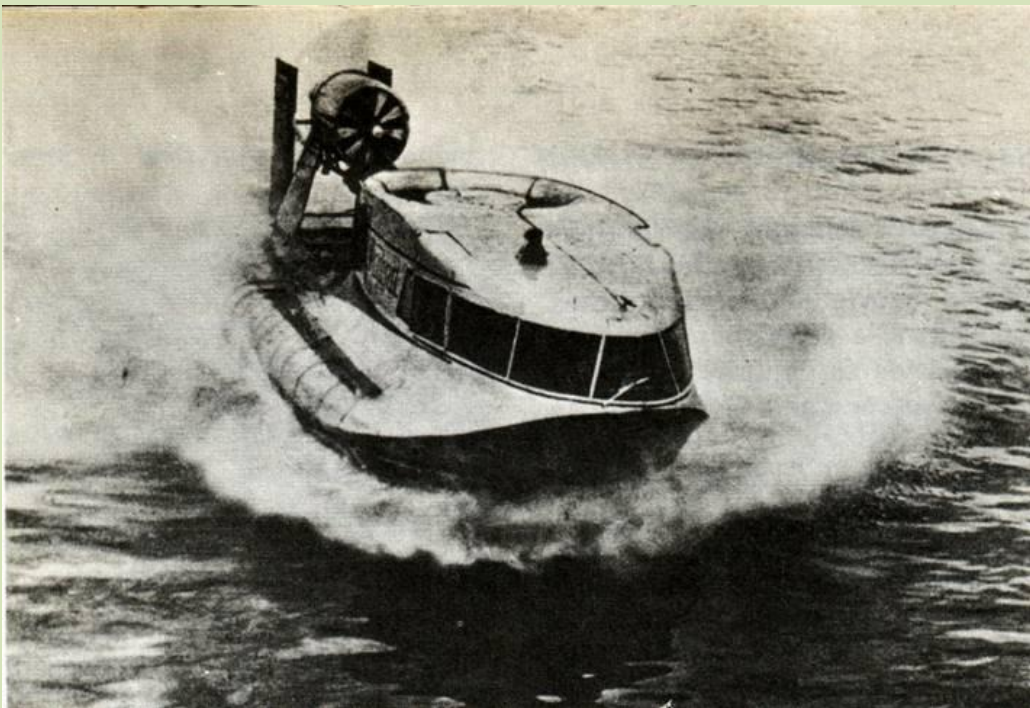
2. táblázat

A *Neva* nevű kísérleti légpárnás hajót az Oroszországi Szovjet Szövetségi Szocialista Köztársaság Folyamhajózási Minisztériumának központi műszaki tervező intézete - az N. E. Zsukovszkijról elnevezett Központi Aerodinamikai Intézettel, valamint a leningrádi Víziközlekedési intézet elméleti hajózási tanszékével együttműködésben - tervezte. A járművet az utóbbi intézet kísérleti-kutató gyárában építették meg, és bocsátották vízre, 1962 augusztusában (6. ábra). A táblázatban szereplő adatokkal rendelkező járművet három darab négyütemű repülőmotor hajtja; külön-külön a légpárnát előállító két légsűrítőt, és külön a hajtó légsavart. Ez a megoldás igen előnyös, mivel egyszerű gépészeti berendezést igényel. A levegőszállítás - 110 m³/s - és a párnanyomás értéke is meglehetősen nagy; ennek ellenére a lebegési magasság mindössze 50-80 mm.



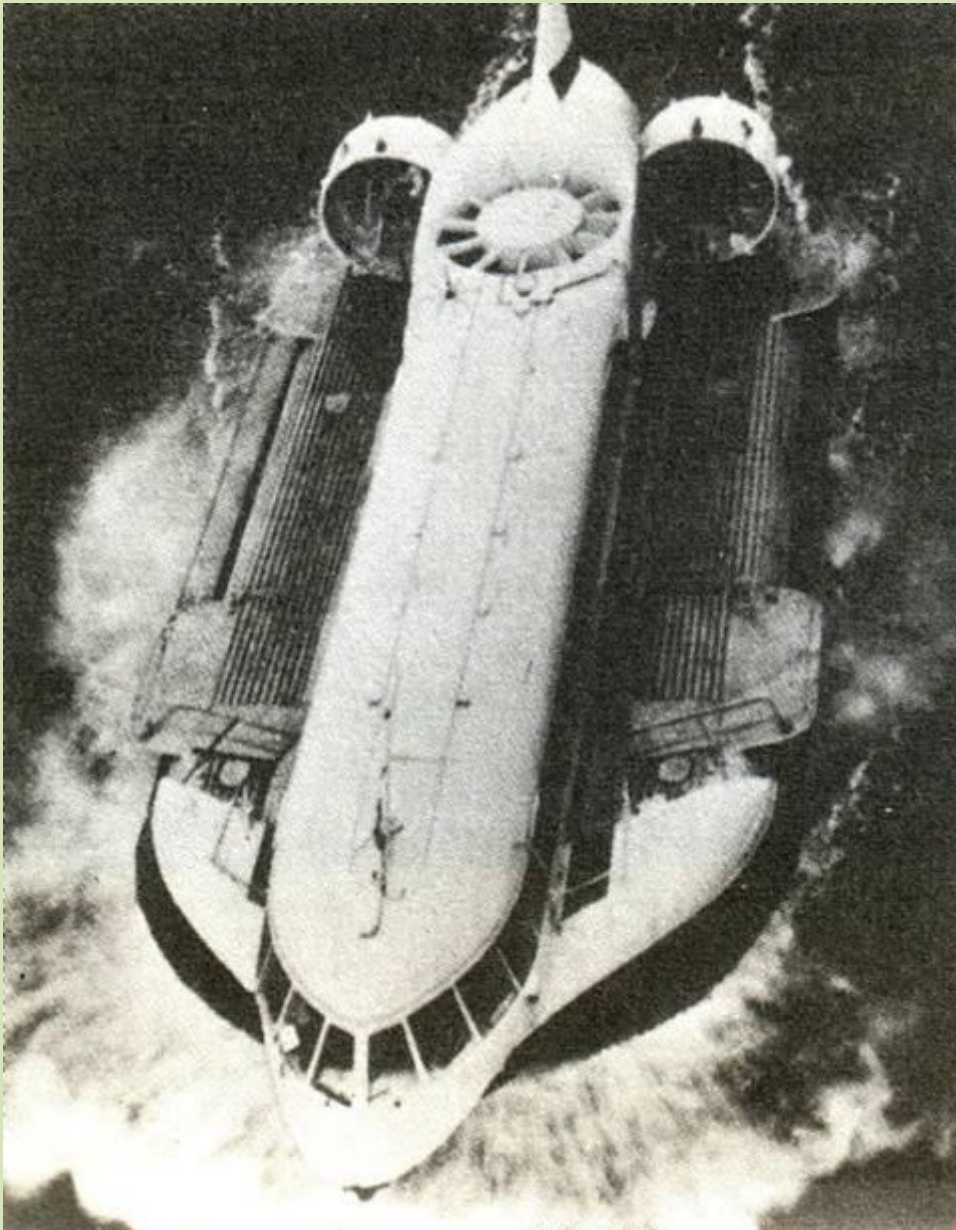
6. ábra.

A következő szovjet kísérleti légpárnás jármű a *Raduga* volt (7. ábra), amelyet a gorkiji Krasznoje Szormovo gyárban terveztek - a Központi Aerodinamikai Intézet bevonásával -, Gorkijban építették és bocsátották vízre 1962 szeptemberében. A légsűrítőt és a hajtó légcsavart szintén a Nevánál alkalmazott repülőmotorral hajtották meg. A lebegési magasság 150 mm, a maximális sebesség pedig 120 km/h volt.



7. ábra.

A Nevával és a Radugával folytatott kísérletek tapasztalatai alapján tervezték és építették meg - ismét csak a Krasznoje Szormovo gyárban-a Szovjetunió ez idő szerinti legnagyobb légpárnás járművét. A *Szormovics* (8, ábra) 1965 novemberében futotta első próbaútját. Ennél a járműnél már egy központi hajtóművet alkalmaztak - előbb 1800, majd 2500 LE teljesítményű, Ivcsenko-féle AI-24 típusú gázturbinát. Ez hajtja megfelelő áttételek útján a légpárnát előállító sűrítőt, és a két darab Kort-gyűrűs toló légcsavart. A folyami közlekedésre tervezett jármű 1,2 m-es hullámmagasság mellett is 120 km/h sebességgel haladhat; csúcsebessége 140 km/h. Légpárnája az előző járművektől eltérően nem egyszerű kamrás, hanem úgynevezett gyűrűs szerkezetű (részletes ismertetése a következő fejezetben). A Szormovics 1970 óta rendszeresen bonyolít le utasforgalmat a Volgán és az Oka folyón, az egymástól mintegy 100 km-re fekvő Gorkij és Pavlovo városok között. (A jármű egy érdekes működő modelljének képét a 38. ábrán mutatjuk be.)



8. ábra.

Néhány más megoldás

Az eddig ismertetett járművek - a Ch. S. Cockerell-féle SR.N1-et, valamint a Bertin-féle Terraplane BC-4-et kivéve - annyiban hasonló jellegűek, hogy a légpárnát külön légsűrítő állítja elő, és a továbbítást is külön toló vagy húzó légcsavarral oldják meg.

A tervezők azonban más megoldásokat kerestek. Oka, hogy a légcsavar bizonyos sajátos zajforrást jelent, emellett hatásfoka sem megfelelő. A kísérletezés során az angol Britten-Norman cég 1966-ban bocsátotta próbaútra a „suttogó” hajónak nevezett, CC 3 jelű (a Cushioncraft = légpárnás jármű kifejezés rövidítése) konstrukcióját. Ennek érdekessége, hogy a Rolls Royce motorral hajtott két darab radiális (sugárirányú - lásd a következő fejezetben) légsűrítő közül az egyik a légpárnát állítja elő, a másik pedig a reaktív tolóerőt szolgáltatja (9. ábra). Egy továbbfejlesztett változatában - a 6-8 főt szállító CC 5-ben - az emelő és továbbító légnymást kis nyomású repülőgép-gázturbinával állítják elő. Ezek a járművek kételtűek.



9. ábra.

A kizárólag vízi közlekedésre szánt légpárnás járműveknél előnyös a kis ellenállású, vízbe merülő stabilizáló felületek alkalmazása. Ezzel a váratlan oldalszél kellemetlen hatása elkerülhető. A Hughes Tool Co. cég az amerikai tengerészet számára 1959-ben szerkesztett Hydrostreak XHS-1 típusú járművének a két merev oldalfallal egyben a légpárnát is lezárta (10. ábra). Elöl és hátul ugyanezt a feladatot vízfüggönnyel oldották meg. A 2 Mp összsúlyú jármű hajtását először egy 80 LE-s motorral és a vízfüggöny irányításával gondolták megoldani. Ez azonban elégtelennek bizonyult, s az átalakított változatban egy másik 80 LE-s motorral hagyományos hajócsavart hajtának. Az így elért sebesség 43 km/h.

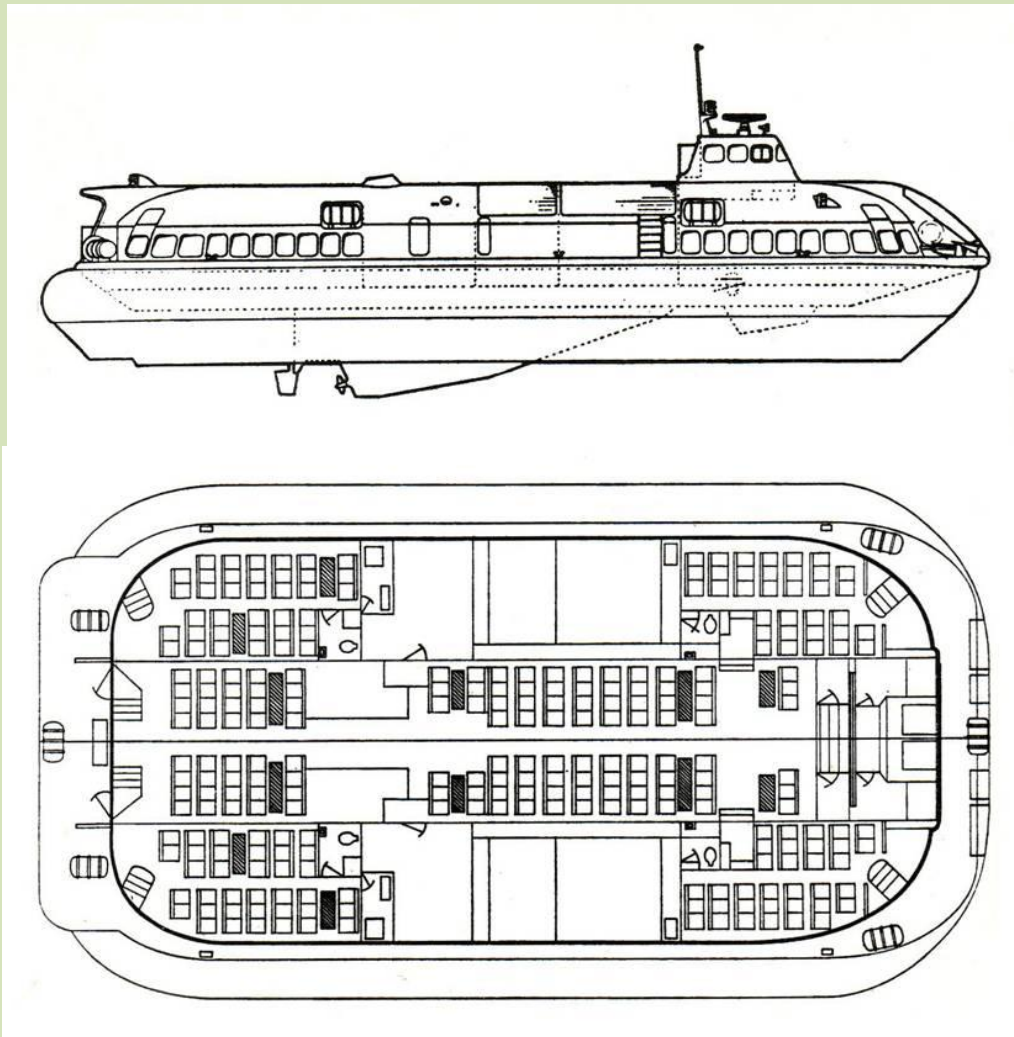


10. ábra.

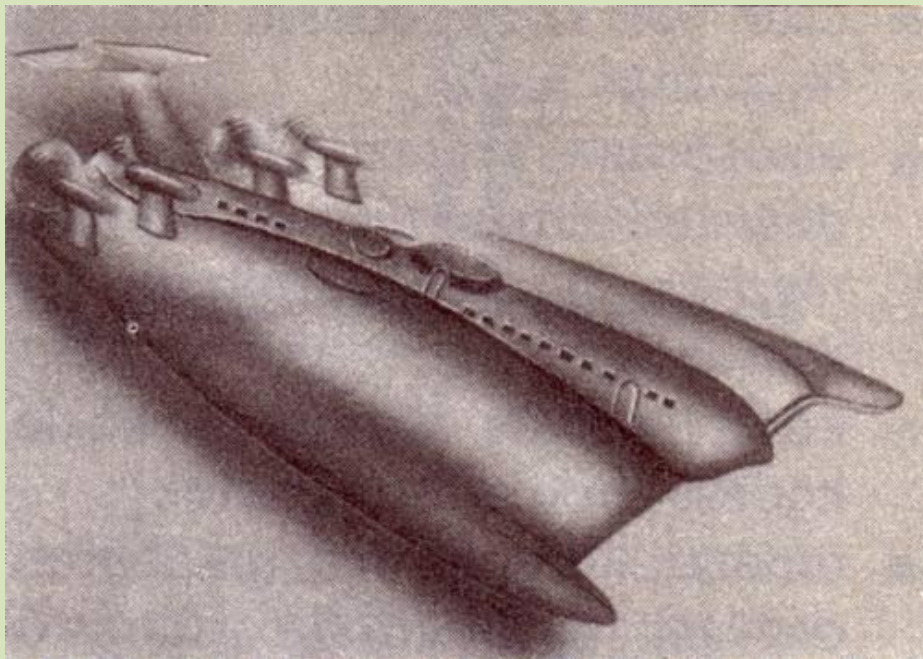
A félig kétéltű légpárnás járműveknél is célszerű a stabilizáló felületek alkalmazása. A napjainkban forgalomban levő legnagyobb ilyen járművet az angol Vosper Thornycroft cég építette, VT 1 jelzéssel (11. ábra). Hossza 29,54 m, szélessége 13,26 m, lebegési magassága 1,14 m, merülése (a fedélzettől mérve) 2,97 m, a légpárna magassága 1,68 m. Üzemi súlya 90 Mp, ebből 22 Mp a hasznos terhelés, és maximálisan 12 tonna üzemanyagot vihet magával. Normál utazósebessége 63 km/h, a maximális 74 km/h. 1971 óta négy darabot helyeztek üzembe belőlük, kompszolgálatra; a szállítható utasok száma 270 fő. A légpárna előállítását és a két csavar hajtását két db 2000 LE-s Lycoming gázturbina végzi.

Az eddig megépített és kipróbált, üzemben levő légpárnás járművekkel kapcsolatos tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a méretek növelésével viszonylag jobb hatásfok érhető el, tehát gazdaságosabbak. Természetesen azonnal felmerült az óceánjáró légpárnás járművek gondolata is. Eppen ezért befejezésül három ilyen érdekes tervet, illetve elképzelést ismertetünk - mindegyikük az Egyesült Államokból származik.

Elsőként említjük az amerikai járműkísérleti kutató intézet (Vehicle Research) elgondolását egy 100 Mp összsúlyú légpárnás óceánjáróról (12. ábra). Ezen belül a tervezett hasznos terhelés 40 Mp lett volna, az üzemanyagkészlet pedig 10 Mp. A két emelő- és a négy tolómotor összteljesítménye 10 000 LE. A technikai megoldás érdekessége, hogy merev szerkezetre gondoltak, úgynevezett „csatorna” emelőrendszerrel. Ennél a felhajtó erőt részben statikus úton (légpárna), részben dinamikusan (a sebesség révén) nyerik. (Egy ilyen megépült kisebb jármű modelljének kialakítását a 36. ábrán mutatjuk be.)

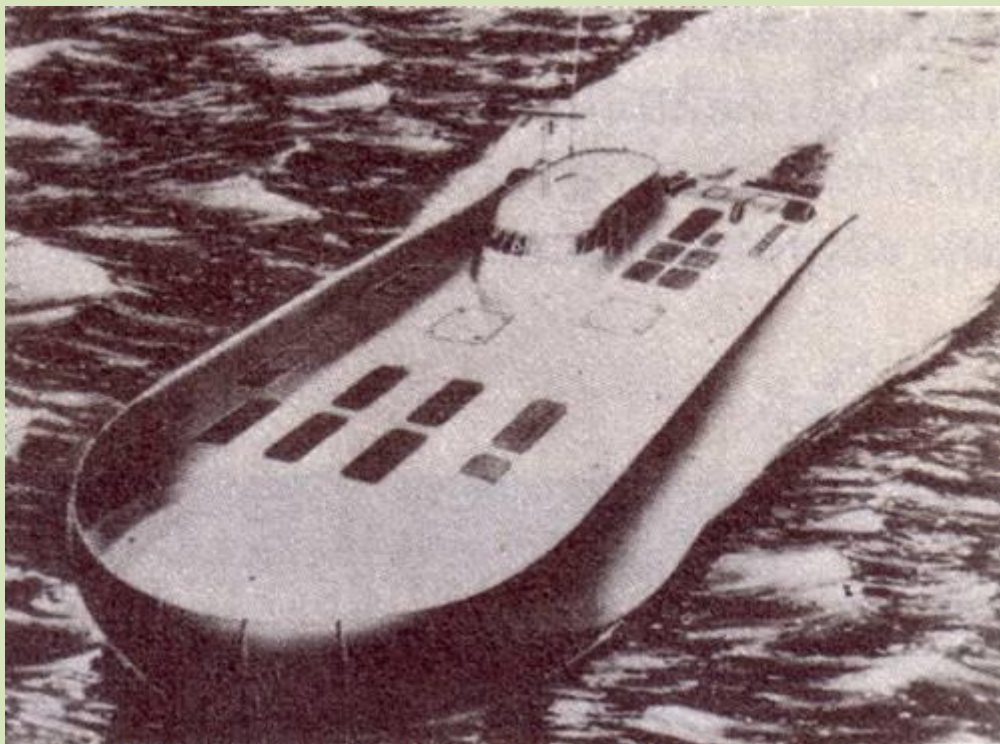


11. ábra.



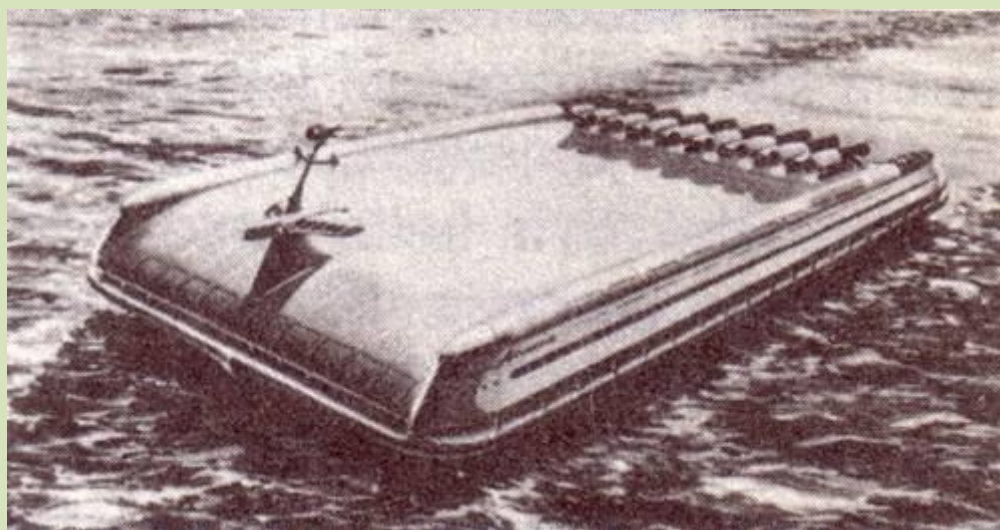
12. ábra.

Az 1960-as évek végén a Bell Aerosystems Company szintén foglalkozott egy 100 Mp-os óceánjáró légpárnás jármű tervével, amelyet SES (= Surface Effect Ship - felületi hatású hajó - az említett GEM kifejezés mintájára) elnevezéssel hoztak nyilvánosságra (13. ábra). A 22 m hosszú, és 10 m széles járművet három Pratt-Whitney Ft-12-es repülőgép-sugárhajtóművel üzemeltetnék; a légpárna előállításához ezek hajtánák a két vízi csavart.



13. ábra.

De a tervezők nem állnak meg az ilyen „kis” méreteknél. Szintén ez utóbbi társaság mutatta be elképzelését egy Atlantic elnevezésű légpárnás járműről, amely a legnagyobb hullámokkal szemben is érzéketlen lenne; összsúlya 10 000 Mp-ig terjedhet (14. ábra).



14. ábra.

Röviden foglaljuk össze, hogy a felhasználási területeket, a járművek rendeltetését és a szerkezeti kialakítását tekintve, eddig milyen jellegzetes légpárnás járműtípusok alakultak ki. Ezt a következőkben tehetjük meg:

- kétéltű, sík, szárazföldi és vízi közlekedésre egyaránt alkalmas járművek;
- csak vízi közlekedésre alkalmas légpárnás hajók;
- elsősorban szárazföldi közlekedésre alkalmas, részben kerekes, részben légpárnás (hibrid) járművek;
- kötött pályás légpárnás közlekedési eszközök (vonatok);
- teherszállító és mozdatóberendezések: légpárnás utánfutók (trélerek) és rakodólapok.

Ezek közül a járművek közül –a kötött pályások kivételével- valamennyi számításba jöhet katonai alkalmazásra, a következő feladatok végrehajtására:

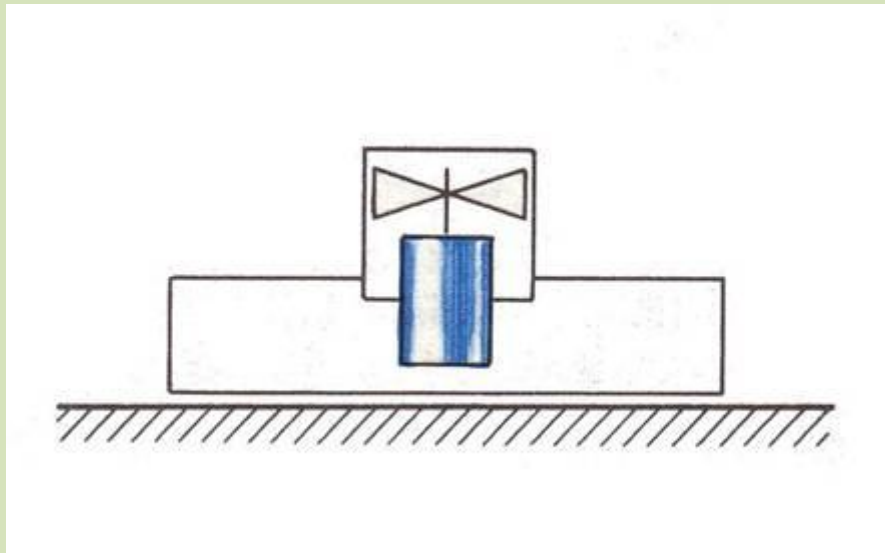
- kis létszámú, 2-6 fős csoportokat szállító parancsnoki, felderítő vagy járőrszolgálati járművek;
- közepe, kb. 30 fős kötelékek szállítására, átkelő és partra szállító (deszant), valamint utánpótlást szállító járművekként;
- nagy méretű, nehéz járművek, általában csak vízi szállításra, például kompszolgálatra;
- különleges járművek speciális feladatokhoz.

Ezekkel a kérdésekkel a következőkben még részletesen foglalkozunk.

Hogyan működik a légpárna?

A légpárna technikai megoldása tulajdonképpen végtelenül egyszerű: ha egy szabadon felfekvő felület alá kis túlnyomással levegőt fújunk, akkor annak a levegőnek előbb-utóbb ki is kell jönnie a felület alól. Ugyanis ha a levegő olyan nyomást ér el, amely megegyezik a felületet terhelő külső nyomással, megemeli a felületet, és kiszökik alóla. Ha tehát huzamos lebegést akarunk elérni, nem kell mást tennünk, mint gondoskodni a megfelelő nyomású levegő folyamatos utánpótlásáról.

Hazánkban az Építők Szakszervezete Rózsa Ferenc Kultúrházában 1956 augusztusában megnyílt első Országos Amatőr Műszaki Modellező Kiállításon látott a közönség első ízben légpárnás „modellt”. Abban az időben jelentek meg a szaklapokban az első híradások erről az új technikai megoldásról. A „modell” kifejezést azért tettük idézőjelbe, mert csupán az elvi működést szemléltető, igen egyszerű kis berendezés volt látható. Keresztmetszetét a 15. ábrán látjuk.

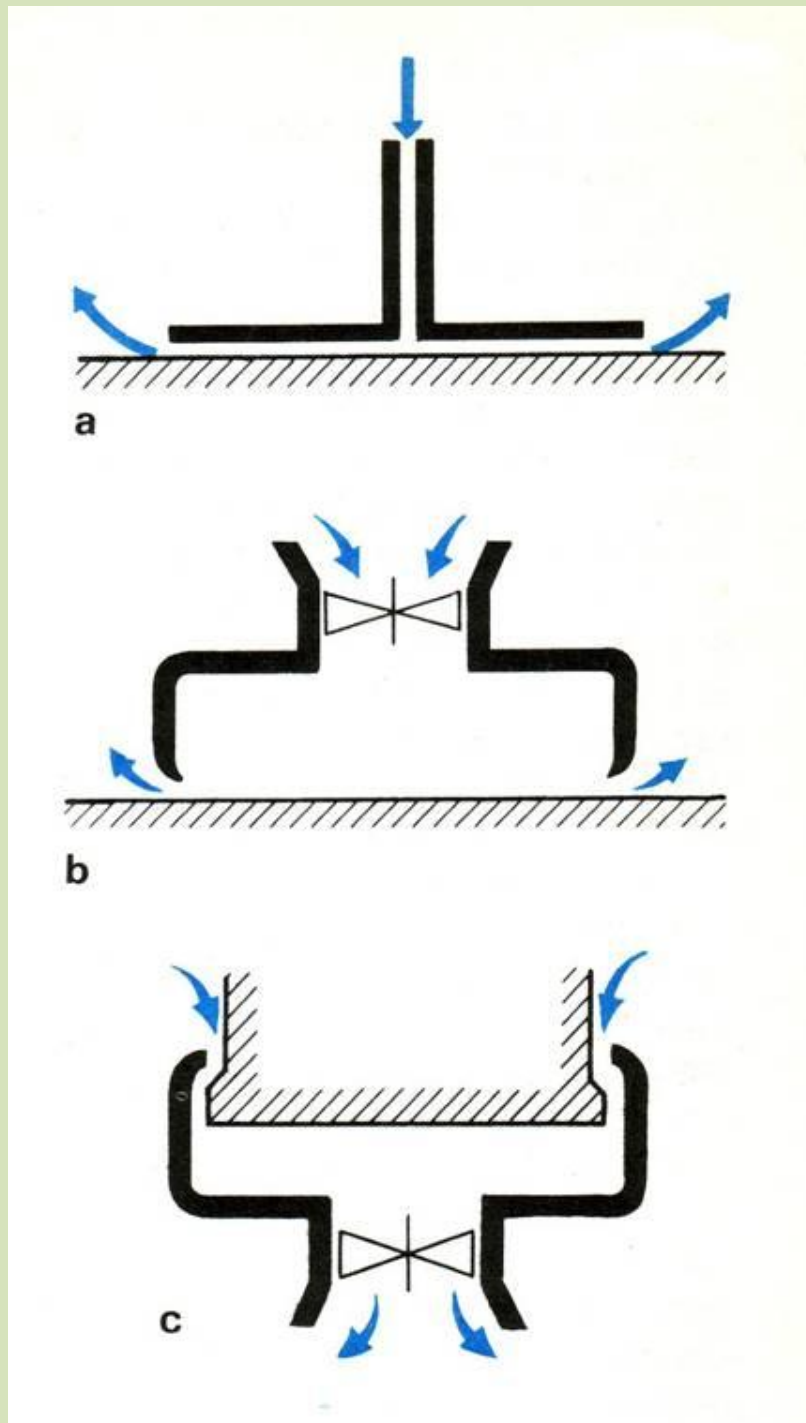


15. ábra.

A modell törzse egy, szájával lefelé fordított fotópapíros doboz volt - 14x20 cm alapterülettel -, s ennek pontosan a közepén egy kb. 5 cm átmérőjű nyílásba egy rövid papírhengert szorítottak. Ezen keresztül szívta be egy kis villamos motorral hajtott szélkerék (propeller) a levegőt. Ez a primitív szerkezet nem működött tökéletesen: elsősorban a levegő az alsó perem mentén nem egyenletesen távozott, s ezért először a motort kellett az eredeti megoldásnál sokkal komolyabban rögzíteni (erős cérnával kikötve), majd az egész berendezést megfelelően egyensúlyozni, felragasztott lemezdarabkákkal. Az asztalra sem feküdt fel egyenletesen, s ezért később üveglapra helyezték, amelynek billentésével már bizonyos „irányítást” is el lehetett érni. A nem kielégítő működés legfőbb okai: a stabilitás hiánya, a levegő terelésének, és az ún. „szoknyának” a hiánya, a ki nem egyenlített forgatónyomaték, valamint a szívónyíláson visszaáramló viszonylag nagy mennyiségű levegő. Ezekkel a kérdésekkel a továbbiakban részletesen foglalkozunk.

Az eddig kialakult légpárna alaptípusokat a 16. ábrán foglaltuk össze.

A légpárnás járművek kifejlesztése során először az a) ábrán látható, úgynevezett *nagynyomású légpárnával* kísérleteztek. Ennél a pontosan síkra megmunkált felületek közé néhány (1 ... 7) kp/cm² nyomással levegőt fújnak, és így néhány tized (0,25... 0,5) mm vastag levegőfilm keletkezik. Ezt az elképzelést az Egyesült Államokban 1950-ben hozta nyilvánosságra a Ford Motor Co., és egy egyszemélyes, acéllemez körpályán futó modellt is készítettek. Nyilvánvalóvá vált, hogy ez a megoldás csak kötött pályás járműveken alkalmazható; ebben az irányban készítették is a további terveket, mivel azonban nem vált be, a kísérleteket 1962-ben abbahagyták. A sűrített levegő ugyanis nem gazdaságos energiahordozó, sok a hőveszteség; a fajlagos teljesítményszükséglet a rossz hatásfok miatt - csupán a lebegtetéshez - igen nagy (kb. 60 LE/Mp) volt.



16. ábra.

A b) ábrán vázolt nyitott kamrás légpárnás járművekről az első elképzelések az ötvenes évek közepén jelentek meg. Ennél a kamrába befűjt nagyobb mennyiségű, de kisebb nyomású levegő viszonylag egyenletes kiáramlást tesz lehetővé. A kezdetben függőleges, merev falat később rugalmas anyagból készült, úgynevezett „szoknyával” látták el, hogy a levegő kiáramlását csökkentsék. Ez a megoldás egyúttal lehetővé teszi a jármű lebegését egyenletlen felszín felett is. Ezen az úton indult el mind az angol, mind a francia fejlesztés, mégpedig a szabad pályás kételtű és kötött pályás járműveknél egyaránt. A legegyszerűbb kivitelű nyitott kamránál a teljesítményigény már csak 30...40 LE/Mp, a levegő nyomása pedig , csupán 0,01 ... 0,02 kp/cm², azaz egy-két század atmoszféra!

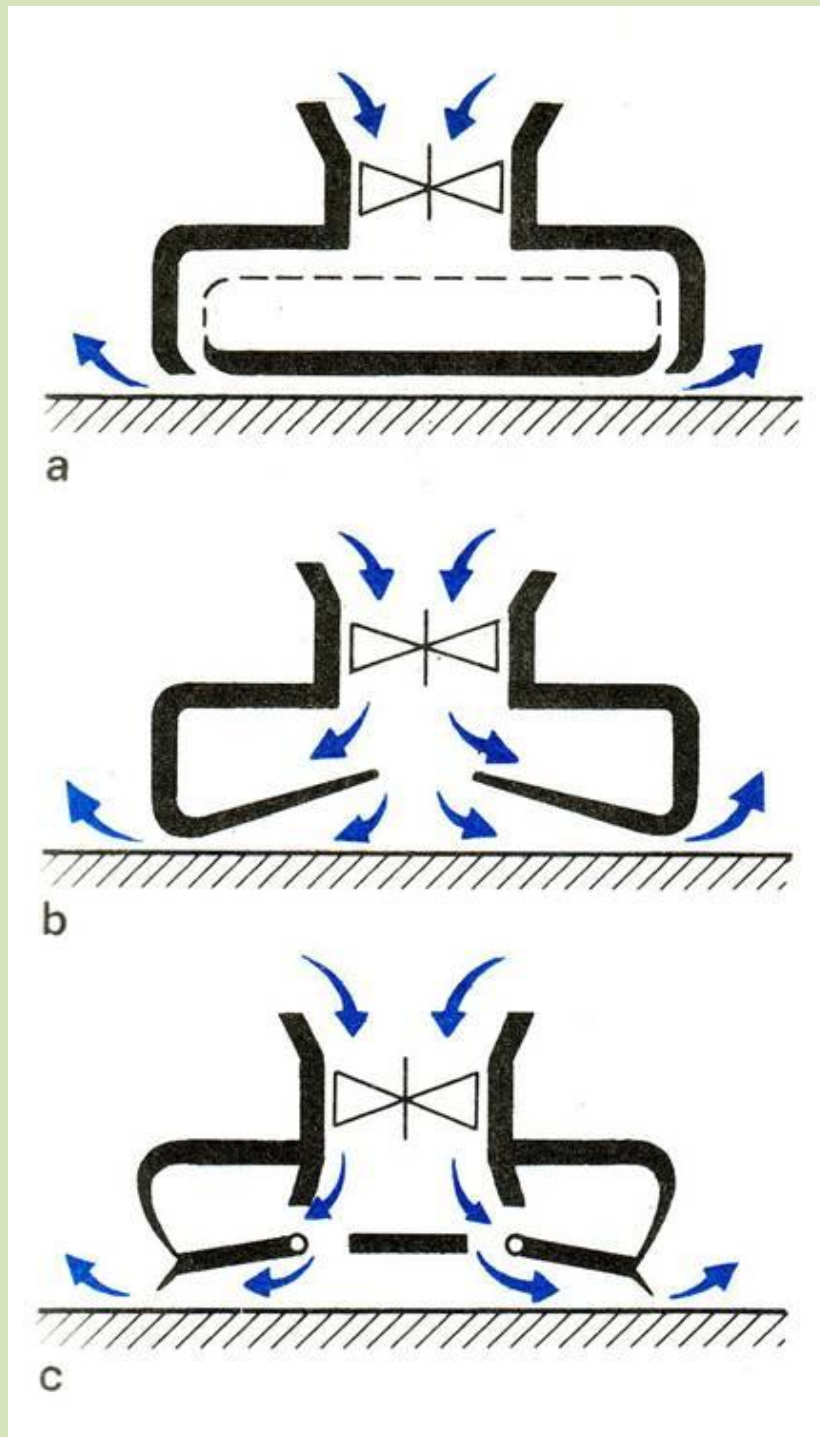
Csupán a teljesség kedvéért és érdekessége miatt említjük meg a harmadik alaptípust, a c) ábrán látható, ún. negatív légpárnát. Ennél a megoldásnál gerendára függesztett kamrában légritkítást állítanak elő, s az ennek következtében beáramló levegő lebegteti a járművet. Természetes, hogy ez a megoldás csakis kötött pályás járműveknél alkalmazható: a francia URBA típusú városi függővasútnál kísérleteznek vele.

Bennünket a szabad pályás, kamrás típus érdekel. Hogy az így jól működő járművet milyen egyszerű kivitelben lehet megépíteni, arra egy példát a 17. ábrán mutatunk be. A kétszemélyes járművet az angol Mike Pinder tervezte 1973-ban; súlya; mintegy 170 kp, legnagyobb sebessége szárazon és vízen kb. 50 km/h. Ára alacsonyabb mint egy kis kétszemélyes gépkocsié (Angliában igen elterjedtek a háromkerekű kiskocsik); a két darab beépített motorkerékpár-motor közül az egyik a légpárnát állítja elő, a másik a toló légsavart hajtja. Az ábrán jól látható a sűrítő lapátkereke, valamint az egyszerű kivitelű szoknya elrendezése.



