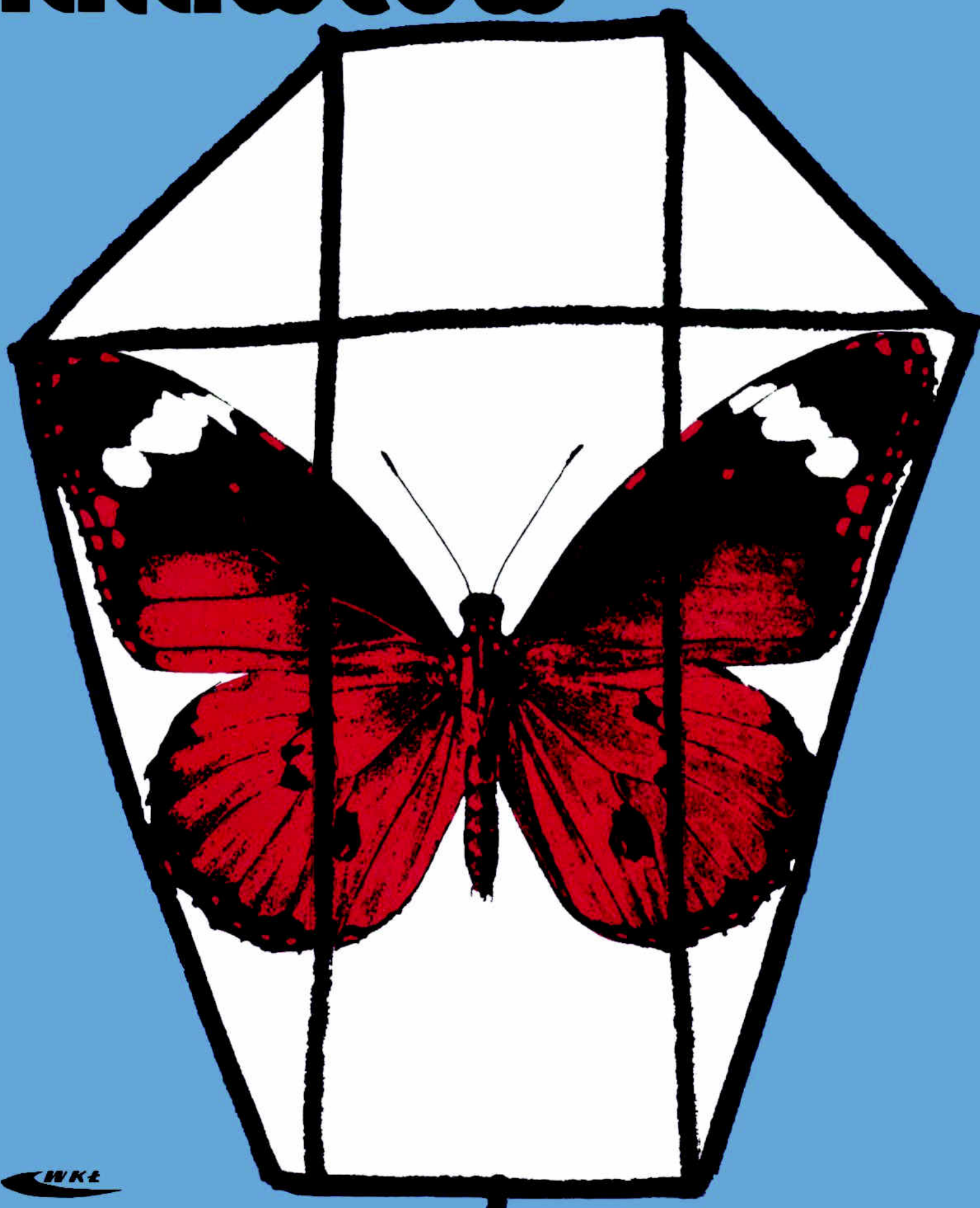


budowa i pilotaż latawców

Paweł Elsztein



budowa i pilotaż latawców

Paweł Elsztein

Wydawnictwa
Komunikacji i Łączności
Warszawa 1975



Przedmowa	7
Rozdział I. Z latawcem przez tysiąclecia	9
1. Z historii latawca	9
2. Latawiec narzędziem nauki	13
3. Latawiec w transporcie, ratownictwie, łączności, sporcie i rybołówstwie	16
4. Latawiec w służbie wojskowej	19
Rozdział II. Sprawy warsztatowe	23
1. Nasza pracownia domowa	23
2. Pracownia zespołowa	25
Rozdział III. Krótki przegląd materiałów konstrukcyjnych	26
1. Drewno z drzew iglastych	26
2. Drewno z drzew liściastych	27
3. Rośliny trawiaste	28
4. Materiały drewniane	29
5. Tworzywa sztuczne	29
6. Nici	33
7. Tkaniny	34
8. Papier	35
9. Kleje	35
Rozdział IV. Z praktyki konstruktora	42
1. Rysunek techniczny	42
2. Obliczanie powierzchni	46
3. Celowość budowy	47
Rozdział V. Nieco teorii	48
1. Krótki kurs teorii lotu	48
2. Meteorologia „latawcowa”	54
Rozdział VI. Przegląd konstrukcji	60
1. Latawce kieszonkowe	60
2. Latawce płaskie	64
3. Latawce skrzynkowe	86
4. Latawce specjalne i ... niezwykle	102
Rozdział VII. Na starcie	109
1. Pilotaż latawcowy	109
2. Pomocniczy sprzęt startowy	114
3. Z doświadczeń warsztatowych i startowych	121

Rozdział IX. Latawconautyka	149
Rozdział X. Gry i zabawy latawcowe	154
1. Defilada	154
2. Walka powietrzna	154
3. Desant spadochronowy i szybowcowy	155
4. Powietrzna tarcza	155
5. Zawody mistrzów połowów	156
6. Halo! Czy mnie rozumiesz?	156
7. Sokole oko	157
8. Kto pierwszy?	157
9. Transport powietrzny	160
10. Konkurs sprawnych rąk	160
11. Sondaż atmosfery	161
Literatura	163

Od ponad dwóch i pół tysiąca lat dzieci, młodzież oraz dorośli i bardzo poważni ludzie zajmują się latawcami. Ten tajemniczy, czasami maleńki, a nieraz wielki statek powietrzny utrzymujący się na lince uwięzi, zachwycał cesarzy i uczonych, biednych i bogatych, poetów i wynalazców, malarzy i wojskowych, nie mówiąc o tym, że zawsze był i pozostał ulubioną zabawą najmłodszych obywateli wszystkich chyba państw na świecie.

Literatura historyczno-techniczna dotycząca latawców jest niezwykle obszerna. Szczególnie wieki XIX i początek XX obfitowały w książki i inne publikacje poświęcone latawcom. We Francji wydawano np. od 1909 r. jedyne na świecie czasopismo (*Le Cerf-volant*) latawcowe na bardzo wysokim poziomie technicznym. Latawiec w pewnym sensie spełniał odwieczne marzenia ludzkości o własnych skrzydłach, o opanowaniu oceanu powietrznego.

Technika lotnicza niewątpliwie dużo zawdzięcza pionierskim pracom konstruktorów latawców. Nie ruchoma płaszczyzna nośna latawca wytwarzająca siłę nośną była oczywistym pierwowzorem późniejszego skrzydła szybowca i wreszcie samolotu.

Latawiec w ciągu wieków zmieniał swoją formę i przeznaczenie, chociaż zasada lotu pozostała ta sama. W latach siedemdziesiątych latawiec przeżywa drugą jakby młodość. Stał się sprzętem sportowym o podwójnym przeznaczeniu: dla uczestników imprez modelarsko-lotniczych oraz dla narciarzy wodnych i spadochroniarzy w tym drugim przypadku jako sprzęt umożliwiający wykonywanie lotów załogowych holowanych.

Książka niniejsza poświęcona jest latawcom. Omawia zarówno przeszłość, jak też zajmuje się techniką budowy i pilotażem latawców znajdujących zastosowanie w sporcie modelarskim. Po raz pierwszy bodaj w naszym piśmiennictwie technicznym podano informacje o latawcach załogowych stosowanych w nowym sporcie, który jest jakby pograniczem lotnictwa, nie będąc w istocie swej już modelarstwem. Intencją autora było zachęcenie młodych konstruktorów do prac samodzielnych przy wykorzystaniu wypróbowanych przykładów własnych autora oraz innych konstruktorów.

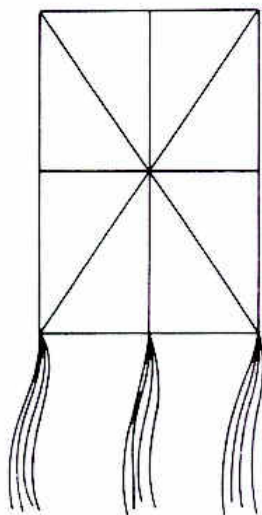
Warszawa, styczeń 1975

Autor

Z LATAWCEM PRZEZ TYSIĄCLECIA

1. Z historii latawca

Latawiec należy do najstarszych znanych przyrządów latających, cięższych od powietrza. Ojczyzną latawca są bezspornie Chiny. Z zachowanych

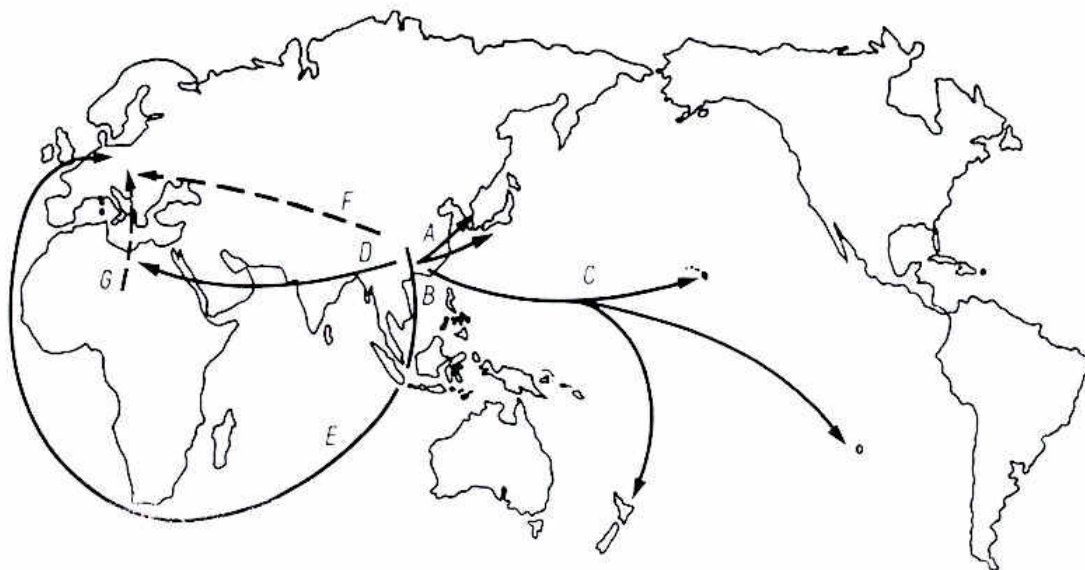


Rys. 1-1. Szkic najstarszej formy latawca starożytnych Chin. Układ płaski, obrys prostokątny

dokumentów, rysunków i przekazywanych przez wieki legend wynika, że latawce znane były w Chinach około 2000 lat p.n.e., w każdym razie z tego okresu pochodzą pierwsze konkretne informacje o dobrze dziś znanym zwykłym, płaskim latawcu o prostokątnym obrysie, utworzonym z czterech listewek pokrytych tkaniną i zaopatrzonym w trzy pęki wstążek, pełniących funkcję ogona-statecznika.

Najdawniejsze wzmianki dotyczą drewnianego gołębia sporządzonego przez Chińczyka Mo Ti, który żył w czasach Konfucjusza (ok. 500 lat p.n.e.). Model gołębia był, zdaniem niektórych historyków, niczym innym jak latawcem, wykonującym loty na linie uwięzi. Oczywiście, materiałem do budowy latawca mogło być wtedy wyłącznie drewno i tkanina, bowiem papier pojawił się dopiero około 105 r. p.n.e.

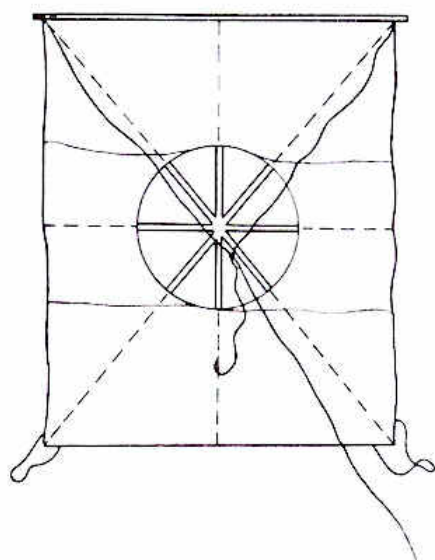
W pierwszym tysiącleciu naszej ery latawiec rzadziej pojawiał się na placach zabaw dziecięcych,



Rys. 1-2. Drogi rozprzestrzenienia się latawców z Dalekiego Wschodu: A — do Korei i Japonii, B — na Archipelag Malajski, C — przez Oceanię na Wyspy Wielkanocne, D — przez Birmę i Indie do Arabii i Afryki Północnej, E — do Europy przez morskie trasy handlowe, F — szlak inwazji Tatarów, G — trasy łączące kraje arabskie z Europą

a częściej na polach walki. Po wzmiance z 196 r. p.n.e. o wzlocie chińskiego generała na pokładzie latawca, istnieją zapisy o stosowaniu latawców do sygnalizacji, a nawet przerzucania korespondencji z obozów jenieckich. Dopiero za panowania dynastii Sung (lata 960—1126 n.e.) puszczano latawce po prostu dla przyjemności, czyli jak powiedzieliśmy dziś — dla sportu. W Chinach powstała wtedy tradycja „Dnia Latawca”, obchodzonego 9 dnia każdego dziewiątego miesiąca roku.

Sporo informacji o najdawniejszych konstrukcjach latawców, o związanych z nimi tradycjach



Rys. 1-3. Latawiec koreański z X w. n.e.

i wierzeniach dostarczył do Europy sławny podróżnik i pisarz, Wenecjanin Marco Polo (1254—1323).

Z Chin latawiec zawędrował (niewątpliwie za pośrednictwem kupców i marynarzy) do Korei i Japonii, na Archipelag Malajski, przez Birmę i Indie do krajów arabskich i Afryki Północnej, wreszcie do Europy, zarówno drogą morską, jak i lądową

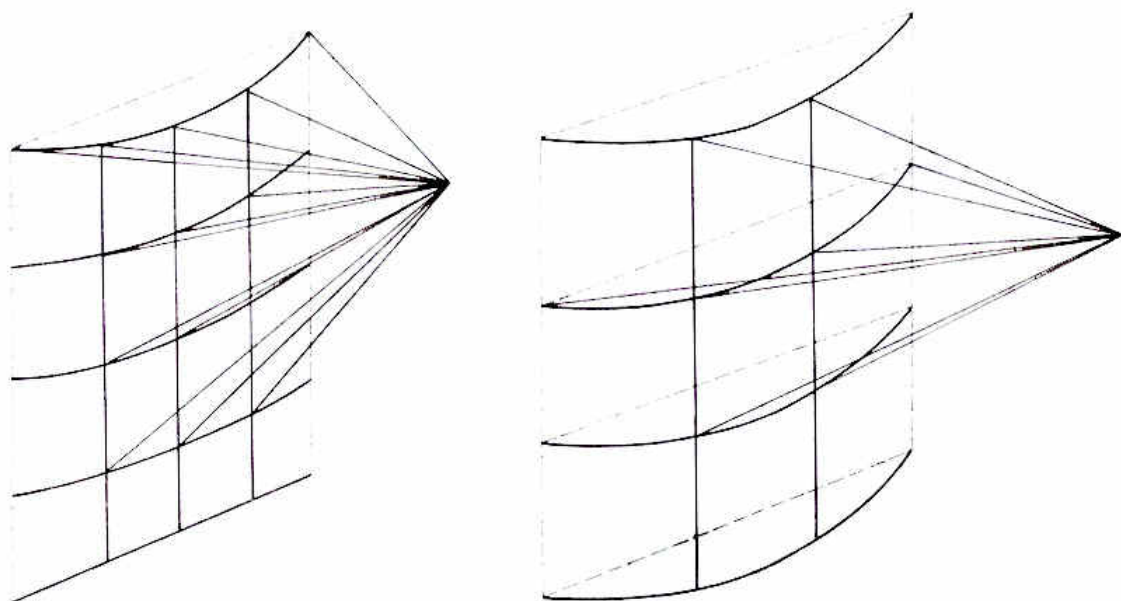
(w tym drugim przypadku chodzi o wyprawy bojowe Tatarów, którzy latawce stosowali do różnych celów wojskowych).

W Korei najdawniejsze wzmianki o latawcach sięgają lat 918—1380 n.e. Typowa, klasyczna konstrukcja koreańska to prostokątny latawiec płaski, sporządzony z bambusowych listew, pokrytych barwnym papierem. Charakterystyczny jest otwór kołowy w środku pokrycia, usłateczniający lot latawca przy silnym wietrze (podobnie jak tzw. „kominek” — otwór w czaszy współczesnego spadochronu o obrysie kołowym).

Niezwykłym bogactwem formy odznaczały się latawce budowane w Japonii. Przybierały one kształty smoków, ptaków, ludzi-olbrzymów i owadów. Wykonane z cienkiego papieru i bambusowych pręcików stały się przedmiotem zabaw dzieci i dorosłych; zabawy z latawcem były swego rodzaju sportem narodowym. Tu również obchodzono festiwale latawcowe, wymyślono ciekawe pokazy latawcowe, walkę powietrzną (latawce typu Nagasaki), ba — wykorzystywano nawet latawce w obrzędach kultu religijnego. Jeden z latawców-gigantów (typu wan-wan) powstał również w Japonii: oto w 1906 r. wypuszczono tam latawiec, do którego utrzymania na holu było niezbędnych aż 150 ludzi.

W Indonezji również od dawna była popularna sztuka budowy latawców. W Syjamie latawce pełniły identyczną funkcję, jak na przykład w Europie proporce i flagi. Królowie i książęta kazali wypuszczać nad swymi posiadłościami barwne latawce, symbolizujące dostojeństwo i władzę.

Latawce z wysp Polinezji przybierały kształty ptaków i różnych bardzo rozwiniętych form geometrycznych. Mieszkańcy wysp przestrzegali pilnie, aby tylko mężczyźni zajmowali się puszczaniem latawców. Niektóre latawce związane były

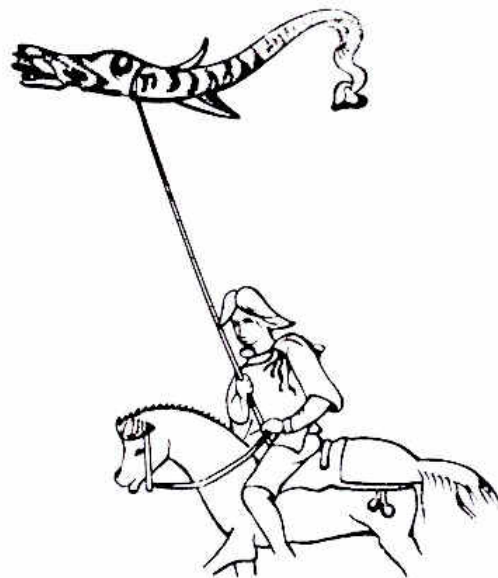


Rys. 1-4. Japońskie latawce bojowe

ściśle z obrzędami religijnymi, a ich wzloty wymagały specjalnego ceremoniału i modlitw.

Pierwszy ślad, jeśli tak można się wyrazić, latawca w Europie to sławny gołąb Greka Archytasa z Tarentu, zbudowany około roku 400 p.n.e. Co prawda, niektórzy badacze twierdzą, iż model gołębia jest raczej protoplastą odrzutowego samolotu, gdyż miał własny napęd, inni jednak są zdania, że właśnie ten gołąb był latawcem, bowiem w tymże czasie w Chinach budowano latawce również w postaci gołębi. Nie rozstrzygniemy wątpliwości, podajemy je więc raczej jako ciekawostkę historyczną.