17. ábra.

A nyitott kamrás légpárnás járműveknek azonban két hiányossága van: a viszonylag nagy fajlagos teljesítményszükséglet és a kicsiny stabilitás. (Ez utóbbi kérdés főleg a szabad pályás járműveknél jelentős, hiszen a kötött pályásoknál mód van az oldalirányú stabilizáláshoz külön légpárnák elhelyezésére.) A további kísérletek folyamán került sor a (nem teljesen helyes kifejezéssel elnevezett) zárt kamrás járművek kifejlesztésére. Ezek néhány típusát a 18. ábrán mutatjuk be.



18. ábra.

A hatásfokot javítani lehet, ha a kamra alját középen az a) ábra szerint lezárjuk. Ilyenkor a levegő a perem mentén, az aerodinamikailag helyesen kiképzett - felülnézetben gyűrű alakú - csatornán lép ki. A levegő egy része a fenéklemez alá áramlik, és bizonyos felhajtóerő-többletet állít elő; ennek következtében a lebegési magasság is megnő, s ez a szabad pályás járműveknél jelentős előny. Tekintve, hogy ekkor a kamra térfogatának már nincsen olyan jelentősége, mint a szabad kiömlés esetén, mód nyílik arra, hogy (az ábrán szaggatott vonallal berajzolt) úszótestet benne elhelyezzék. Így egyszerű megoldással biztosítható a kételtű (vagy csak vízi) járművek úszóképessége a motor leállása esetén.

A zárt kamra egy másik típusát - a b) ábra szerint - az Egyesült Államokban fejlesztették ki, rugalmas fenékkal. Ennél a stabilabb lebegtetéshez bizonyos önszabályozó, külső és belső nyomáskülönbséget hasznosítanak. Az ilyen megoldás az alsó perem mentén fényegesen érzékenyebb a sűrűlódás okozta kopásra, mint az előbbieik. Mivel azonban elsősorban kötött pályás járműveknél tervezik alkalmazni, ott ez a kérdés nem túlságosan jelentős.

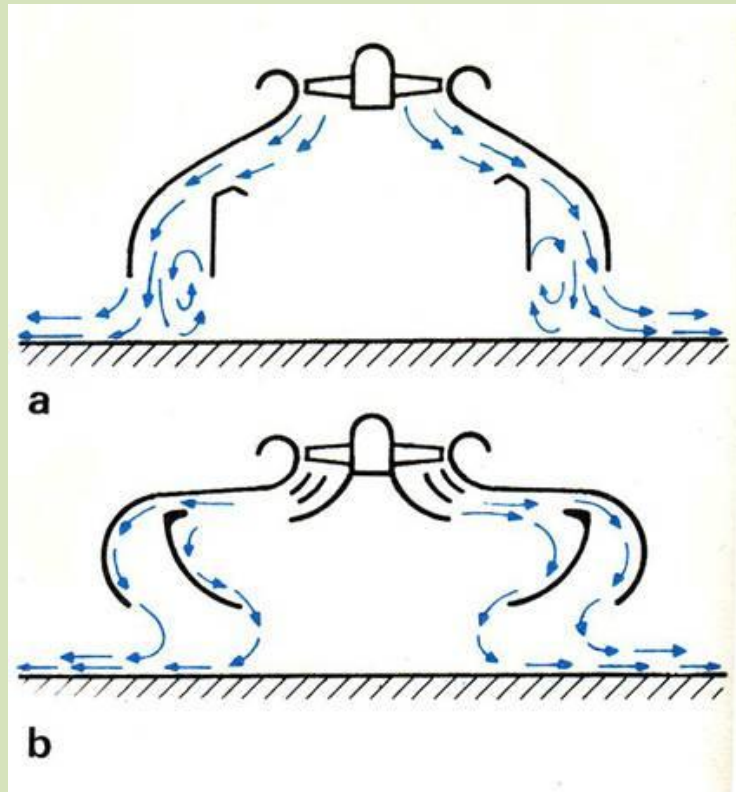
Az említett hátrányt a franciák a c) ábra szerinti megoldással igyekeznek kiküszöbölni. A kényes sarokpontra kis szoknyát erősítenek, továbbá csak az oldalfalat alakítják ki rugalmas anyagból: a fenék szabad mozgását a csuklók körül elforduló lapokkal teszik lehetővé. Ezt a légpárnát is elsősorban a kötött pályás járműveken alkalmazzák - például az Aérotrain cég Tridim szerelvényénél -, azonban az ún. „K” típusú légpárna szabad pályás járművekhez is alkalmas.

Igen tanulságos a 18. ábraszorozatot a 16/b ábrával összehasonlítani. Ennek során azt látjuk, hogy egy viszonylag - és elsősorban elméletileg - igen egyszerű megoldás miként válik a gyakorlat követelményei, igényei alapján fokozatosan mind bonyolultabbá: először nyitott kamra merev oldalfallal, majd szoknyával, utána zárt kamra kerületi kiömléssel, később rugalmas fenékkal, végül olyan szerkezet, amely rugalmas és mozgó alkatrészeket egyaránt tartalmaz. Csupán megjegyezzük: egyáltalában nem biztos, hogy ez a fejlődés helyes útja...

Itt ki kell térnünk még néhány kérdésre.

A 16/b és a 18/a ábrát figyelmesen megtekintve láthatjuk, hogy mind a nyitott, mind pedig a zárt kamránál alul az oldalfal befelé hajlik - azaz be van húzva -, függetlenül attól, hogy merev vagy rugalmas anyagból készült-e. Erre két okból van szükség: a stabilitás emelése és a lebegési magasság növelése miatt. Van egy bizonyos - különböző tényezőktől függő - optimális szög, amely mellett a lebegési magasság a legnagyobb. Elméletileg ez az érték 60° körül van, s ezt a modell készítésénél is figyelembe kell vennünk.

A stabilitással kapcsolatban megjegyezzük, hogy valamely légpárnás járművet akkor nevezünk stabilnak, ha az képes nyugodtan egy helyben lebegni. Ez egyszerű nyitott kamrával - még rugalmas szoknya esetén is - nehezen érhető el, s ezért már ott is próbálkoztak különböző megoldásokkal. Ilyeneket mutatunk be - a Bell Aerosystems Co. szabadalmi rajza alapján - a 19. ábrán. Az a) ábra szerint a légsűrítőn áthaladó, és a centrifugális erő következtében kifelé tartó légáramot úgynevezett stabilizáló kamrába vezetik; a b) ábrán vázolt esetben pedig erőteljesebben terelik, és meg is osztják. A levegő kényszerpályán történő áramlását a nyilak mutatják. Ezt a két megoldást első sorban azért említettük, mert egyszerű kivitelű modelleknél jól felhasználhatók.



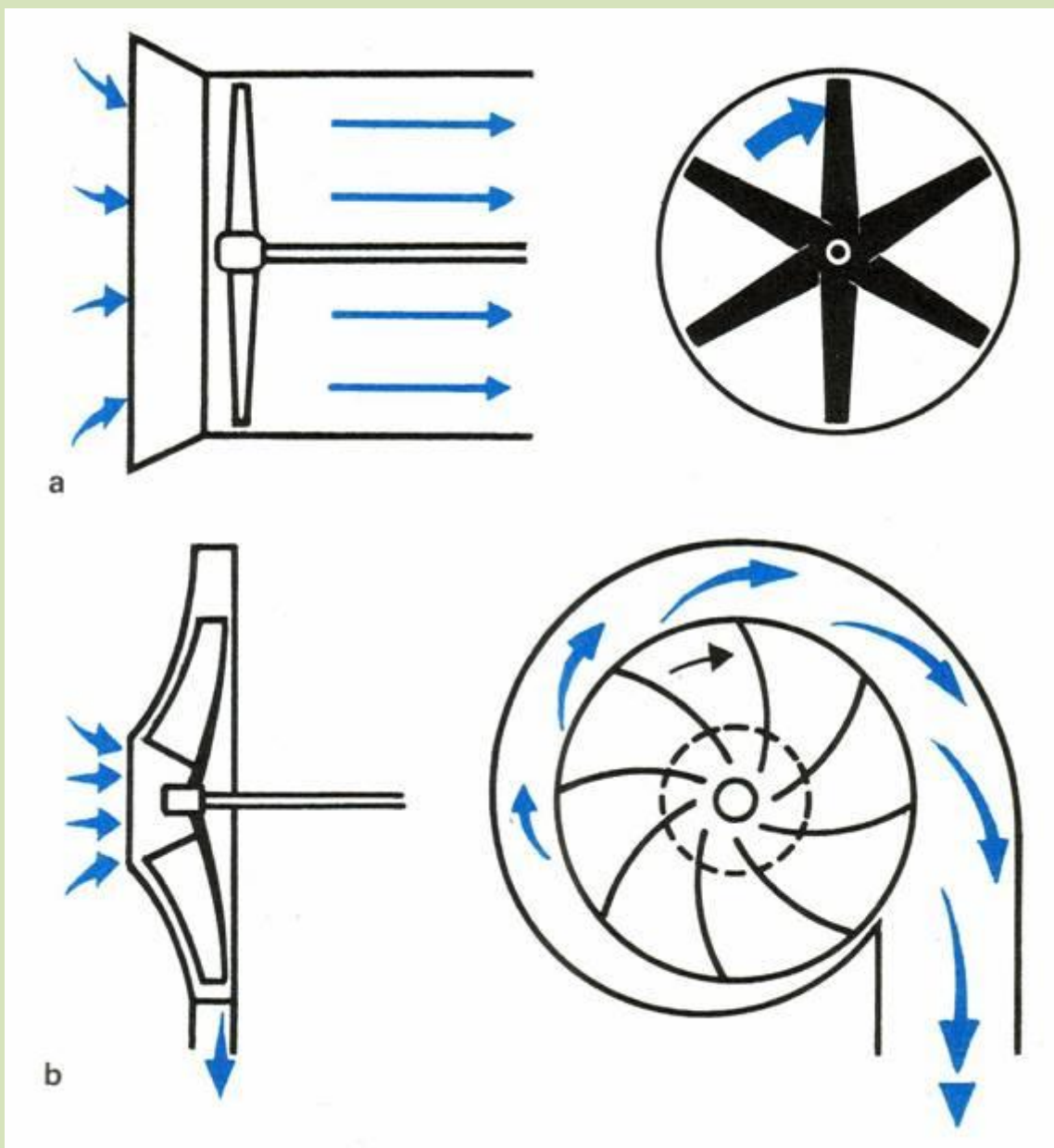
19. ábra.

A stabilitással kapcsolatban megemlítjük még, hogy ezt elsősorban a perem mentén egyenletesen kiömlő levegő biztosítja. Ezért elméletileg a kör alakú légpárnás jármű lenne az ideális megoldás. Valóban, az említett C. Weiland egyik első terve ilyen volt, és Ch. Cockerell SR.N1 típusjelű járműve sem sokkal tért el ettől. A gyakorlat követelményeinek azonban ez a geometriai forma nem felel meg (elsősorban szárazföldön, de a rakodási, beszállási nehézségek miatt is), és ezért a mai járművek hosszúság alakúak. Mint az 1. és 2. táblázatból látható, a szélesség és a hosszúság aránya kb. 1:2 - a komphajóknál ennél inkább kisebb, míg a gyors, kis méretű járműveknél (így a katonai járműveknél is) nagyobb. A szélesség túlzott csökkentése a stabilitás rovására megy, és ezért jelenleg csak a hibrid járműveknél sikerült elfogadható értéket elérni.

Néhány szót kell szólnunk a légpárnás járművek *teljesítményszükségletéről* is. Ezt a tényezőt azonban ketté kell választanunk: a lebegtetéshez, valamint a hajtáshoz, illetve irányításhoz szükséges teljesítményre. (Az ilyen elválasztás csak a szabad pályás járműveknél helytálló, mivel a kötött pályás járműveknél - a megoldás technológiája következtében - a lebegtetés és az iránytartás teljesítményszükségletét szükségképpen össze kell vonni.)

Az előbbieken említett, különböző kamratípussal rendelkező vízi és kételtű légpárnás járművek lebegtetéséhez napjainkban 25...65 LE/Mp teljesítményre van szükség. A hajtás teljesítményigénye a kívánt sebességtől függ. Az ilyen járművek szempontjából reálisnak tekinthető 100... 150 km/h sebességhatárral kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy a felső érték környezetében a teljesítményszükségletük már ma is megközelítően azonos a gépkocsi és a repülőgép igényével; ez 90...150 LE/Mp között van. Alacsonyabb sebességtartományban a gépkocsi gazdaságosabb, a repülőgép azonban - különösen a helikopter, amelynek helyettesítésére a légpárnás jármű több területen is alkalmas lehet - gazdaságatlanabb. A várható technikai fejlődés ezeket az arányokat még módosíthatja a légpárnás járművek előnyére.

Végül a légpárna előállítására szolgáló légsűrítőkkel is foglalkoznunk kell. A kis nyomású kamrás járműveknél ez a feladat - a „nagy” és a modelltechnikában egyaránt - viszonylag egyszerű berendezéssel, úgynevezett ventilátorral megoldható. Ez az elnevezés a közismert szellőztető, légfrissítő szerkezetekre utal, és felépítés tekintetében a légpárnás járműveken alkalmazott készülékek sem nagyon térnek el az előbbiektől.



20. ábra.

A működési mód alapján két különböző ventilátorról beszélhetünk, amelyeknek a sematikus vázlatát a 20. ábrán mutatjuk be. Az a) vázlaton a közismert megoldás látható, amely a levegőt egy hengeren át tengelyirányban szívja. Ezért nevezik axiális ventilátornak (a latin axis szó = tengely). A gyűrűvel vagy csővel körülvelt ventilátorok járókereke (szélkeréknek is mondják) állandó emelkedésű szárnyakkal készül, és ezért ezek kifelé vékonyodnak. (Modellkivitelben - mint majd látják - más megoldást célszerű alkalmazni.)

A b) ábrán a radiális ventillátort (a latin radius szó = sugár) mutatjuk be. Ez a tengely közelében szívja be a levegőt, ez utóbbi a lapátok közé kerül, majd a forgás miatt a centrifugális erő az úgynevezett csigaházba szorítja ki. A csigaház fokozatosan növekvő keresztmetszetű cső, és ennek kiömlőnyílásán távozik a sűrített levegő: (A beömlőnyílást a szemből nézeten szaggatott vonallal ábrázoltuk.) A modelltechnikában egyszerűbb kivitel is megfelel.

Felhívjuk olvasóink figyelmét, hogy a légpárna mechanikájával részletesen foglalkozik Öveges József: *A fegyverek fizikája* (Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1972.) című munkája. A könyv a modellezők számára fontos fizikai alapfogalmakról is részletesen tájékoztat.

A légpárna járművek katonai alkalmazása

Már a légpárna jármű első sikeres bemutatkozásával egyidejűleg felvetődött a katonai alkalmazásának lehetősége. Erre utal többek között az egyik angol szaklapnak még az eredményes átkelés évében, 1959-ben, címlapon megjelent illusztrációja Ch. Cockerell SR.N1 típusjelű járművéről, amelyet a 21. ábrán mutatunk be. Ez a megoldás ma már - közel húsz év múltán - meglehetősen primitívnek minősül.



21. ábra.

Hogy a légpárna járművek katonai alkalmazásának lehetőségeit jól megítéljük, célszerű először összefoglalni nagy vonalakban előnyeiket és hátrányaikat általában, majd katonai szempontból. Ezt követően bemutatunk néhány tervezett és megépült járművet, valamint pár példát a légpárna különleges alkalmazására.

Előnyök és hátrányok

A légpárnás járművek legnagyobb előnye a közlekedési *felszíntől való függetlenség*, és ez egyben az új típusú jármű legfőbb jellemzője. Ha szabad pályás légpárnás járművekről beszélünk, általában kétéltű járművekre gondolunk. Ezek egyaránt képesek közlekedni szárazföldön és vízen; homokos, köves, magas, fűvel benőtt talajon, sőt akár vasúti pályán is; iszapon és mocsaras területen; sekély, hajóval nem járható vizeken, összefüggő, szabdalt vagy zajló jégen stb. Emellett a legtöbb légpárnás jármű a hosszának közel felével megegyező szélességű árkokon is képes áthatolni.

A légpárnás járművek további előnyös tulajdonsága, hogy az üzemük az *időjárástól, az évszakoktól, a meteorológiai viszonyoktól független* (kivéve az egyéb járműveket is akadályozó szélviharokat).

Ezek a járművek általában *önhordó könnyűszerkezetek*, amelyeknek a gyártási technológiáját (könnyűfémek, különböző szálakkal erősített műanyagok) a repülőgép-építésből vették át. A viszonylagos súly azonban itt még kisebb lehet, mint a repülőgépeknél, minthogy a légpárnás járművek (normális üzemben) általában egész felületük alatt egyenletesen vannak alátámasztva. Így az önsúlyukhoz képest a teherbírásuk nagyobb más járművekénél. Különösen áll ez a nagyobb méretű kompokra.

Az említett szerkezeti kialakításnak következménye, hogy *korrózióra kevésbé érzékenyek* mint a hajók, javításuk, karbantartásuk egyszerű, és nem igényelnek különleges berendezést (például dokkot).

A légpárnás járművek másik jelentős előnye - a felszíntől való függetlenség mellett, és éppen ennek következményeként - a viszonylag *nagy sebesség*. Ez a gyakorlatilag nulla értékű pályaelenállás eredménye. Megjegyezzük azonban, hogy a vízi járműveknél, illetve a vízen való haladás esetén jelentkezik bizonyos ellenállás, és a kétéltű járművek sebessége ilyenkor kb. 15-20%-kal kisebb, mint a szárazföldön. Ennek az az oka, hogy a jármű alatti vízfelület - a „támaszkodás” következtében - lesüllyed, tehát bizonyos mennyiségű folyadék-tömeg megmozgatására munkát kell fordítani.

A sebesség azonban így is jelentős, és a légpárnás jármű mellett nincs más vízijármű, amely 170 km/h sebességet érne el. Mint érdekességet jegyezzük meg, hogy a szárazföldi kötött pályás abszolút sebességi világrekordot is egy légpárnás jármű, az Aérotrain tartja, 428 km/h-val.

A pályaelenállás hiánya azonban nem csupán előnyt, hanem hátrányt is jelent. Így rátérünk ennek és a további kellemetlen jelenségeknek a tárgyalására.

Mint már említettük, a légpárnás járművek hajtását - minthogy nincs talajjellenállás - nem lehet a szárazföldi járműveknél használatos módon megoldani, s ezért a légi közlekedési technikában ismert légcsavaros vagy reaktív hajtást kell alkalmazni. Megjegyezzük, hogy a csupán vízi közlekedésre szánt légpárnás járműveknél a hajócsavaros hajtás előnyösebb.

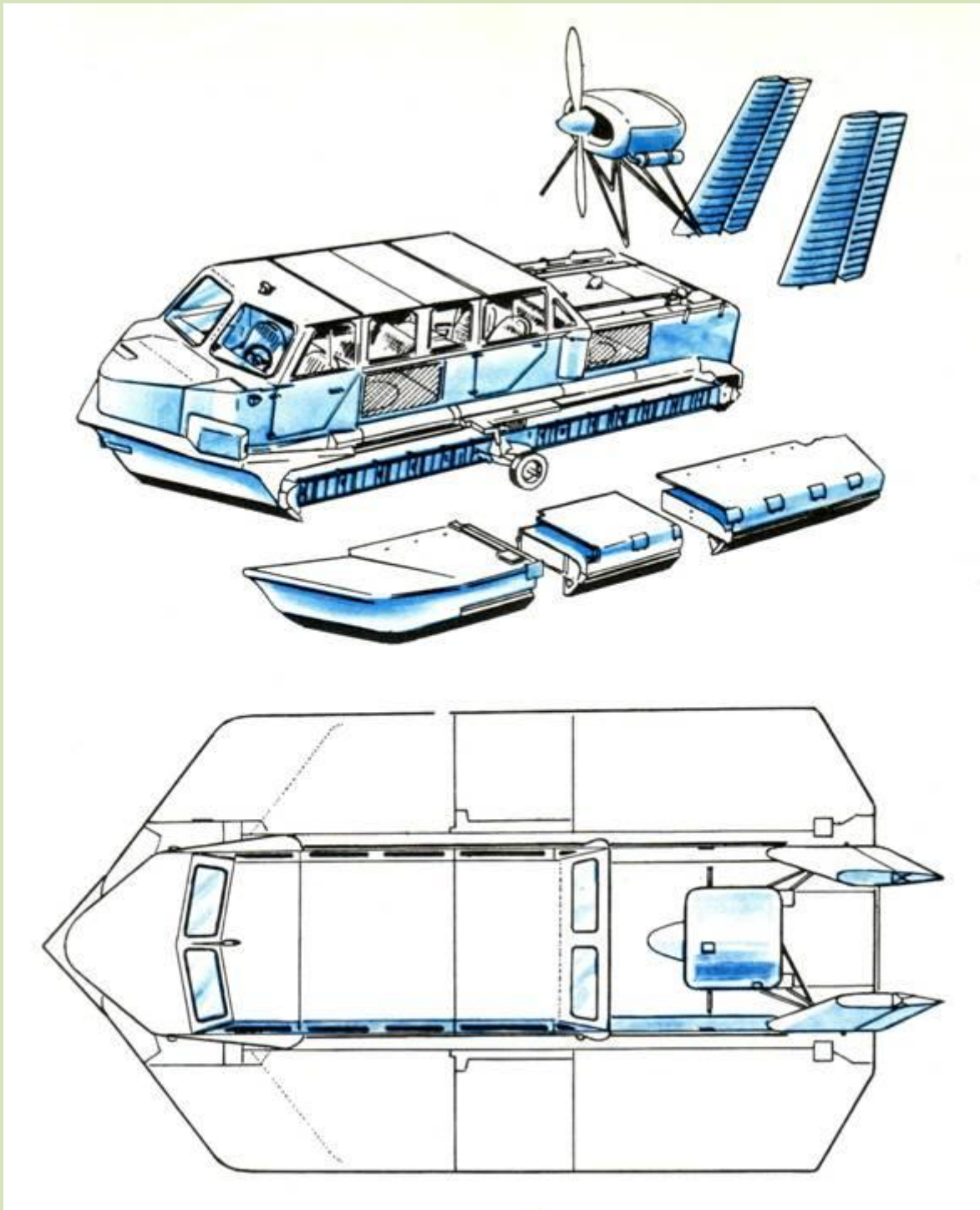
A súrlódás hiánya a kormányozhatóság, valamint a fékezés szempontjából is hátrányos. Így például 100 km/h sebesség mellett a fordulókör sugara 500-700 m, a fékút hossza pedig (a jármű technikai kialakításától, tömegétől függően) 150-250 m is lehet. A jármű iránytartását a legkisebb oldalszél is bizonytalanná teszi, s ez elsősorban a szárazföldön igen kellemetlen és balesetveszélyes.

További hátrány, hogy a mai teljesítményű hajtómotorokkal a légpárnás járművek legfejlebb 20°-os emelkedőn haladhatnak.

Minthogy a légpárnás járműveket jelenleg belsőégésű robbanómotorokkal hajtják, a környezetet jelentősen szennyezik. Folytak kísérletek villamos üzemű légpárnás járművek kifejlesztésére, azonban eddig csak a kötött pályásoknál értek el valamelyes eredményt. A légpárnás járművek azonban nem csupán a motorok égéstermékével szennyezik környezetüket, hanem igen nagy mennyiségű port, piszkot, szemetet is „fújnak fel”, juttatnak a levegőbe. Emellett a zajhatás is jelentős.

A légpárnás járművek energiaigénye is aránylag nagy. Így például a VA-3 típusjelű, 10 Mp súlyú jármű (lásd az 1. táblázatot) fajlagos üzem anyag-fogyasztása 113 km/h sebességen 735 l/100 km.

További hátrány a légpárnás járművek viszonylagos *igen nagy mérete*. Az 1. és 2. táblázatban közölt adatokból megállapítható, hogy a fajlagos felületszükséglet 4-7 m²/Mp, a bruttó járműsúlyt tekintve. Így például szárazföldön egy közepes (10 Mp körüli súlyú) jármű már egy teljes kétnyomú főutat vagy egy autópályán legalább két sávot igénybe vesz. A nagy méretek a szállíthatóságot gátolják. Az európai vasutakon az ún. rakszelvény szélessége általában 3150 mm, katonai szállítmányoknál kivételesen 3600 mm-re növelhető. Ezt a problémát úgy igyekeznek megoldani, hogy a járművet szétszerelhetőként építik meg: Egy példát látunk erre a 22. ábrán: a VA-2 jármű körvonalrajzát és felette a szállításhoz szétszerelt egységeket. Ez a jármű a VA-3 egyik előző, kísérleti prototípusa volt; teljes hossza 10,4 m, szélessége 5,2 m, magassága pedig 3,65 m. Szétszerelt állapotban a törzs középső részének legnagyobb szélessége kb. 2,75 m, így nemcsak vasúti, hanem közúti szállításra is alkalmas.



22. ábra.

Végül megemlítendő hátrány a légpárnás járművek magas előállítási költsége. Ez részint a felhasznált különleges anyagok, részint a kis sorozatban való építés és az ezzel kapcsolatos technológia követelménye.

Példaként megemlítjük, hogy egy SR.N4 komp építési költsége 1964-ben közel 1,7 millió angol font volt. A gyártó cégek ezen úgy igyekeznek segíteni, hogy típuscsaládokat alakítsanak ki azonos szerkezeti elemekkel.

A katonai szempontok

Mindenekelőtt azt hangsúlyozzuk, hogy a légpárnás járműveket - mint új típusú közlekedési, illetve harceszközöket - mind a polgári, mind a katonai alkalmazás területén abból a szempontból kell megítélnünk, hogy mennyiben alkalmasak valamely feladatnak az eddigieknél hatékonyabb megoldására, illetve - meglévő eszközök mellett - milyen új feladatokat képesek teljesíteni. A légpárnás járművek katonai alkalmazását elsősorban a jó terepjáró képességük, a nagy sebességük és a kételtűségük indokolja. Igen alkalmasak felderítésre, kisebb kötelékek gyors, meglepésszerű mozgatására, valamint utánpótlás szállítására.

Így például folyón való átkelésnél a légpárnás deszantjárművek hátul, az ellenségtől viszonylag távol előkészíthetők; hosszabb utat is gyorsan megtehetnek a folyóig, és különleges műszaki előkészület és megállás nélkül kelhetnek át a vízi akadályokon. Legfeljebb arra lehet szükség, hogy a folyómeder partfalát a leereszkedéshez lerobbantsák. Ez azonban rejtve előkészíthető, és az utolsó pillanatban, a már mozgásban levő járművek előtt hajtható végre.

A légpárnás járműnek a felszíntől való viszonylagos függetlensége következtében a fajlagos talajnyomás igen kicsi; ez katonai szempontból jelentős előny. Az összehasonlítás érdekében felsorolunk néhány fajlagos talajnyomás-értéket:

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| kerekes járművek | 1,5-3,0 kp/cm ² ; |
| lánctalpas járművek, harckocsik | 0,5-0,8 kp/cm ² ; |
| gyalogos ember | 0,3-0,6 kp/cm ² ; |
| légpárnás járművek | 0,015-0,02 kp/cm ² . |

Csupán emlékeztetőül megemlítjük, hogy a gyalogsági aknák működtetéséhez kb. 0,2-0,3 kp/cm² nyomás szükséges, a légpárnás járművek tehát gyakorlatilag ezekre is érzéketlenek. Ez a tulajdonságuk elsősorban felderítési feladatok ellátására teszi alkalmassá őket.

A légpárnás járművek a tűzfegyverekkel szemben is viszonylag védetteknek mondhatók. Maga a légpárna - illetve a kötény - gyalogsági nehézfegyverek lövedékeire gyakorlatilag érzéketlen, mivel a megszökő levegő mennyisége még több találat esetén is igen csekély. A jármű felépítménye megközelítően a szokványos gépjárművével azonos védettségű, s csupán az érzékeny gépészeti berendezéseket közvetlenül érő találat teszi a járművet működésképtelenné.

Ezzel kapcsolatban felvetődik a légpárnás járművek nagy méretének kérdése. Önmagában ez a tény - a nagy célpontot nyújtó felület -, mint mondtuk, még nem lenne akadály; a nehézség a terepen való mozgáskor mutatkozik. Így például megművelt területen, kis épületek, kerítések stb. között (amelyek a harckocsinak nem okoznak akadályt), már nem alkalmazható, nem is beszélve az erdővel fedett vidékekről.

Felmerül a légpárnás jármű védettségének kérdése. Ideális lenne, ha megfelelő páncélzattal lehetne ellátni, ennek azonban megint csak a súly- és így a méretnövekedés szab gátat. Hozzávetőleges adatok szerint egy közepes védettségű, kb. 30 Mp súlyú légpárnás járműnek legalább 8x15 m felülete lenne, ez pedig négyszerese az azonos befogadóképességű, mai könnyűszerkezetes építésű járműének. Kísérletek folynak nagy szilárdságú könnyűfémek és erősített műanyag felhasználásával ún. szendvicspáncélzat előállítására, ami esetleg a jövőben járható út lehet.

A légpárnás járművek további hátrányos tulajdonsága katonai szempontból a zajos voltak (nem annyira a motor mint a kifúvott levegő zaja), az általuk keltett porfelhő vagy párafüggöny, valamint az erős infrasugárzás, ami mind megkönnyíti a felderítésüket.

A járművek tetemes előállítási költségeit jelenleg úgy igyekeznek csökkenteni, hogy a polgári és a katonai célú szerkezeteket lehetőleg azonos elemekből és kivitelben gyártják; csupán a berendezésükben van különbség. Fegyverzetük nehézgéppuska és könnyű gépágyú, esetleg hátrasiklás nélküli löveg lehet.

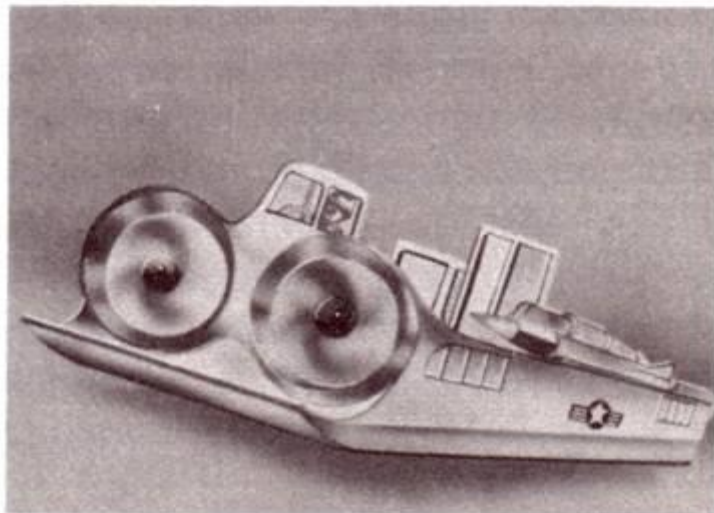
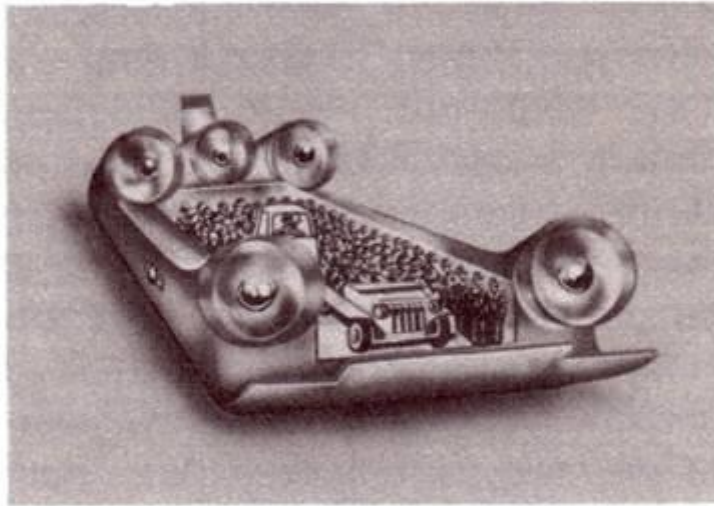
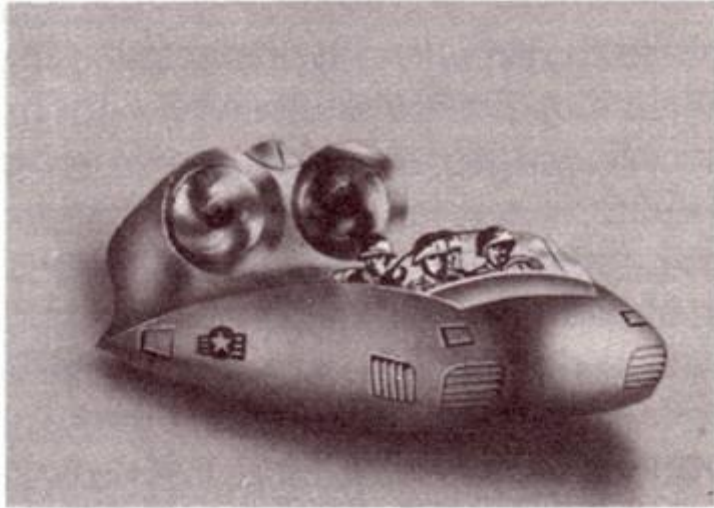
Megemlítjük még, hogy a hadseregekben többféle céllal előnyösen lehet felhasználni a jelenleg kísérleti stádiumban levő - már említett -, ún. hibrid járműveket. Ezek súlyának egy részét kerekek viselik, és így egyesítik a kerekes (láncalpas) és légpárnás járművek kedvező tulajdonságait.

Itt említjük meg, hogy a Zrínyi Katonai Kiadó gondozásában megjelent Haditechnika 1974 című könyv a légpárnás járművek katonai alkalmazását tárgyaló, részletes tanulmányt tartalmaz.

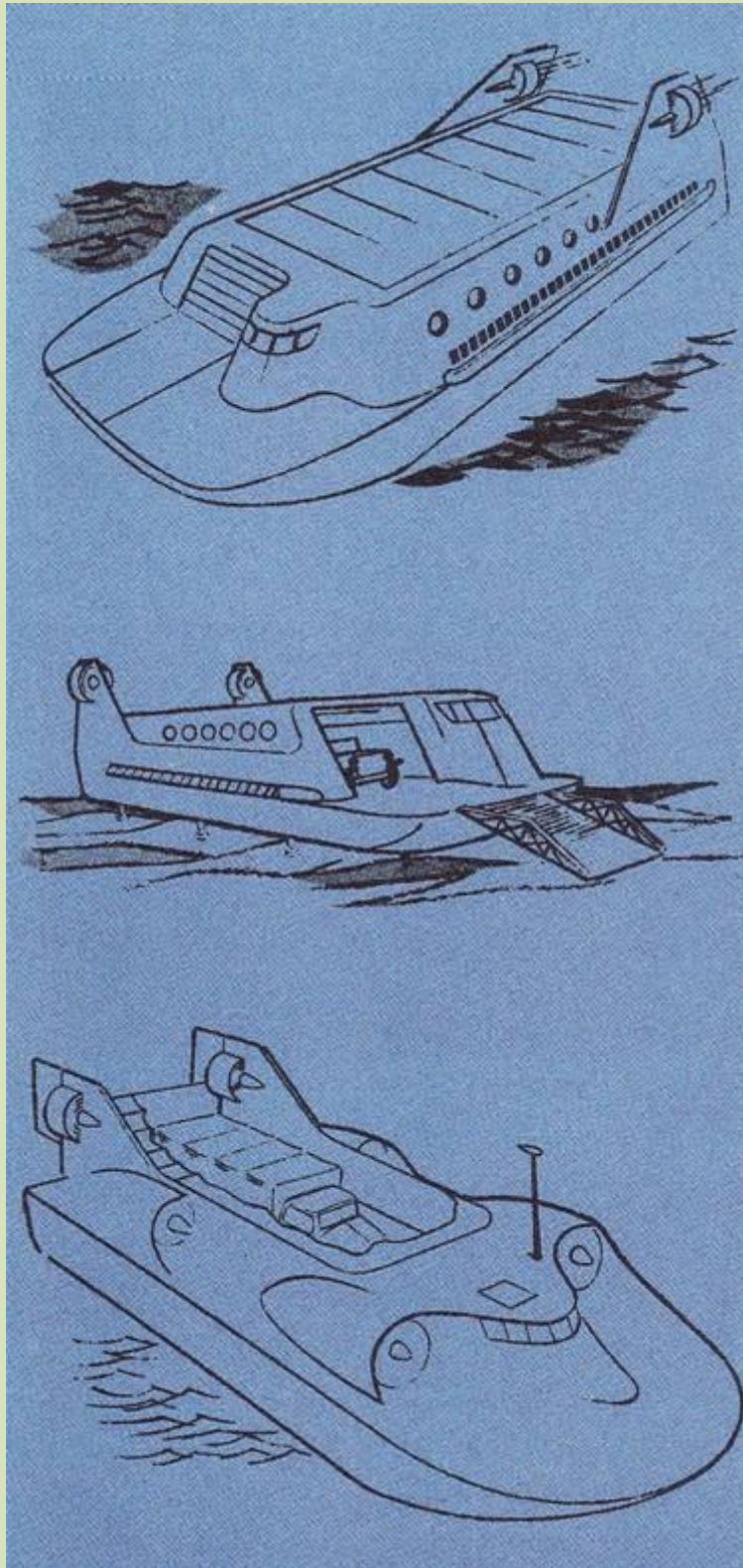
Néhány tervezett és elkészült jármű

A katonai légpárnás járművekre vonatkozó első terveket már az eredményes bemutatkozás évében, 1959-ben nyilvánosságra hozták. Egy sorozatot a 23. ábrán mutatunk be. Érdeemes ezeket a vázlatokat a későbbi tervekkel, illetve a napjainkban már kivitelezett járművekkel összehasonlítani.