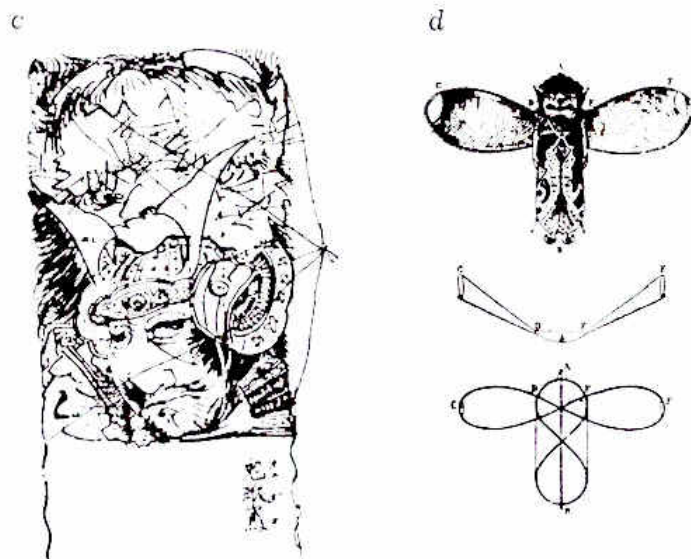
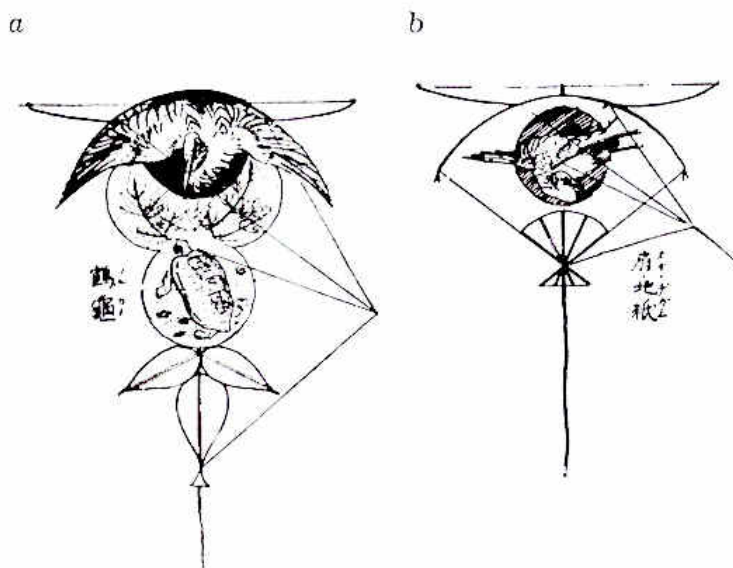
Okolo roku 105 n.e. pojawiły się w wojskach rzymskich, u Scytów i Persów, osobliwe proporce, które podobnie jak późniejsze wiatrowskazy, sporządzane były z tkaniny. Miały one kształty zwierzęce; w otwartą paszczę wpadało powietrze do rurowo zszytego worka przelotowego. Proporce te można zaliczać do swego rodzaju latawców. Wódz rzymski Dacjan stosował na przykład latawiec-proporzec z głową wilka. Rzymianie odznaki te określali jako „drako”, czyli smok. Istotnie, miękkość i elastyczność latawcowych proporców upodabniała je do smoków; miały one budzić lęk u nie-



Rys. 1-6. Latawiec-smok w kształcie proporcy. Rysunek z IX w. n.e.

nie ogon. Zachowały się dokładne instrukcje budowy, obsługi i startu latawca wiedeńskiego.

Włoch Giovanni della Porta w 1558 r. opisał latawiec typu chińskiego. Była to pierwsza europejska wzmianka o daleko-wschodnim latawcem płaskim, jaki w swej zasadniczej formie zachował się do dziś.



Rys. 1-5. Latawce japońskie

a — latawiec symbolizujący bociana i żółtwa, b — latawiec dziecięcy, c — latawiec prostokątny z rysunkiem potwora
d — latawiec z dwoma skrzydłami

przyjaciół, a męstwo we własnych szeregach — ściślej, w zastępach konnych.

Podobne latawce o smoczych kształtach stosowali Tatarzy w bitwie pod Legnicą (1241 r.). Smoki te trudno w pełni nazwać latawcami, chociaż utrzymywane były na linie uwięzi lub częściej na odpowiedniej tyczce.

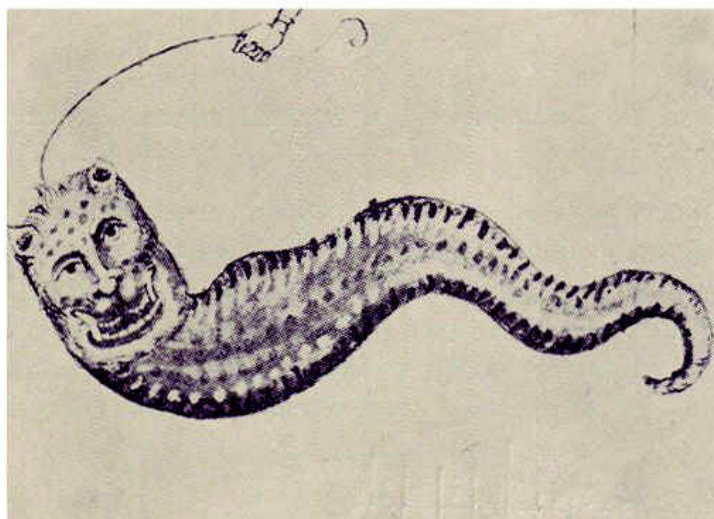
W Wiedniu zachowane są dokumenty z 1430 r., dotyczące opisu latawca płaskiego, pierwszego tego rodzaju w Europie. Latawiec ten nazwany został nawet „wiedeńskim”. Płaszczyną nośną latawca była smocza głowa (o wymiarach ok. 600 × 1000 mm), pokryta tkaniną, tworzącą jednocześnie

W XVI i XVII w. pojawiło się sporo prac naukowych i opisów związanych z latawcami, zwłaszcza we Włoszech, Anglii i Niemczech.

A na ziemiach polskich? Kiedy tutaj mogły się pojawić latawce? Niewątpliwie musiały być znane od czasu najazdów Tatarów, tj. od około XIII w. Brak bliższych informacji na ten temat. Pewne dane o latawcach jako zabawkach dzieci pochodzą z przełomu XVIII i XIX w. Informatorami byli — jak dawniej bywało — rysownicy i malarze. Daniel Chodowiecki, znany malarz niemiecki polskiego pochodzenia (chłubiący się zawsze swą polskością) pozostawił wiele rycin, na których m.in. pokazał

ulubione zabawy dzieci współczesnej mu epoki: zabawy z kółkiem toczonym przed sobą, z drewnianymi bąkami oraz z płaskimi o rombowych obrysach latawcami.

Oczywiście, nie brakowało u nas konstruktorów latawców; przecież wieści o pracach innych, za granicami, dochodziły do naszego kraju wraz ze słowem drukowanym. Przy okazji niezbędne jest wyjaśnienie: początkowo mianem „latawiec” określano każdy przyrząd latający, a więc również szybowiec czy późniejszy samolot, być może dlatego, że przecież szybowiec narodził się z prób latawców.



Rys. 1-7. Latawiec „chorągiewkowy” zwany również „wiedeńskim”, pierwsza tego typu konstrukcja szczegółowo opisana w Europie

wych, a samolot braci Wright był rozwinięciem prób latawcowych i szybowcowych. Również i w Polsce pionierzy lotnictwa zaczęli swe prace od latawców, a niektórzy pierwsze wloty wykonywali podwieszeni na latawcach. Tak m. in. zaczął swą lotniczą karierę znakomity nasz konstruktor szybowców, twórca „Foki”, mgr inż. Władysław Okarmus.

W 1910 r. zorganizowano we Lwowie wystawę lotniczą. Oprócz licznie reprezentowanych bardzo pomysłowych modeli latających i redukcyjnych, demonstrowano wiele konstrukcji latawcowych, przeważnie skrzynkowych.

Z 1920 r. pochodzi informacja o braciach Marianie i Albinie Runiewiczach z Tarnopola, którzy prowadzili doświadczenia z latawcami. Ogółem zbudowali około 90 latawców, w tym parę olbrzymów o rozpiętości płaszczyzn nośnych 4 m.

Jeśli idzie o sport latawcowy, to brak jest informacji, czy były u nas prowadzone jakiekolwiek imprezy, przeznaczone wyłącznie dla latawców. Wiadomo natomiast, że latawce stosowano do sondażu meteorologicznych w poszczególnych stacjach meteorologicznych, podobnie jak czyniono to za granicą (patrz str. 13). Wiadomo także, iż w wyprawach badawczych w rejonach Bezmiechowej,

Pińczowa i innych — późniejszych sławnych szybowisk polskich — wykorzystywano latawce do badania pionowego przekroju atmosfery nad odkrytymi zboczami górskimi (chodziło o ustalenie dynamicznych prądów wznoszących).

Sport latawcowy natomiast uprawiany był od dawna w ZSRR. W oficjalnych tabelach krajowych osiągnięć modelarstwa lotniczego można znaleźć oddzielną rubrykę „latawce skrzynkowe”. W wykazie rekordów zarejestrowanych do 1946 r. podana jest wysokość 1800 m, ustalona przez latawiec, który zbudowali modelarze z Pałacu Pionierów w Saratowie.

W Polsce zorganizowany, masowy sport latawcowy powstał właściwie w 1963 r. Przedtem, w latach 1950—1962, ZHP szeroko propagował Święto Latawca, organizując wraz z Aeroklubem PRL Korespondencyjne Zawody Latawcowe. Powszechna Spółdzielnia Spożywców „Społem”, prowadząc liczne ośrodki pracy z dziećmi, postanowiła wspólnie z Aeroklubem PRL przeprowadzić zawody latawcowe różnych szczebli, od powiatu zaczynając. Tak powstało tradycyjne już dziś Święto Latawca, którego finałem jest wielka impreza ogólnopolska — mistrzostwa latawcowe.

O zasięgu zainicjowanej przed laty akcji może świadczyć liczba uczestników Święta Latawca w minionym 12-leciu:

rok	liczba uczestników	rok	liczba uczestników
1963	— 16 000	1969	— 45 000
1964	— 26 000	1970	— 55 000
1965	— 41 000	1971	— 60 000
1966	— 31 000	1972	— 60 000
1967	— 39 000	1973	— 78 000
1968	— 44 000	1974	— 100 000

Wojewódzkie imprezy eliminacyjne skupiają średnio 400÷600 uczestników, zarówno dziewcząt, jak i chłopców. Na zawodach ogólnopolskich, gdzie przyjeżdżają najlepsi z najlepszych, startuje od 60 do 100 zawodników.

Podobne imprezy latawcowe organizowane są od niedawna na Kubie.

Latawiec ciągle zmienia swój kształt i przeznaczenie. W latach czterdziestych (patent z 1948 r.) pojawił się genialny w swej prostocie „Flexi-Kite” — konstrukcja Amerykanina Francisca Rogallo, pracownika naukowego NASA. Jest to latawiec o elastycznej płaszczyźnie nośnej (o tzw. miękkim płacie), bardzo lekki i doskonale utrzymujący się w powietrzu. Z latawca tego typu wywodzi się cała rodzina statków powietrznych, a więc sterowany spadochron, szybowiec i samolot słabosilnikowy.

Latawiec Rogallo wykorzystany został również do lotów załogowych i do lotów na holu za motorówką. W 1965 r. dwaj Francuzi, J. Gofreville i B. Darnis, pokonali kanał La Manche w ciągu 65 min, utrzymując się na latawcach Rogallo, holowanych za motorówkami. Sportowcy startowali na nartach wodnych, lecąc cały czas na wysokości około 30 m nad powierzchnią wody.

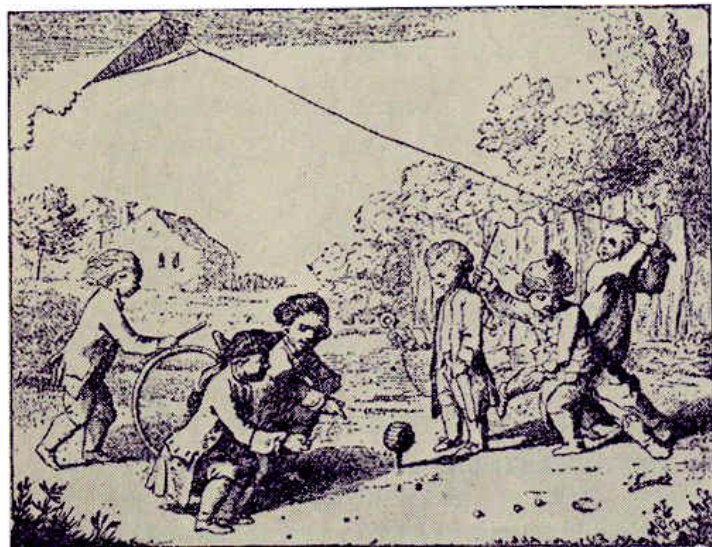
Interesujące doświadczenia z latawcami o miękkim płacie wykonywano i u nas, m. in. w Warszawie, Wrocławiu i Częstochowie, gdzie w latach siedemdziesiątych pojawiły się amatorskie konstrukcje szybowców, wykorzystujące skrzydło Rogallo. Warto dodać, że narciarze wodni wykorzystywali i wykorzystują duże latawce płaskie i skrzynkowe do lotów holowanych. Sport ten powstał na Jamajce i rozwinął się w USA w latach pięćdziesiątych.

W dniach Świąta „Trybuny Ludu” w 1974 r. sportowcy — narciarze wodni zademonstrowali na Wiśle w Warszawie lot za spadochronem-latawcem holowanym za motorówką. Był to pierwszy pokaz tego rodzaju w Polsce.

2. Latawiec narzędziem nauki

W 1749 r. po raz pierwszy zanotowano wykorzystanie latawca do celów meteorologicznych: Anglik Alexander Wilson za pomocą sześciu związanych latawców, ustawionych jeden za drugim (tworzących tzw. pociąg latawcowy) mierzył temperaturę powietrza. Wilson wraz ze swym uczniem Thomasem Melvillem budowali latawce o długości około 2 m, pokrywając je papierem.

Pionierskie prace Wilsona, opublikowane dopiero w 77 lat po jego śmierci, zdystansowane zostały sławnymi w świecie doświadczeniami z ładunkami elektrostatycznymi w chmurach, prowadzonymi



Rys. 1-8. Miedzioryt według rysunku Daniela Chodowieckiego, przedstawiający dzieci bawiące się latawcem

przez Amerykanina Benjamina Franklina w czerwcu 1752 r.

Doświadczenia z elektrycznością atmosferyczną prowadził, równolegle z Franklinem, Francuz de Romas, który po początkowym niepowodzeniu, w 1753 r., podczas silnych wyładowań atmosferycznych wypuścił latawiec na holu długości ponad 2000 m, uzyskując na końcu linki holowniczej iskrę długości około 20 cm. Oczywiście, hol był zakotwiczony. Uczony sprawdzał w ten sposób wpływ „elektryczności z chmur” na zwierzęta. Zachował się oryginalny drzeworyt, ilustrujący doświadczenia Francuza z gołębiem i psem.

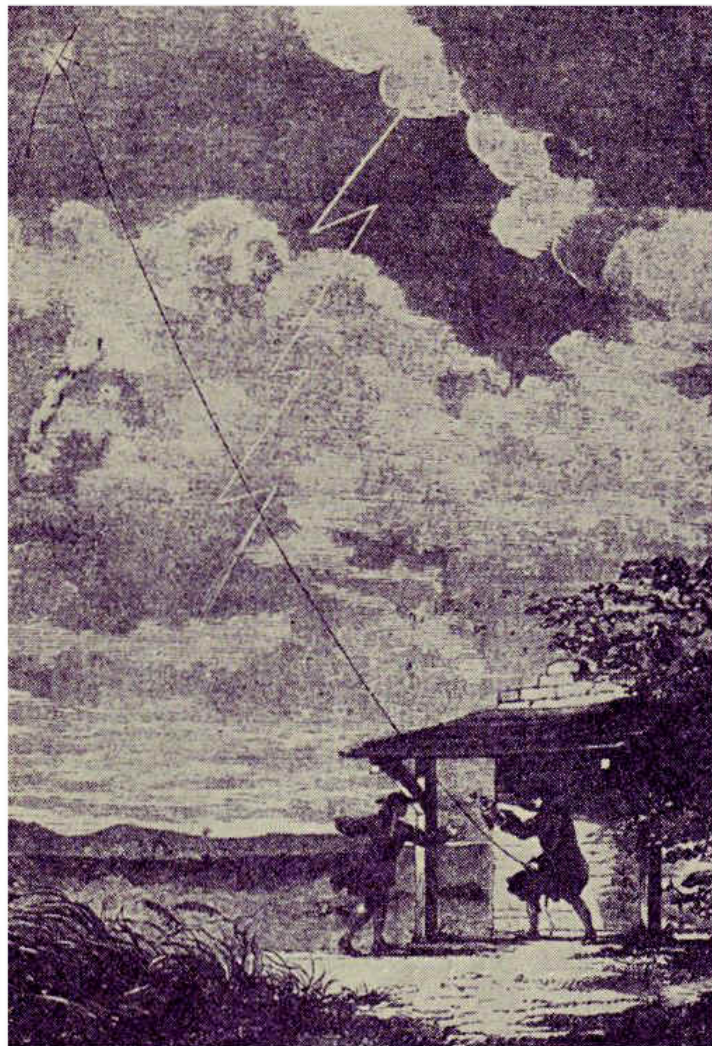
Wśród badaczy elektryczności atmosferycznej osiemnastego wieku znajdowali się m. in. Włoch Francesco Beccaria, Rosjanin książę Golicyn, a także pierwszy pilot balonowy, Francuz Pilâtre de Rozier oraz fizyk holenderski Pieter van Musschenbroek. Ostatni z wymienionych prowadził doświadczenia przy użyciu latawców w latach 1756—1757, poddając badaniom zwierzęta, podobnie jak de Romas. On także wraz z L. Eulerem, jako pierwsi uczeni, byli autorami matematycznych wywodów, objaśniających zasady lotu latawca.

Szczegółowe opisy doświadczeń z elektrycznością atmosferyczną przy użyciu latawców zestawiał Tiberius Cavallo w pracy wydanej w Londynie w 1777 r. Eksperymenty swe prowadził w 1775 r., stosując latawce kryte papierem, posmarowanym terpentyną w celu ochrony przed deszczem.

Po swego rodzaju erze „latawców elektrycznych” nastąpiło dalsze wykorzystanie tego sprzętu do badań atmosferycznych. Oto Amerykanie kpt. Parry i George Fisher w latach 1822—23 przy użyciu latawców mierzyli temperaturę na dalekiej Północy. Ich latawce osiągnęły średnio 100 m wysokości, chociaż nieraz sięgały 120 m. W temperaturze -24°C był to wyczyn nielada, jeśli dodać, że po każdym wzlocie należało odczekać co najmniej 15 min, aby wskazania termometru pokładowego były jak najbardziej dokładne.

Godna uwagi jest działalność pierwszego stowarzyszenia naukowo-badawczego, wykorzystującego w swych pracach latawce. Był nim „The Franklin Kite Club”, powstały w 1835 r. w USA. Klub zajmował się elektrycznością atmosferyczną, sprawdzając ładunki elektrostatyczne na ziemi. Oprócz prac badawczych członkowie klubu po prostu puszczali latawce dla sportu, wypróbowując m. in. oryginalne latawce importowane z Chin. Do wspomnianego klubu należało wielu uczonych o światowej sławie, wśród nich znany meteorolog amerykański J. Espy.

W 1874 r. uczony angielski W. Birt, pracownik obserwatorium w Kew, wraz z Sir O. Reynoldsem



Rys. 1-9. Doświadczenie Benjaminą Franklina z elektrycznością atmosferyczną

prowadzili badania meteorologiczne za pomocą zwykłych dziecinnych latawców. Później Birt zbudował latawiec płaski sześcioboczny, mający oprócz linki holowniczej dwie dodatkowe linki umożliwiające regulację płaszczyzny nośnej latawca. Birt stosował ponadto system bloczków, służących do podnoszenia na linie cumowniczej przyrządów pomiarowych do pułapu latawca. Było to już bardzo konkretne wykorzystanie latawca do systematycznych pomiarów meteorologicznych. Można tu dodać, że jeszcze przed Birtem, w 1846 r., Rosjanin prof. A. Popow proponował zastosowanie latawców do — jak nazwalibyśmy to dziś — sondaży atmosferycznych. Pionier radiotechniki wykorzystywał linkę latawca jako antenę.

Na pewno każdy czytający te wzmianki historyczne zastanowi się, dlaczego w okresie, kiedy już znane były balony, sięgano po przyrząd cięższy od powietrza? Otóż latawce miały (i mają zresztą do dziś — o czym później) tę przewagę nad balonami, że nie odlatywały zbyt daleko od miejsca pomiarów, a podwieszana aparatura nie niszczyła się.

W 1883 r. meteorolog angielski E. Archibald, rozpoczął badania górnych wiatrów. Dzięki sondażom

latawcowym odkrył, że prędkość wiatru zwiększa się z wysokością oraz że zmienia się kierunek wiatru. Archibald był pierwszym, który zastosował do holowania latawców cienki drut stalowy (tzw. fortepianowy). Linki metalowe stosowano co prawda już dawniej, ale o dużej średnicy i masie. Latawce Archibalda miały obrys wieloboczny, szkielet wykonany z bambusa, a pokrycie z cienkiego jedwabiu. Uczony wypuszczał je parami, jeden za drugim, osiągając wysokości od 60 do 450 m.