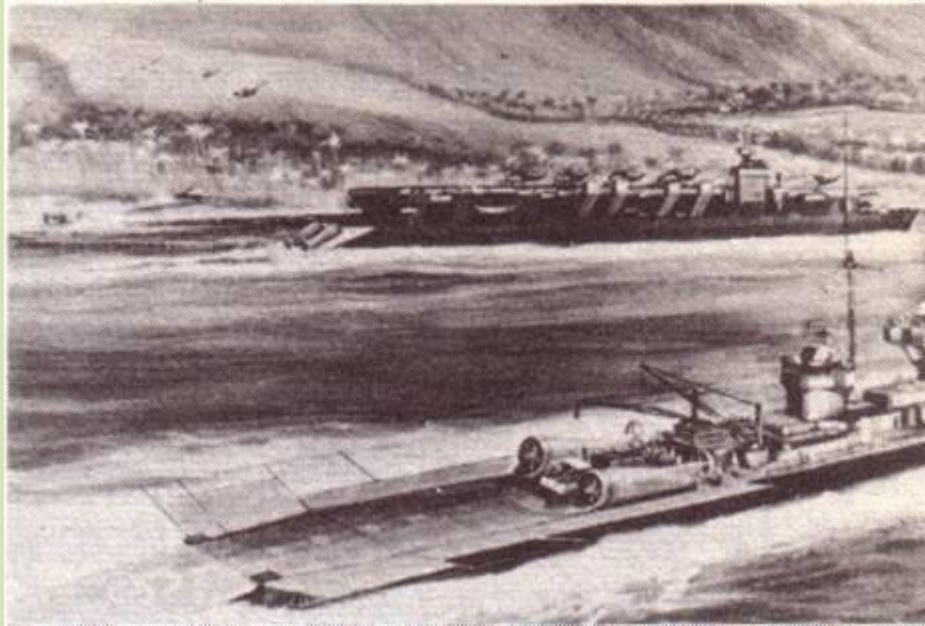
Az amerikai Bell Aerosystems Co. cégtől származó rajzok felül egy négyfős parancsnoki járművet, középen egy 200 fős partra szálló, végül 5 Mp teherbírású anyagszállító (utánpótló) légpárnást mutatnak. Közös jellemzőjük, hogy valamennyi egyszerű kivitelű, nyitott szerkezet. Lényeges fejlődést mutatnak a 24. ábrán látható amerikai tervek 1962-ből, Chester W Clarke tábornok elgondolása alapján. Ezek a mai formához már egészen közel álló, LOTS (= Logistics-Over-the-Shore - „partra szálló”) elnevezésű, 15 Mp hasznos terhelésű járművek - a tervek szerint - kb. 1 m magas hullámokon 75 km/h körüli sebességgel haladhatnak; kb. 0,5 m hullámmagasság esetén pedig 100%-kal túlterhelhetők. Kiereszthető stabilizáló lapokkal is felszerelhetők (lásd a középső rajzon).



23. ábra.



24. ábra.



25. ábra.

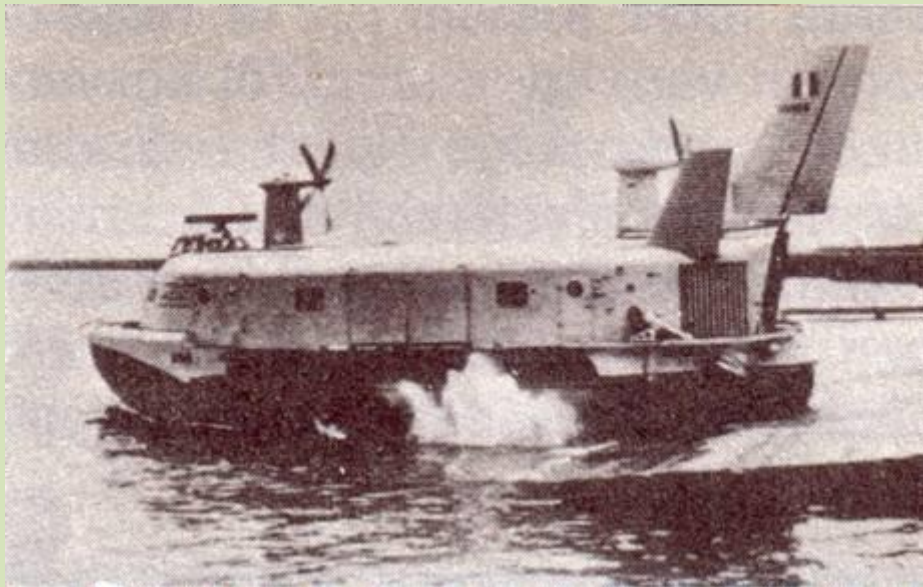
A 25. ábrán egy, a Ford-cég által az Egyesült Államok hadserege szállítási kísérleti intézetének megrendelésére készített tanulmánytervet mutatunk be. A meglepően kis méretű szállítójárművet gyűrűs légpárnával tervezték; két db 300 LE-s repülőmotor 65 km/h sebességgel hajtja, emelkedőképessége 17° . Összsúlya (a gyártó cég adatai szerint) kb. 3,6 Mp, ebből a hasznos terhelés 2,5 Mp. Teljes felülete 11,6x7,3 m, a középső hasznos rakodótéré 7,3x2,4 m; a fedélzet partra futás esetén 1,5 m magasságban van, így a járműről közvetlenül gépkocsikra lehet rakodni. Szintén az amerikai haderő szállítási törzse számára készítette 1963-ban a Martin Marietta Corp. a 26. ábrán vázolt kísérleti alumínium jármű prototípusát. A megközelítően 6x3 m-es jármű súlya nem egészen 1 Mp, a légpárna magassága 30 cm, sebessége 80 km/h.



26. ábra.

Rátérve a már elkészült, megépített járművekre, nézzük át először az 1. táblázatban szereplő katonai légpárnás járműveket.

Az SR-sorozat tagjai a fokozatos fejlesztést tükrözik, csupán az SR.N4 komp ugrik ki a sorból. Az angolok már 1962-ben vizsgálták az SR.N2 katonai alkalmazásának lehetőségeit, majd kifejlesztették - most már kifejezetten a haditengerészet számára - az SR.N3 típust (27. ábra). Ezzel 1963-64-ben folytattak kísérleteket, amelyek az SR.N5 és az utóbbi további változatainak kifejlesztéséhez vezettek. Az SR.N5 (28. ábra) volt az első, tudatosan tipizált elemekből szerkesztett és sorozatgyártásra is alkalmas légpárnás jármű. Licencét az amerikai Bell Aerosystems Co. is megvásárolta, ahol ebből alakították ki a kb. azonos méretű SK-5 típust, kifejezetten katonai célokra. 1967-ben SK-9 típusjellel egy érdekes továbbfejlesztett változata jelent meg, amely tulajdonképpen a jármű ikresítésével keletkezett, és középen 41 m²-es zárt rakodótere van. Ugyanakkor az angolok kialakították az SR.N6-ot, amely elődjétől csupán annyiban tér el, hogy - egy közbehelyezett szerkezeti egység következtében - mintegy 3 méterrel hosszabb (29. ábra). Néhány polgári használatra szánt példányon kívül ez már kimondottan katonai célokra készült. 1965 novemberében mutatták be a NATOországok haditengerészeti vezetőinek, s több állam hadseregében rendszerbe is állították. Jelenleg több tucat van közülük forgalomban, elsősorban part menti járőrszolgálatot látnak el. Megemlítendő még, hogy az SR-sorozat említett tagjaival szerzett tapasztalatok alapján fejlesztették ki a már nehéz légpárnás járműnek számító, 48 Mp-os BH-7 típust is.



27. ábra.



28. ábra.



29. ábra.



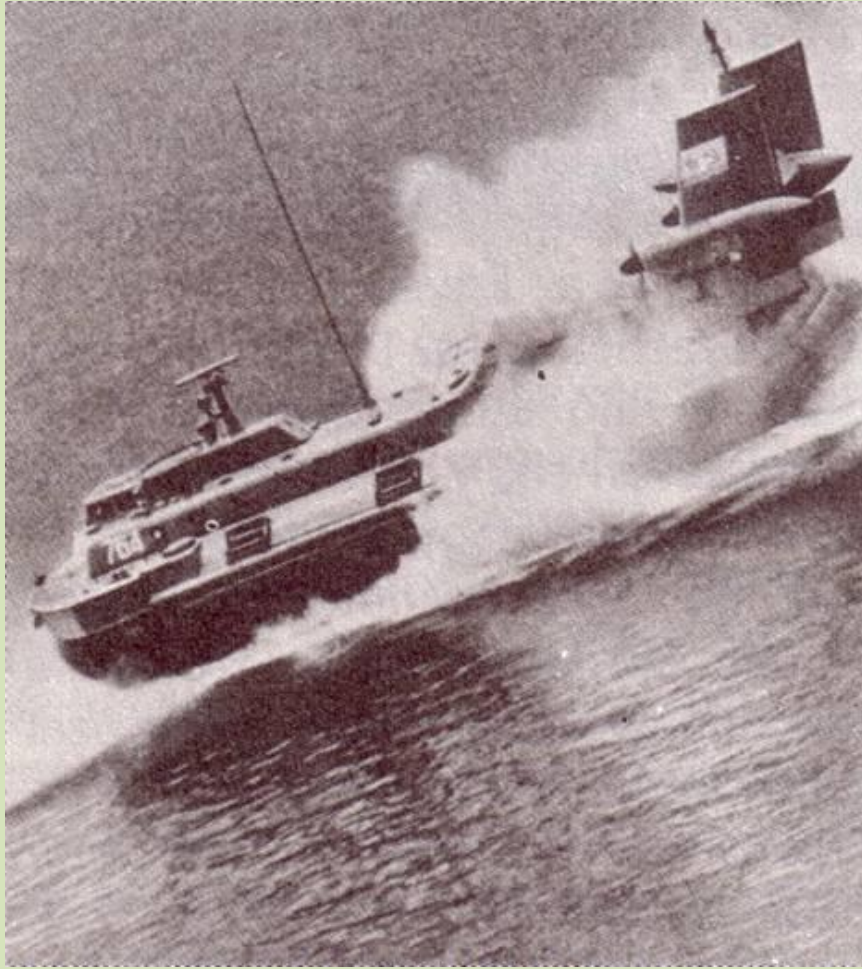
30. ábra.

Amerikai tervezésű jármű a partraszállási feladatokra szolgáló VA-3 (Vickers-Armstrong) típus, teljesítménye az előbb említett angol járművek között van (30. ábra). Az Egyesült Államok haditengerészete számára tervezett kisebb járművek közül a 10. ábrán a Hughes Hydrostreaket mutatjuk be; a Bell-féle Hydroskimmer két különböző modelljét a 36. és 37. ábrákon láthatjuk.

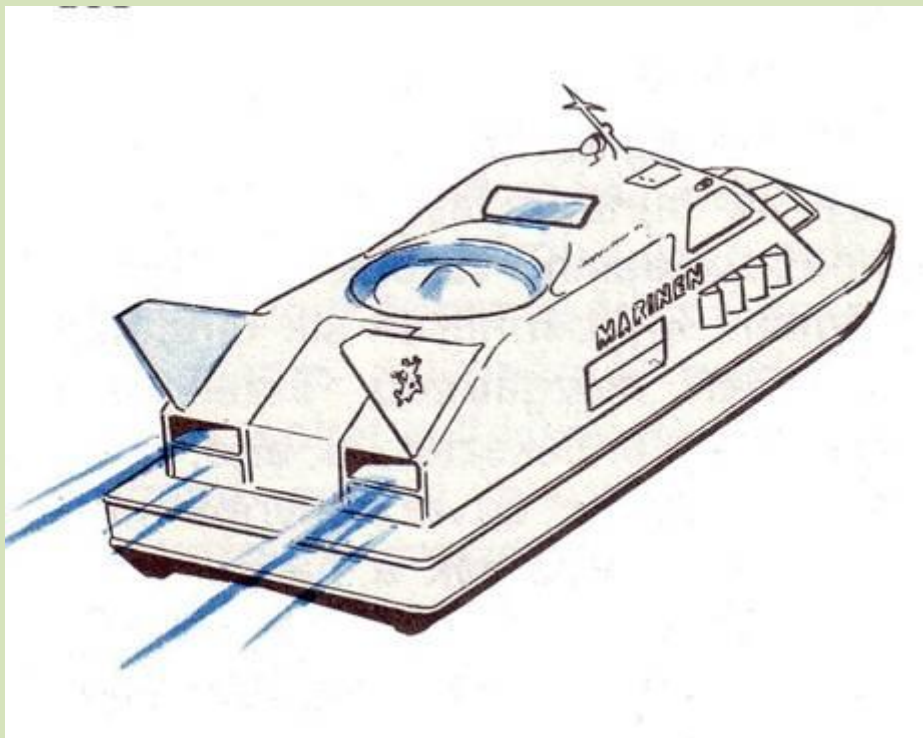
Az 1. táblázat utolsó sorában szerepel a csehszlovák gyártmányú VZ-1 jelű kísérleti, könnyű katonai légpárnás jármű: modelljének megépítésére könyvünk utolsó fejezetében visszatérünk. Az igen jó terepjáró és manőverezőképességű járművön (31. ábra) a légpárnát egy 49 LE-s Skoda S-175 típusú gépkocsimotor állítja elő, a hajtását M-332 típusú, 140 LE-s repülőmotorral oldották meg, kétszárnyú légsavarral. Hasonló kis méretű, könnyű és gyors járművek - ilyenek például az angol Hovercat („Macska”), vagy Hoverhawk („Sólyom”) - szintén több országban látnak el járőr- és határvédelmi szolgálatot. Így többek között Romániában is, a Duna deltájának mocsaras, semmi más járművel nem járható területein.



31. ábra.



32. ábra.



33. ábra.

Egy szovjet légpárnás deszantjárművet mutatunk be a 32. ábrán, mely a mai korszerű, közepes egység jellegzetes típusa.

Érdekessége miatt mutatjuk be a SAAB 401 jelű prototípust (33. ábra); ez az egyetlen olyan újabb szerkezet, amelynél reaktív hajtást terveztek a párna levegője egy részének felhasználásával. A svéd tengerészet, a légierő és a katonai kutatóintézet közösen rendelte meg a SAAB légitársaságnál.

Végül megemlítjük, hogy 1976-ban épült meg az eddig legnagyobb katonai légpárnás jármű, az angol GH típus, a haditengerészet számára. Hossza kereken 32 m, súlya 100 Mp. A két db. 4 m átmérőjű légcsavart négy db. Rolls-Royce gázturbina hajtja; sebessége 110 km/h. Nehézlővegek és rakéták szállítására, sőt bázisául is alkalmas, befogadóképessége 130 fő.

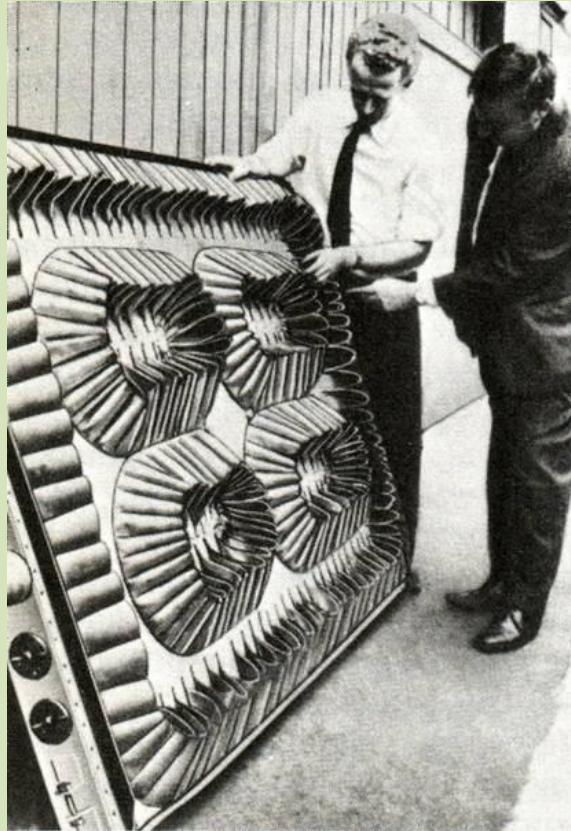
A légpárna különleges alkalmazásai

Csak röviden térünk ki néhány, katonai szempontból is figyelmet érdemlő megoldásra.

Nehéz tárgyak közúti szállítására már jó másfél évtizede légpárnás trélereket használnak. Többségüket külön vontatóval mozgatják, s a párnához szükséges sűrített levegőt vagy a vontatón, vagy magán a tréleren állítják elő. Az utóbbi időben foglalkoznak hibrid megoldású légpárnás trélerekkel, amelyek így természetesen önjárókká válnak. (Példaként említjük, hogy a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban kísérleteznek egész fűrőtornyok légpárnán való áthelyezésével - természetesen sík, közel vízszintes talajon és nem nagy távolságra.)

Katonai célra hasonló szerkezetek -nehéz járművek laza (felázott) talajon való továbbítására - is elképzelhetők. Itt felhívjuk a figyelmet a hatalmas méretekre: egy 30 Mp teherbírású légpárnás trélernek kb. 7x15 m-es felületre van szüksége!

Másik, szintén nehéz tárgyak mozgatására szolgáló eszköz a légpárnás paletta, konténerekhez (34. ábra). A sűrített levegőt a paletta homlokoldalán vezetik be külön tömlőn, így bármilyen sík területen könnyen mozgatható. Ezzel kapcsolatban emlékeztetünk arra, hogy a konténereket egyre nagyobb mértékben alkalmazzák a hadseregekben is.



34. ábra.

Befejezésül egy különleges megoldást ismertetünk. A de Havilland cég légpárnás futóművet szerkesztett a C-8 Buffalo típusú STOL (_ Short Take-off and Landing - rövid fel- és leszállású) repülőgéphez (35. ábra). Ez a megoldás elsősorban a felszállási távolságot rövidíti meg, a leszállásnál azonban gondot okoz a fékezés. Ezt úgy oldják meg, hogy a légpárnán belül gumibroncshoz hasonló, felfújható felületeket szorítanak a talajhoz. A légpárnás, valamint a fékező berendezéshez szükséges levegőt a szárnytőben látható külön motorokkal sűrítik.



35. ábra.

Légpárnás modellek tervezése és építése

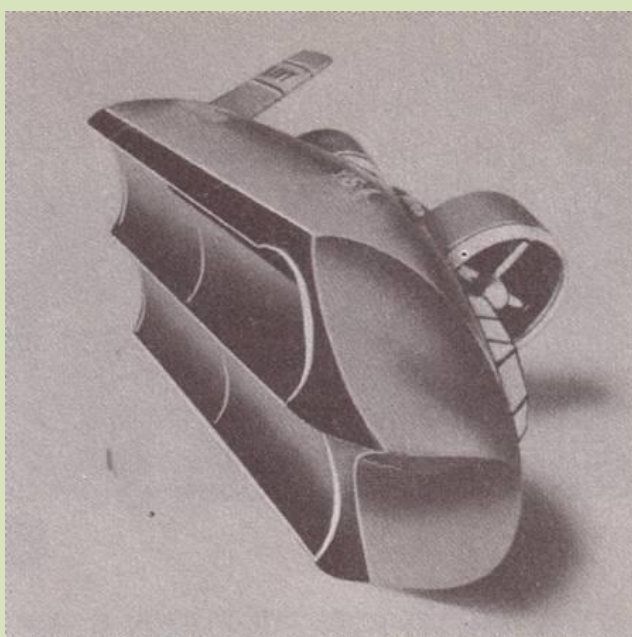
Aki működő légpárnás modellekkel foglalkozik, egyszerre olyan területen találja magát, amelyen még a „nagy technikában” is nem egy tisztázatlan kérdés bukkan fel. Ez érthető is, hiszen végeredményben merőben új technológiáról van szó, és - bár a légpárnás járművek már közel két évtizede „futnak” - mégsem találunk olyan közlekedéstechnikai szempontból átfogó, elméleti és gyakorlati munkát, publikációt; mint amelyeneket a szokványos, hagyományos közlekedési eszközökről és technológiáról bőven találunk. Viszont éppen ezért is érdekes és izgalmas a légpárnás modellek építése; sokat kell kísérletezni, próbálgatni, sok új jelenséget tanulmányozni. A szerzett ismeretek, és végül a siker azonban gazdagon kárpótol bennünket.

Modelltípusok és méretarányok

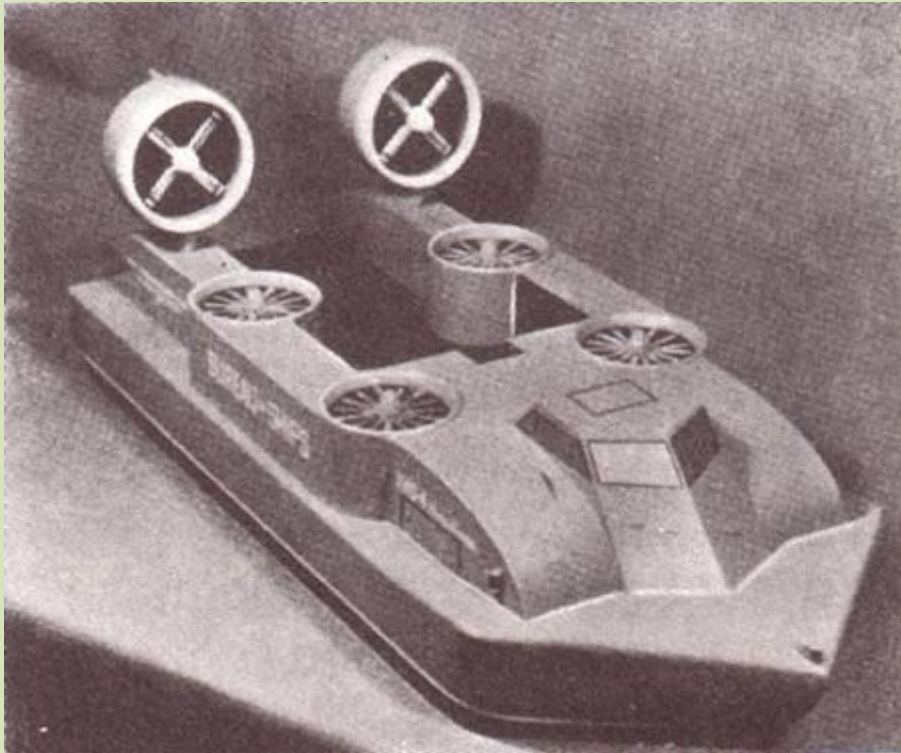
A technikai jellegű műszaki modellek két nagy csoportját szokták megkülönböztetni: a *tudományos-technikai* és a *nevelés-szórakozás* célját szolgáló modellekét. Az amatőr és a különböző verseny(sport-) modellek ez utóbbi kategóriába tartoznak, de az előbbieket sem érdektelenség számunkra.

Tudományos-technikai modellek általában kétfajta célkitűzéssel készülnek: vagy ismeretek szerzése (ezek a kísérleti modellek), vagy ismeretek átadása céljából (ez utóbbiakat didaktikai modelleknek nevezzük). Az egyes típusokra bemutatunk néhány példát a légpárnás járműmodellekből.

Az amerikai Bell Aerosystems Co. foglalkozott az úgynevezett csatornás (channell flow) rendszerrel, amelyet a 12. ábra kapcsán már említettünk. Az Egyesült Államok haditengerészete számára tervezett Hydroskimmer 2073 típusjelű jármű egyik *kísérleti* modelljét a 36. ábrán mutatjuk be; az oldalára fordított modellen jól látható a két - a jármű fenekén végigfutó boltozat formájú - levegővezető csatorna. A Hydroskimmer egy másik, nagyobb típusának (tervezett hossza 19 m, súlya 22 Mp, sebessége 130 km/h) szemléltetés céljából készült *formaterv* modelljét látjuk a 37. ábrán. Ez utóbbi természetesen nem működő, egyszerűsített, sima vonalú modell.

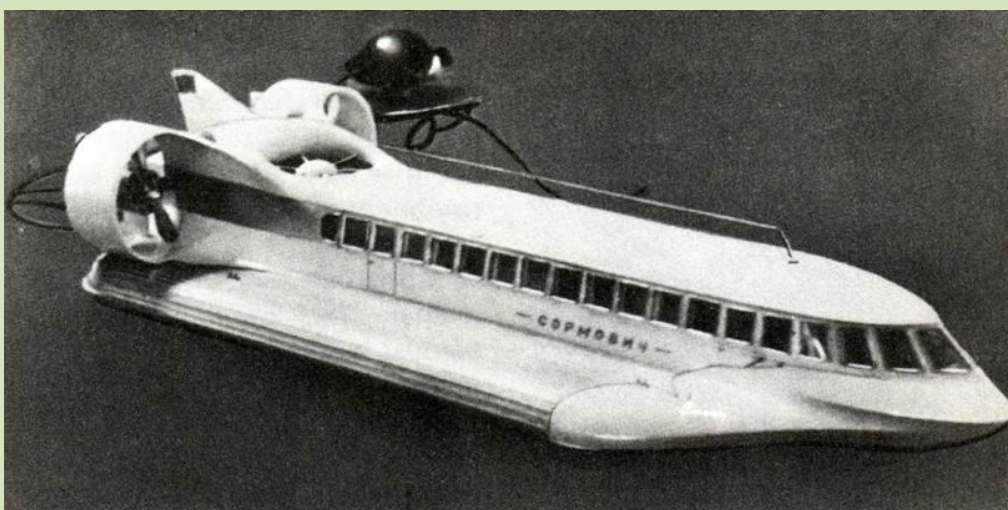


36. ábra.

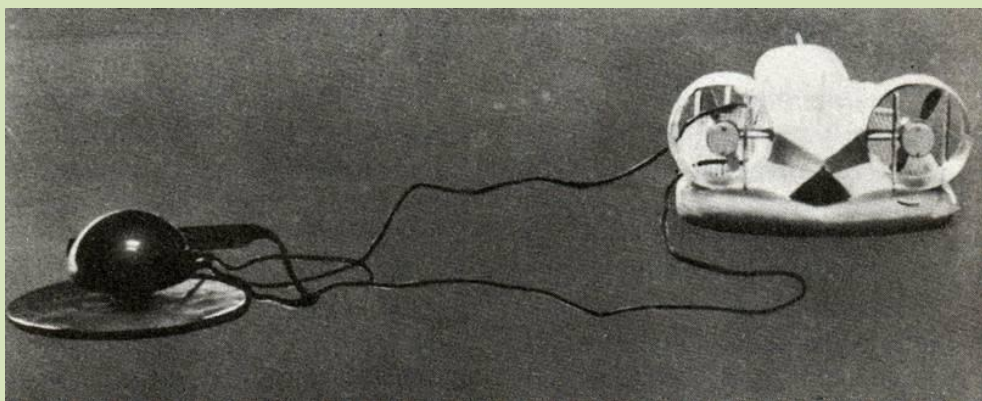


37. ábra.

A szovjet légpárnás járművek között ismertettük a Szormovics típust (lásd a 8. ábrán). Ennek egy érdekes, működő, bemutató (demonstrációs) modelljét a Szovjetunió Népgazdasága Eredményeinek Kiállításán (VDNH - Visztavka Dosztizsenij Narodnogo Hozjajsztva), 1966-ban Moszkvában kiállították (38. ábra). Az $M = 1:25$ méretarányú, és ezért meglehetősen nagyméretű (106 cm hosszú, 40 cm széles és 24 cm magas) elektromos üzemű modell sík asztalon, körpályán futott; egy nagyobb motor állította elő a légpárnát, két kisebb pedig a tolóerőt szolgáló légsavarakat hajtotta. (Az ábra alsó részén a modellt hátsó nézetből látjuk.)

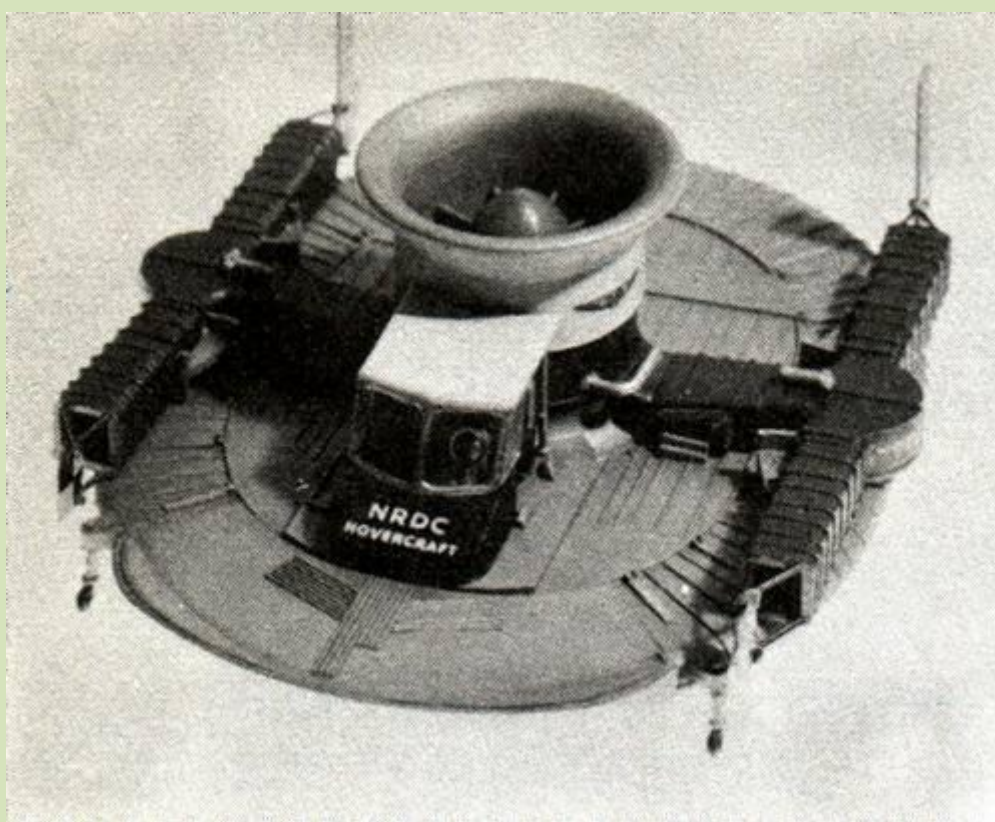


38. ábra.



38. ábra.

Az amatőr modellezők és gyűjtők körében igen kedveltek a készletekben (az ún. kit-ek), alkatrészekben forgalomba hozott járműmodellek, de ugyanúgy a készen összeszereltek is. Közöttük légpárnás modelleket is találunk. Így például az Airfix-cég készíti az SR.N4 műanyag, összeszerelhető modelljét $M = 1:144$ méretarányban; az angol Lesney-cég matchbox-sorozatában található az SR.N6 kétféle méretarányban is (Superfast $M=1:200$, és Super Kings $M=1:116$), sőt a Dinky Toys készletében is szerepel $M = 1:104$ méretarányban. A minket közelebbről érdeklő SR.N1 jármű egyik első változatának igen szép, részletes kivitelű és pontos műanyag modelljét mutatjuk be a 39. ábrán. Az ilyen jellegű modelleket *asztali* vagy *vitrinmodelleknek* nevezzük; ez utóbbi képen minden részlet igen szépen látszik, még a hangárban való mozgathoz szolgáló kis kerekek is.



39. ábra.

Indokolt, hogy itt térjünk ki a *méretarány* kérdésére - látva az előbb említett gyári modelleknél a meglehetősen feltűnő, furcsa számértékeket. Csak megjegyezzük, hogy ennek több oka is van (a gyártó gépek kapacitása, a felhasznált anyagok, a csomagolás stb.), ezekkel most nem foglalkozunk, hiszen a saját építésű amatőr modelleknél ilyen kérdések nem merülnek fel. Ugyanakkor vannak bizonyos szokásos - versenymodelleknél pedig nemzetközileg rögzített, előírt - méretarányok, amelyeket kötelező - vagy legalábbis célszerű - figyelembe vennünk. Előbb azonban tisztázzuk a méretarány fogalmát, és néhány, vele összefüggő kérdést.

A méretarány olyan *viszonyszám*, amely megadja, hogy a mintaképen (ezt a szakirodalomban főként *nevező*nek nevezzük) és a modellen az egymásnak megfelelő geometriai hosszúságok milyen arányban állnak. A méretarány általános felírása:

$$M = 1 : \lambda$$

ahol:

M -a *méretarány* olyan kijelölt osztás (vagy tört) formájában, ahol az osztandó (nevező) mindig 1;

λ -*hosszlépték* (vagy röviden lépték), amelynek számértéke a méretarány reciproka, és megadja a kicsinyítés mértékét (jele álló, görög lambda)

Megjegyezzük, hogy a λ használatától ne idegenkedjünk, mivel jelentősen megkönnyíti és áttekinthetővé teszi számításainkat, szemben a méretarányt kifejező viszonzyszámmal. A légpárnás modellünk tervezésénél előzetes számításokra pedig - mint ezen fejezet bevezetésében említettük - feltétlenül szükség van.

A légpárnás modellünk méretarányának megválasztásakor néhány kérdést kell mérlegelnünk. Ha több modellt - például fejlődéstörténeti sorozatot - tervezünk megépíteni, akkor ezeket feltétlenül azonos méretarányban készítsük! Szárazföldi járműveknél támpontul szolgálhatnak a gépkocsi- (és részben a vasút-) modellezésnél szokásos következő méretarányok: $M = 1:16, 1:25, 1:32, 1:45, 1:64, 1:87$ (ill. $1:90$). Ezek a viszonylag kisebb méretű járművekhez megfelelnek, s így modelljeink a méretek tekintetében összhangban lesznek az egyéb járműveinkkel. Vízi légpárnás járműveknél a nemzetközileg előírt, önjáró hajómodellekre érvényes, következő méretarányokat választhatjuk: $M = 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:150, 1:200$.

A *működő modelleknél* választandó méretarányt több más modelltechnikai tényező is befolyásolja. Előzetes tájékoztatásul csupán annyit, hogy a mai törpe villamos motorokkal kb. 2-4 dm² emelőfelületű szabadon mozgó modelleket tudunk csak építeni (körpályában komolyabb motorral nagyobbakat is); a szokásos robbanó repülőmodell motorokkal pedig kb. 25-40 dm²eseket. További megkötést jelent a motor mérete és súlya is. Erre a következőkben még visszatérünk.

A viszonylag igen nagyméretű légpárnás modelleknél a tényleges méretkülönbségek is nagyok. Így például az említett Kaario-féle (1935-ben épített) jármű mérete 2,4x1,8 m volt; ezzel szemben az SR.N4 légpárnás kompé 39,7x23,8 m! Ezeket azonos méretarányban - elsősorban működő modellekben - nem tudjuk egymás mellett megépíteni. Ilyen esetben használhatjuk eredményesen az ún. *természetes méretarány-sorozatot*. Ez az elnevezés onnan származik, hogy a természeti és primitív népek, továbbá a szórakozásból modellezők (például a tengerészek) méretarányos modelljeiket évszázadok óta úgy készítik, hogy a megfelelő

hosszúságokat fokozatos felezéssel állítják elő. Ez a szokás később a hajóépítésben, részint már a tervezés során is meghonosodott.

A természetes méretarány-sorozat általános összefüggése matematikai formában:

$$M = 1 : 2^n$$

ahol:

n -a 2 kitevője, 0 vagy valamilyen egész szám

Ezek szerint a sorozat néhány első tagjának léptéke a következő:

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|----|----|----|-----|-----|
| $n =$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $\lambda =$ | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 |

E sorozat alkalmazásának igen nagy előnye, hogy a különböző méretarányban épült modellek egymás között is jól összehasonlíthatók. Az emberi szem ugyanis elég megbízhatóan érzékeli a felezett, illetve a kettőzött méreteket, ha egymáshoz viszonyítja őket. Ez természetesen elsősorban a sorozat egymás mellett álló tagjaira vonatkozik. Az itt felsorolt méretarányokat ajánljuk működő légpárnás modellekhez (közülük néhány léptékkal már az előzőkben is találkoztunk).

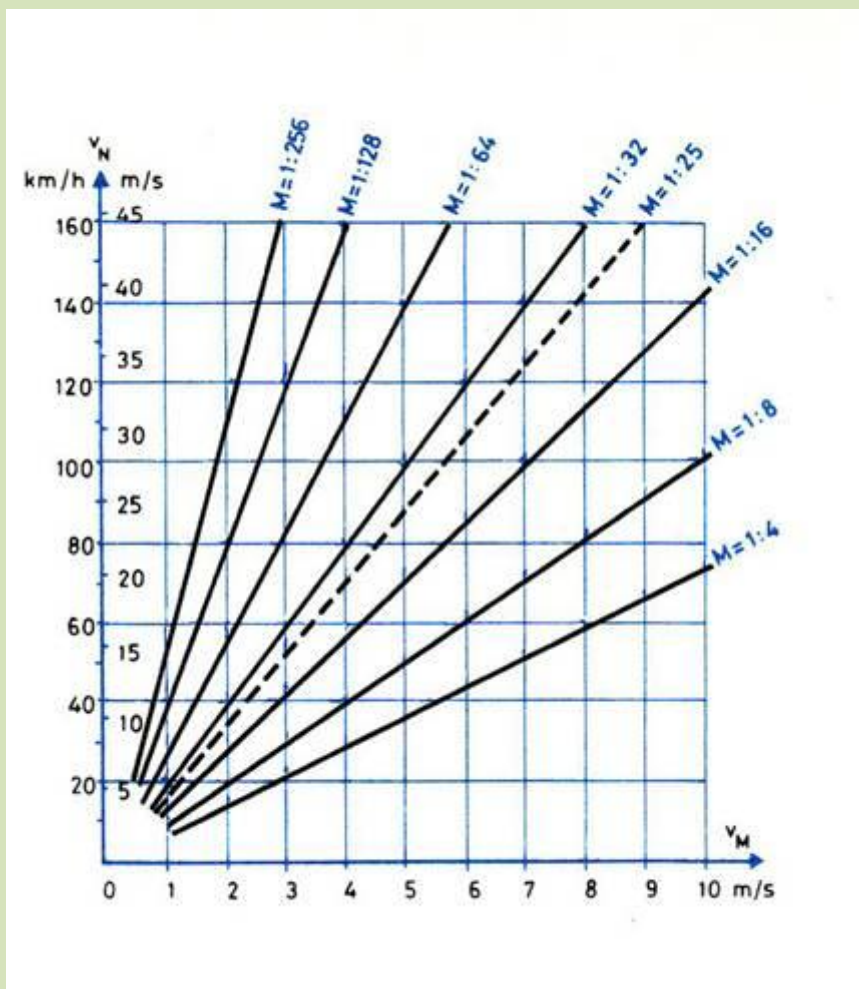
Modelltechnikai kérdések

Működő modelleknél nem elégedhetünk meg csupán a hosszúságok arányos leképezésével, hanem figyelembe kell vennünk azt is, miként alakulnak egyes további fizikai mennyiségek viszonyai.

| A fizikai mennyiség (X) | | Arány X_N / X_M |
|-------------------------|------|----------------------|
| megnevezése | jele | |
| Hosszúság | l | λ |
| Terület | A | λ^2 |
| Köbtartalom | V | λ^3 |
| Tömeg | m | λ^3 |
| Idő | t | $\sqrt{\lambda}$ |
| Sebesség | v | $\sqrt{\lambda}$ |
| Gyorsulás | a | λ^0 |
| Erő | F | λ^3 |
| Súly | Q | λ^3 |
| Nyomás | p | λ |
| Munka | W | λ^4 |
| Teljesítmény | P | $\sqrt{\lambda^7}$ |

3. táblázat.