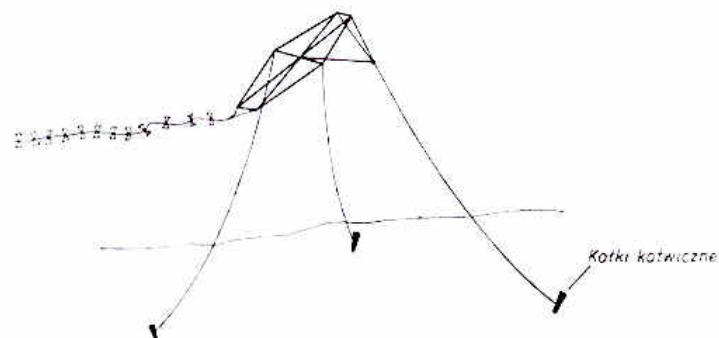
W tymże okresie najpoważniejsze obserwatoria, jak np. United States Weather Bureau w pobliżu Harvardu, prowadzone przez Lavrence'a Rotche, stacja latawcowa w Trappes we Francji, prowadzona przez Teisseranca de Borta i stacja meteorologiczna we Wrocławiu, prowadzona przez dr Webera — wykorzystywały latawce do swych prac.

Do bardziej znanych latawców stosowanych w meteorologii należy zaliczyć począwszy od 1885 r. konstrukcje Amerykanina Mc Adie. Budował on latawce wieloboczne płaskie, jednak były one niestateczne w locie. Inny Amerykanin, W. Eddy, ulepszył latawiec meteorologiczny wyginając ku górze skrajne części płaszczyzny nośnej, dzięki czemu zwiększyła się stateczność. Podczas próbnych wzlotów w 1894 r. na terenie obserwatorium w Blue Hills w USA, pięć latawców o łącznej powierzchni 9 m², typu Eddy, zaopatrzonych w samopiszącą aparaturę pomiarową o masie całkowitej przeszło 1 kg, osiągnęło wysokość około 500 m.

W Rosji w 1897 r. w Pawłowskim Obserwatorium prowadzono sondaże latawcowe.

W okresie późniejszym pojawił się latawiec skrzynkowy, którego twórcą był Lavrence Hargrave. Latawiec ten ulepszany wielokrotnie, przetrwał w swej postaci do lat trzydziestych XX wieku. Do lipca 1933 r. działała w Ellendale (USA) meteorologiczna stacja latawcowa.

5 maja 1910 r. w Mount Weather (USA) wypuszczono zespół 10 latawców typu Eddy. Latawce osiągnęły wysokość ponad 7000 m. W kilka lat



Rys. 1-10. Latawiec meteorologiczny Anglika Birta

później, 1 sierpnia 1919 r., „pociąg” złożony z 8 latawców osiągnął wysokość 9740 m — rekord nie pokonany bodaj do naszych czasów.

W pierwszych latach XX w. rozpoczęto meteorologiczne sondáže latawcowe również we Francji (W. Dines) i Anglii (W. Shaw). Pierwsza meteorologiczna stacja latawcowa powstała w miejscowości Crinan na zachodnim wybrzeżu Szkocji. Tutaj odbywały się wzloty latawców startujących z pokładu statków. W 1905 r. powstały podobne stacje w Indiach, a w dwa lata później — w Egipcie i na Jutlandii. Latawce stosowano ponadto w wyprawach arktycznych, m. in. w 1903 r. podczas Scottish National Antarctic Expedition.

Nie obyło się bez tragicznych nieraz wypadków. Stalowe linki uwięzi są doskonałym przewodnikiem elektryczności. Po osiągnięciu przez latawiec wysokości 2000 m powstaje różnica potencjału, sięgająca blisko 50 000 V. W 1909 r. kpt. Engelstad z marynarki szwedzkiej został śmiertelnie porażony podczas wypuszczania latawca, który osiągnął wysokość około 1000 m; stalowa linka holownicza nie była uziemiona.

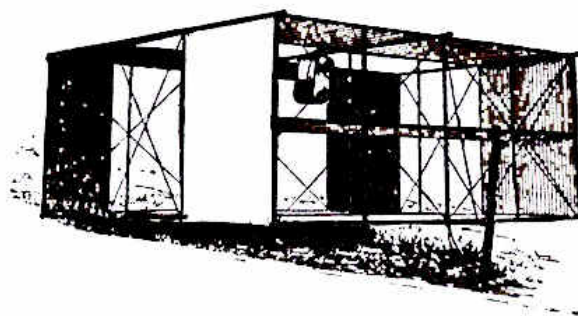
Tak więc, omawiając historię latawca jako przyrządu meteorologów, dotarliśmy do wieku XX. Wyłania się pytanie: czy i obecnie w erze balonów, samolotów i rakiet, mają jakiegokolwiek szanse staroświeckie przecież latawce? Okazuje się, że mimo upływu lat, mimo ogromnego postępu technicznego pewne metody i przyrządy nie starzeją się. Do przyrządów takich należy latawiec. Możliwości latawca są ograniczone, jednak okazało się, że do wysokości 1000–1500 m nie ma bardziej przydatnych do badań meteorologicznych statków powietrznych jak latawiec. A oto zalety latawca: latawiec jest wygodny do transportu, może startować z pokładu poruszającego się statku lub z pojazdu będącego w ruchu, nawet przy pogodzie bezwietrznej, nie wymaga specjalnego wyposażenia, paliwa ani lądowiska, do obsługi startowej latawca nie potrzeba wielu osób.

Po dziś dzień więc latawiec jest uznanym narzędziem meteorologów. Na przykład w ZSRR opracowano metodę pomiaru podstawy chmur przy użyciu latawców. W 1956 r. radzieccy uczeni wykonywali pomiary temperatury dolnych warstw atmosfery na Arktyce i Antarktydzie właśnie za pomocą poręcznych latawców. Tu ciekawostka. Niektóre z radzieckich latawców sondażowych utrzymywały się w powietrzu do 20 godzin, co również byłoby niezwykłym rekordem, gdyby takie osiągnięcia kiedykolwiek rejestrowano.

W 1960 r. z pokładu radzieckiego statku badawczego „Michaił Łomonosow” wypuszczono latawiec sondażowy wyposażony w meteorograf.

A oto jeszcze jeden przykład: w 1971 r. podczas radziecko-francuskiego doświadczenia związanego z badaniami zjawisk fizycznych w atmosferze ziemskiej, noszącego kryptonim „Omega-2”, wykorzy-

stywano do sondażu zespoły latawców, które osiągały znaczne wysokości. Trzeba dodać, że eksperyment „Omega-2” polegał na jednoczesnych pomiarach z rejonu Archangielska i z wysp Kerguelena, a zatem z punktów oddalonych znacznie od siebie,

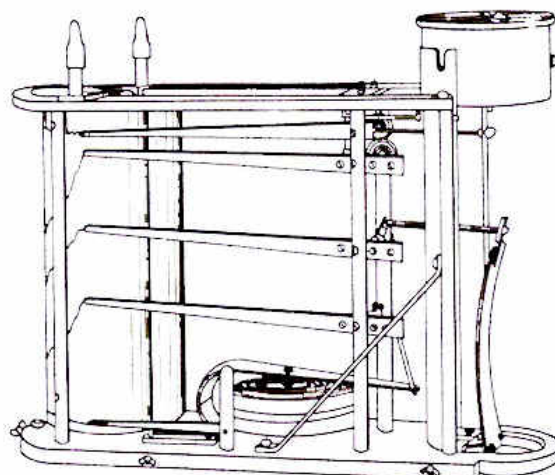


Rys. 1-11. Typowy, skrzynkowy latawiec meteorologiczny z lat 1900–1910

ale mających wspólne linie pola magnetycznego. Z obu punktów startowały balony stratosferyczne, unoszące przyrządy pomiarowe. Do określenia najkorzystniejszych warunków startu balonów ciśnieniowych niezbędna była znajomość zarówno temperatury, jak i prędkości wiatrów nad miejscem prób. Dane te uzyskano stosunkowo szybko właśnie za pomocą zespołu latawców.

W wyposażeniu pomiarowym latawców meteorologicznych znajdują się meteorografy. Meteorograf jest przyrządem samopiszącym, umożliwiającym dokonywanie pomiaru ciśnienia, temperatury i wilgotności powietrza. Meteorografy stosowane na latawcach mają solidną budowę (a zatem i masę), zapobiegającą uszkodzeniu przyrządu podczas lądowania. Do najpopularniejszych należą meteorografy latawcowe Marvin oraz Bosch-Kleinschmidt.

Meteorograf Marvin mierzy ciśnienie za pomocą tzw. puszki Vidiego, która, zmieniając swą pojemność zależnie od ciśnienia (i wysokości lotu), działa



Rys. 1-12. Meteorograf latawcowy konstrukcji Boscha-Kleinschmidta

na odpowiednią dźwignię pisaka. Temperaturę mierzy termometr Bourdona. Jest to spłaszczona rurka metalowa wygięta półkuliście i wypełniona alko-

holem. Zmiana temperatury rurki i cieczy w niej zawartej powoduje odkształcenie rurki, która przez system dźwigni uruchamia pisak. Zapis rejestrowany jest na bębnie obracającym silnikiem sprężynowym. Na bęben zakładany jest arkusz papieru odpowiednio wyskalowanego, przeznaczonego do zapisu pomiarów.

Wilgotność mierzona jest higrometrem włosowym, którego dźwignia pełni funkcję pisaka. Ponadto meteorograf ma przyrząd do zapisu prędkości wiatru. Pomiar taki odbywa się albo za pomocą małego wiatraczka przekazującego obroty systemowi elektromagnetycznemu z oddzielnym źródłem zasilania, albo też metodą mechaniczną, w której liczba obrotów wiatraczka anemometru (za pośrednictwem pisaka) jest przekazywana bezpośrednio na bęben.

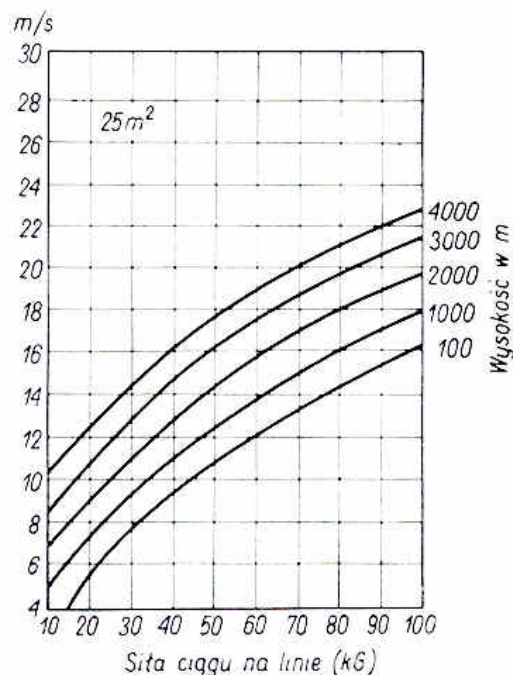
Meteorograf Bosch-Kleinschmidt należy do najczęściej stosowanych w sondażach latawcowych. Całkowita masa przyrządu wynosi 1200 g, a wysokość użytkowa bębna rejestracyjnego — 150 mm. Rodzaj pomiarów identyczny jak w przyrządzie poprzednio wymienionym.

Jeśli idzie o technikę przeprowadzania meteorologicznych sondaży latawcowych, to stosuje się zespół urządzeń, do których należą wyciągarka, bloki i zespół latawcowy złożony z latawca głównego i kilku latawców pomocniczych. Wyciągarka jest mechanizmem, którego podstawowym podzespołem jest silnik elektryczny lub spalinowy (o mocy ok. 20 KM), na którego wale osadzono bęben, nawijający stalową linę holowniczą. Bloki służą do swego rodzaju sterowania latawcem, zwłaszcza podczas lądowania. Duży latawiec główny unosi meteorograf, a latawce mniejsze (3÷5 szt.) dźwigają linę holowniczą, do której są przyłączone klamrami, średnio co 50 m jeden od drugiego. Dzięki takiej metodzie możliwe jest osiągnięcie znacznie większych wysokości niż w przypadku latawca pojedynczego.

Jeżeli nie mogą być stosowane inne metody, to do określenia wysokości (H) latawca nad poziomem miejsca startu wystarczy znać długość linki holowniczej (L) utrzymującej latawiec i kąt uniesienia (φ); wówczas $H = L \sin \varphi$, gdzie L jest zredukowaną długością holu, która jest o 1÷2% mniejsza od długości wskazanej przez licznik bębna wyciągarki.

W pomiarach prędkości wiatru korzysta się z obliczenia siły, z jaką jest napięty hol przy zatrzymanym silniku wyciągarki. Naciąg linki (mierzony w kilogramach) na danej wysokości przy danej powierzchni latawca zależy jedynie od prędkości wiatru na pułapie. Zależność ta jest przedstawiana najczęściej graficznie.

Latawiec lub zespół latawców ma określone możliwości udźwigu. Na pewnym pułapie nie pomaga zatem dalsze odwijanie linki holowniczej, gdyż jej masa będzie tak wielka, że zmusi latawiec



Rys. 1-13. Zależność naciągu linki holowniczej od prędkości wiatru

do opadania. Sprowadzenie latawca meteorologicznego na ziemię wymaga pewnej wprawy. Najtrudniejsze, zdaniem specjalistów, jest lądowanie. Zasada, ważną dla operatora wyciągarki, jest zachowanie najkorzystniejszego kąta między holem a poziomem. Im mniejsza prędkość wiatru przy ziemi, tym mniejszy powinien być ten kąt.

Interesujące może być zestawienie własności stalowych linek holowniczych stosowanych przy meteorologicznych sondażach latawcowych (tabl. 1).

Tablica 1
Własności mechaniczne linek holowniczych

Średnica drutu mm	Wytrzymałość na zerwanie kg	Masa drutu kg
0,4	35 ÷ 38	1,0
0,5	55 ÷ 60	1,5
0,6	80 ÷ 85	2,2
0,7	110 ÷ 120	3,0
0,8	135 ÷ 145	3,9
0,9	175 ÷ 185	5,0
1,0	220 ÷ 240	6,2

3. Latawiec w transporcie, ratownictwie, łączności, sporcie i rybołówstwie

Niezwykle interesujące były wysiłki czynione przez poszczególnych konstruktorów i wynalazców w celu wykorzystania lotów do przeróżnych potrzeb. Niektóre pomysły miały znaczenie prak-

tyczne, te przetrwały setki lat. Inne zupełnie nie zdały egzaminu użyteczności.

Na Wyspach Samoa od dawna wykorzystywano latawce do napędu małych łodzi. Latawiec pełnił funkcję żagla.

Do bardziej oryginalnych należało zaprzęgnięcie latawca do pojazdu naziemnego. Anglik George Pocock zaprojektował lekki powóz holowany przez latawiec; wraz ze swym pomocnikiem Jamesem Viney 8 stycznia 1822 r. odbył próbną jazdę. Specjalnie przystosowany składany latawiec mógł być sterowany czterema linkami. Według opisu konstruktora powóz latawcowy osiągał prędkość 20 mil na godzinę (ok. 32 km/h).

W kilka lat później tenże wynalazca podczas tradycyjnych regat w Ascot w obecności króla Jerzego IV demonstrował dwumasztową łódź, holowaną przez latawiec.

Próby Pococka powtarzali później inni konstruktorzy. Cody w 1903 r. pokonał kanał La Manche w łodzi holowanej przez latawiec skrzynekowy.

Osobny rozdział w historii latawców zajmują próby wykorzystania latawca do celów ratowniczych. Pierwsze pomysły pochodzą z 1760 r., chodziło wówczas o ratowanie rozbitków na morzu. Po raz pierwszy jednak praktycznie wykorzystał latawiec w służbie morskiej (w latach 1821—1822) kpt. C. Dansey z brytyjskiej artylerii królewskiej. Kapitan wypuścił latawiec z pokładu statku, przenosząc za jego pośrednictwem kotwicę. Z chwilą gdy latawiec wylądował, kotwica zaczęła o grunt. Za swój pomysł i jego realizację Dansey otrzymał złoty medal od brytyjskiego Stowarzyszenia Sztuki (Society of Arts).

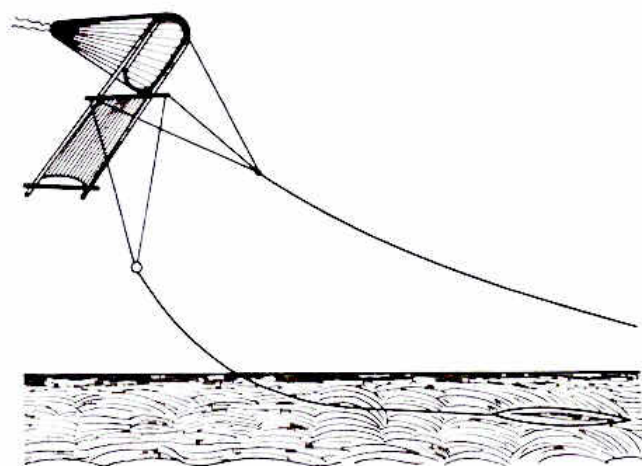
W 1861 r. gazeta brytyjska (*The Daily Graphic*) ogłosiła konkurs na pomysł systemu ratowniczego dla marynarki. Pierwszą nagrodę otrzymał kpt. (później Sir) George Nares. Latawiec sztormowy tego konstruktora przenosił linę ze statku, który uległ awarii, na ląd.

Inny wynalazca, Francuz Jobert, zbudował w 1887 r. bardzo pomysłowy i skuteczny w działaniu latawiec ratowniczy. Latawiec wypuszczony z lądu unosił się nad morze; do jego płaszczyzny nośnej przywiązana była linka z pławą. W ten sposób istniała możliwość podawania liny ratowniczej rozbitkom. Latawiec ten miał jeszcze jedno urządzenie, mianowicie sygnalizował dźwiękiem swoją obecność nad miejscem awarii. Do latawca przymocowany był luźno pasek cienkiej blaszki, która drgając na wietrze wytwarzała charakterystyczne dość głośne dźwięki, przypominające buczenie syreny okrętowej.

W końcu XIX w. w USA popularne były małe latawce ratownicze z dwiema linkami holowniczy-

mi. Inicjatorem takich urządzeń (zdolnych do zmiany kierunku) był Woodbridge Davis.

Godne uwagi było wykorzystanie latawców do fotografowania Ziemi z lotu ptaka. Pierwszą tego rodzaju próbę przeprowadził meteorolog E. Archibald w 1887 r. Migawka aparatu umieszczonego na latawcu wyzwalała była ładunkiem pirotechnicznym.



Rys. 1-14. Latawiec do ratowania rozbitków na morzu projektu Francuza Joberta

Z historycznie ważnych zastosowań latawca wspomnieć jeszcze należy o sławnym Marconim, pionierze radiotechniki. Otóż podczas pierwszej transmisji transatlantyckiej (11 grudnia 1901 r.) antena nadajnika wyniesiona została przez latawiec na wysokość około 120 m.

W 1906 r. Anglik S. Salmon wypuścił trzy latawce skrzynekowe w rejonie Brighton, następnie odciął linki holownicze, tak że latawce uniesione wiatrem pokonały odległość ok. 100 mil morskich i zostały odnalezione przez rybaków. W doświadczeniu tym chodziło o wypróbowanie latawca jako środka do przekazywania na odległość określonych sygnałów. W tym też celu zawieszono pod latawcami znaki kodu morskiego przekazując, przy dobrej oczywiście widoczności, informacje na odległość.

Podczas wojny cywilnej w Ameryce, republikanie Waszyngtona wykorzystywali latawce do przenoszenia listów oraz do zrzucania z powietrza swych proklamacji politycznych.

Oryginalny pomysł (opatentowany w 1938 r.) zastosowania „pociągu” latawcowego do szkolenia w sporcie spadochronowym pochodzi od Polaka Michała Bohatyrewa. Jego „Urządzenie do nauki skakania ze spadochronem” składało się z zespołu latawców skrzynekowych, wyciągarki latawcowej oraz wyciągarki wynoszącej skoczkę w uprząży z otwartą czaszą spadochronu. Po wciągnięciu skoczkę na określoną wysokość następowało zwolnienie zamka i skoczek opadał swobodnie na wypełnionej powietrzem czaszy spadochronu.

Projektodawca przewidywał zastosowanie latawców miękkich, składanych, o powierzchni $8,5 \text{ m}^2$ i udźwigu przy wietrze o prędkości 8 m/s około 45 kg każdy. Przy użyciu 12 latawców tego typu można by uzyskać udźwig prawie 200 kg . Wysokość odczepiania czaszy spadochronu — około $200 \div 300 \text{ m}$. Pomysł ten nie został zrealizowany. Zachowany jest w opisie patentowym pod nr 27778, ogłoszonym drukiem 24 lutego 1939 r.