Egyes fizikai mennyiségek aránya a hosszlépték függvényében



40. ábra.

Az összefüggéseket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az arányos, működő modelleknél követelmény a megfelelő sebesség, ezért az előzetes tájékozódás érdekében közöljük a 40. ábra grafikonját, amelyből a modelltől megkívánt sebességet a főkivitel sebessége és a méretarány függvényében közvetlenül leolvashatjuk. Az összefüggő vonalak a természetes méretarány-sorozatra vonatkoznak; mellette szaggatva behúztuk az $M = 1:25$ nek megfelelő vonalat is, tekintettel arra, hogy ezzel a méretarányal a későbbiekben még foglalkozunk. (A körpályás modellek sebességének közvetlen átszámításra szolgáló grafikont a 47. ábrán közöljük.) A kísérletek során az igen egyszerű elépítésű SR.N1 jármű modelljét több méretben is megépítettük, és kísérleteket folytattunk velük. Ezek összefoglalását találjuk a 4. táblázatban, amelynek adatai alapján igen hasznos összehasonlítást tehetünk a legfontosabb fizikai mennyiségek alakulását illetően. Az első oszlopban szerepelnek a kérdéses mennyiségek és dimenzióik, illetve a léptékek aránya a hosszlépték függvényében (a kis „p” pondban mért súlyt jelent). Az „elm.” megjelölés a modelltvény alapján számított, elméletileg szükséges értékekre vonatkozik, a „gyak.” pedig a modellen mért gyakorlati (effektív, tényleges) mennyiségekre. E kettő viszonyát neveztük „torzítás”-nak, ahol a számlálóban a modell értékei szerepelnek, amelyek mindig nagyobbak a szükségesnél, és így közvetlenül jól érzékelhető számértéket kapunk (azaz modellünk hányszor „rosszabb” az ideálisnál).

| Mennyiség | | M = 1:1 | M = 1:25 | M = 1:32 | M = 1:64 |
|---------------------------------|---|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Hosszlépték | λ | 1 | 25 | 32 | 64 |
| Hosszúság | mm | ~9200 | 368 | 288 | 144 |
| Szélesség | mm | ~7300 | 292 | 228 | 114 |
| Területlépték | λ^2 | 1 | 625 | 1 024 | 4 096 |
| Párnafelület | cm ² | 55,9·10 ⁴ | 894 | 546 | 136 |
| Súlylépték | λ^3 | 1 | 15 625 | 32 768 | 262 144 |
| Járműsúly | $p \begin{cases} \text{elm.} \\ \text{gyak.} \end{cases}$ | 3,9·10 ⁶ | 250 565 | 119 254 | 15 105 |
| Torzítás | Q_e/Q | – | 2,26 | 2,14 | 7,00 |
| Nyomáslépték | λ | 1 | 25 | 32 | 64 |
| Fajlagos súly | $p/\text{cm}^2 \begin{cases} \text{elm.} \\ \text{gyak.} \end{cases}$ | 6,98 | 0,280 0,632 | 0,218 0,466 | 0,110 0,772 |
| Torzítás | p_e/p | – | 2,26 | 2,14 | 7,00 |
| Sebességlépték | $\sqrt{\lambda}$ | 1 | 5 | 5,6569 | 8 |
| Sebesség | km/h | 42,5 | 8,50 | 7,51 | 5,31 |
| Sebesség, cm/s | $\begin{cases} \text{elm.} \\ \text{gyak.} \end{cases}$ | 11,8 | 2,36 ~4 | 2,08 2,36 | 1,47 1,52 |
| Torzítás | v_e/v | – | ~1,7 | 1,13 | 1,03 |
| A modell viszonyított sebessége | km/h | – | ~72 | 48,0 | 43,8 |

4. táblázat.

Az SR.N1 modellek összehasonlító adatai

A szóban forgó modelleknél ügyeltünk a méretarányos leképzésre, és ezért a geometriai méreteknél torzítás nincs. A járműsúly már meglehetősen nagy torzítást mutat, ami a modell léptékének növekedésével együtt növekszik. Megjegyzendő, hogy a viszonylag nagy modell-súlyok a villamos motorok következtében jelentkeznek; az M = 1 :25 méretarányú modell különösen kedvezőtlen súlya pedig azzal magyarázható, hogy ennél - tekintettel a, nagy méretre - nehezebb motort használtunk fel. (Grundig típusú, GK 26/400 R jelű magnómotort, eltávolítva róla a centrifugális szabályozót).

A fajlagos súly a jármű súlyának és a tényleges légpárna- (emelő-) felületnek a hányadosa, tehát az a nyomásérték, amely a járművet, illetve a modellt már éppen lebegésben tartja. Számunkra igen fontos az a gyakorlati tapasztalat, hogy ennél a modellnél a fajlagos súly kb. $0,5-0,8 \text{ p/cm}^2$ lehet, ami igen könnyű építést kíván. Más modelleknél szerzett tapasztalatok szerint (nem reaktív hajtás esetén) ez az érték kereken 1 p/cm^2 lehet.

A sebességgel kapcsolatban megjegyezzük, hogy ennél a megoldásnál a legkisebb a torzítás.

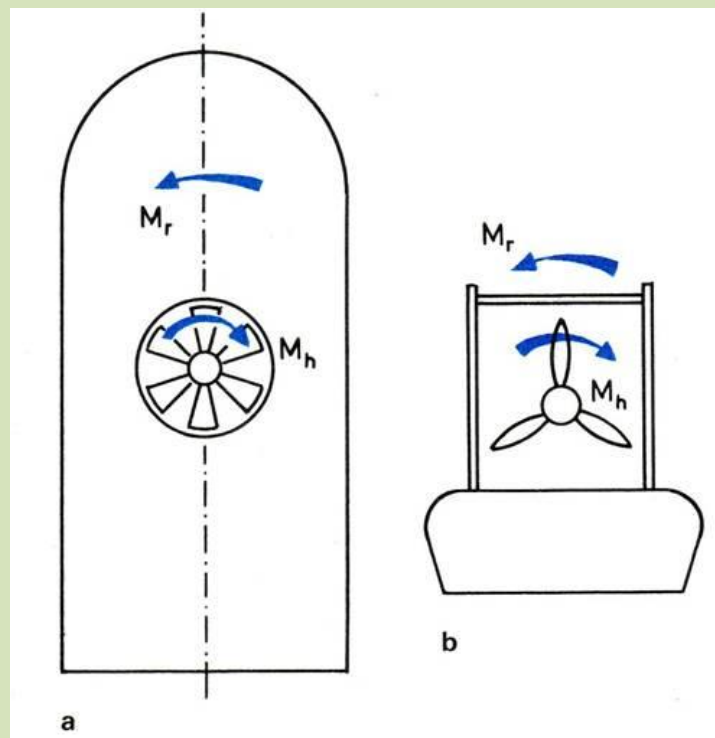
Most rátérünk néhány, már az előzetes tervezésnél figyelembe veendő - elsősorban a kormányzással kapcsolatos - modellmechanikai kérdésre.

A modellnél - a főkivitel gépezeti felépítésétől függetlenül - célszerű, ha mind a légsűrítő propellert vagy járókereket, mind pedig a toló légcsavart közvetlenül a motor tengelyére erősítjük. Így súlyt takarítunk meg, és az áttételezéssel járó teljesítménycsökkenést is elkerüljük.

A motorokkal kapcsolatban a következőt vegyük figyelembe.

A meglehetősen nagy tömegű és gyorsan pörgő forgórész M_h nyomatéka (41. ábra) a szabadon lebegő, és így a könnyen elforduló modellen észrevehető mértékű M_r úgynevezett reakciónyomatékot kelt. Ez utóbbi igyekszik a járművet a forgásiránnyal ellentétes irányba elforgatni, akár a légsűrítőről van szó - 41/a ábra -, akár a hajtómotorról - 41/b ábra. Különösen erősen jelentkezik ez a hatás a nyomaték változásakor, tehát a motorok felpörgetése, illetve leállítása alkalmával (ez utóbbi esetben természetesen ellentétes irányban).

Ezt a körülményt figyelembe kell vennünk, és a fellépő M_r nyomatékot valamilyen megoldással célszerűen ki kell egyenlítenünk.

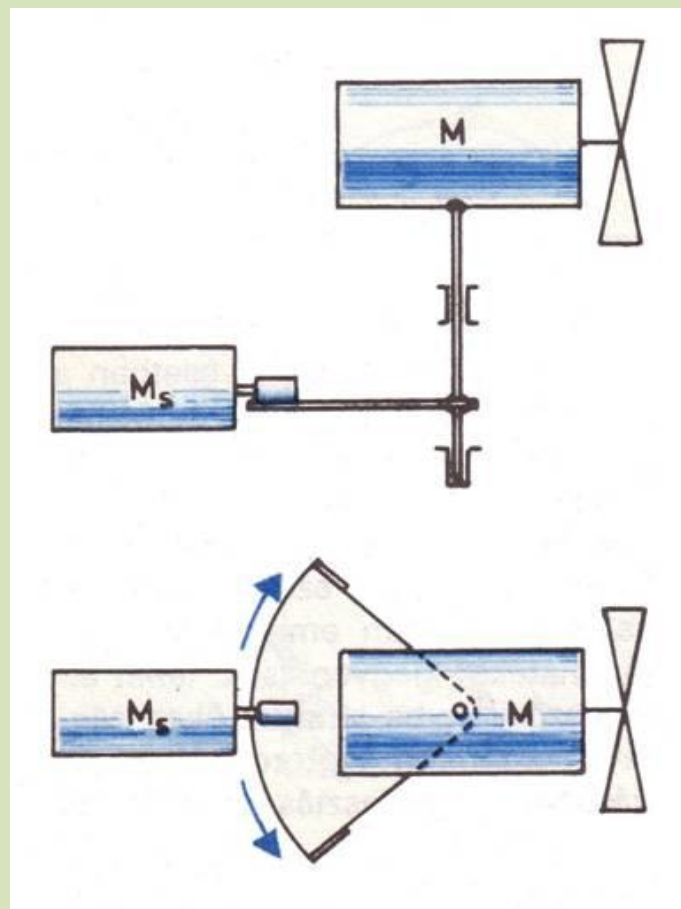


41. ábra.

Ugyanekkor ezt a jelenséget a modell kormányzásánál hasznosíthatjuk, erre egy érdekes példát a 74. ábrán mutatunk majd be.

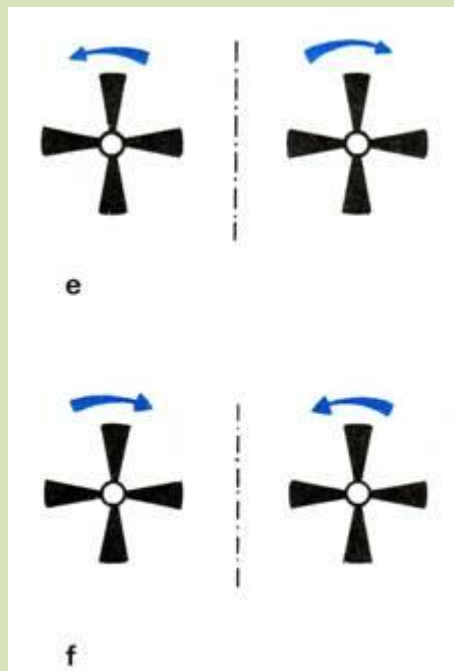
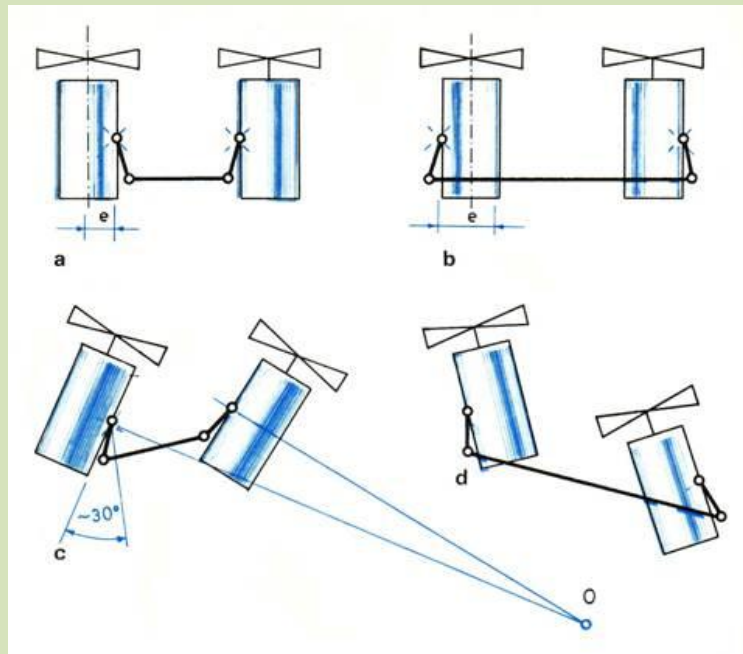
A kormányzással kapcsolatban felhívjuk a figyelmet arra, hogy a modellek arányosan kicsinyített kormányfelületei a gyakorlatban nem felelnek meg a követelményeknek. Ennek egyszerű oka a modelltörvényben keresendő: például egy $M = 1:25$ méretarányú modellnél a felületek $\lambda^2 = 625$ -ször kisebbek a főkivitelénél, a sebesség pedig $\sqrt{\lambda} = 5$ -ször. Ugyanekkor a kormányzáshoz szükséges közegellenállásnak csak $\lambda = 25$ -ször szabadna kisebbnek lennie - ugyanabban a közegben, a levegőben -, ez pedig gyakorlatilag megoldhatatlan. Tehát valamilyen „szükségmegoldást” kell keresnünk.

Egyik ilyen lehetőség, hogy nem csupán a kormányfelületet, hanem vele együtt a hajtómotort is elforgatjuk. Erre a megoldásra (egy motor esetén) példát a 42. ábrán láthatunk. Az M hajtómotort súlypontjában függőleges tengelyen csapágyazzuk. Ezen a tengelyen egy ívszegmenst is elhelyezünk, amelynek mérete a lehetséges elfordulásnak feleljen meg. A szegmenshez az M_s segédmotor - tengelyére húzott gumihengerecske segítségével - súrlódással csatlakozik, amellyel a kormányt a kívánt helyzetbe tudjuk állítani. A túlfutást a szegmens szélének felhajtásával gátoljuk meg. Természetesen az M_s segédmotort ilyenkor külön irányváltó kapcsolóval kell vezérelnünk. (Példa: a 66. ábrán.)



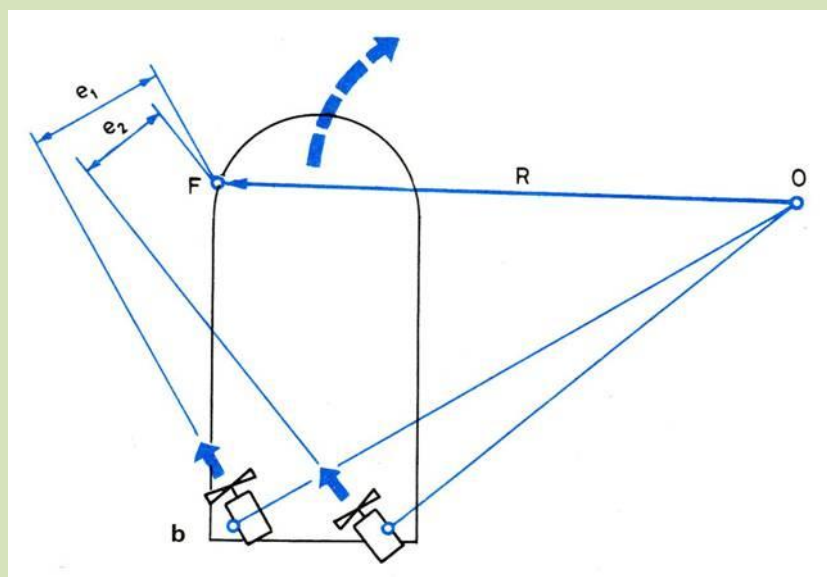
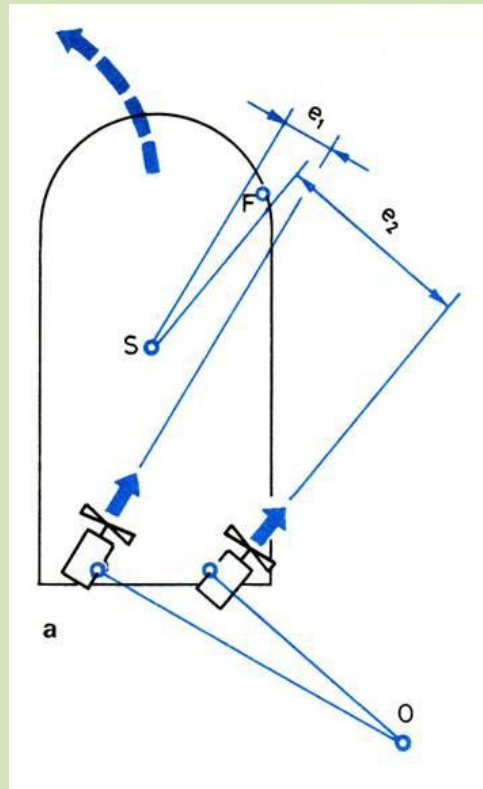
42. ábra.

Kétmotoros modell esetén segédmotor nélkül is elérhetjük a hajtómotorok kormányzásához való beállítását (43. ábra). Ekkor a motorokat nem a súlypontjukban, hanem oldalt csapágyazzuk, hogy így az e excentricitás révén - különböző húzóerő esetén - elforgató nyomatékot kapjunk. A két motort egy karral (mint a gépkocsi kormány szerkezetének összekötőrúdja) kapcsoljuk egymáshoz, mégpedig úgy, hogy ne párhuzamosan, hanem a belső csapágyazásnál kissé széttartóan - 43/a ábra -, a külsőnél pedig összetartva - 43/b ábra - forduljanak el. A szélső helyzetet a kétféle megoldásnál a 43/c, illetve d ábrán látjuk. Mindkét esetben a bal oldali motor teljes húzóerőt fejt ki, a másik csak kevesebbet, vagy teljesen le is állítjuk.



43. ábra.

Két motor esetén legyünk figyelemmel arra, hogy ezek a 41. ábrával kapcsolatban említett reakciónyomatékok kiegyenlítsék, tehát ellenkező irányba járattuk őket. Mereven beépített motoroknál a forgásirány megválasztása kevésbé jelentős, az excentrikusan csapágyazott elforduló motoroknál azonban a $43/e$, illetve f ábra szerint kell eljárunk. Ennek magyarázatát a 44. ábrán látjuk, ahol feltüntettük a két csapágyazási változatot. Megjegyezzük, hogy esztétikai szempontból a belső csapágyazás az előnyösebb (kevésbé feltűnő), azonban a kormányzást tekintve ez a megoldás a hátrányosabb. Előre bocsátjuk, hogy a hatásosabb kormányzás érdekében jó, ha a modell az F-fel jelölt pontban enyhén súrlódik a talajhoz. Ez a pont az ív külső oldalán legyen, nagyjából olyan helyen, hogy az S súlyponttal összekötő egyenes megközelítően párhuzamos legyen a motorok átlagos elfordulásának irányával.

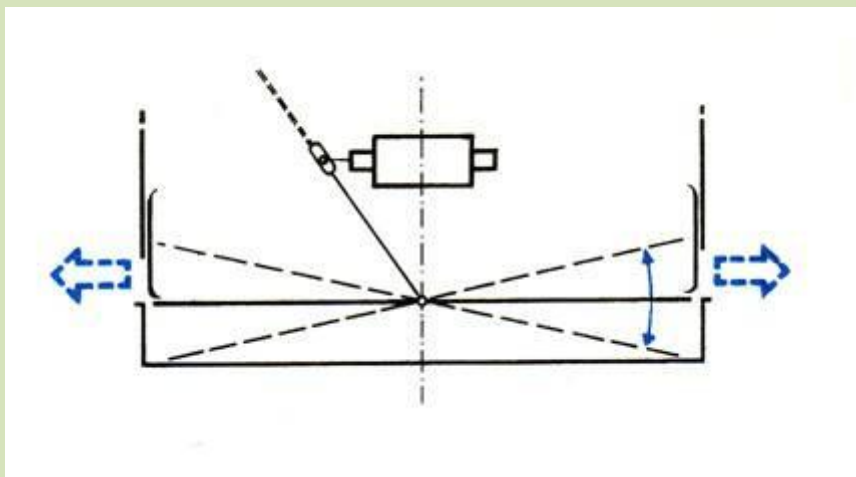


44. ábra.

Ha a bal motort a **44/a** ábra szerint teljes erővel járattuk, az elfordulás után a motor az **S** súlypontra az **e1** karral fejt ki nyomatékot. Itt nagy erő kis karral működik, tehát a másik motort lassabban járattva a fordulást jobban elő kell segítenünk: itt kisebb erővel nagyobb, **e2** karon kapunk nyomatékot. A légpárnás járműnek elvben az **S** súlypont körül kell elfordulnia, ha azonban a szabad mozgást az **F** pontban a gyenge érintkezés kissé gátolja, a forgás utóbbi körül következik be. (A nyomatékok karjai ekkor sem különböznek lényegesen a súlypontra vonatkozó karoktól.)

Említettük, hogy az **F** pont a külső oldalon helyezkedik el. Itt az érintkezést két tényező segíti elő. Egyszer a menet közben fellépő centrifugális erő a modellt a külső oldalra billenti; másodszer ezt a billenést még mesterségesen is fokozhatjuk. A **43/e-f** ábráknál a különböző forgásirányokról mondottaknak ebben találjuk a magyarázatát. Ha ugyanis a **44/a** ábrán vázolt esetben a bal motor nagyobb nyomatékkal, kifelé pörög, ez ellenkező irányú **Mr** reakciónyomatékot ébreszt, amely a járművet szintén jobbra billenti. Hasonló a helyzet a **44/b** ábrán, ahol a nagyobb nyomatékkal járó motor hosszabb **e1** karja lényegesen előnyösebb. Itt a befelé forgó, bal oldali motor a járművet balra billenti, és így segíti elő az érintkezést az **F** pontban.

Az elforduló motoroknak a modellekbe való beépítése, valamint vezérlésük is meglehetősen bonyolult (az utóbbira a következő fejezetben térünk ki). Így célszerű, ha a kormányzás hatásosságának növelésére más megoldást választunk; ilyen egyébként egyes esetekben a főkivitelnél is alkalmaznak. Lényege, hogy a jármű oldalán - általában hátul és a súlyponttól lehetőleg távol, hogy a hatást ezzel növeljék - szabályozható légfúvó nyílásokat képeznek ki, s az ezen kiáramló levegő reaktív tolóereje segíti elő a kormányzást. Ilyen „kormányzónyílások” például az SR.N6 (29. ábra), illetve a VZ-1 (31. ábra) típusjelű járműveken jól láthatók.

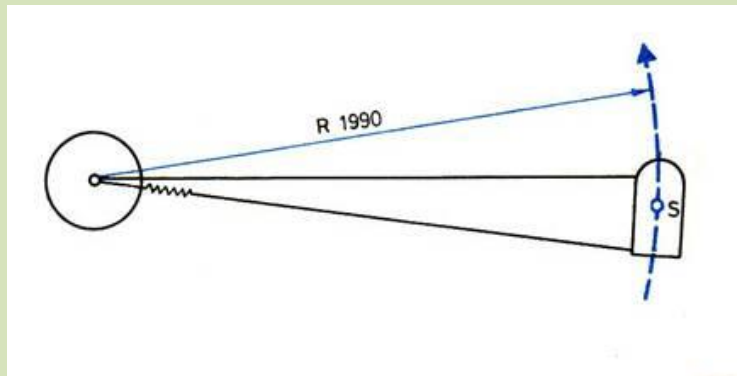


45. ábra.

Egy, a modelleken alkalmazható megoldást a 45. ábrán mutatunk be szemléletesen. A modell tengelyében csapágyazott keresztkar két végére, belülről, lágyan az oldalfalhoz simuló gumilemezeket erősítünk. A keresztkart célszerűen lágy modellezőgumival tartjuk középállásban, és a szükséges állítást háromállású -, illetve két irányban működő - elektromágnessel végezzük (erre példákat látunk a 63. és 64. ábrán).

Ennek a pontnak befejezéseként említjük meg a *körpályás modelleket*. A pálya méretét két tényező befolyásolja: a rendelkezésre álló terület, és a méretarányhoz való igazodás úgy, hogy kerek méretű pályahosszat kapjunk. Szobában célszerű 2 m körüli pályasugarat választani. A követelményeket figyelembe véve a pálya sugara - a forgási középpontból a modell súlypontjáig - $R = 1990$ mm (46. ábra). Ekkor a pálya (egy kör) hossza : $L_M = 2\pi R = 2 * 3,1416 * 1,990 = 12,50$ m. Ennek megfelelően –a természetes méretarány sorozat- a főkivitelre – λ -val szorozva –a következő pályahosszakot kapjuk:

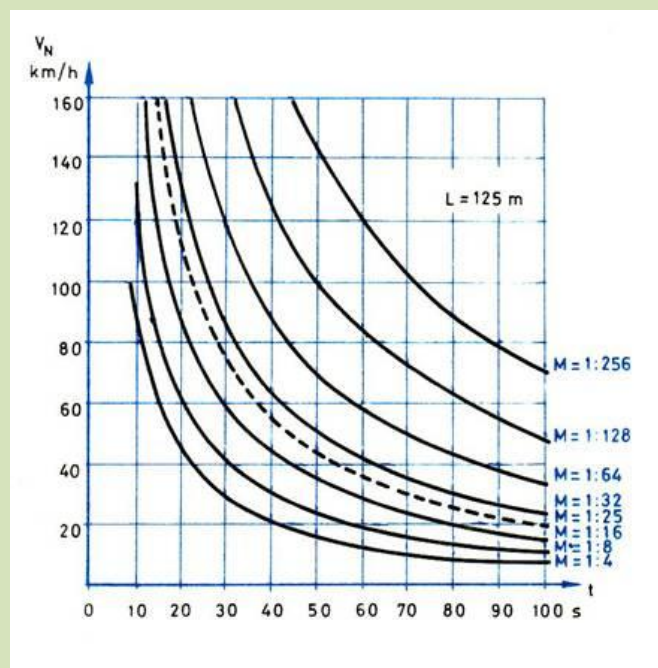
| | | | | | | | |
|-------------|----|-----|-----|-----|-----|------|--------|
| $\lambda =$ | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 |
| $L_M =$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 | 3200 m |



46. ábra.

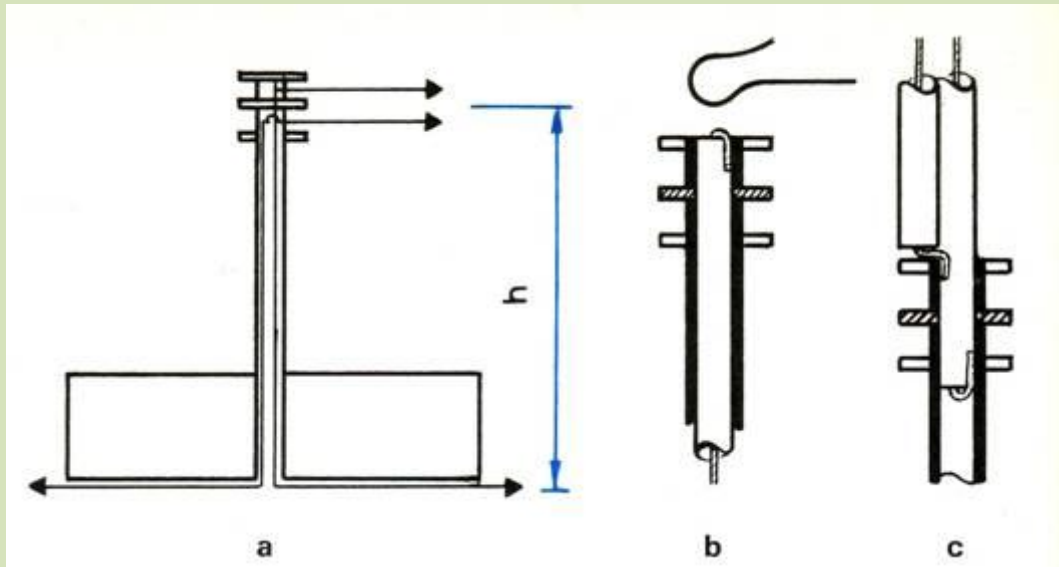
(Megjegyezzük, hogy $M = 1:25$ méretarány esetén például 8 kör kerek 2500 m-t ad ki.)

A körpályás modellek sebességét több kör lefutása után mérik. Ehhez nyújt segítséget a 47. ábrán található grafikon, amelyből $L = 125$ m, azaz tíz kör pályahosszhoz a s -ban mért idő alapján (a méretarány függvényében) azonnal kiolvashatjuk a főkivitelnek megfelelő sebességet.



47. ábra.

Még néhány szó a körpályás modellek vezérléséről. Minthogy ezeknél kormányzásra nincsen szükség, hajtásuk kéteres villanyvezetékekkel megoldható; ehhez az ún. kikötőhuzalok célszerűen felhasználhatók. A középpontot a 48. ábra szerint alakítjuk ki. Egy kb. 10-12 cm átmérőjű vastagabb vaslemez (vagy például konzervdobozba kiöntött ólomtömb) közepébe lyukat fúrunk, és beleerősítünk egy golyóstoll betétből vágott csődarabot a 48/a ábra szerint. Utóbbiba szigetelt, keményebb vezetéket húzunk úgy, hogy felül néhány mm-t kiálljon; ott a szigetelést letisztítjuk, és megfelelő érintkezést képezünk ki. A két vezetőhuzal egy-egy pólust vezet a modellhez; átlagos magasságuk (h) a modell súlypontjának magasságával megegyező legyen. A hátsó huzalt kissé rugózóra is sodorhatjuk, de csak annyira, hogy a fellépő centrifugális erő az 1990 mm-es sugarat ne növelje meg (l. 46. ábra).



48. ábra.

Az alsó hozzávezetés részletét a 48/b ábrán látjuk. Az említett szigetelt huzal teljesen kitölti a csövet, amelyre a felső végén szigetelt alátétet húzunk (az ábrán vonalkázva), majd még egy rövidebb csődarabot a másik pólus részére; ehhez csatlakozik a felső vezeték. A vezetőhuzalok lecsúszását még két fém alátéttel gátoljuk meg; kikapcsolódásukat pedig úgy, hogy az oszlophoz a felülnézetben ábrázolt formájú rugózó füllel csatlakoztatjuk őket. Felső hozzávezetést a 48/c ábra szerint kéteres vezetékkel, hasonlóan az előzőkhöz készíthetünk.

Anyagok és technológia

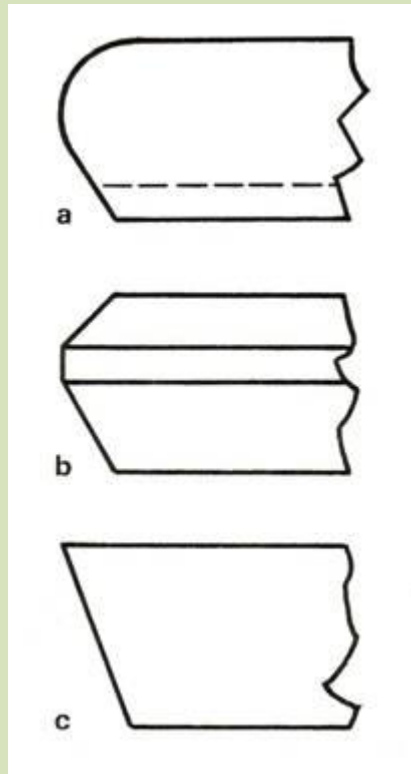
Az anyagok kiválasztásánál és a munka menete során is mindvégig legfontosabb szabályként tartjuk szem előtt, hogy légpárnás modellek építésénél *minden gramm számít!* Ezért lehetőleg könnyű, vékony anyagot használjunk, minél kisebb átfedésekkel, illesztésekkel, és főképpen minél kevesebb és a lehető legkisebb méretű csavarokkal (és utóbbiakat csak ott, ahol az időnkénti bontás miatt erre feltétlenül szükség van).

Tájékoztatásul az 5. táblázatban közöljük néhány lemezanyag fajlagos súlyát 1 dm² felületre. A számításba vehető 2-4 dm² emelőfelületű modellek törzsét, illetve alapját (ez a légkamra felső vonalában van) célszerű 0,5 mm vastag, ún. triplex (több rétegű) papír- vagy kemény PVC-lemezből készíteni; a kisebb felépítményű berendezéseket rajzlapból készíthetjük. A nehezebb trombitalemezt ott használjuk, ahol az alkatrészt valamilyen okból forrasztással kell összeerősíteni. A bontható elektromos csatlakozásokat, esetleg a propellert és a légcavarokat ajánlatos foszforbronz lemezből készíteni. Ez utóbbiakhoz a kemény PVC,

vagy az ónozott vaslemez is megfelel; ilyen 0,25-0,3 mm vastagságban szétbontott konzervdobozból nyerhetünk. Ónlemez csak ritkán és ott használjuk, ahol komolyabb domborításra van szükség; ehhez az alumínium is megfelel, de a más alkatrészekkel való összeerősítése (ragasztása) nehézkes.

| Megnevezés | Vastagság mm | Súly p/dm ² |
|---------------------------------|--------------|------------------------|
| DIPA rajzlap, levlapkarton stb. | 0,2 | 1,8 |
| Triplex lemez | 0,5 | 5,0 |
| Kemény PVC-lemez | 0,5 | 4,7 |
| Trombitalemez | 0,1 | 8,5 |
| Foszforbronz lemez | 0,2 | 17,8 |
| Ónlemez | 0,3 | 22,0 |
| Ónozott vaslemez | 0,25 | 19,5 |
| | 0,3 | 23,5 |
| Alumínium lemez | 0,2 | 5,4 |

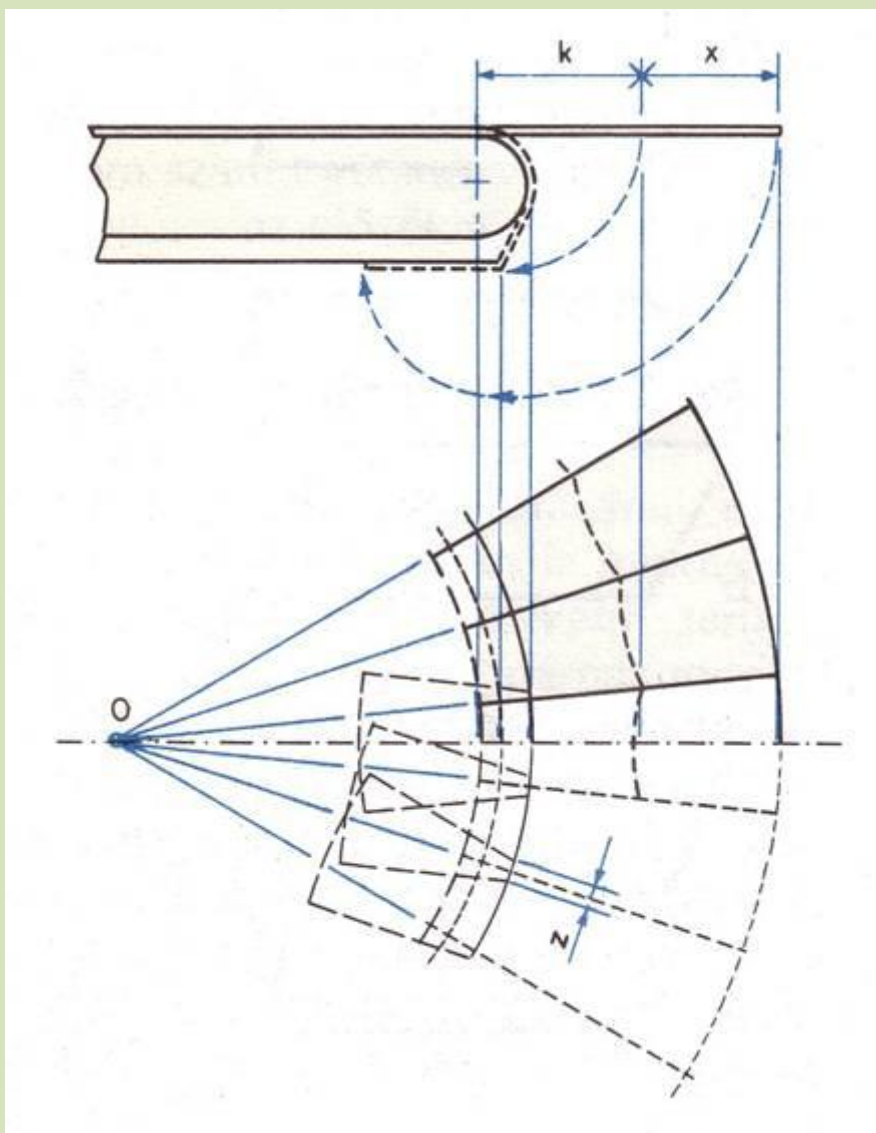
5. táblázat.
Lemezanyagok fajlagos súlya



49. ábra.

A légpárnás járművek testén sok a többszörös, több tengelyű domborítás, a gyűrűszerű, úgynevezett tóruszfelület. Mivel ezek kialakítása gyakorta gondot okoz, ezért a 49. ábrán bemutatunk néhány egyszerűsítési lehetőséget. Az **a** ábrán a szoknya felfújódó részét nem domborítjuk ki külön, hanem a merev törzsrészről egyenes alkotóval folytatjuk a falat lefelé (így a modellen ez a rész is merev lesz). Az ilyen felületet is célszerű sablonon kialakítani. Ha ezt el akarjuk kerülni, akkor a **b** ábra szerint a felületet több kúpfelületre, illetve hengerpalástra oszthatjuk fel. Ezeket ragasztással illesztjük egymáshoz, a kivágós papírajátékoknál ismeretes csipkézett átfedéssel. Az illesztéshez valamilyen gyorsan száradó (például Planatol, K-2 könyvkötészeti stb.) ragasztót használjunk; a PVC-lemezhez a boltban hozzá ajánlott minőséget. Ügyeljünk a légmentes tömítésre. Ezt úgy biztosíthatjuk, hogy az illesztések vonala mentén belül oldószeres ragasztóval (például Technokol Rapiddal) vastagon behúzzuk, és ebbe biztonságból még valamilyen, műanyag alapú, kötéshez (kézimunkázáshoz) használatos vastagabb, lágy fonalat is fektethetünk. Végül a 49/c ábrán igen egyszerű megoldást mutatunk be, egyetlen csonkakúp felülettel. Ezt előzetes kísérleti modellenél alkalmazhatjuk előnyösen.

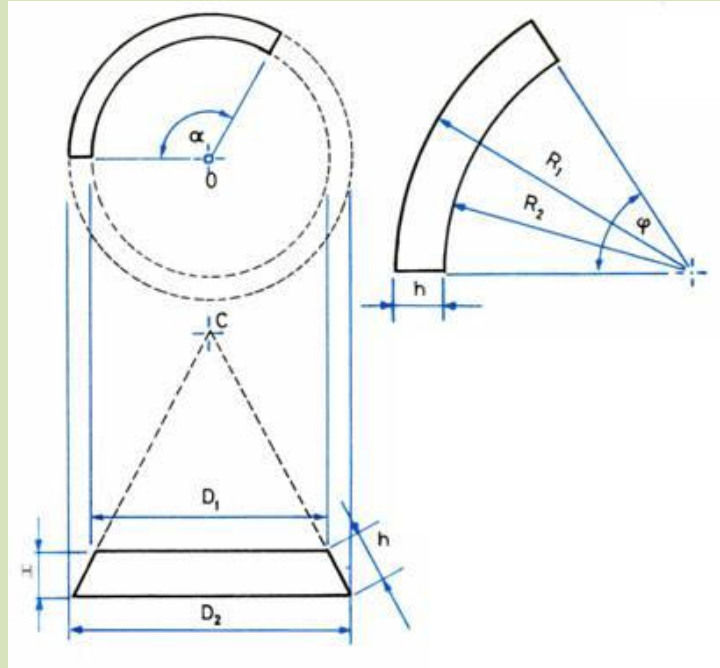
A sablonnal való építés egy lehetséges módját az 50. ábrán láthatjuk. A fából kifaragott, illetve több lemezből összeállított sablonon a kívánt felületet gondosan kidolgozzuk. A kétszeresen íves részekben a ráhajtandó lemezt a tóruszfelület tengelyvonalánál $k+x$ mérettel nagyobb ívben vágjuk le; itt a k -hossz a modelltest végleges méretének felel meg, az x pedig tetszőleges, és arra szolgál, hogy az anyagot a sablon alján a visszahajtás után (például rajzszőggel) megtűzhessük. Ezt a külső gyűrűfelületet sugárirányban - a modell méretarányától függő kiosztásban - bevagdossuk, majd az egyes szegmenseket egymás után a sablonra hajtjuk, közben természetesen elvégezve a ragasztást. A hajtást célszerű elől a hosszoldal felől, hátul pedig ellenkező sorrendben végezni. A test függőleges érintőjének vonalában az egyes szegmensek egymást z mérettel átfedik; a hajtás utáni élés kontúrvonalakat az ábrán hosszú szaggatott vonallal jelöltük.



50. ábra.

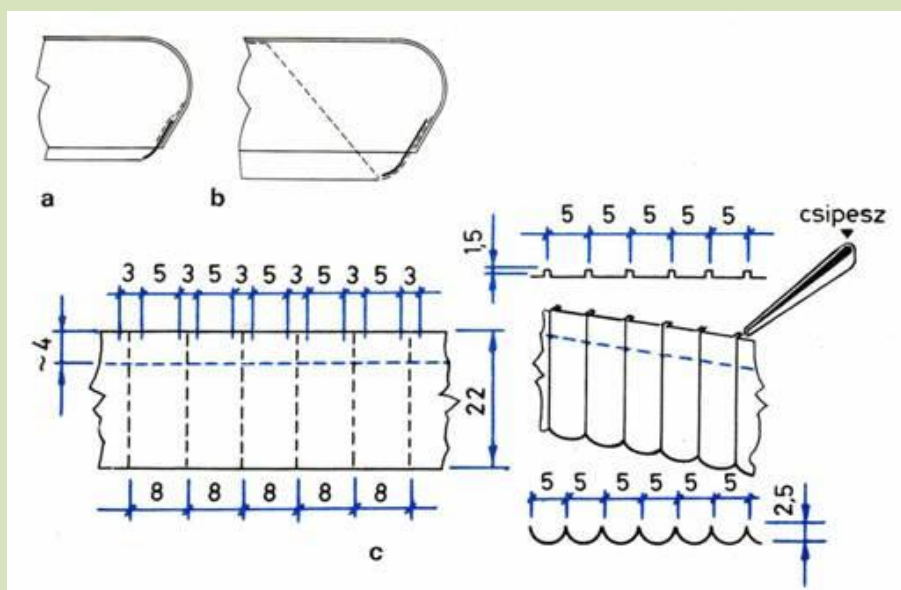
A triplex lemezt célszerű a hajtáshoz a szürke oldalán meggőzölni (nem beáztatni!), és ez legyen a külső oldala: így nem keletkeznek rajta törések. PVC-lemezt szárazon nem kormozó láng (gáz, spirituszégő) vagy egyéb hő sugárzó berendezés (nagyobb méretű páka, hajszárító) felett hajlíthatunk, nedvesen pedig forrásban levő vízben. Ez utóbbi esetben azonban ragasztás előtt gondosan meg kell szárítani! Célszerű az illesztendő, illetve ragasztandó felületeket előzőleg csiszolóvászonnal feldurvíteni. A tóruszfelületen kívülről látható átfedéseket - ha bántóak - előbb finom reszelővel, majd szintén csiszolóvászonnal tüntethetjük el.

Mint említettük, a testet egyszerűbben, sablon nélkül; csonkakúp felületekből alakíthatjuk ki. Ennek tervezéséhez az 51. ábra nyújt segítséget. A modell tervéből ismeretes a D_1 és D_2 átmérő, a H gyűrűmagasság, valamint az a szög. Ezek ismeretében az ábrán közölt képekkel kiszámíthatjuk az alkotó h valódi méretét, a síkba terített felület megrajzolásához szükséges R_1 és R_2 sugarat és a φ szöget. Az illesztésekhez szükséges ráhagyásokra természetesen gondolnunk kell.



51. ábra.

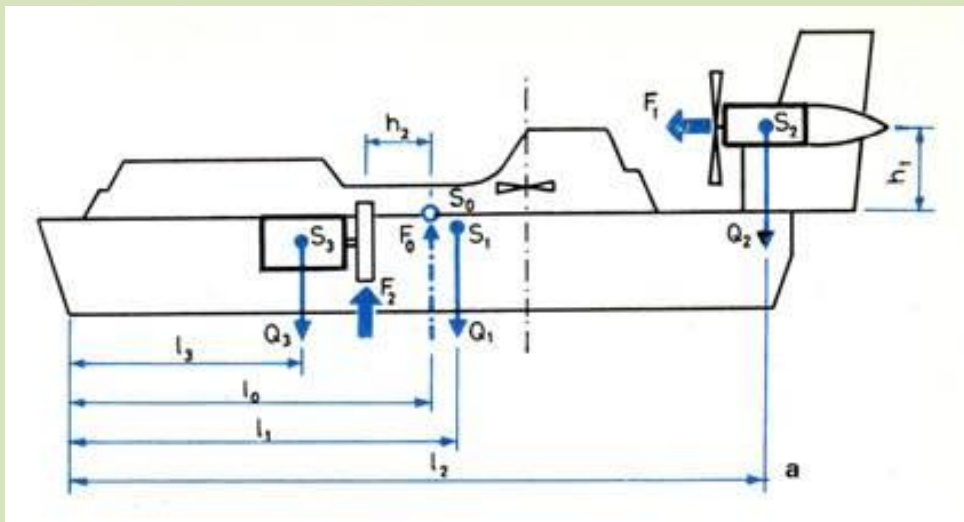
A légpárnás modellek egyik komoly problémája a *szoknya* megoldása. Itt nem az az elsődleges feladat mint a főkivitelnél, vagyis hogy a magasabb akadályokon való áthaladást is lehetővé tegye, hanem hogy gondoskodjék a kiáramló levegő lehetőleg egyenletes elosztásáról. Erre azért van szükség, mert a tapasztalat szerint a modell pályája a gyakorlatban sohasem tökéletes sík felület. Ezért többnyire megelégszünk azzal, hogy magát a szoknyarészt mereven alakítjuk ki, és csupán az alsó 2-3 mm-en látjuk el lágy szegéllyel. Ez utóbbihoz a lehető legvékonyabb gumit vagy hasonló anyagot használunk. Igen alkalmas egy hosszúkás játékléggömb, amelynek anyagát csigavonalban a kívánt szélességű csíkra vágjuk fel. Néhány lehetőséget az 52. ábrán mutatunk be. Az *a* ábra szerint a csíkot a falra belülről (például Palma nyersgumi oldattal) úgy ragasztjuk fel, hogy közben a felső részét igen kis mértékben megnyújtjuk.



52. ábra.

A nagyobb magasságú szoknya igen hatásos; ezen a modell a légsűrítő beindításakor szemlátomást megemelkedik, elkészítése azonban nagyon nehéz. Egy kísérleti megoldást látunk az 52/b ábrán. Előzetesen függőleges síkban a belső merev felületre kb. 5 mm-enként erős, vékony cérnaszálakat ragasztunk (itt ezt ábrázoltuk szaggatott vonallal), majd felragasztjuk a lágy gumiból készült, alul kb. 10-12 mm-re kinyúló szoknyát. Ezt követően a cérnaszálakat ezekre is ráragasztjuk, másik végüket pedig úgy erősítjük a testhez, hogy felfújott állapotban a szoknyának ne engedjenek meg kifelé túlságosan nagy elmozdulást. Szabadpályás modelleknél azonban így is könnyen kifordulhat, bár ismételt indításkor ez a zavar megszűnik.

Végül az 52/c ábrán egy élethű benyomást keltő, merev szoknya készítését mutatjuk be. A méretek körülbelül megfelelnek mindkét modellhez, amelyeknek az építési leírását közöljük. A 22 mm széles csíkot DIPA rajzpapírból vágjuk ki, és a majdani belső (a durvább) oldalán 8 mm-enként bekarcoljuk, és minden karc mentén előre, élesen meghajtjuk. Utána a hátoldalon egy kb. 3 mm vastag pálcára felsodorjuk, majd az ábra bal alsó részén látható félhengerversorból álló felületet kihajtjuk és kialakítjuk. Ezt követően a felső, kb. 4 mm széles sávban mélyedésekbe ragasztót cseppentünk, és a felületet csipesszel úgy megtörjük, hogy elől sík alakuljon ki (lásd az ábra jobb felső részén). Ezt a feladatot egy 5 mm-enként lombfűrészszel bevágott falemez sablonon egyszerűbben végezhetjük el. A testre való felerősítésnél arra nagyon ügyeljünk, hogy a szoknya alsó vonala tökéletes síkban fekdjék. Ezért célszerű, ha ezt a műveletet vastag üveglapon úgy végezzük, hogy a modellt a kellő magasságban előzőleg feltámasztjuk. A ragasztáshoz ekkor lassan száradó, sokáig képlékeny anyagot (például Technokol Rapid) használjunk.



53/a. ábra.

A szoknya ferde állása következtében az alsó peremen megjelenő „csipkázat” igen jó, egyenletes levegőkiáramlást biztosít. Légpárnás modelleknél igen fontos a pontos kiegyensúlyozás, az ún. „trimmelés”. Tekintve, hogy ezek a járművek általában a hossztengejükre szimmetrikusak, a trimmelést csak hosszirányban kell elvégeznünk. A súlyok kiegyenlítéséről azonban már a tervezés során gondoskodnunk kell, s ehhez bizonyos előzetes számítások szükségesek. Erre mutatunk be példát az 53. ábrán.

Az 53/a ábra általános esetet mutat. A jelölések a következők:

- Q_1 - az üres test súlya;
- Q_2 - a hajtómotor(ok) súlya;
- Q_3 - az emelő főmotor súlya (ezeket folytonos nyíl jelzi);
- F_0 - a légpárna felhajtó ereje (eredményvonalas nyíl);
- S - a megfelelő indexszel a fenti erők támadás- (súly-)pontja;
- F_1 - a légsavar húzóereje;
- F_2 - a légsűrítő dinamikus felhajtóereje (üres nyilak);
- l - az erők karja tetszőlegesen kiválasztott pontra, ez jelen esetben a szoknya alsó él pontja a szimmetriatengelyben;
- h - a dinamikus erők karja a felhajtóerő támadáspontjára.

Az 53/b ábrán az építési leírásunkban szereplő VZ-1 típusú jármű modelljét vázoltuk fel, orrában 4-es indexszel a kormányzó mágnes(ek) megfelelő adatait jelöltük.

A kész modellel szembeni legfontosabb követelmény, hogy a teljes szerkezet súlypontja egy függőlegesbe essék az F_0 felhajtóerő S_0 támadáspontjával. Másik követelmény, hogy a felhajtóerő a jármű összsúlyánál nagyobb legyen.

A súlypont helyének meghatározásánál a dinamikus erőket nem vesszük figyelembe, tekintve, hogy értékük elhanyagolhatóan kicsi, és számszerűen nem is tudjuk pontosan meghatározni őket. Első lépésként a kiválasztott pontra felírjuk a nyomatékot (a jobbra forgatót tekintjük pozitívnak):

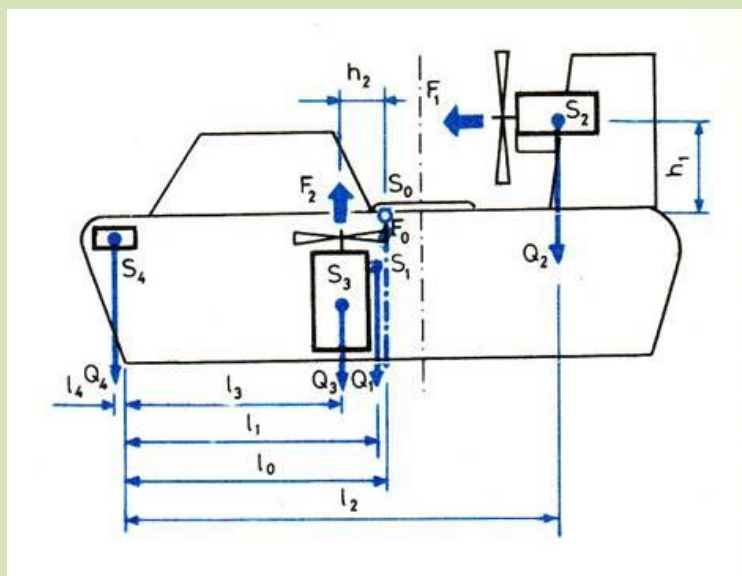
$$l_1 Q_1 + l_2 Q_2 + l_3 Q_3 - l_4 Q_4 = l_0 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4);$$

a kifejezés jobb oldalán zárójelben a jármű összsúlya szerepel. Tekintve, hogy az arányos leképezés követelménye az l_0 , l_1 és l_2 méreteket a megkívánt hasonlóság miatt megköti, az l_4 értékét pedig a lehető legnagyobbra kell megválasztanunk (hogy minél kisebb súllyal minél nagyobb nyomatékot érjünk el, egyedül az l_3 méretet változtathatjuk. Ez azt jelenti, hogy az esetek többségében a modellben a főmotor nem oda kerül, ahol a főkivitelen a légsűrítő tengelye (az ábrán vékony eredményvonal) van. Ilyen esetben valamilyen kiegészítő megoldást kell keresnünk; erre még visszatérünk.

A fenti összefüggésből a kérdéses távolságot a következőképpen számítjuk ki:

$$l_3 = \frac{1}{Q_3} [l_0 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) - l_1 Q_1 - l_2 Q_2 + l_4 Q_4]$$

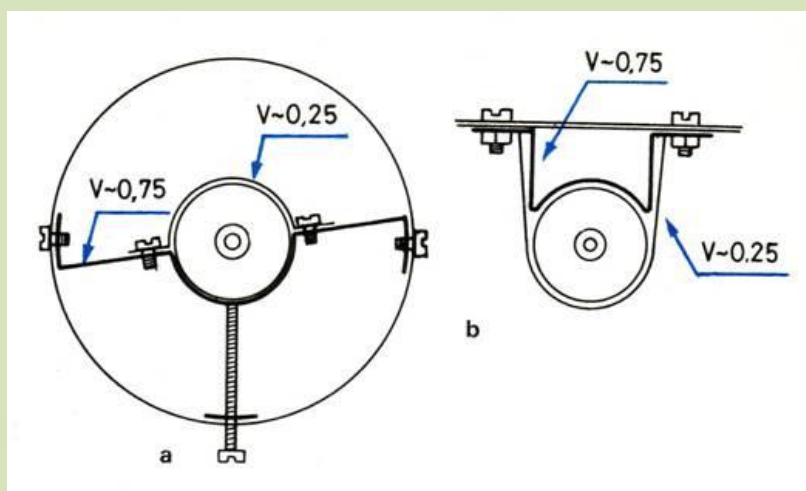
Ezzel megkaptuk a főmotor S_3 súlypontjának helyét. Ha ez az eredetitől távol esik, vagy a geometriai méretek az álló elrendezést nem teszik lehetővé, a motort fekvé építjük be - 53/a ábra - a jármű hossz tengelyében. Ilyenkor egyszerűbb megoldás, ha centrifugális légsűrítőt alkalmazunk (lásd a 20/b ábrán) természetesen a levegő zárt hozzávezetéséről pipa alakú csatornával gondoskodnunk kell! Kis eltérés esetén - 53/b ábra - a levegőt közvetlenül - példánkban a nyitva hagyott kabinablakokon át - vezethetjük a propellerhez.



53/b. ábra.

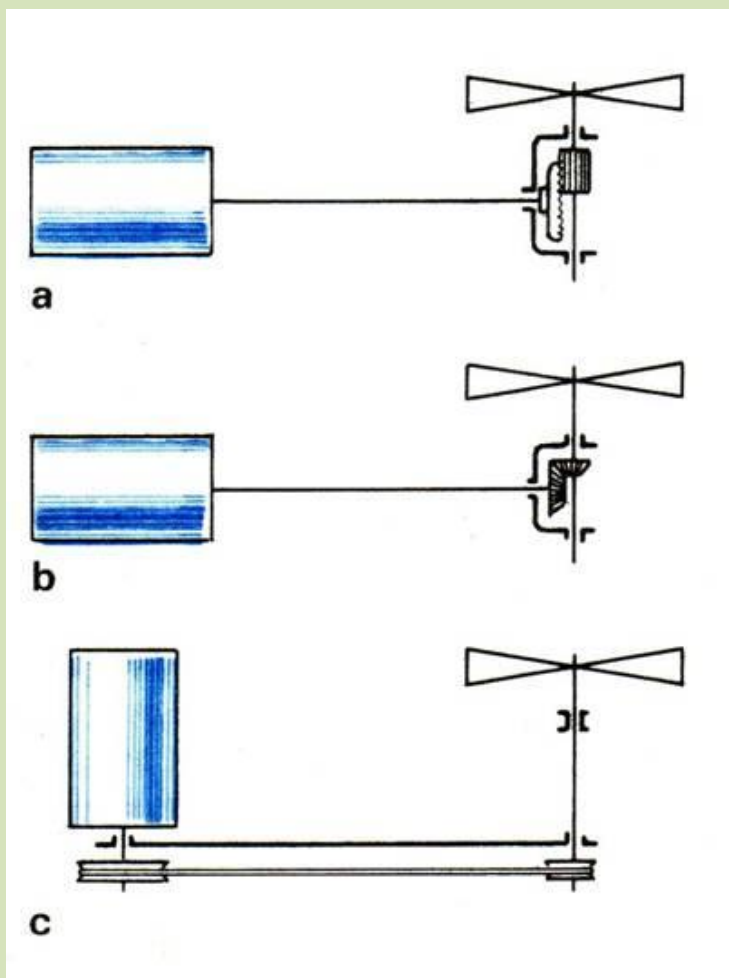
Ennek a kérdésnek az előzetes tisztázása után célszerű még egy gyakorlati próbát tenni. Ehhez építsünk egy olyan egyszerű dobozt, amelynek a hossza a végleges modell légpárnafelületének hosszával, alapterülete pedig az emelőfelületével megegyező. Így az S_0 pont hosszirányban ugyanott lesz, mint majd a modellen. Ezután erre a dobozra kívül helyezük rá a tervek megszabott helyen, az egyes külön terhelő elemeket (hajtómotor, mágnes, lemeztöbbslet stb.), majd a dobozt a hossz tengelyre merőlegesen támasszuk fel alsó éle mentén az S_0 pontban, például egy hatszögletű ceruzával. Ezután helyezük rá a főmotort a szerelvényével együtt, és a nyers modellt gondosan egyensúlyozzuk ki. Célszerű, ha ezután a főmotort egyszerűsített módon be is építjük, és a felhajtóerőt is kipróbáljuk.

A főmotor beépítésére az 54. ábrán látunk megoldást. A függőleges motort az **a** ábra szerint többnyire henger alakú légbeszívó csatornába helyezük, s ekkor keresztkenyellel foghatjuk meg. Ez viszonylag vastagabb anyagból készüljön, és a kimerevítéséről a rajzon alul látható hosszú csavarral gondoskodjunk. Itt azért használjunk csavarozást, hogy az esetleg meghibásodott motort könnyen ki tudjuk cserélni. Fekvő beépítést egyszerűen az 54/b ábra szerint oldhatunk meg.



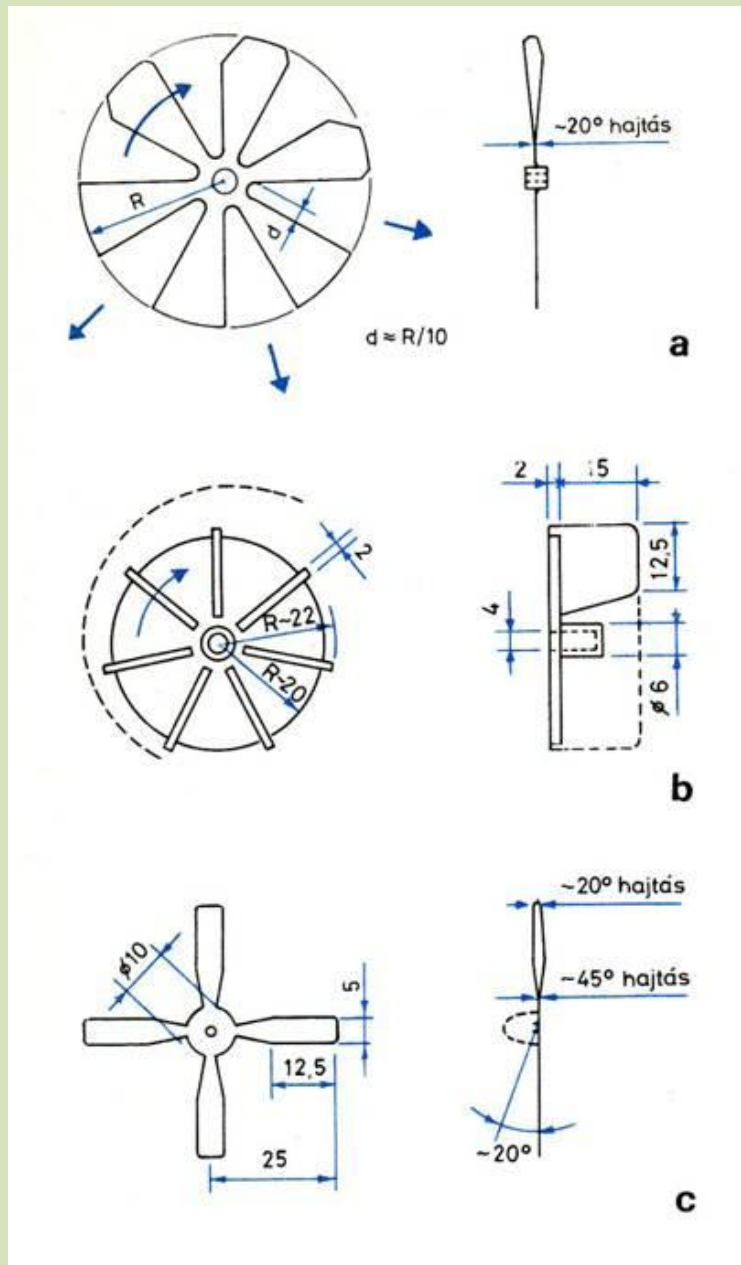
54. ábra.

Ha ragaszkodunk a légsűrítő ventilátor eredeti elhelyezéséhez, akkor áttételt kell alkalmaznunk (55. ábra). Ezt megoldhatjuk *a*) koronakerekes, *b*) kúpkeres, vagy *c*) gumihajtással. Hangsúlyozzuk, hogy csak jó minőségű szerkezeti elemeket használjunk fel; játékokból kiépített, sajtolt lemez fogaskerekek itt nem felelnek meg, különösen gyorsító áttétel esetén.



55. ábra.

Végül néhány szót szólunk a légsűrítő, illetve a hajtószerkezeti elemekről (56. ábra). Lemezből az *a* ábra szerint készíthetünk propellert; a szárnyakat csak tőben hajtjuk meg, kb. 20°-ban. A közepére forrasszunk a motor tengelyének megfelelő furattal ellátott kis tömböt. Ügyeljünk valamennyi ilyen gyorsan pörgő elem gondos, centrikus kiegyensúlyozására! A *b* ábrán egy céljainknak igen jól megfelelő, készen beszerezhető, centrifugális, sűrítőhöz alkalmas járókereket látunk. (NDK gyártmányú hajsűrítő alkatrésze, cikkszám: 7023.7 - 0:6/3.) A 4 mm laptávu nyílásba a motor tengelyét műanyag cső segítségével szoríthatjuk be. A szaggatott vonallal ábrázolt ív csak fekvő beépítés esetén szükséges (helyettesíti a csigaházat); a függőlegesen járó kerék egyszerűen szabadon fűjja be a levegőt a párna légterébe. A beszívó nyílás átmérője kb. a járókerék átmérőjének 1/2-2/5-e legyen; minél közelebb (néhány tized mm-re) a lapátok éléhez. Az egyenes lapáttal rendelkező járókerék előnye, hogy mindkét forgásirányban egyformán működik, s ennek az elektromos vezérlés felépítésénél mutatkozik előnye.



56. ábra.

Az 56/c ábrán a VZ-1 modellhez használható légszár alakját és méreteit mutatjuk be. Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a légszárakat - dinamikai okokból - szintén nem tudjuk arányosan leképezni, s a gyakorlati tapasztalat szerint legjobban a három vagy négyszárnyú felel meg. A tengelyre úgy erősíthetjük fel, hogy furatát árral lyukasztjuk, majd fából vagy kemény műanyagból fűrőgépen, reszelővel kidolgozzuk az első kúpot, és ráragasztjuk. A tengely részére azután ebbe a kúpra készítjük el a szükséges méretű furatot.

Végül néhány szót szólunk a modellek festéséről. Akár papírból, akár műanyag lemezből készítettük járművünket, az első, legfontosabb teendő a felület kellő előkészítése. Ehhez először valamilyen hegyes, éles szerszámmal távolítsuk el az illesztések helyén esetleg kifolyt felesleges ragasztóanyagot. Utána finom reszelővel, majd csiszolóvászonnal simítsuk át az egész felületet, tüntessük el az esetleges egyenetlenségeket.

Papírból készült testnél alapozás nem szükséges; a műanyagnál is csak akkor, ha a felhasznált anyaghoz ezt előírják. A fémlapból készült kisebb alkatrészeket - különösen a forrasztások helyén – valamilyen konyhai tisztítószerrel igen gondosan tisztítsuk meg minden zsírtól és savtól. Utána bőséges -meleg vízzel öblítsük le, és gondosan szárítsuk meg őket.

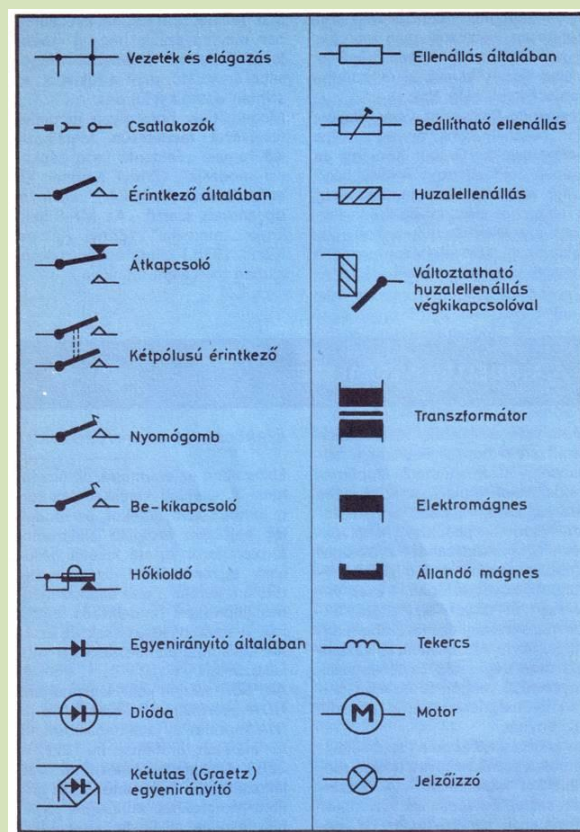
Festéshez Rezisztánt vagy Walkydot használhatunk: de aeroszolos patronfestékekkel is igen könnyen és szépen dolgozhatunk. A különböző színű alkatrészeket lehetőleg még a felszerelés előtt, külön-külön vessük; így elkerülhetjük a sok „kitakarással” járó nehéz munkát, s az nem is mindig sikerül elég szépen. A választott színnel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a modell lehet valamivel élénkebb, világosabb árnyalatú, mint a főkivitel; ez szintén esztétikai kérdés.

Megemlítjük, hogy ilyen modellek festésével részletesen foglalkozik Kő Tamás: „Felderítő úszó gépkocsi modellje” (Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1974.), valamint ugyanezen szerző „Az MI-8 helikopter modellje” (Zrínyi Katonai Kiadó, 1976.) című, ebben a sorozatban megjelent munkája.

A modellek vezérlése

Mint már említettük, fűzetünkben csak zárt térben - elsősorban szobában - üzemeltethető légpárnás modellekkel foglalkozunk. Ezekbe jelenleg csak villamos törpemotorokat tudunk beépíteni, amelyeknek a működéséhez szükséges energiát - a súly- és a teljesítménykorlátok következtében - csak vezetéken át tudjuk biztosítani. Ekkor viszont a legkézenfekvőbb megoldás, hogy vezérlésüket is vezetékes úton végezzük. Ez lényegesen egyszerűbb megoldás is, mint például a mágneses vagy a rádió távirányítás.

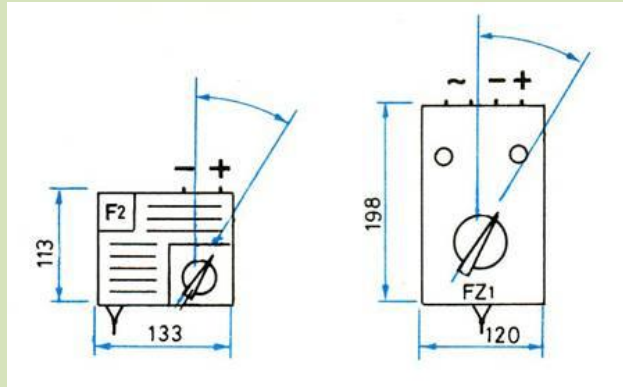
Így a következőkben a tisztán elektromos, vezetékes távirányítású modellekkel foglalkozunk. A fejezetben szereplő kapcsolási vázlatokon alkalmazott jelöléseket az 57. ábrán foglaltuk össze.



57. ábra.

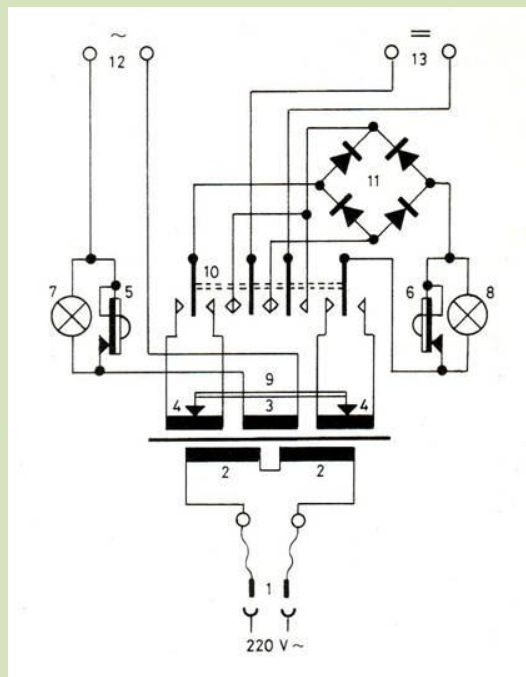
Elektromos szerelvények

Elsősorban az áramforrásokról szólunk. A jelenleg kereskedelmi forgalomban levő, játékok és modellek hajtására szolgáló elektromos törpemotorok szinte kivétel nélkül csak egyenárammal üzemeltethetők, ún. perma- (azaz állandó mágnes állórészsel rendelkező) motorok. A továbbiakban csak az ezekhez alkalmas áramforrásokkal foglalkozunk.



58. ábra.

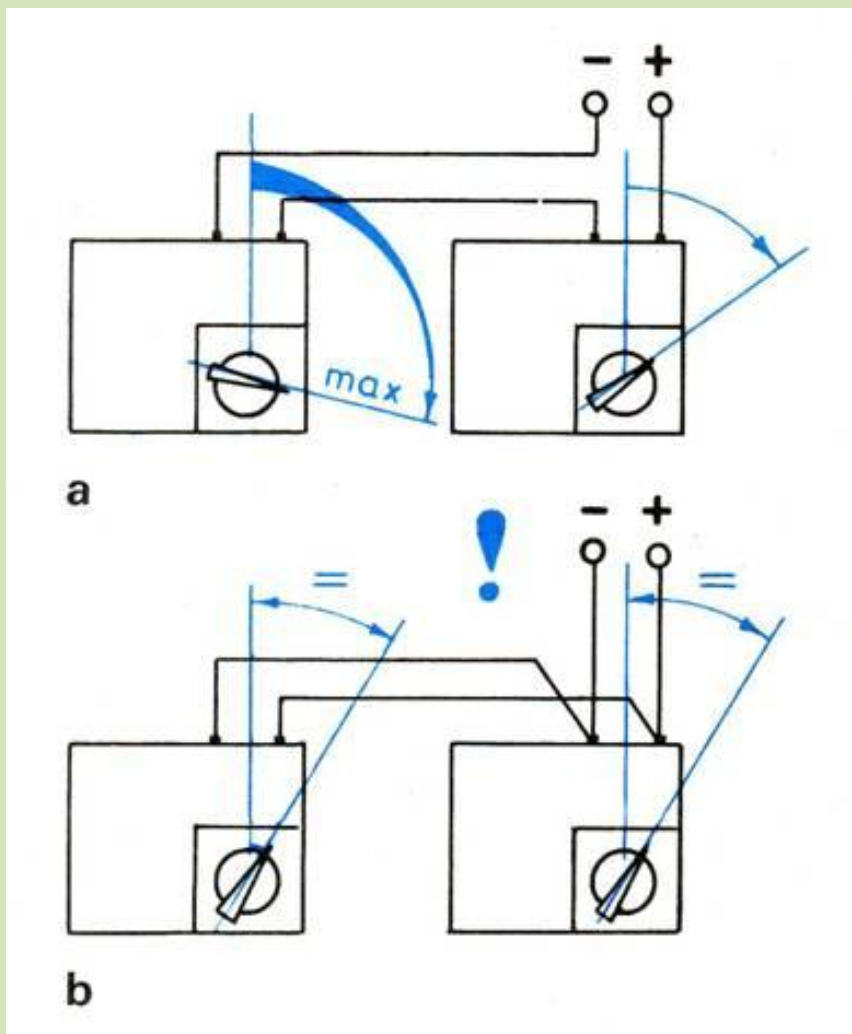
Az 58. ábrán két, legismertebb NDK gyártmányú - szakboltjainkban kapható - játéktranszformátor fő méreteit mutatjuk be. Ezek a 220 V-os világítási hálózathoz csatlakoztathatók; kimenetükön az említett motorokhoz szükséges törpefeszültséget adják le. Ugyanezen az ábrán látjuk a transzformátorok egyenáramú kivezetésének polaritását is: ha a szabályozó gombját *jobbra* forgatjuk, a *jobb oldali* kivezetésen jelenik meg a pozitív pólus. Az F2 típus (F = Fahrtrafo rövidítése - gyártja VEB Berliner TT-Bahnen) 2-12 V között finom fokozatokban szabályozható egyenfeszültséget ad; névleges áramerősség és terhelés 600 mA. Az FZ1 típus (FZ = Fahr- und Zubehörtrafo - gyártja VEB Piko, Sonneberg) a bal kapocspáron 16 V váltakozó feszültséget szolgáltat, a jobb oldalin 2-12 V között fokozatmentesen szabályozható egyenfeszültséget. Mindkét kör névleges áramerőssége 1,2 A.



59. ábra.