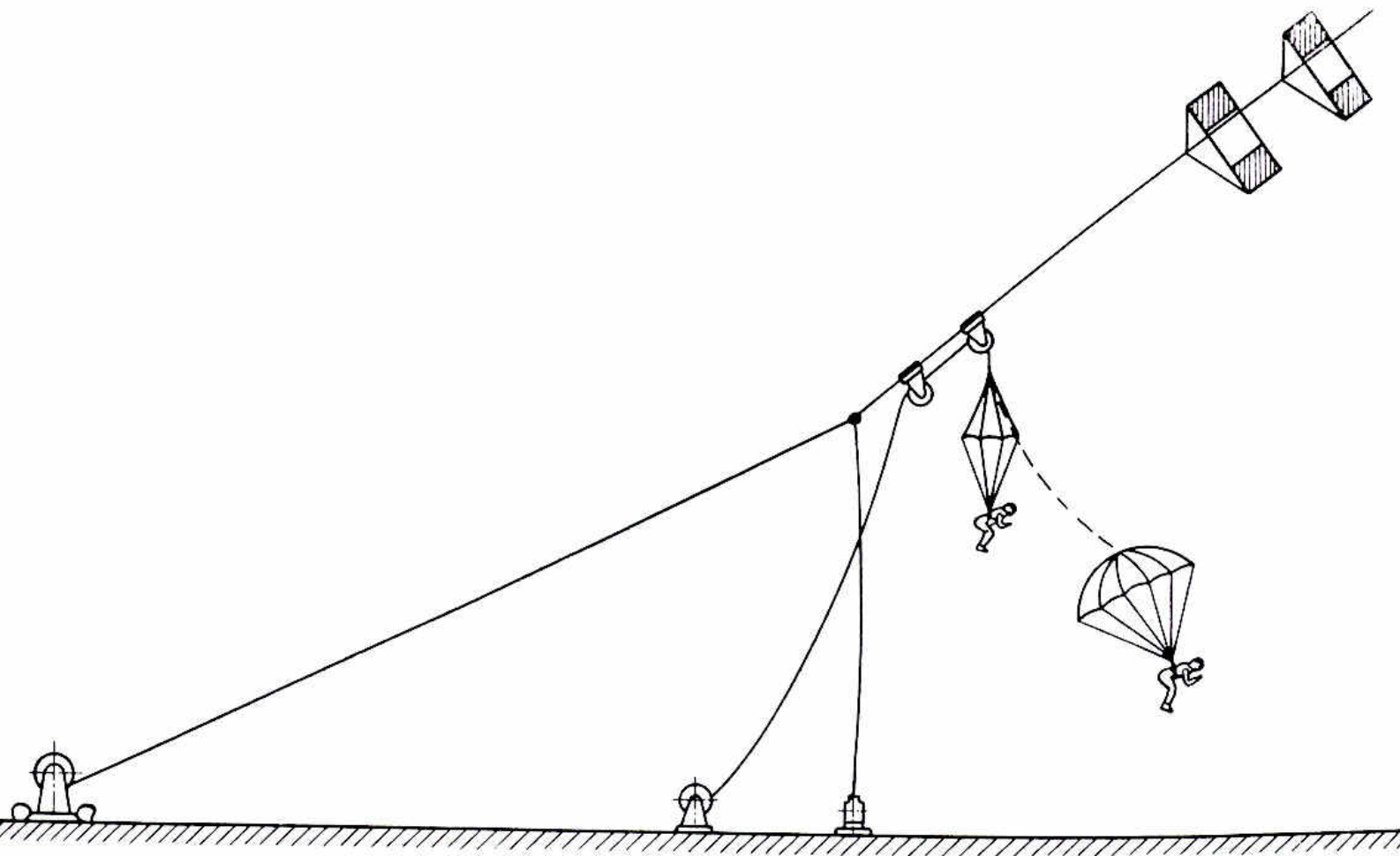
Jeszcze jedno zastosowanie latawców warte jest odnotowania, tym bardziej że praktykowane jest do chwili obecnej. Dotyczy ono rybołówstwa morskiego. Każdy rybak posługujący się wędziskiem wie, jak trudne jest łowienie ryb nad brzegiem morza. Płycizna przybrzeżna uniemożliwia większym rybom dopłynięcie do brzegu, a długość żyłki, nawet spinningowej, jest ograniczona. Można jednak linkę rybacką znacznie przedłużyć, jeśli opuści się ją z latawca wyniesionego z lądu daleko od brzegu. Metodę taką stosowali i stosują od setek lat mieszkańcy wysp Pacyfiku. Istnieje duża kolekcja typów latawców użytkowanych przez rybaków na Wyspach Salomona, Wyspach Admiralicji i innych, przy czym każdy ma odrębną strukturę, oryginalne, wymyślne kształty, niezwykle lekką, ale

wytrzymałą konstrukcję, niejednokrotnie sporządzoną z zasuszonego liścia rośliny podzwrotnikowej, wzmocnionego rozpórkami i podłużnicami bambusowymi lub trzciniowymi.

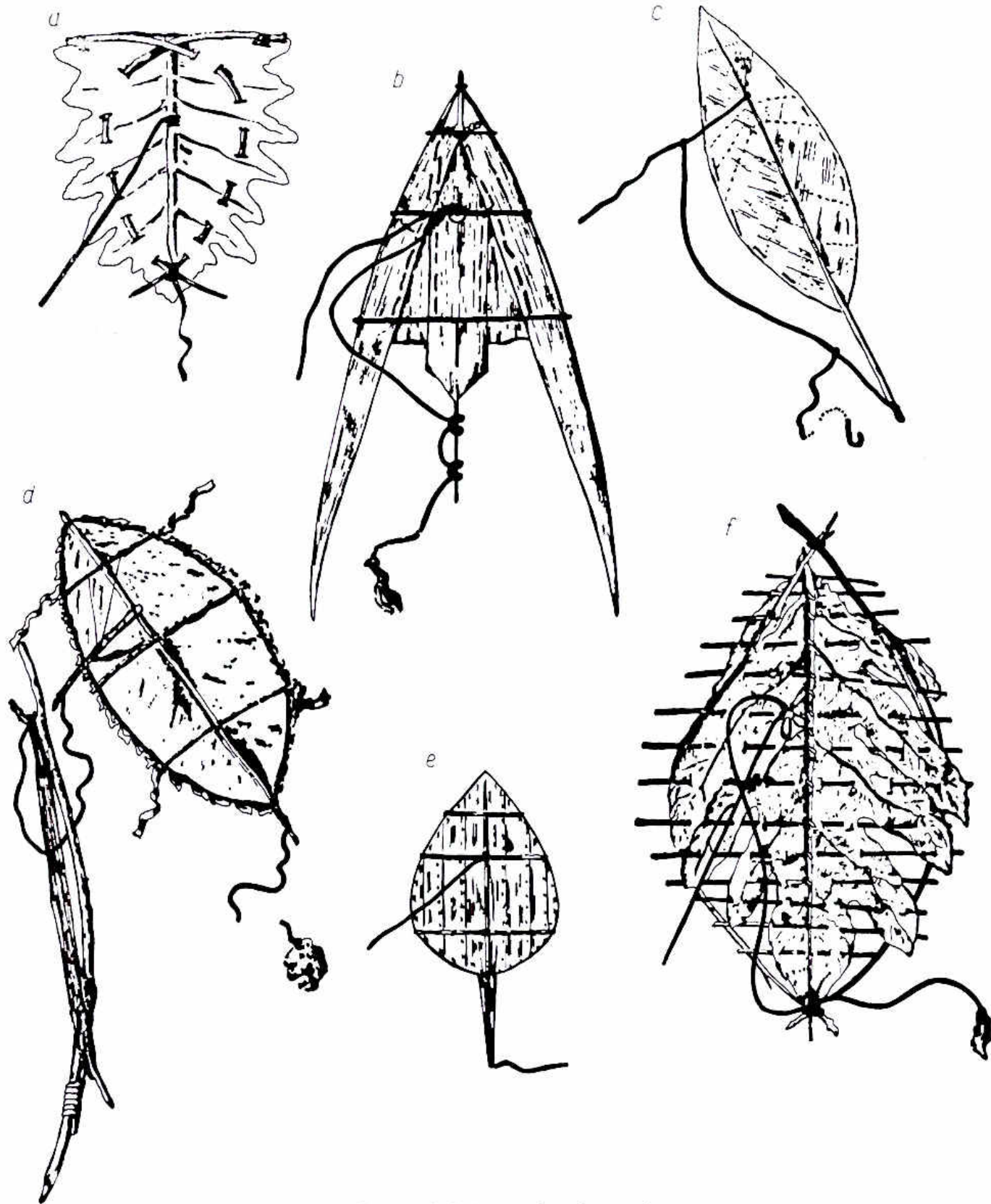
Oprócz wymienionych już, poważnych raczej zastosowań, latawiec był, jest i zapewne będzie, nieodłącznym rekwizytem zabaw dzieci, młodzieży i dorosłych. Naturalnie ci ostatni puszczenie latawców nazywają sportem. Mają zresztą słuszość, bowiem ruch na świeżym powietrzu, wysiłek związany z procedurą startu i utrzymywaniem latawca, a zwłaszcza zawody, można śmiało zaliczać do sportu.

Najstarsze z zachowanych dotąd rysunków chińskich przedstawiają dzieci z latawcami, a sławny podróżnik Marco Polo wzmiankował w swych opisie o uroczystych obchodach Dnia Latawca w starożytnych Chinach, jak również o masowych zabawach z latawcami w dniu Nowego Roku.

Szczególnym powodzeniem cieszyły się (i modne są do dziś) zabawy prowadzone w Japonii (Nagasaki), na Malajach oraz w Korei. Polegają one na walce powietrznej dwóch latawców odpowiednio skonstruowanych i niekiedy zaopatrzonych w system noży do przecinania linki uwięzi.



Rys. 1-15. Latawcowe urządzenie dla sportu spadochronowego pomysłu Polaka Michała Bohatyrewa



Rys. 1-16. Latawce do połowu ryb

a — z wyspy Talaud, b — na Wyspach Salomona, c — na wyspach Banda, d — na Wyspach Admiralicji, e — na wyspie Benetta, f — na wyspie Oleai

4. Latawiec w służbie wojskowej

Ojczyzną latawców są Chiny. Tam też po raz pierwszy wykorzystano latawiec do celów bojowych. W roku 196 p.n.e. generał Han-Hsin wzniósł się na dużym latawcu ponad miejsce, gdzie rozłożona była jego armia. Z powietrza starał się ocenić odległość do pałacu, który należało zdobyć przez

wykonanie podziemnego tunelu. Tyle mówią stare zapisy, a może tylko legendy.