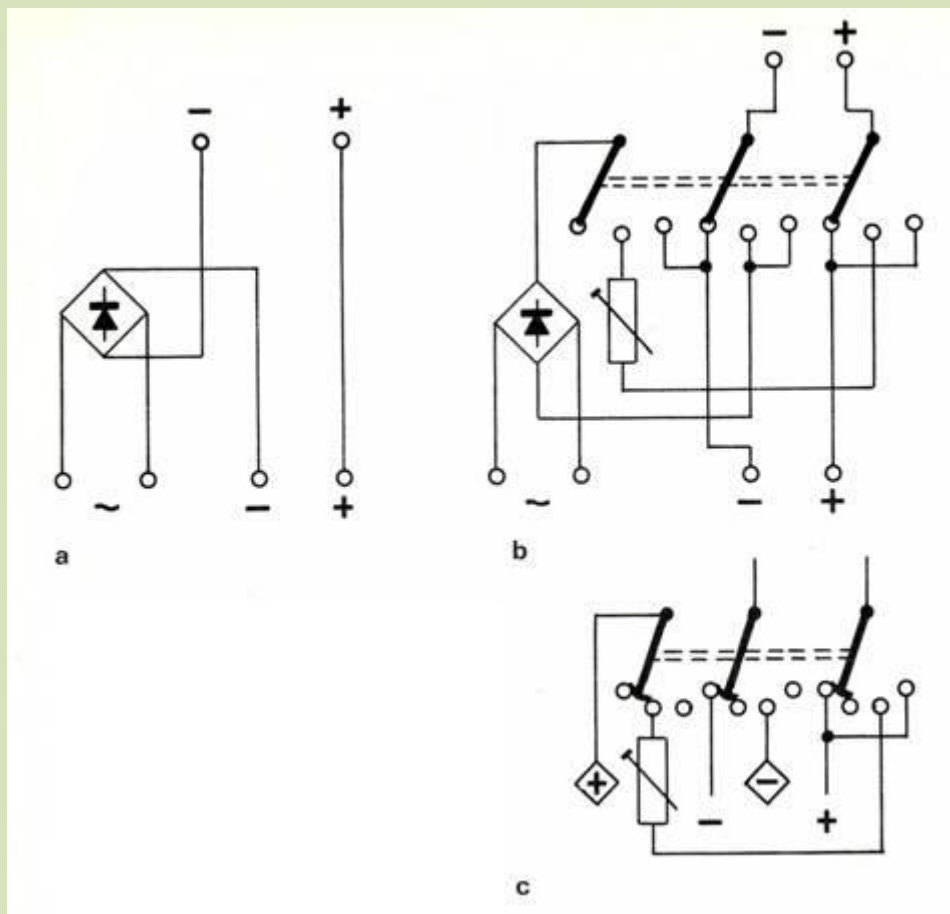
Ez a transzformátor egymástól elektromosan független váltakozó és egyenáramú körrel rendelkezik, így több célra is előnyösen használható. Kapcsolási vázlatát az 59. ábrán közöljük. A jelölések a következők: 1. hálózati csatlakozás; 2. primer tekercsek; 3. a váltakozó áramú tápkör szekunder tekercse; 4. az egyenáramú kör szekunder tekercsei; 5. túláram hőkioldók; 6-7. zárlatot vagy túlterhelést jelző izzók; 8. feszültségszabályozó csúszzóérintkező; 9. pólusváltó átkapcsoló; 10. egyenirányító híd (Graetz-kapcsolás); 11. a váltakozó áramú kör csatlakozó csavarkapcsai; 12. az egyenáramú kör csatlakozó csavar-
kapcsai.

Ha áramforrásunk nem ad le elegendő feszültséget vagy áramerősséget, akkor többet kell belőlük összekapcsolnunk. Transzformátorok ilyen kapcsolását a 60. ábrán mutatjuk be. Az *a* ábra szerinti soros kapcsolással növeljük a feszültséget; a bal oldali transzformátor maximuma felett a jobb oldalival tudunk tovább szabályozni. Ha bármelyik transzformátor szabályozója 0-állásban van, az áramkör megszakad! A *b* ábrán látható két transzformátor párhuzamos kapcsolása az áramerősség növelését célozza (például nagy fogyasztású motorhoz). Ügyeljünk arra, hogy csak azonos típusú transzformátorokat kapcsoljunk párhuzamosan, és a szabályozó gombok is mindig azonos helyzetben (feszültségen) álljanak!

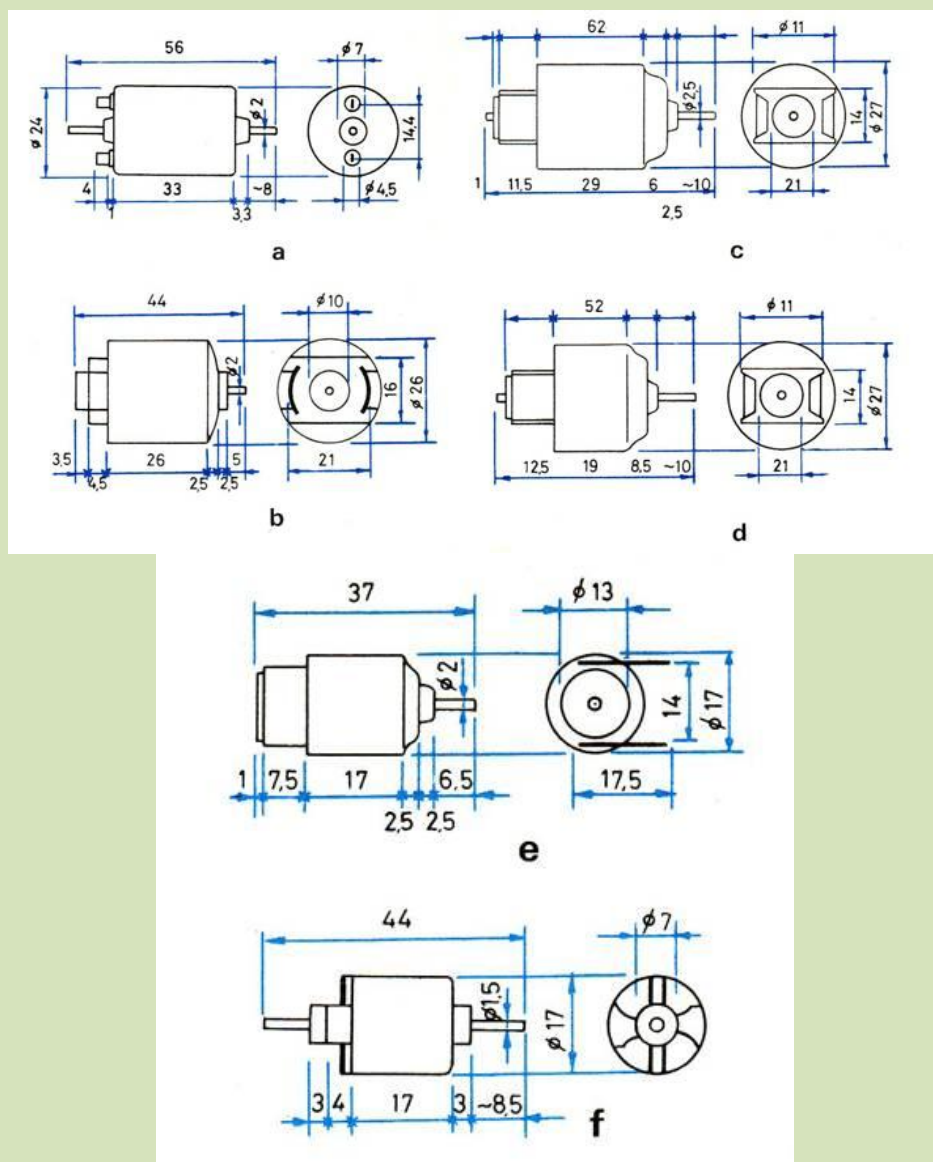


60. ábra.

A két kapcsolás kombinálható is, ekkor azonban, pl. a négy transzformátor együttes kezelése már meglehetősen bonyolult. Ilyen esetben az FZ1 transzformátor említett független áramköreit előnyösen használhatjuk ki, amire a 61. ábrán látunk példát. Az alapkioscsolást az a vázlat szemlélteti: a váltakozó feszültségű kört - egyenirányítás után - az egyenfeszültségével sorba kapcsoljuk. Így a kb. 14 V alapfeszültségen túl (tekintve, hogy az egyenirányítón valamelyest esik a feszültség) még további 12 V-os tartományban kapunk szabályozható feszültséget. Ügyeljünk arra, hogy a szabályozó gombot csak jobbra forgassuk el! Ha nagyobb tartományban van szükségünk szabályozható feszültségre, akkor ezt a b ábra szerint egy háromállású, hárompólusú átkapcsolóval érhetjük el. Az ábrázolt helyzetben 2-12 V között a gombról közvetlenül szabályozunk. A szélső helyzetet elérve középállásba kapcsolunk, a most már állandófeszültségű egyenáramú körre. Az ekkor esetleg fellépő, kellemetlen feszültségugrást beállítható kengyeles ellenállással egyenlíthetjük ki - természetesen terhelés alatt. A szabályozó gombot közben kezdő helyzetig (de nem 0-állásba!) visszaforgatjuk, majd a kapcsoló harmadik állásában a szabályozott feszültséget kb. 24-26 V-ig tovább növelhetjük. A c ábrán házilag könnyen elkészíthető átkapcsoló vázlatát mutatjuk be; lényege, hogy az érintkező karok - egyidejűleg két-két gombon állnak (ezekhez pl. Milton-kapcsot használhatunk). A biztos érintkezés érdekében fontos, hogy az összekötőrúd és az érintkezők kapcsolata laza legyen.



61. ábra.



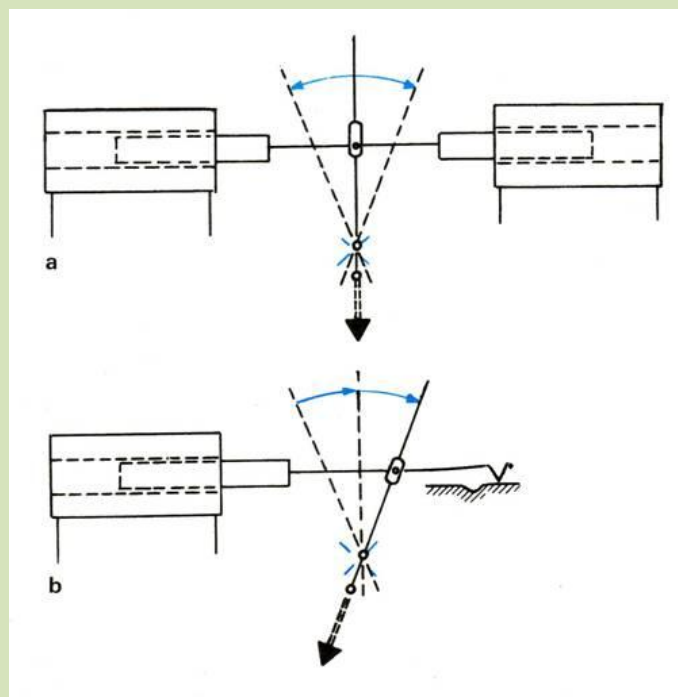
62. ábra.

A modelljeink üzemeltetéséhez megfelelő néhány, nálunk ma beszerezhető elektromos törpemotor fő méreteit a 62. ábrán foglaltuk össze. Legfontosabb adataik a következők:

- BJH (Budai Járásai Háziiipari Szövetkezet) típusú motor, 3, 4, 5, 6 és 12 V üzemfeszültségre készü; fordulatszámok 5000-9000 f/min. között. Súlyuk 63 p.
- A csehszlovák kötött pályás elektromos autó motorja (Igla), üzemfeszültség 9 V; golyósan csapágyazott tengellyel. Súlya 55 p.
- Piko (NDK) 3021 típusú motor elemes játékokhoz, üzemfeszültség 4,5 V; fordulatszám 3500 f/min. Súlya 65 p. Teljesen hasonló a MEW (Meininger Elektrogerate Werk) cég KM típusú motorja, azzal az eltéréssel, hogy fordulatszáma 2650 f/min.
- Piko-motor, az előbbi rövidebb változata, súlya 36 p.

Az eddig felsorolt motorok légsűrítő hajtásához alkalmasak, a légsavarhoz a következő könnyebbeket használjuk:

- MFV KM VIIIc-38 típusú motor, üzemfeszültsége 12 V; fordulatszáma 6300 f/min. Súlya 18p.
- Piko 2024 típusú motor (az N építési nagyságú modellvasúti járművekben), üzemfeszültsége 12V; fordulatszáma 7000 f/min. Súlya 15p.



63. ábra.

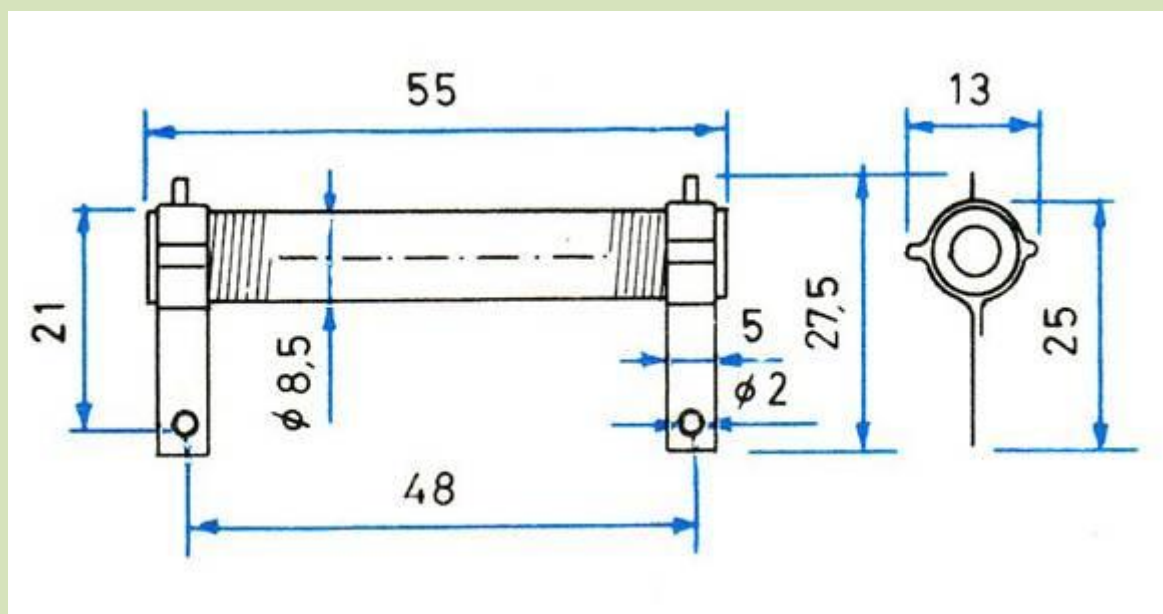
A járművekbe beépítendő további szerelvények a vezérléshez szükséges *elektromágnesek*. Általában két mágnesre vagy egy mágnespárra van szükség; ehhez felhasználhatjuk a modellvasúti kitérőkben lévő ikertekercs állítómágnesset. Igen könnyű pl. a Piko P 31 típusú HO építési nagyságú kitérő mágnessé. Problémát okozhat a háromállású mágnesek megoldása, ezért erre a 63. ábrán példát mutatunk be. Az a) esetben két különálló mágnesset használunk, és az állítókart modellező gumival tartjuk középhegységben. Ha súlycsökkentés érdekében csak egy mágnes beépítését tervezzük, egy mechanikusan reteszelt megoldást a b) ábrán látunk. Ez utóbbinak hátránya, hogy középhegységben a mágnes állandóan bizonyos alacsonyabb feszültségen van; továbbá csak hosszas kísérletezés után tudjuk a szerkezetet megfelelően beállítani. A 45. ábrával kapcsolatban megemlítettük a háromállású állandó mágneses vezérlést. Megoldási elvét a 64. ábrán látjuk. Lényege, hogy két rövid, állandó mágnes azonos polaritással szembefordítva egy tekercsbe helyezünk, és így az állítást az elektromos polaritás átváltásával végezhetjük (lásd a 70/d ábrán). A mágnes magjához pl. képcsőhangelő keramikus mágnesből letört rövid hengereket használhatunk, alumínium fóliával összeragasztva őket.



64. ábra.

Néhány szó a különböző *egyenirányítókról*. A vezérlőegységekben szelénlemezeket használhatunk. Tudnunk kell róluk, hogy terhelhetőségük kétutas kapcsolásban 50 mA/cm² áramsűrűség; egyutas szelepelés esetén ennek a fele. Így például 1,2 A terhelésnél Graetzféle kapcsolásban négy, legalább 50x50 mm-es, vagy 60 mm Ø-ű lemezt kell használnunk. Ugyanerre a célra nagyobb diódák is megfelelnek, így elsősorban a GEN-54 típus, még hűtőlemezek nélkül is. A járművekben kisebb méretűekre van szükség; a rövid ideig tartó üzemhez jól használható 150 mA-rel terhelhető OA 1182 vagy a SI EK6, illetve az AY 106 típus.

A vezérlőegységekben *ellenállásokra* is szükségünk lehet. Igen jól megfelel a viszonylag kis méretű Remix huzalelleállítás (65. ábra), amely a kereskedelemben 15, 33 és 45 Ω értékkel kapható. Könnyen készíthetünk belőle beállítható vagy csúszókaros, szabályozható ellenállást.

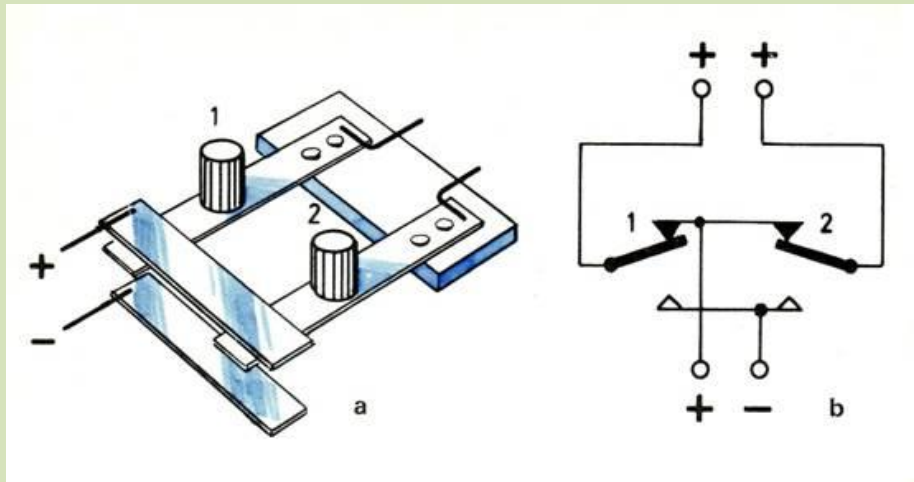


65. ábra.

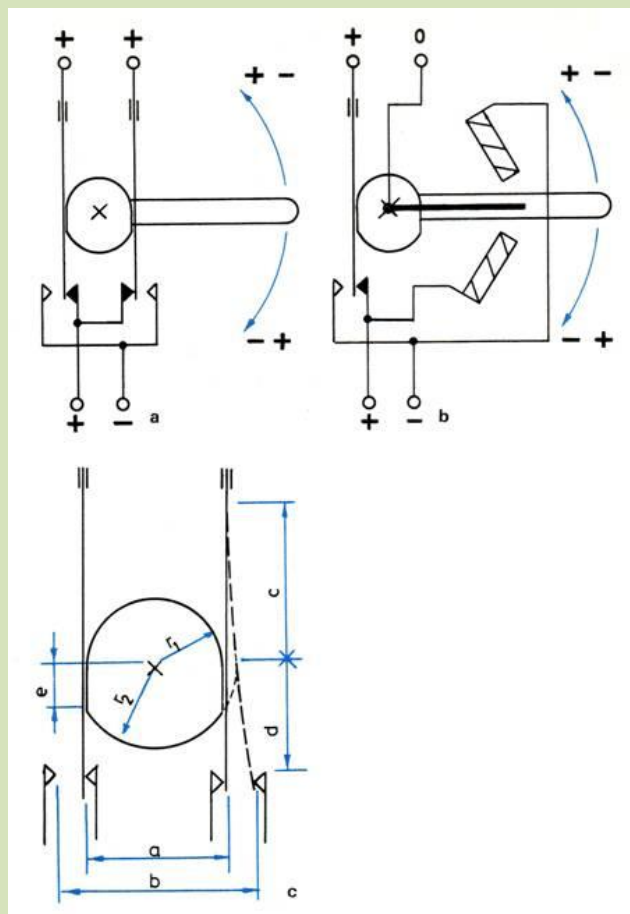
Elektromos üzemű légpárnás modellekhez *kapcsolóként* célszerű, ha egyszerű nyomógombot vagy karos billenőt használunk, mivel ezek nem tartósan beállított, hanem állandóan kezelt szerkezeti elemek. A következőkben két házilag is egyszerűen elkészíthető, célszerű megoldást mutatunk be.

A 66/a ábrán az úgynevezett kétgomb-vezérlés szerkezeti felépítését a b) ábrán pedig kapcsolási vázlatát látjuk. A két gomb közül az egyik váltott lenyomásával tudjuk a kimenő vezetéken a polaritást változtatni, és ezzel pl. egy motor forgásirányát átváltani.

Karos kivitelben hasonló pólusváltót látunk a 67/a ábrán. Az egyszerű átkapcsolót azonban ellenállásos szabályozóval is kombinálhatjuk, a b) ábra szerint. A kimeneten jelentkező polaritást a kék nyíl mellett tüntettük fel. A kar tengelyére szerelt excenteres kapcsoló geometriai adatait a c) ábrán találjuk.



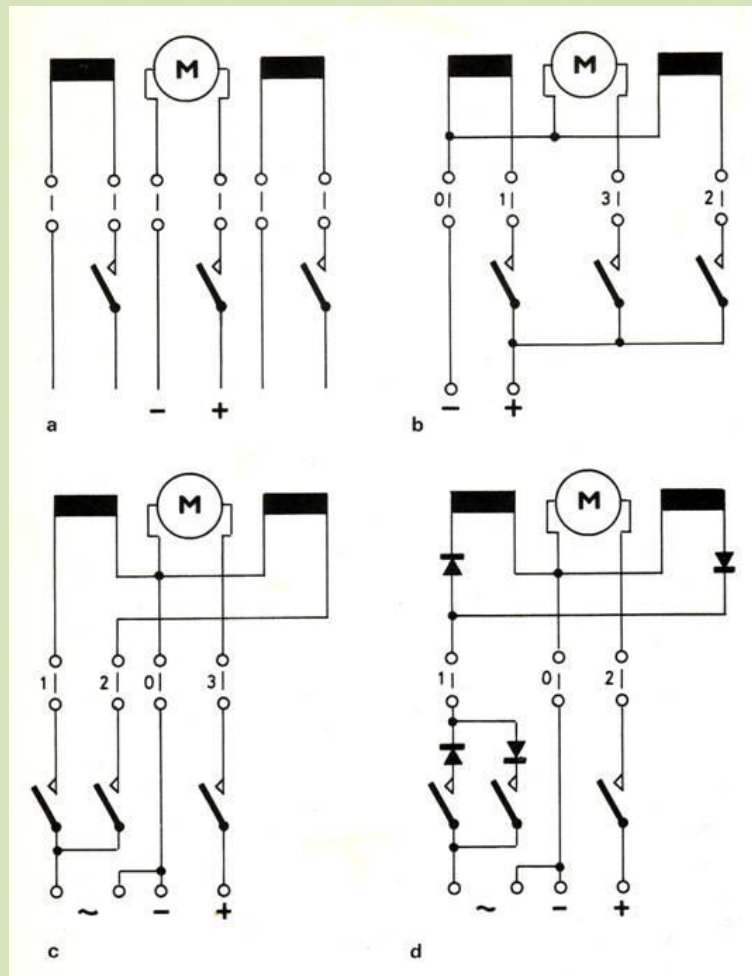
66. ábra.



67. ábra.

Alapkapcsolások

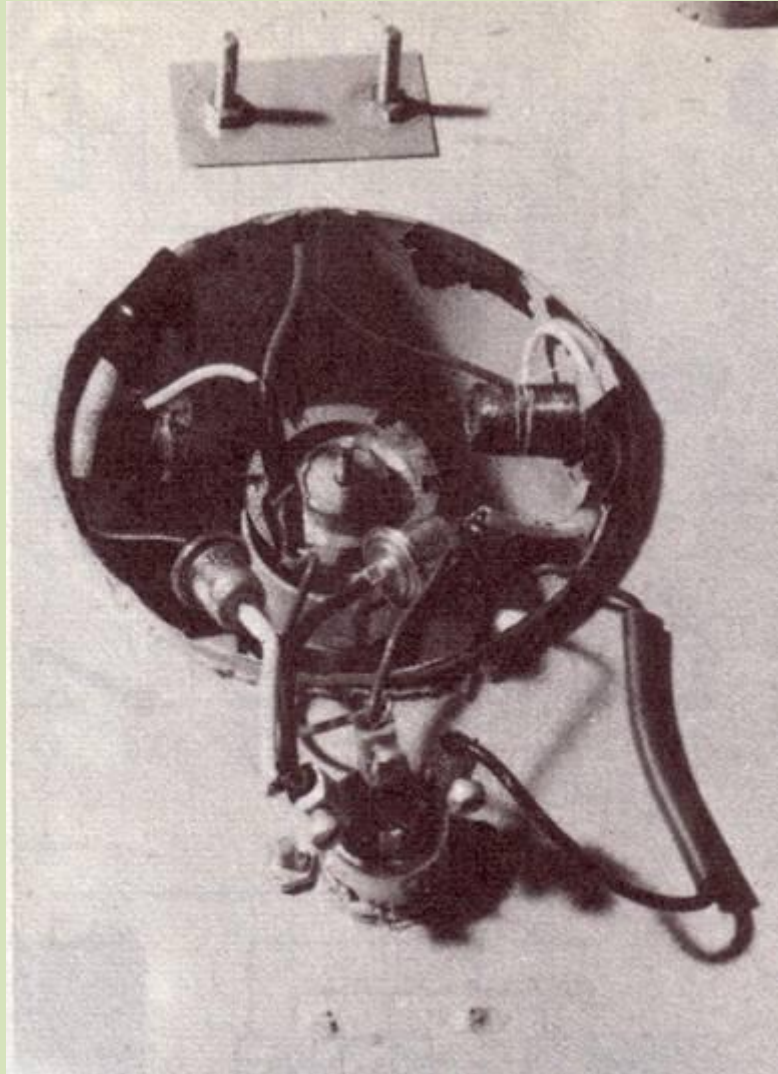
Légpárnás modellek működtetésekor a következő feladatokat kell megoldanunk: a légpárna előállítás, a hajtás és a kormányzás. A szerkezet felépítésétől függően, ehhez különböző beépített elektromos szerelvények (motorok, illetve mágnesek) energiaellátásáról és vezérléséről kell gondoskodnunk. A következőkben különböző típusokra mutatunk be példákat.



68. ábra.

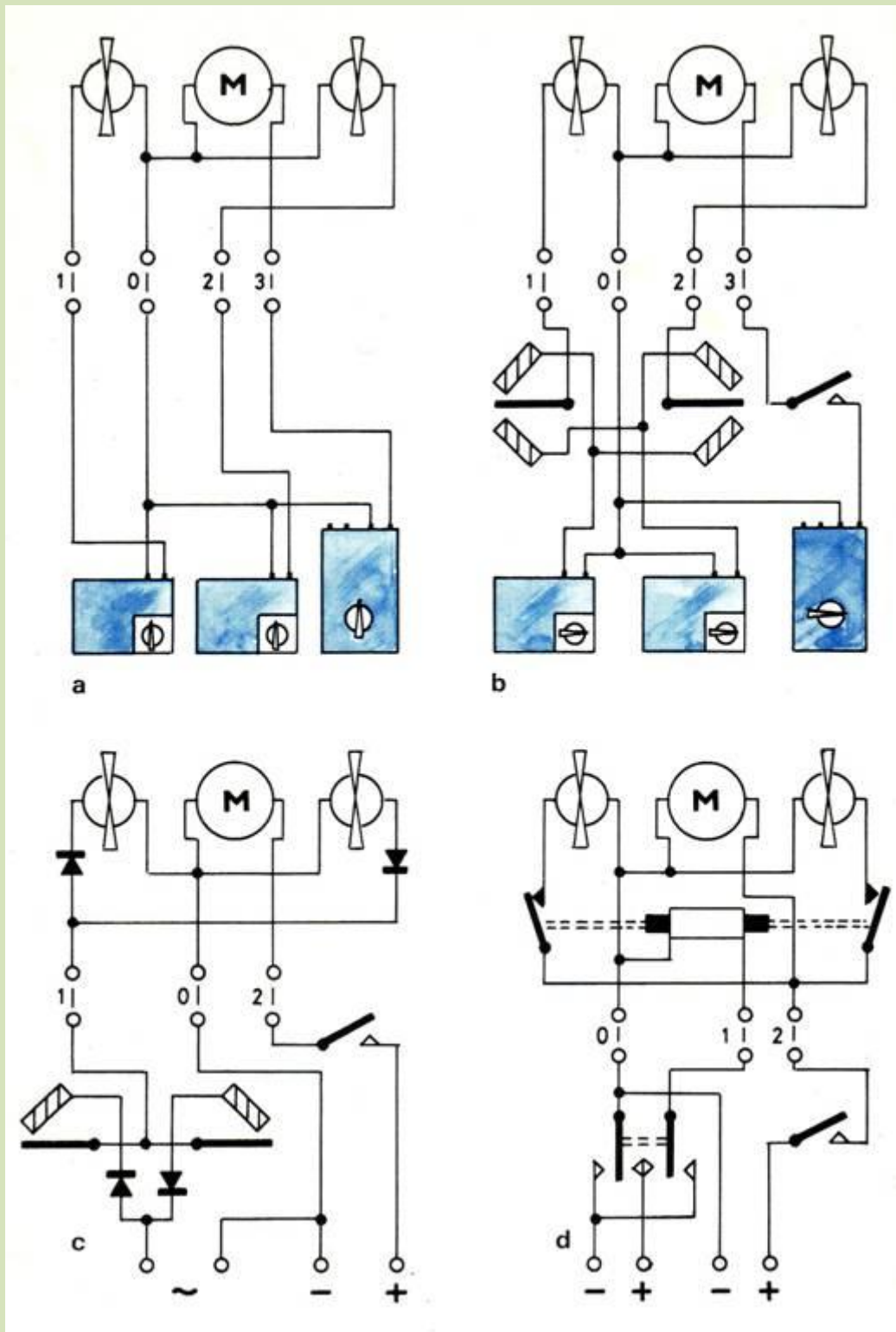
Viszonylag igen egyszerű az SR.N1 modelljének vezérlése (68. ábra), ahol csupán egy főmotor és két irányító (kormányzó) mágnes van. Ezeket az *a* ábra mutatja be; nem szükséges mindegyikükről külön két vezetékot kivezetni, hiszen ezek egyik oldala közös 0-vezetékre kapcsolható, a *b* vázlat szerint. Vezérlésüket egy-egy nyomógombbal kell megoldanunk. Gyengébb áramforrás esetén azonban a mágnesek bekapcsolása zavarhatja a motor üzemét, lecsökkentheti a fordulatszámát. Hogy ezt elkerüljük, célszerű, ha külön áramforrásra kapcsoljuk őket. A *c* ábra szerint itt is jól használható pl. az FZ1 jelű transzformátor (lásd az 59. ábrán); a mágnesek váltakozó áramú vezérlésének további előnye, hogy működésüket halljuk is.

Mint a vázlatokból látható, a modell és a vezérlő berendezés között rendszerint eggyel több (ez a közös 0) vezetékre van szükség, mint ahány vezérlendő szerelvényünk van. Bizonyos műfogással azonban még további vezetékot takaríthatunk meg. Így például, ha a két mágneset a váltakozó áram egy-egy szétválasztott félhullámával tápláljuk (68/d ábra), akkor már csak három vezeték szükséges. Ez az ún. félhullám-üzem. A modellen a mágnesek beépítését, valamint a diódák - még ideiglenes, a trimmelés előtti - elrendezését a 69. ábrán látjuk. Ezeket a jobb hűtés érdekében mindig a sűrítő légáramba helyezzük, így túl is terhelhetők.



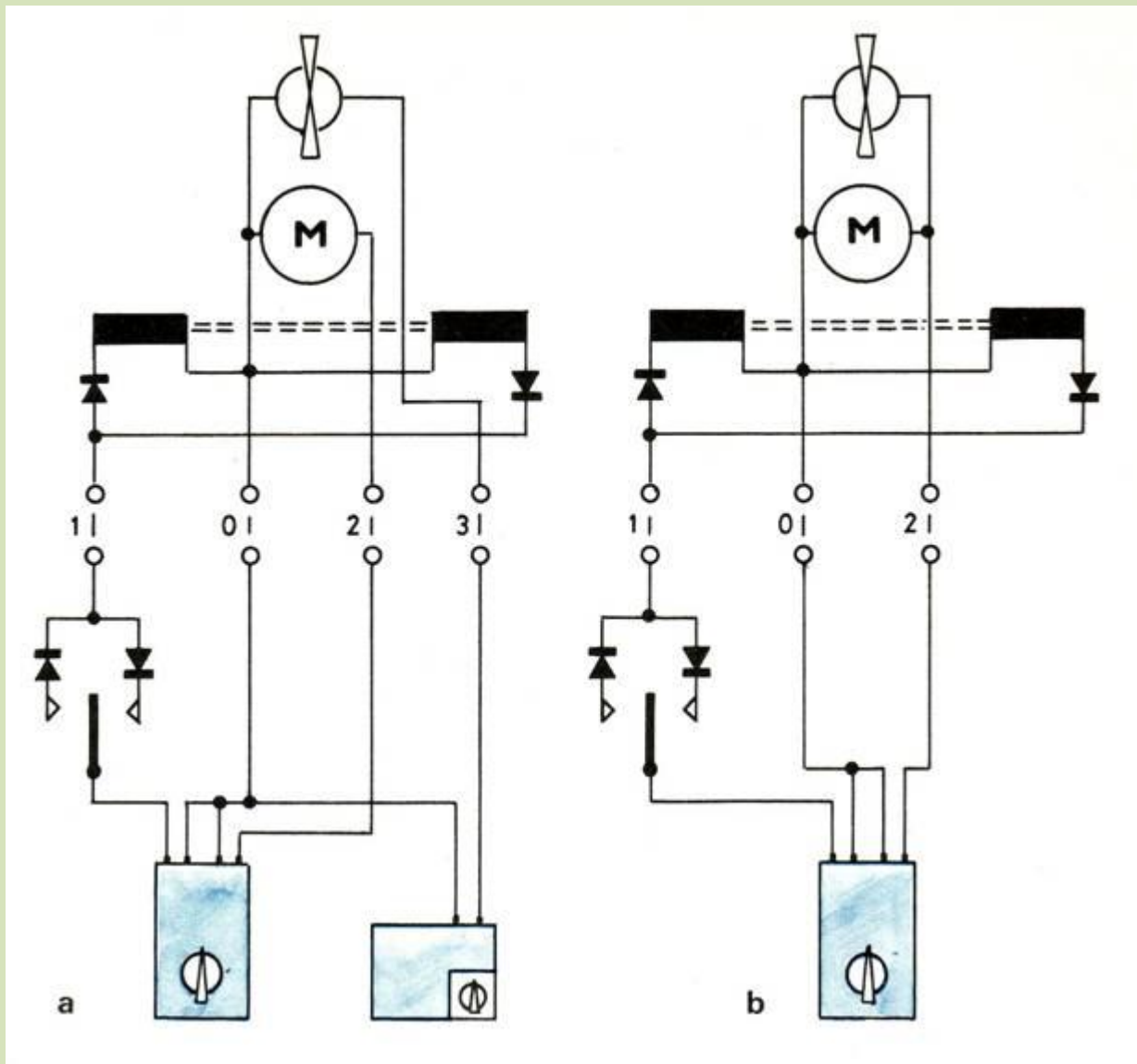
69. ábra.

A légsaváros hajtású modelleknél a két hajtómotort általában külön kell vezérelnünk; erre is bemutatunk néhány példát (70. ábra). Legegyszerűbb megoldás, ha a három motort külön-külön vezéreljük egyegy transzformátorról az a vázlat szerint. Minthogy azonban a gombok kezelése ilyenkor elég nehézkes, karos pólusváltót célszerű beépíteni (*b* vázlat). Ha megelégszünk azzal, hogy a hajtómotorokat csak előre járattuk, akkor félhullám-üzemmel vezetékmeztakarítást érhetünk el (*c* ábra), ilyenkor azonban a motorok csak fél teljesítményt nyújtanak! Az eddigi kapcsolások alkalmasak az elforduló motorok vezérléséhez (lásd a 43. ábrát). Végül érdekes vezetékmeztakarítást látunk a *d* ábrán: itt a három motort egyszerre vezéreljük, de a megfelelő oldali hajtómotort a kormánymágnesre szerelt megszakítóval a forduláskor leállítjuk. Megjegyezzük, hogy állva beépített centrifugális légsűrítő esetén ez a kapcsolás hátramenetre is alkalmas, tekintve, hogy ekkor a főmotor forgásiránya közömbös.



70. abra.

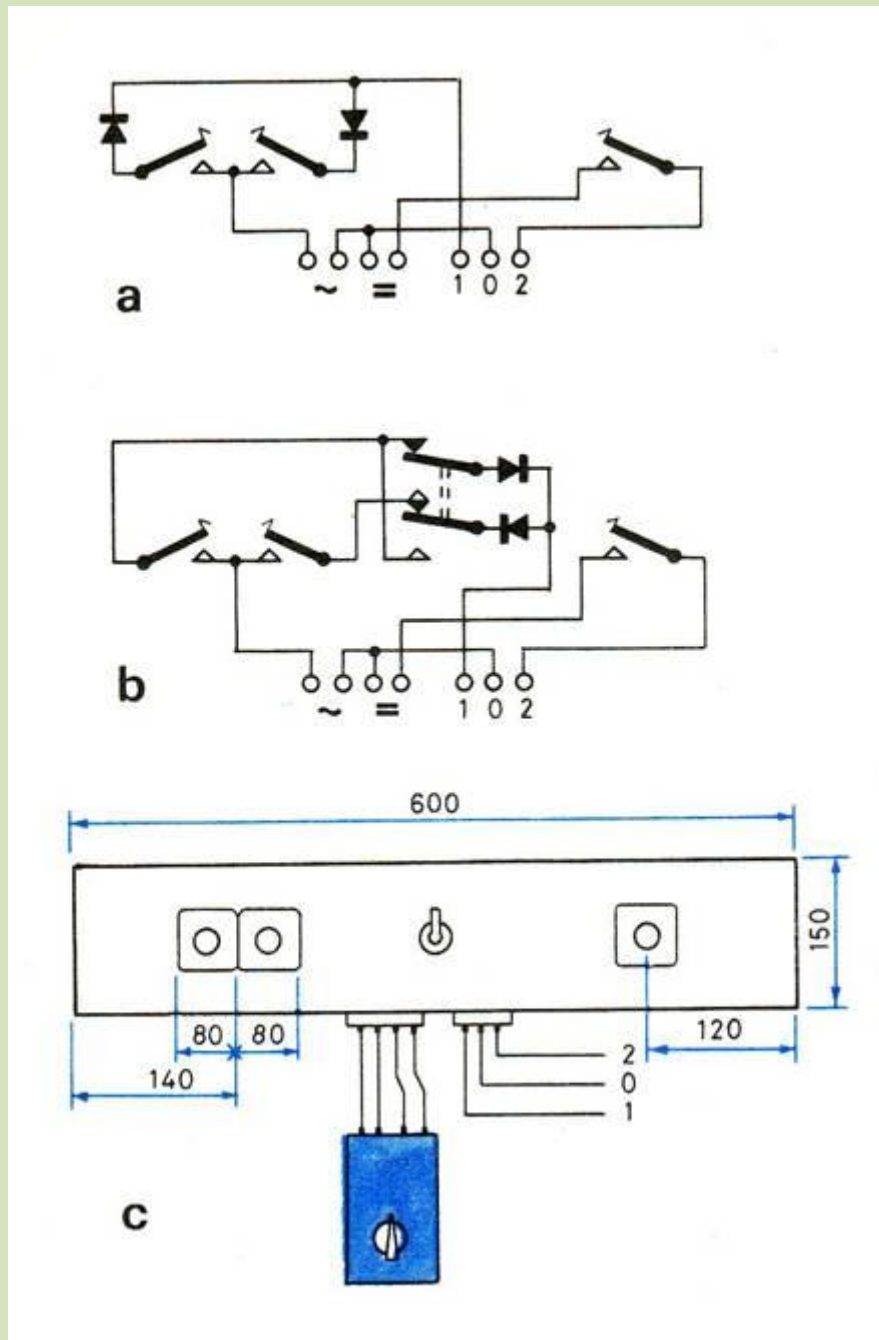
Az egy hajtómotorral üzemelő VZ-1 típusú jármű modelljének alapkapcsolását a 71/a ábrán látjuk, a mágnesek félhullámú üzemeltetésével. Ha a két motort párhuzamosan kapcsoljuk, akkor - a b ábra szerint - egy vezetékert itt is megtakaríthatunk.



71. ábra.

Gyakorlati megoldások

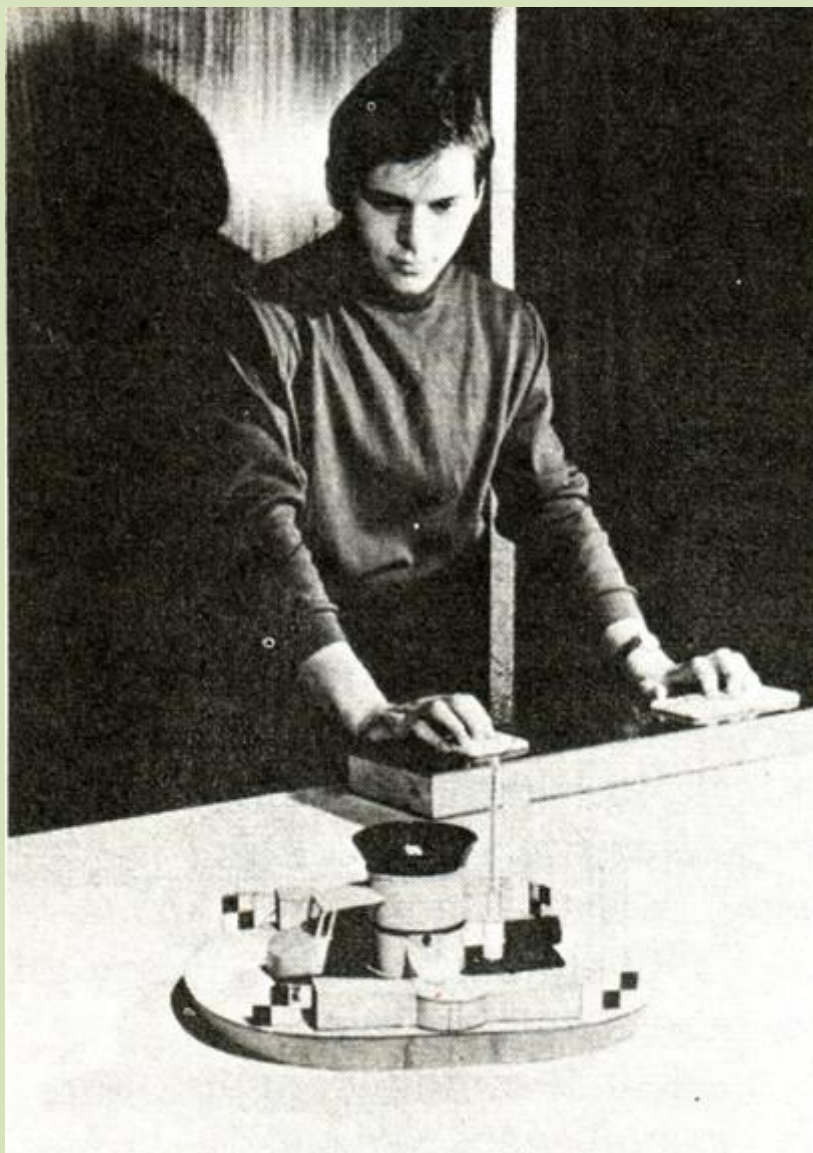
Az egyszerű kapcsolók házi készítéséről már esett szó; most egy célszerű vezérlőpultot mutatunk be (72. ábra), amely egyaránt alkalmas az SR.N1 és a VZ-1 modellek üzemeltetéséhez. Az *a* kapcsolási vázlaton szerepel a váltakozó és az egyenáramú kör bemenete (például FZ1 transzformátorról), valamint az 1-0-2 jelű kimenetek, amelyek a 68/*d*, illetve a 71 /*b* ábrának felelnek meg. A pult méreteit a *c* ábrán látjuk; a jobb oldalon van a főmotor nyomógombja (hasonlóan ahhoz, ahogyan a gépkocsinál jobb lábbal adjuk a gázt), és a 120 mm távolság megfelel az átlagos kézméretnek. A két bal oldali gomb a kormánymágneseket működteti, mégpedig úgy, hogy amelyik gombot megnyomjuk, a járműnek az az oldala halad gyorsabban (tehát mintegy toljuk). Ez a beállítás látható a 73. ábrán is. A pult magassága kb. 40-50 mm.



72. ábra.

Ha valakinek ez a megoldás nem megfelelő, vagy akár a két kéz funkcióját is fel akarja cserélni, akkor célszerű a pult közepére egy kétpólusú átkapcsolót szerelni a 72/b vázlat szerint. Így „univerzális” vezérlőpultunk lesz, négy különböző, ízlés szerinti beállítási lehetőséggel.

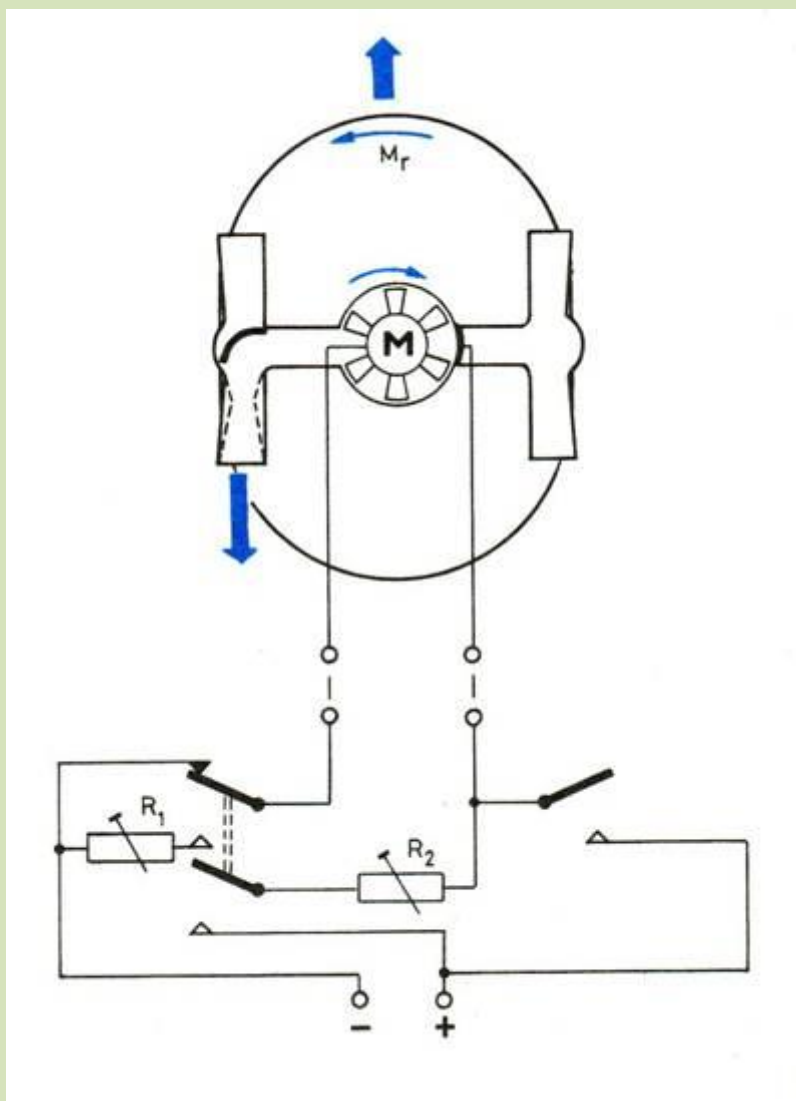
Szólnunk kell a vezérlőegység és a modell közötti összeköttetésről is. A vezetékeket az adott pályán (asztalon) működő modellhez a pálya középpontja fölé, a hosszabb oldal kb. kétharmadának megfelelő magasságba kell felvinnünk. Ehhez pl. igen jól használható az asztalra csavarozható vasalózsín-vezető, ha megfelelő elemekkel megtoldjuk. A pálya fölé vezessünk vastagabb vezetéket, majd onnan a modell felé vékony, könnyű huzalt. Ez utóbbi célra megfelel 0,25 mm-es eloxált és lakkozott (nem zománc) szigetelésű tekercselő huzal is, néhány menetet nagyobb, kb. 4-5 cm Ø-jű spirálisba hajtva, hogy jól követhesse a járművet.



73. ábra.

A modellnél mindenképpen oldható csatlakozást készítsünk. Nagyobb méret esetén az ún. Tuchelcsatlakozó igen jól megfelel (lásd a 82. ábrán); kisebbeknél könnyebbet használjunk. Ilyen pl. a már említett Piko P 31 típusú kitérőhöz külön csomagolt, lapos, szorító csatlakozó. A modelltől a vezeték az első 15-20 cm-en vezessük kissé hajlékony műanyag csőben felfelé, hogy a mozgást ne gátoljuk.

Végül az elektromos vezérlés érdekessége miatt bemutatunk egy megoldást, amelyet az SR.N1 modellnél próbáltunk ki (74. ábra). Kormányzáshoz a főmotor más-más fordulatanál fellépő különböző nyomatékot használjuk fel; ezt a 41. ábra kapcsán már említettük. Ha mindkét gombot lenyomjuk, csak az R_1 jelű ellenállás van az áramkörben, amit úgy állítunk be, hogy a motor nyomatékát csak az egyik (bal hátsó) nyíláson kiáramló levegő ellensúlyozza, és a modell egyenesen halad előre. Ha csak a jobb oldali gombot nyomjuk le, a motor felgyorsul, és a modell a reakciónyomaték növekedése miatt bal íven fog haladni. Kizárólag a bal gomb lenyomása esetén viszont az áramkörben két ellenállás van: a motor lassul, tehát a modell jobbra tart. Ez a megoldás igen érdekes, de mivel a modell elég nehezen irányítható, nem képes hosszú, egyenes utat futni.



74. ábra.

A modellek felépítése

A következőkben két különböző jellegű légpárnás modell tervét a megépítésükhöz szükséges ismeretekkel együtt közöljük. Külön felhívjuk a figyelmet az igen egyszerű SR.N1 jelű jármű modelljére, és főleg a kezdők részére ennek megépítését ajánljuk, mivel nagyon alkalmas az alapvető ismeretek megszerzésére. Persze a VZ-1 típusú modell megépítése sem nehéz. Mindkettőt építhetjük kb. 0,5 mm vastag triplex vagy PVC-lemezből; kezdetként azonban inkább a papír ajánlható. Igen megkönnyíti munkánkat, ha sablont készítünk.

Egyszerű reaktív hajtású modell (SR.N1)

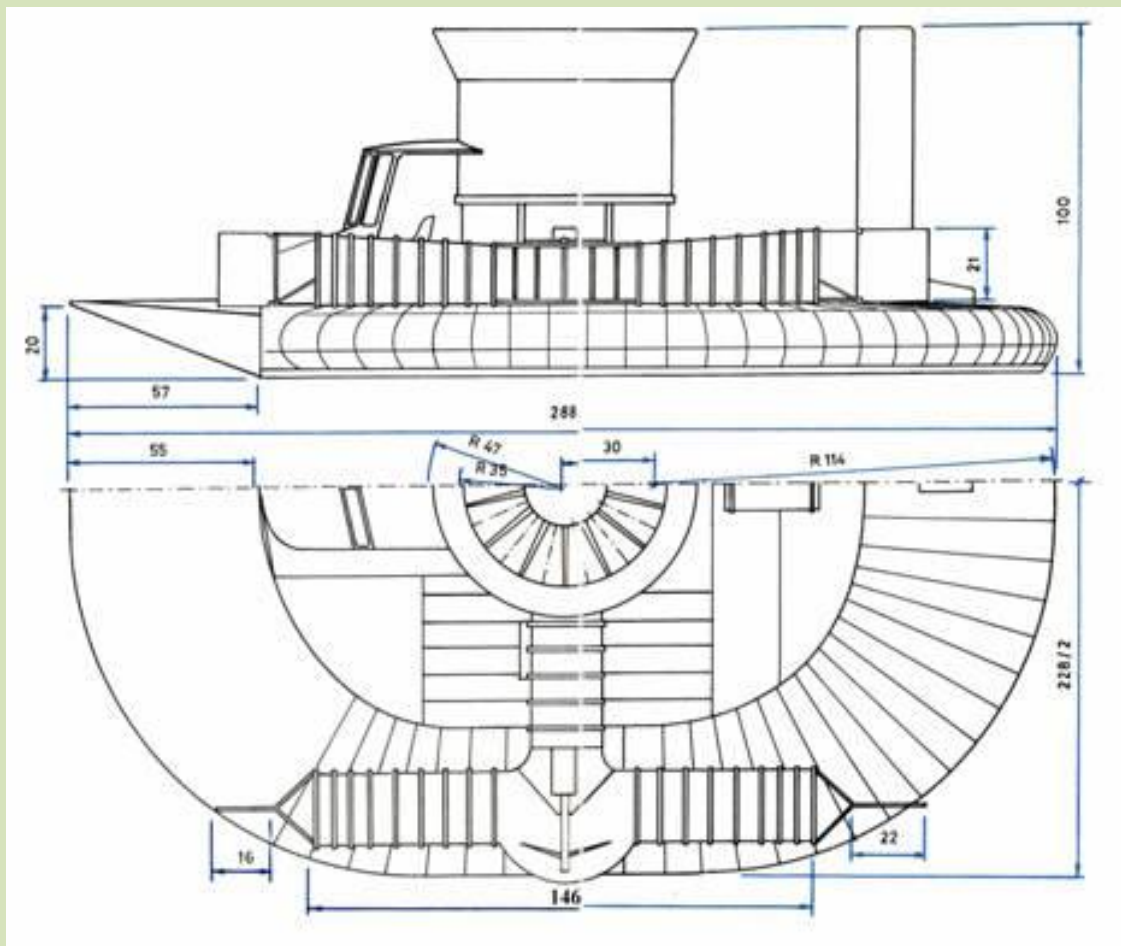
Az SR.N1 típusjelű jármű fő kivitelét több alkalommal átalakították, s így fokozatosan újabb tapasztalatokat szereztek vele. Ezeket a változatokat Mark-jelöléssel és római számmal különböztették meg; főbb jellemzőiket azért foglaljuk röviden össze, mert a modell elkészítése szempontjából is tanulságos.

Mark I.: az 1959-ben épült első változat merev szoknyával és kettősen szimmetrikus testtel. Utóbb az orr-részt alul ferde síklemezzel határolták. Motorja 435 LE-s repülőmotor; átlagos sebessége 42,5 km/h; maximális sebessége 83 km/h volt.

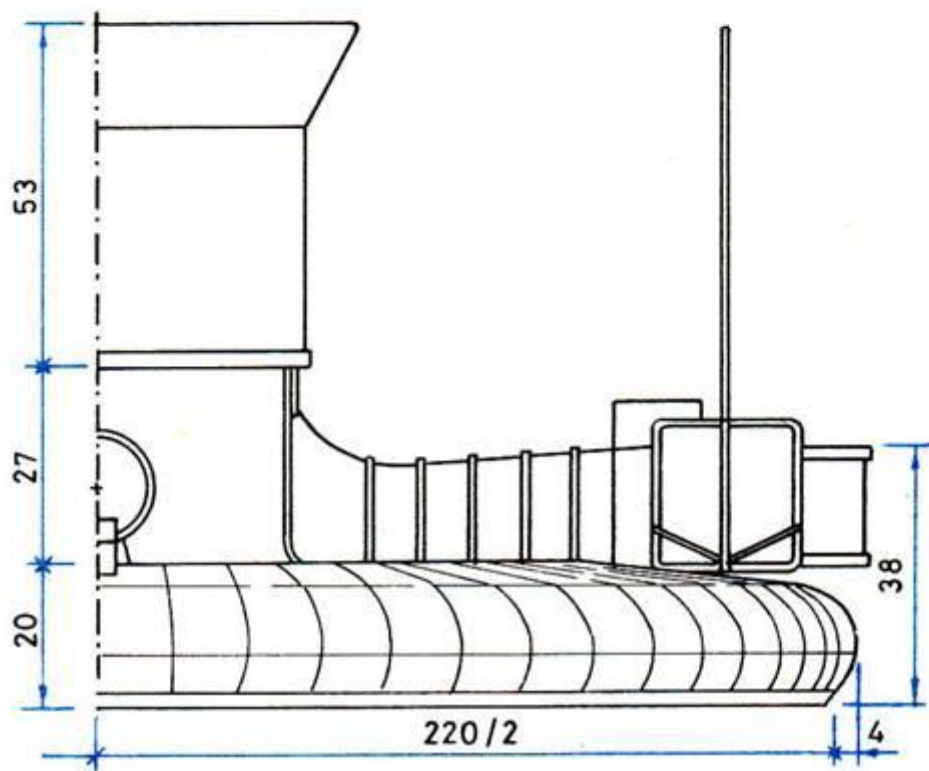
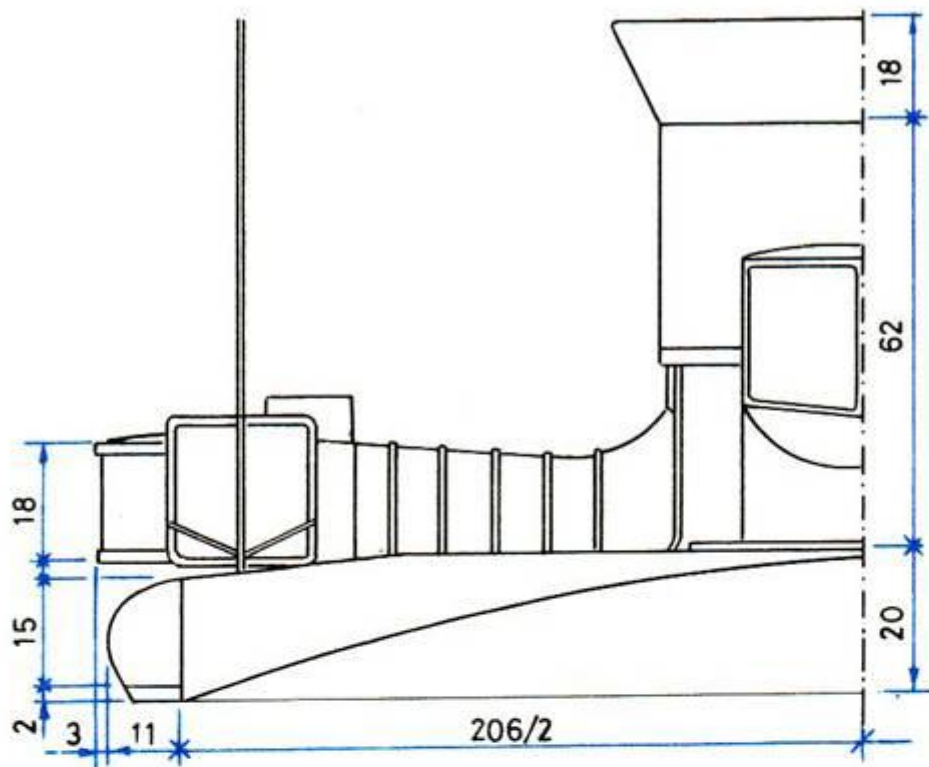
Mark II.: 1960-ban egy 320 kp tolóerejű, Marbore típusú kiegészítő sugárhajtóművet szereltek fel. Sebesség 83, illetve 104 km/h volt.

Mark III.: 1961 elején rugalmas szoknyával és erősebb, 680 kp tolóerejű, Viper sugárharmóval szerelték fel. Sebesség 115, illetve 126 km/h volt.

Mark IV.: 1961 végén orrát és farát felülnézetben csúcsosan képezték ki, ami már átmenetet jelentett az SR.N2-höz. A legnagyobb sebesség 130 km/h volt.

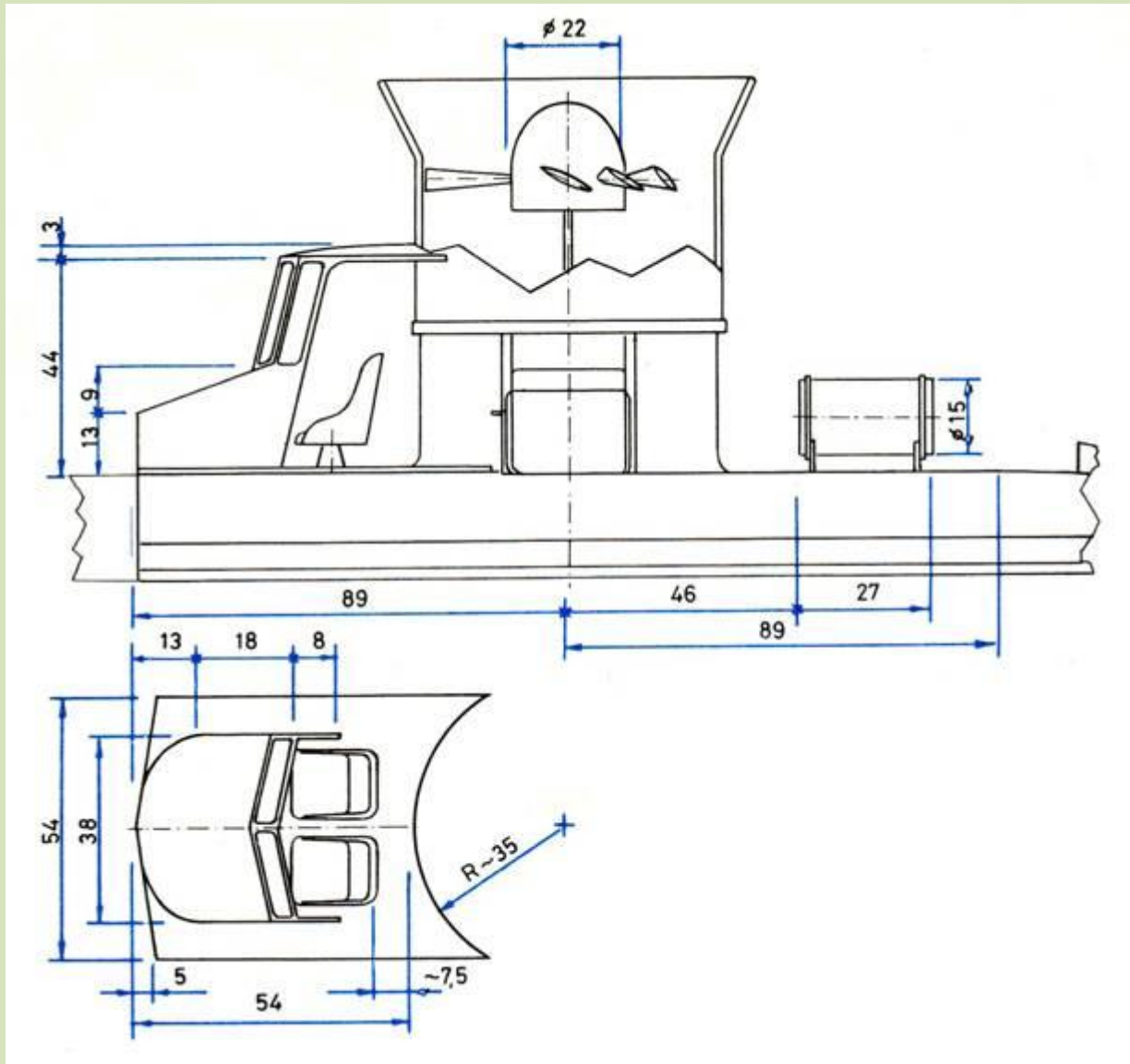


75. ábra.



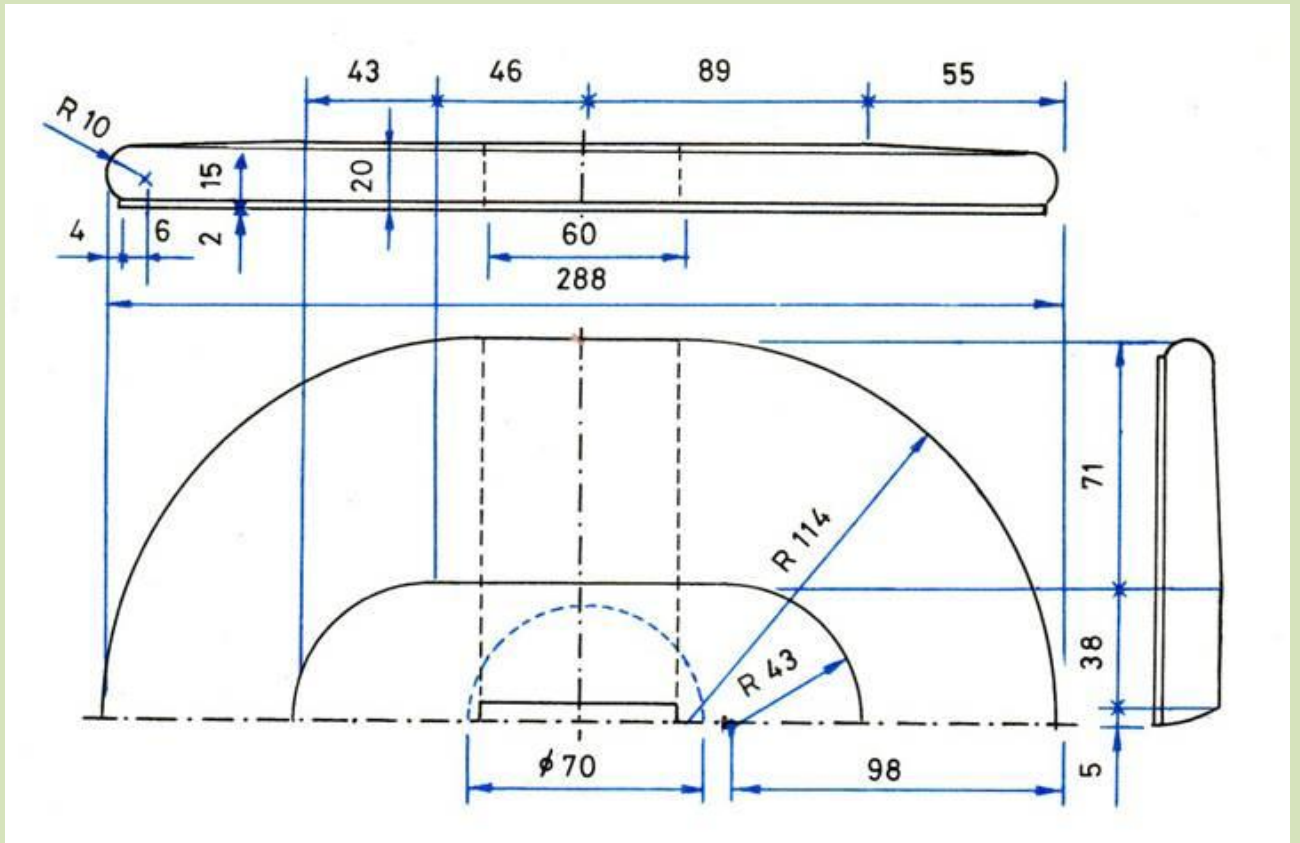
76. ábra.

A jármű alapformáját (Mark I., már lecsapott orral) a 75. ábrán látjuk, a fő méretekkel, oldal- és félfelülnézetben. A terv $M = 1:32$ méretarányra vonatkozik; ennek megválasztását a rendelkezésre álló motorok szabják meg. A jellemző adatokat a 4. táblázatban találjuk. A modell fél elől- és hátulnézetét a 76. ábrán látjuk. További kiegészítő részleteket találunk a 77. ábrán: a középső rész hosszanti részleges metszetét, valamint a vezetőfülke felülnézetét. A három ábrán közölt méretek alapján a modell felépítménye elkészíthető.

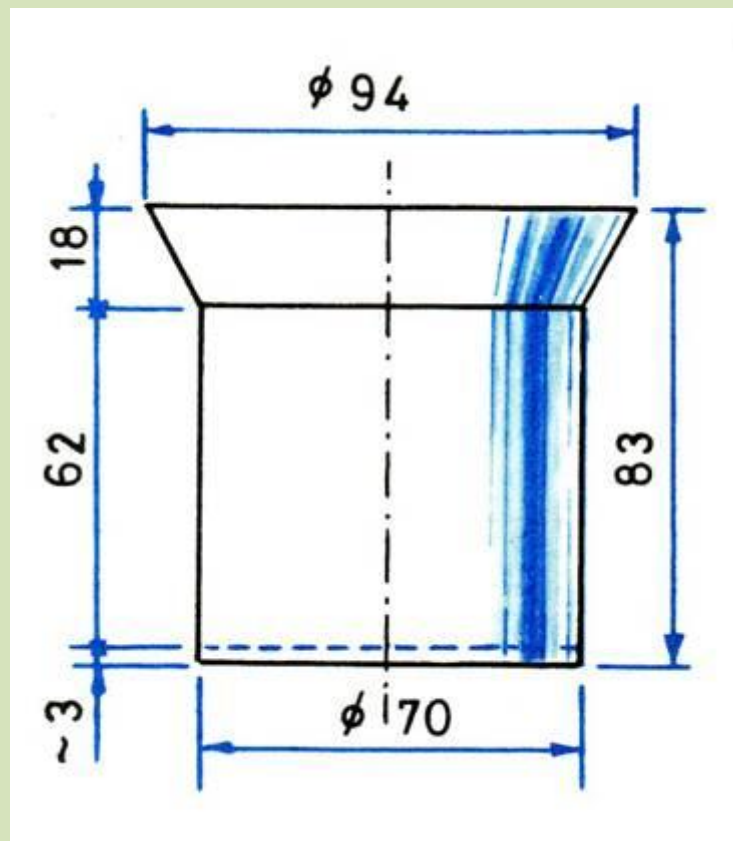


77. ábra.

Legnagyobb nehézséget a kettősen ívelt (tórusz-)felületű test kialakítása okozza; ehhez célszerű fából sablont készíteni (78. ábra). A sablon felső részét kidolgozás után vágjuk a szaggatott vonalak mentén négy részre (az egyik félvívet hosszában is feleznünk kell), és a középső részt a jobb oldali metszeten látható módon dolgozzuk le. A részeket a kb. 2-3 mm vastag alaplemezre alulról csavarozzuk rá. A test elkészítése után a csavarokat kivesszük, majd az egyes sablonrészeket kiemeljük. Ha a modell orrát a 75. ábra szerint levágjuk, akkor is dolgozzunk előbb teljes sablonon, és utólag helyezzük be a hozzászabott lemezt.



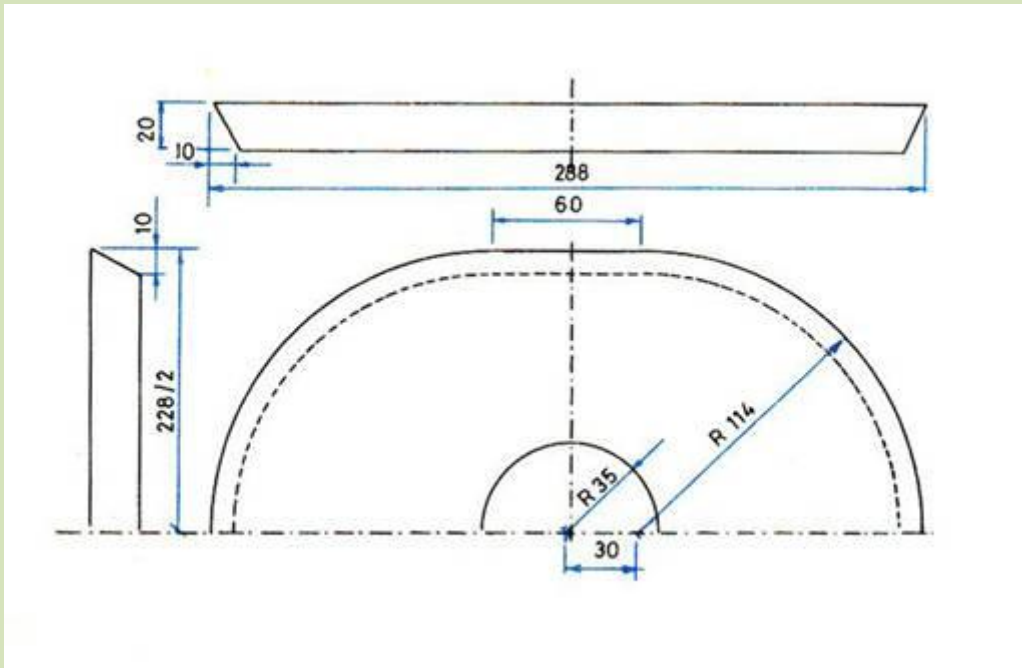
78. ábra.



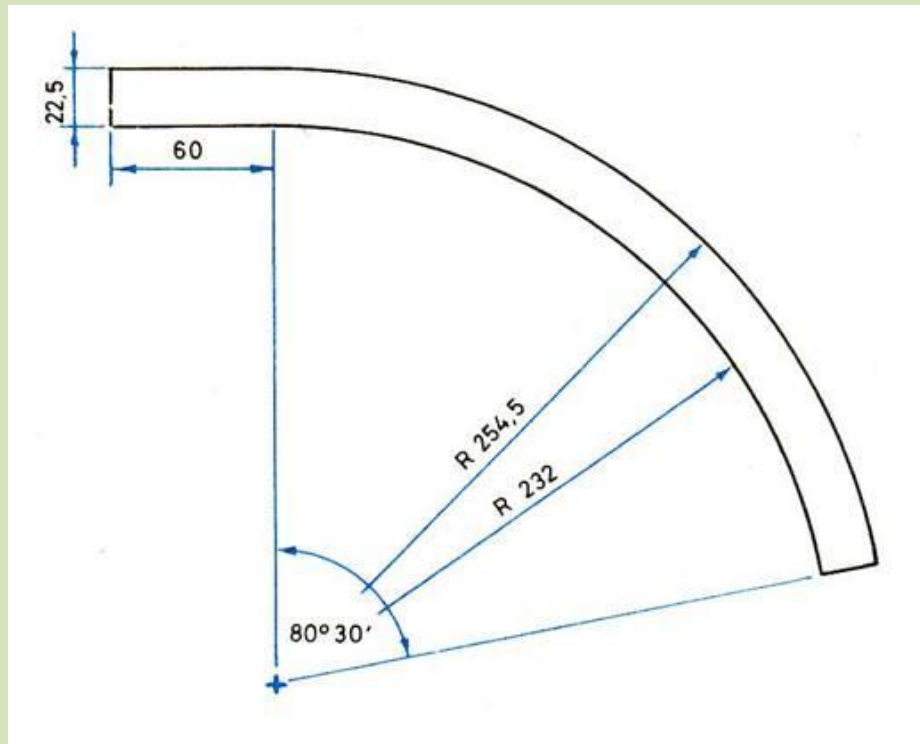
79. ábra.

A légbeszívó torkot készíthetjük külön hengerből és csonkakúp felületből, vagy a 79. ábrán bemutatott sablonon. Az alsó 3 mm-es részt süllyesszük be a testen vágott körbe.

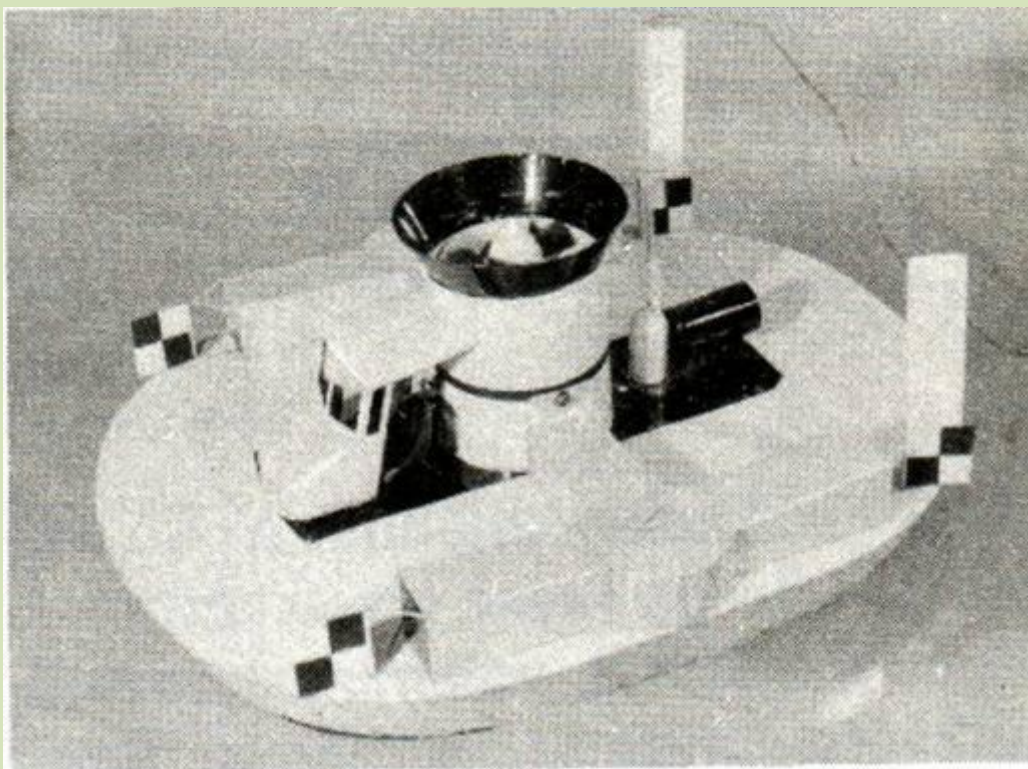
Sablon nélkül is készíthetünk egyszerűbb testet - főként kísérleti célra - a 80. ábrán látható módon, csonkakúp felületű oldalfallal. Utóbbi két azonos darabból készül, a 81. ábrán feltüntetett méretekkel. Ne feledkezzünk meg az illesztésekhez szükséges ráhagyásokról! Ennél a modellnél a merev oldalfal alá mindig tegyünk hajlékony szoknyát az 52/a ábra szerint. Egy ilyen kísérleti modellt láthatunk a 82. ábrán.



80. ábra.



81. ábra.

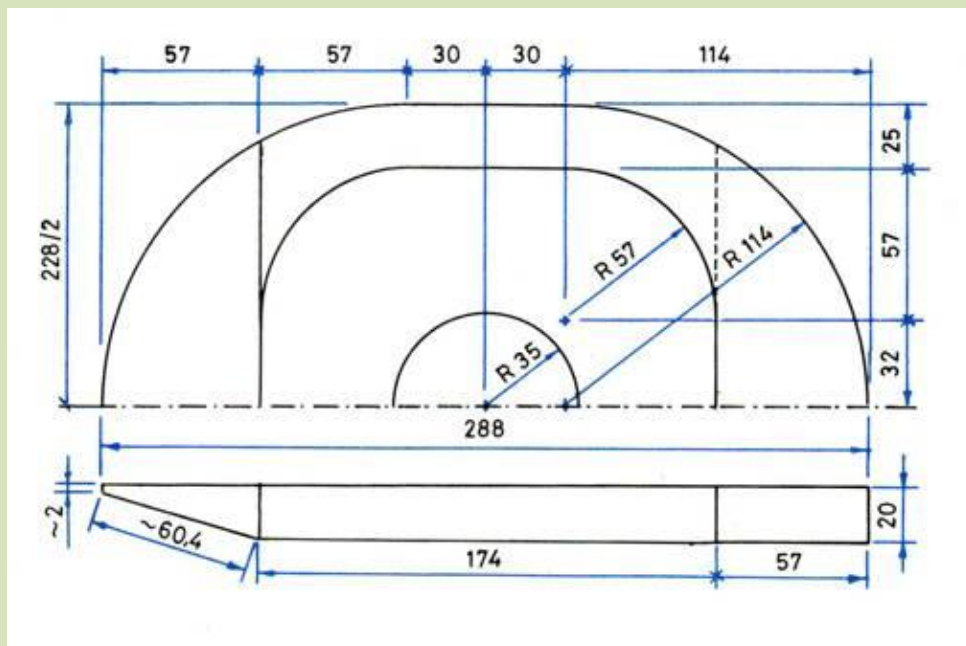


82. ábra.

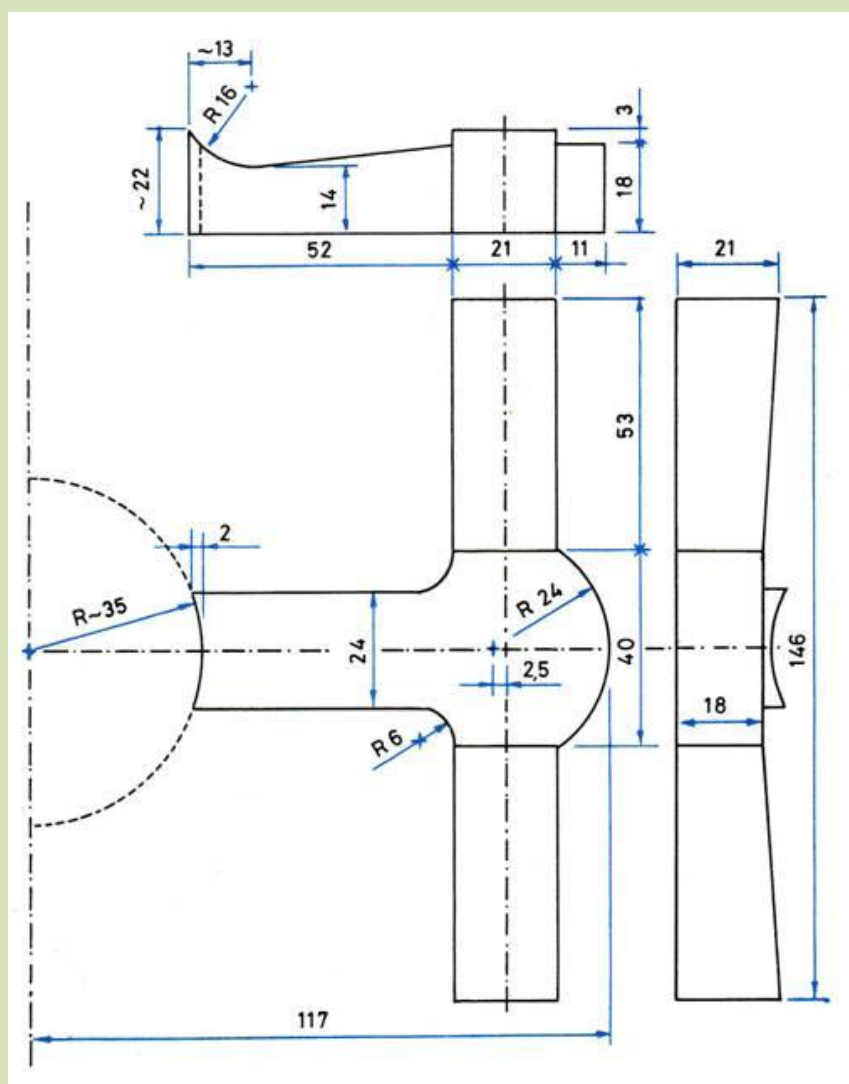
A levágott orral kapcsolatban megjegyezzük, hogy ez megbontja a modell egyensúlyát: a motor nem lesz többé a légpárna emelőfelületének súlypontjában. Ezen úgy segíthetünk, hogy a modell kamrájának alját - hasonló méretben - hátul is lezárjuk (83. ábra). Ezt vagy csak az 57 mm széles sávban végezzük (és a szaggatott vonal mentén visszük ki a falig, amely esetünkben függőleges), vagy oldalt is befedünk egy 25 mm széles sávot. Az emelőfelület egyébként lényegesen nem csökken, hiszen a lezárt részek alatt is áramlik kifelé a levegő, bár nagyobb sebességgel. Ez ugyanakkor kiegészítő tolóerőt kölcsönöz a modellnek. A rugalmas szoknyát ilyenkor a belső perem mentén erősítjük fel. Az ilyen megoldás a modell fordulékonyága szempontjából is igen előnyös.

A felépítmény viszonylag bonyolultabb szerkezeti eleme a kifúvó légcsonna, amelyhez célszerű sablont készíteni (84. ábra). Magát a csatornát úgy építjük meg, hogy a T-alak elágazásában levő íves szakasz nyitható, és a szelep felülről hozzáférhető legyen. Ennek lezárását külön fedéllel végezzük (85. ábra). A csatornát lehetőleg, de a fedelet mindenképpen fémlémezből készítsük; felső íves részét peremezzük le, rögzítését pedig ráforrasztott és kellően meghajlított, a csatorna alá nyúló huzallal végezzük. Az átfedéseket a 85. ábrán két szaggatott vonal jelzi; az alábújtatást vonalkáztuk.

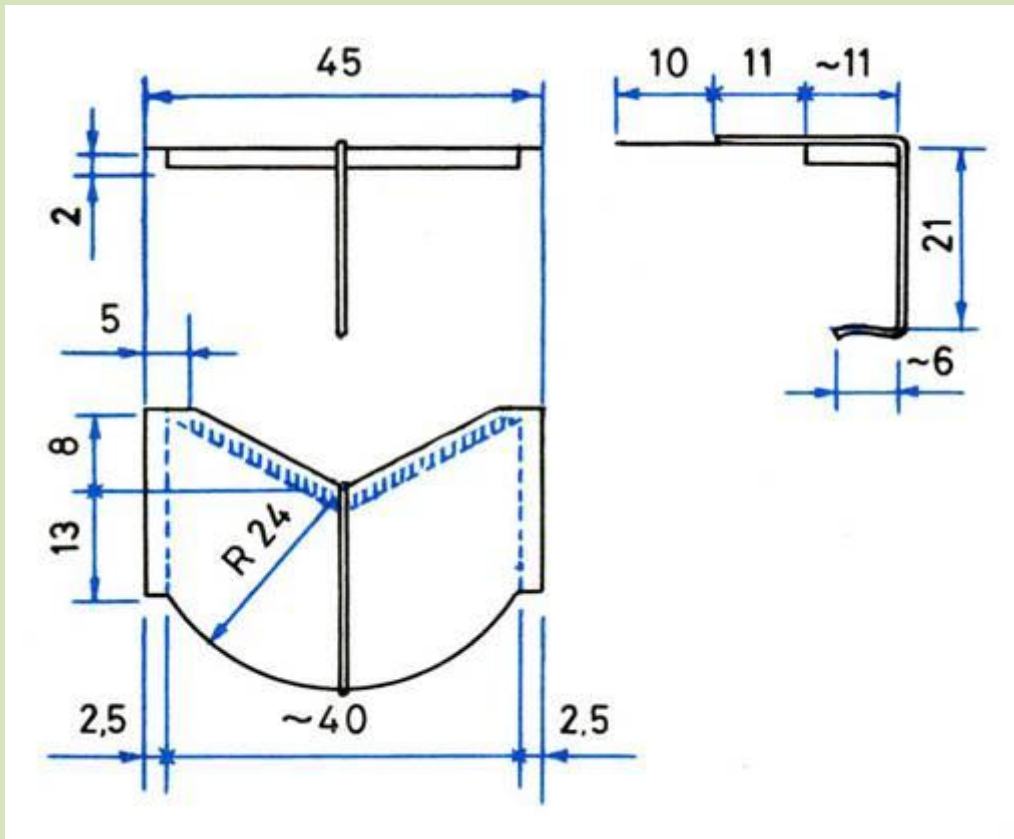
A csatorna és a kormány szelep kialakítása a 86. ábrán látható. Utóbbi íves, Y-hoz hasonló függőlegesen álló lemez; kiterített méreteit is feltüntettük. Szintén fémből készítsük, és a két részt forrasztjuk össze. Tengelyként gombostűt használhatunk, amely körül a szelep elfordulhat. Alul a lemezre kis huzaldarabot forrasztunk, és az alaphelyzetbe visszahúzó gumiszálal ehhez erősítjük. Megemlítjük, hogy kis ügyességgel a vezérsíkokat is mozgathatjuk - vékony acélhuzalok segítségével - a kormány szelepek állításával. A legnagyobb kitérés kb. 20° legyen.



83. ábra.



84. ábra.



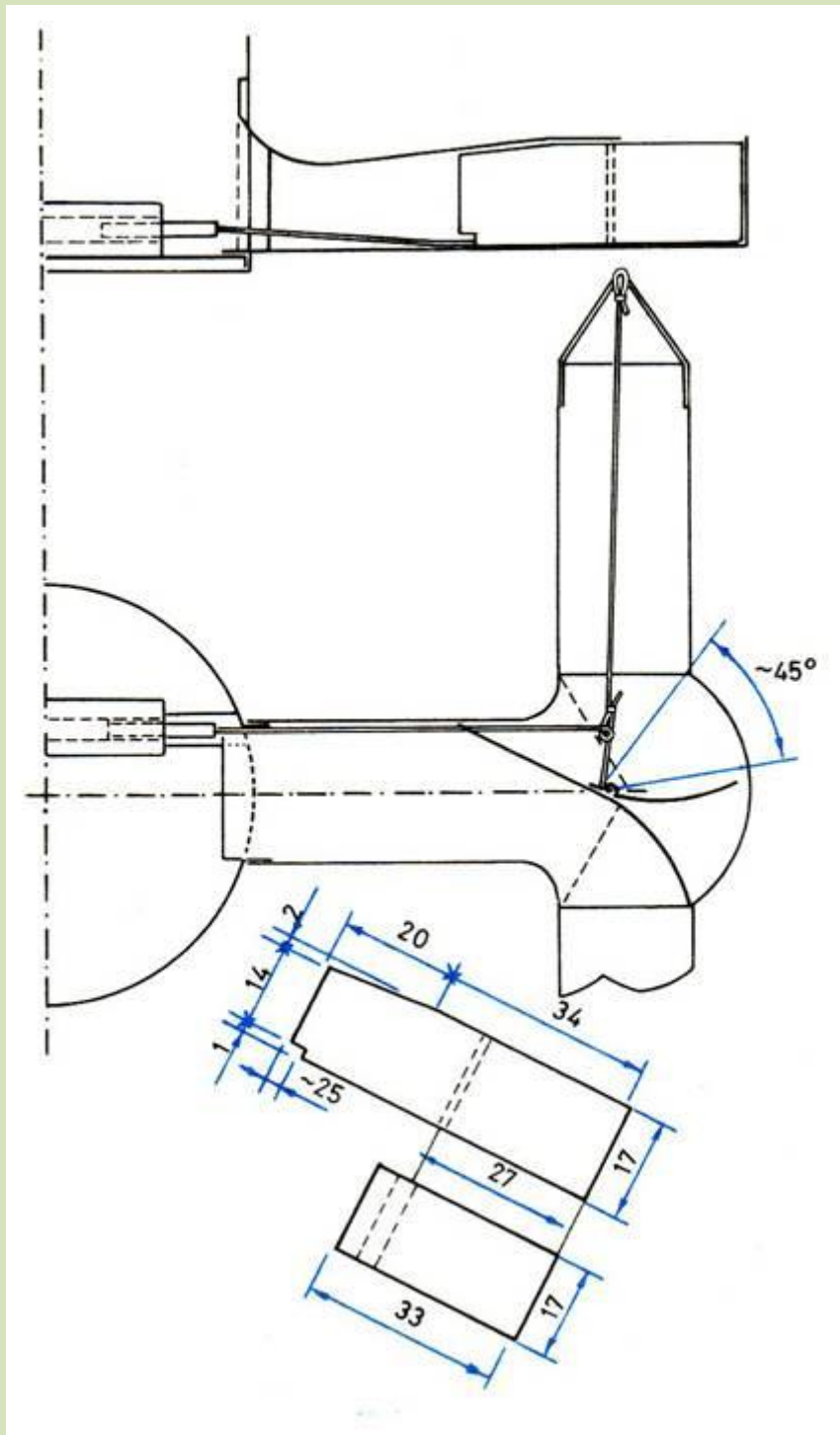
85. ábra.

A 86. ábrán az állítómágnesek egy lehetséges elhelyezését is feltüntettük: vékony kereszt hídon a légbeszívó torok aljába szereltük őket.

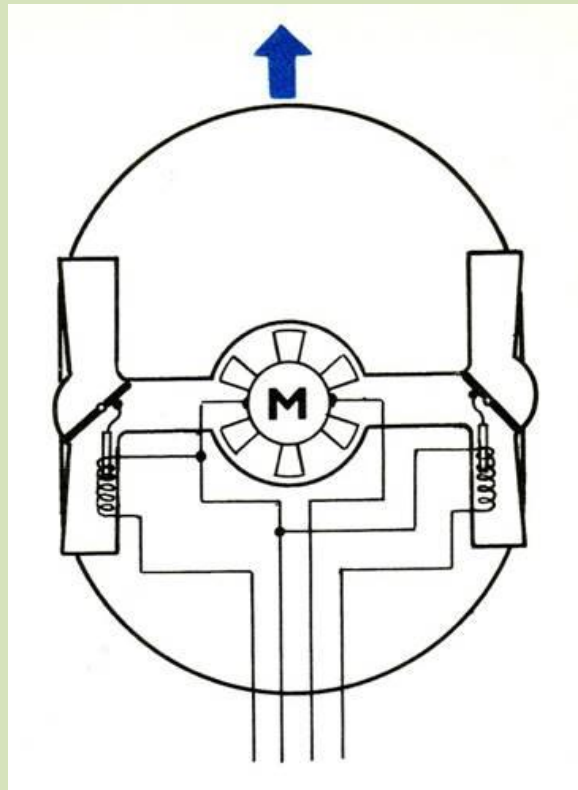
Más megoldást mutatunk be szematikusan a 87. ábrán: egy-egy mágnes a kifúvó nyílásba helyezve. A gyakorlati tapasztalat szerint ez megfelelőbb, mintha előre szerelnénk, mivel így tartósabb a hűtés.

A légsűrítő és egyben hajtómotort a korábban ismertetett módon (l. 54/a ábra) kengyellel erősítjük a szívótorok hengerébe (88. ábra). Ügyeljünk arra, hogy a ventilátor mellett a levegő visszaáramlását meggátoljuk! Ezt a célt szolgálja az ábrázolt kb. 3 mm széles körgyűrű, amellyel rögtön a felső kúpos részt csatlakoztathatjuk a hengerhez. Ha a tornyot egy darabból készítjük sablonon, akkor ezt a gyűrűt külön ragasszuk be. Ugyanitt bemutatjuk egy jól bevált propeller alakját és méreteit is.

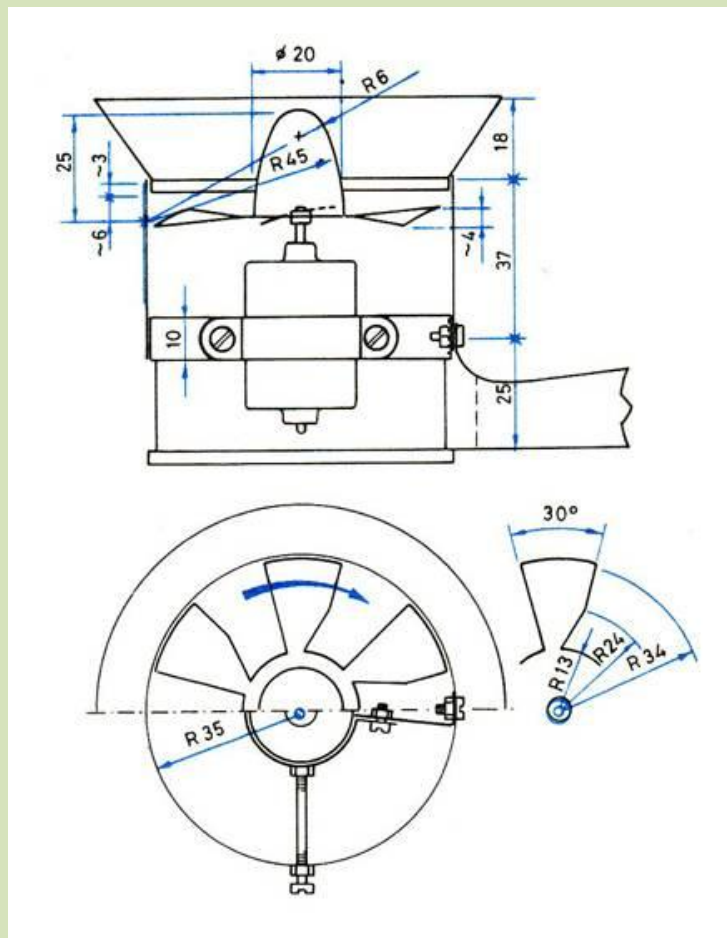
A szívótorkot a motorral, valamint a légkifúvó csatornákat célszerű külön összeszerelni és együttesen felerősíteni a testre. Ehhez ad támpontot a 89. ábra: a motortartó kengyelt és a fél csatornákat egy-egy közös csavarral foghatjuk össze. Ennek a megoldásnak egyik előnye, hogy ugyanazon „gépészeti együtteshez” különböző testeket próbálhatunk ki. Az elektromos csatlakozást 20-25 mm-rel a torony mögött, a jármű tengelyében célszerű elhelyezni (l. pl. a 82. ábrán).



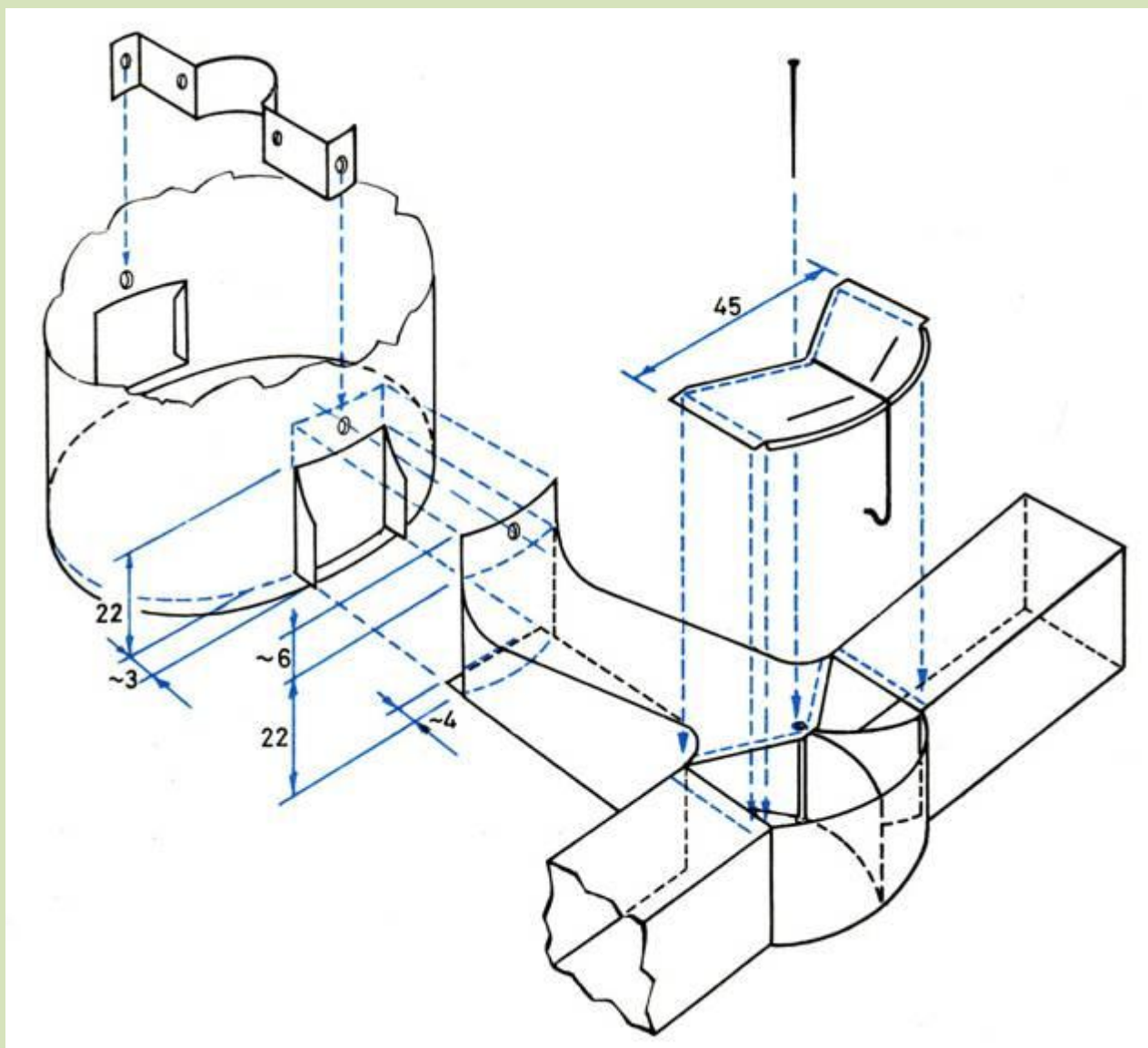
86. ábra.



87. ábra.



88. ábra.

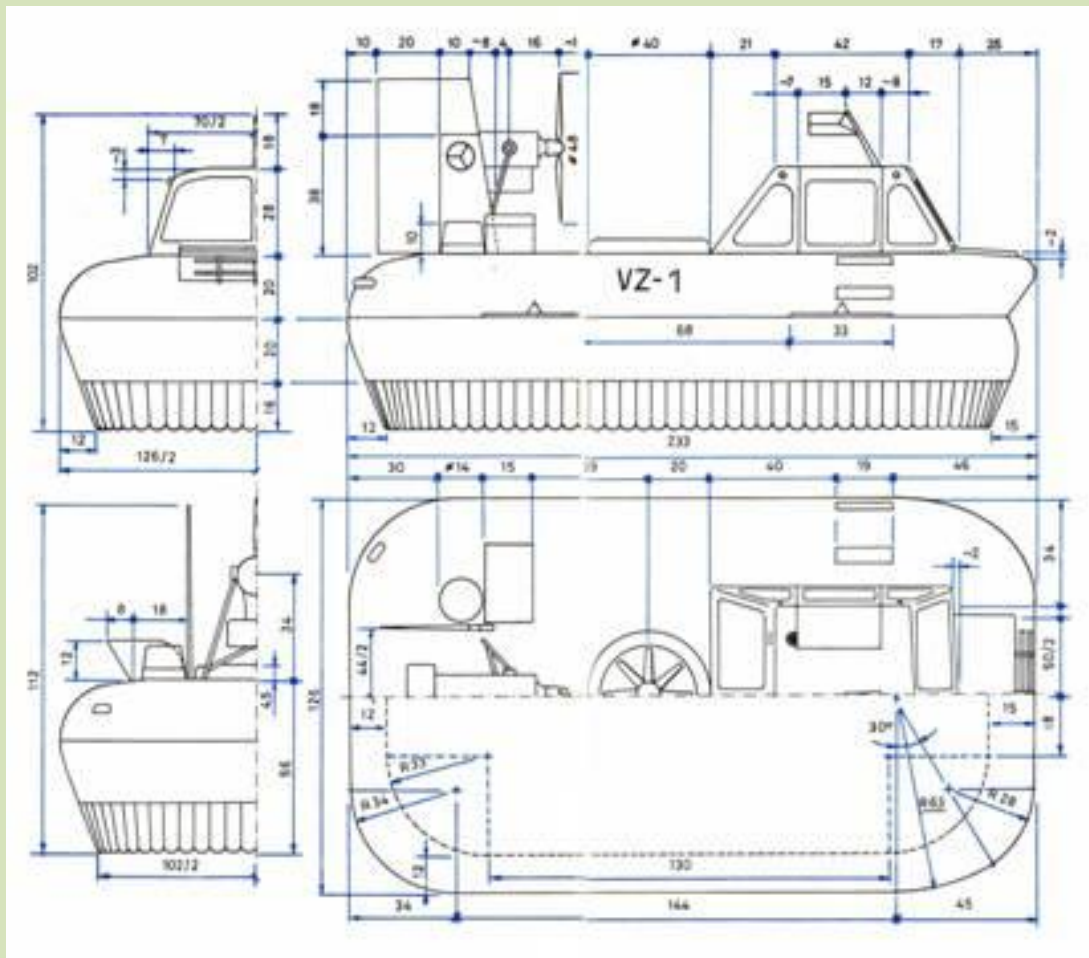


89. ábra.

Modellünk színezése a következő: maga a test világos-, (tenger-)szürke, a légszűrőrendszer, valamint a vezetőfülke alsó része szintén eléggé világoskék. Ugyanilyen színű a légbeszívó torony is a kissé kiugró gyűrű magasságáig: A felette levő rész, valamint a vezetőfülke teteje fehér. A közvetlenül a légáramba állított kormányfelületek fekete és fehér négyzetekre vannak osztva; elhelyezésük a 82. ábrán jól látható. A hátsó, magas, hosszúkás kormányfelület színe középsárga.

Légszűrőrendszer (VZ-1)

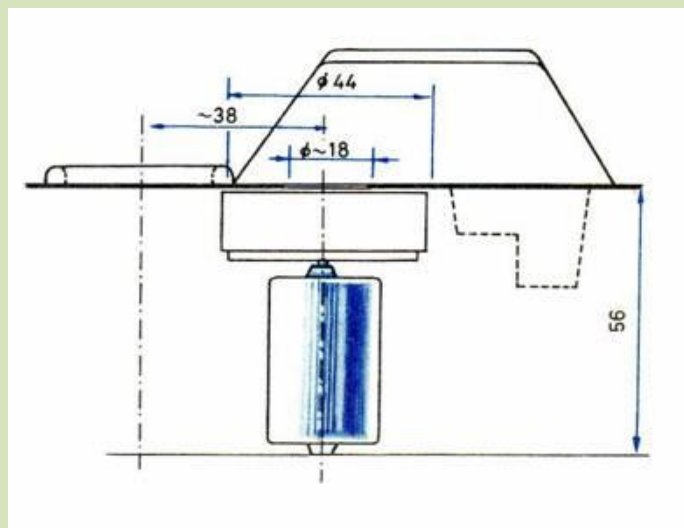
A VZ-1 típusjelű légszűrő jármű egy csehszlovák gyártmányú könnyűfelderítő jármű kísérleti prototípusa. Jellemző adatait az 1. táblázatban közöltük. A némileg egyszerűsített modell tervét a 90. ábrán látjuk. Ezen feltüntettünk valamennyi lényeges méretet, amelyek alapján a modell megépíthető. A vezetőfülkét - a későbbiek miatt - célszerű levetőre készíteni.



90. ábra.

Ennél a modellnél nem a külső felépítés, hanem a gépészeti elrendezés okozhat problémát - ahogyan erre az 53/b ábránál hivatkoztunk. Így a következőkben ezzel a kérdéssel foglalkozunk. Elsősorban azt említjük meg, hogy a modell $M = 1:25$ méretarányát itt is a rendelkezésre álló motor szabja meg. $M = 1:32$ -es modellben nem lenne elegendő helyünk; az $1:16$ -os pedig túlzottan nagyméretű és nehéz lenne. A szoknya aljától a kamra felső síkjáig összesen 56 mm áll rendelkezésre. Ez a magasság éppen elegendő ahhoz, hogy a BJH, vagy a kisebb Piko-motort (l. 62. ábrán) centrifugális sűrítővel, állva beépíthessük. Előbbi esetben (BJH) az 56/b ábrán látható járókerék lapátjából még így is valamit le kell dolgoznunk.

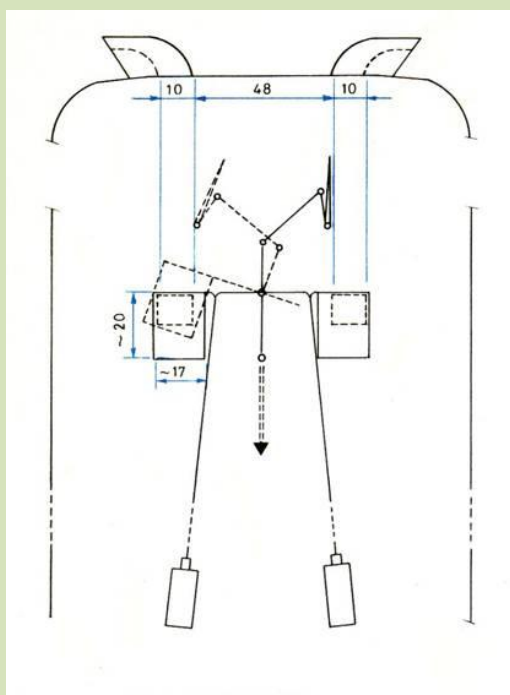
Álló elrendezésre azért van szükség, mert a geometriai viszonyokból, valamint az ismert súlyokból következően a motort nem tudjuk a légszívó nyílás tengelyében elhelyezni. A centrifugális sűrítő pedig ebben az esetben mind mechanikai, mind esztétikai szempontból kedvezőbb. A 90. ábra felülnézetének alsó felén szaggatott vonal határolja az emelő légpárnafelületet, amely összesen 187 cm^2 . Figyelembe véve a megengedhető kb. 1 p/cm^2 terhelést, a modell ezen a súlyon belül könnyen megépíthető. Ha a kormányágneseket az orrban helyezük el, a motort kb. 38 mm -re kell előre helyezni (91. ábra). Végleges helyét próbálgatással határozzuk meg, és a kb. $18 \text{ mm } \varnothing$ -jű szívónyílást csak ezután vágjuk ki. A négy hátsó ablakot a levegő belépéséhez hagyjuk nyitva. Az ülések helyét a fülkében a szaggatott vonal mentén képezhetjük ki; az eredeti légszívó nyílás természetesen zárva marad, és borítsuk be gézből felragasztott sűrű hálóimitációval.



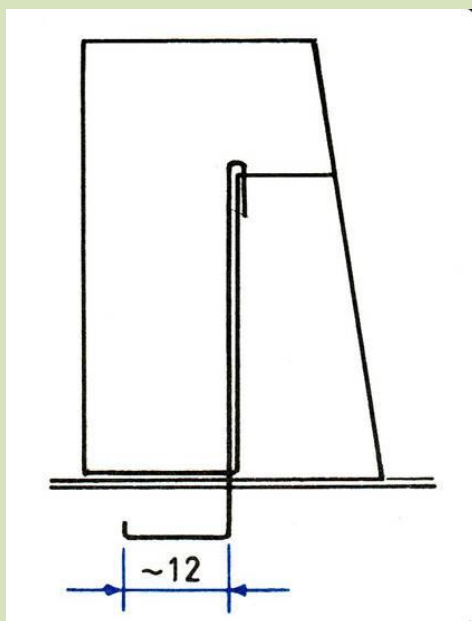
91. ábra.

Modellünk kormányzását a 92. ábra szerint oldhatjuk meg. A kifúvó nyílások előtt mozgó lemezeket összekötő kart vékony acélhuzalokkal mozgatjuk - a jármű elején elhelyezett mágnesek segítségével. A középhezletbe visszahúzó gumiszál karjához csatlakozó rudazattal a vezérsíkokat állítjuk, legfeljebb 25 °-os szögben. Utóbbiak csapágyazását oldalnézetben a 93. ábrán látjuk: a tengelyt képező, meghajtott vékony acélhuzallal együtt könnyen beépíthetők. Felfelé való kiugrásukat az alsó csatlakozó rudazat gátolja meg.

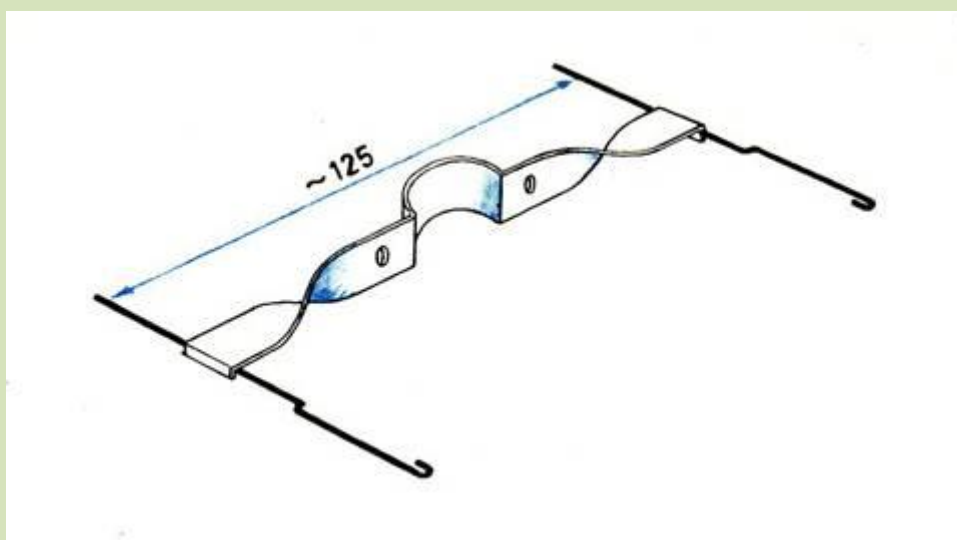
Ennél a modellnél az elektromos csatlakozást célszerű közvetlenül a hajtómotor mögött elhelyezni úgy, hogy a kivezetést ez utóbbi kb. 0,75 mm Ø-jű huzalból hajlított állványához is hozzáfogjuk. A főmotort megcsavart keresztkenyvelen helyezük el (94. ábra), amelyet szintén huzalból hajlított, oldalt a két külső erősítés közötti részen belül továbbvezetett merevítéshez forrasztunk - természetesen a végleges kiegyensúlyozás után. A modell vezérlésének kapcsolását a 71. ábrán mutattuk be.



92. ábra.



93. ábra.



94. ábra.

Modellünk színe teljes egészében katonai terepzöld. Ügyeljünk arra, hogy matt festéket használjunk! A 90. ábrán a farokrész merev törzsének felső részén látható csehszlovák felségjel a két külső oldalon helyezkedik el. Vékony fehér körvonalon belül a három 120° -os szegmens közül mindig az első kék, az alsó piros, a felső pedig fehér színű. A típusfelirat szintén fehér.

Füzetünk zárógondolataként álljon a következő:

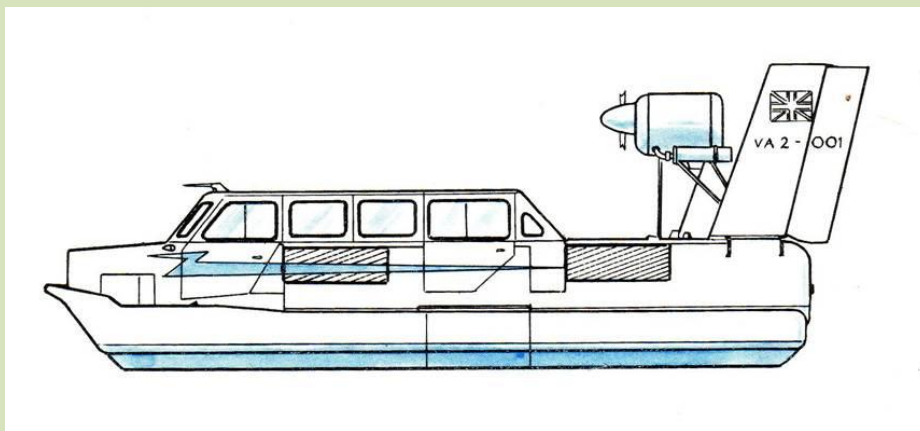
A szerző és a kiadó úgy érzi, hogy a „Légpárnás jármű modellje” című füzetünk megjelentetésével a modellezés aktív művelőinek, de a kezdőknek is olyan, valóban érdeklődést keltő ritkaság kerül a kezébe, amely a hazai és a baráti országok modellezési irodalmában még nem látott napvilágot. Ez feljogosít annak a feltételezésére, hogy a modellezők aktivitása nyomán elsőként hazánkban jelennek meg a működő légpárnás modellek.

Az érdeklődés fokozása érdekében a kiadó felhívja az olvasók, a modellezők figyelmét, hogy eddig a következő haditechnikai modellezési füzetek jelentek meg:

Felderítő úszógépkocsi modellje
Működő harckocsimodellek építése
Hídrakó gépkocsi modellje
A MI-8 helikopter modellje

Kérjük modellező olvasóinkat, hogy akik akár a régebbi füzetek alapján valamelyik modellt elkészítették, akár a légpárnás modellt a jövőben készítik el, jelentsék be, és mutassák be a kiadónál. A sikeres munkákat jutalmazzuk, és esetenként meg is vásároljuk.

Zrinyi Katonai Kiadó 1087 Budapest, Kerepesi út 29/b



Az archiváló megjegyzései:

*(1). Az eredeti kiadvány rendelkezésemre bocsátásáért külön köszönettel tartozom **Tóth Gábor** (gtoth) modellező kollégának. Segítsége nélkül nem készülhetett volna el az archivált könyv.)*

A tervrajzmelléletek nagy méretben elérhető a www.sry.atw.hu/aligator_site.html oldalon.