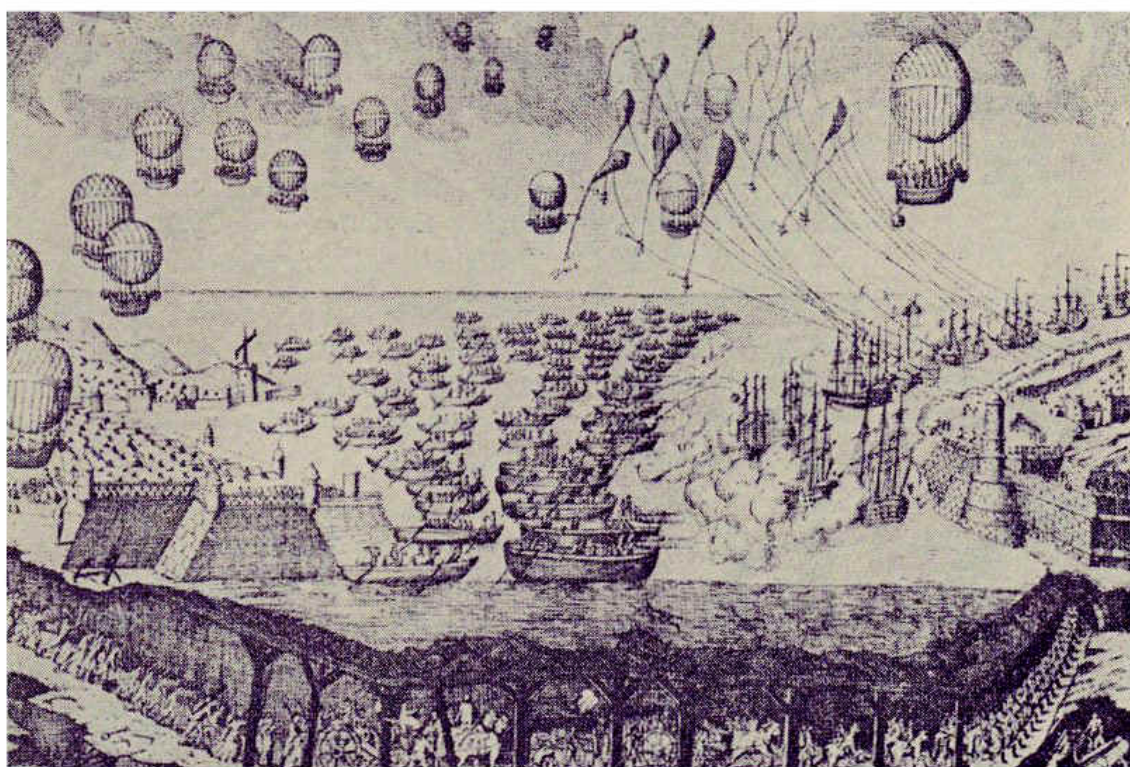
W roku 202 p.n.e. jeden z generałów wrogich cesarzowi Lin Pang z dynastii Han, oblegając armię cesarza wypuścił w nocy serię latawców zaopatrzonych w struny grające na wietrze. Latawce, odpowiednio zestrojone, wydawały dźwięki podobne do dźwięku słów: „strzeż się, Han”. Poczytano to za

głos bogów; wywołało to wielką panikę w wojskach cesarza.

W 1232 r. naszej ery zanotowano pierwsze użycie latawców do przesłania listów. Chińczycy, porwani przez wrogów, porozumiewali się ze swymi rod-

przenosiły wojowników w obręb murów, przeprowadzono powietrzny desant. Choe Yong pokonał wrogów.

Według polinezyjskiej legendy wódz Nuku, nie mogąc zdobyć nieprzyjacielskiej wioski, wysłał no-



Rys. 1-17. Miedzioryt z 1803 r. przedstawiający planowaną inwazję na Anglię i obronę Wyspy, m. in. przy użyciu latawców

kami za pomocą latawców, planując ucieczkę do domu.

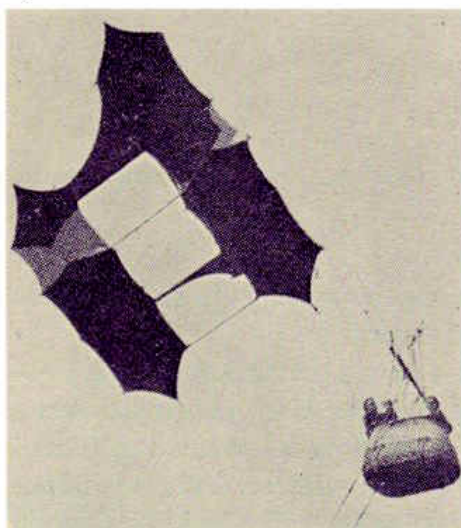
W Korei, w czasie panowania dynastii Goryeo (918—1380), generał Choe Yong, wysłany z zadaniem zwalczania nieprzyjaciół, podpłynąwszy pod fortecę wrogów położoną na wysokim brzegu morza, kazał zbudować na okrętach wiele dużych latawców. Za ich pomocą najpierw podpalono fortecę, następnie za pomocą innych latawców, które

ca na latawcu swego wojownika, który opuścił się na linie za ogrodzenie wioski i otworzył bramę.

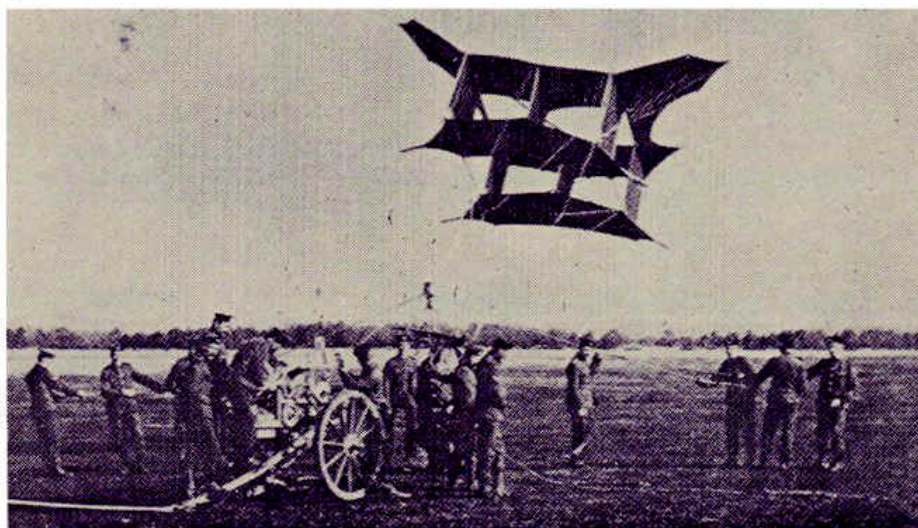
We wczesnym średniowieczu latawce pojawiły się w Europie. W starych kronikach powtarza się obraz jeźdźcy z latawcem w postaci smoka, który służył do „straszenia” wrogów na wojnie.

Po dziś dzień zachował się miedzioryt z 1803 r. przedstawiający planowaną (czy tylko powstałą w fantazji rysownika) inwazję wojsk napoleońskich

a



b



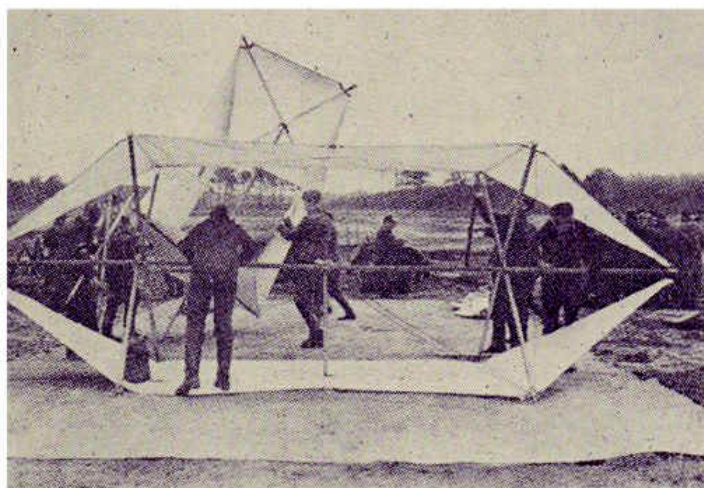
Rys. 1-18. Latawiec obserwacyjny typu Coda

a — załoga nad Gibraltarem w 1904 r., b — start latawca przy użyciu wydźwigarki

na Anglię. Oprócz okrętów desantowych i wolnych balonów widoczne są na rysunku liczne latawce.

Podobnie jak na Dalekim Wschodzie, tak i w Europie latawce znalazły zastosowanie do celów wojskowych. Admirał brytyjski Arthur Cochrane w 1855 r. w czasie wojny krymskiej zastosował latawce do przenoszenia torped. Wyniki były dobre — celne rzuty uzyskano z odległości 3 km. Propagatorem wojskowych latawców był Baden-Powell, oficer angielski, brat twórcy skautingu, ale pierwszy wprowadził do wojska latawce obserwacyjne Anglik Cody. Były to latawce skrzydłowo-skrzynkowe. Obserwator zaopatrzony w lunetę i telefon za pomocą układu linek mógł sterować latawcem, opuszczać i wznosić się w górę. Na takim latawcu brytyjski porucznik Grosie ustanowił rekord wzlotu, wznosząc się na wysokość 1200 m. Zginął śmiercią lotnika latawcowego w 1909 r. (spadł z latawca).

W Rosji carskiej próby zastosowania latawców w marynarce podejmowali Schreiber i Uljanin. We Francji wiele udanych prób latawcowych dokonał

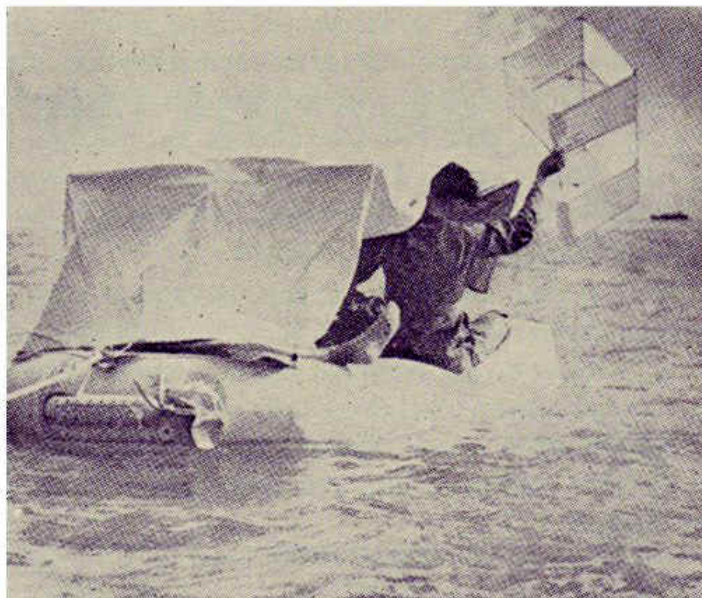


Rys. 1-19. Składany latawiec wojskowy stosowany przez Niemców podczas II wojny światowej

kapitan Saconney; jego latawce były podobne do latawców Cody'ego. Obserwator był wciągany w koszu wzdłuż głównej liny utrzymywanej przez zespół latawców, Saconney był dowódcą specjalnego oddziału latawcowego (1910 r.), zaopatrzonego w samochód i wyciągarkę holu.

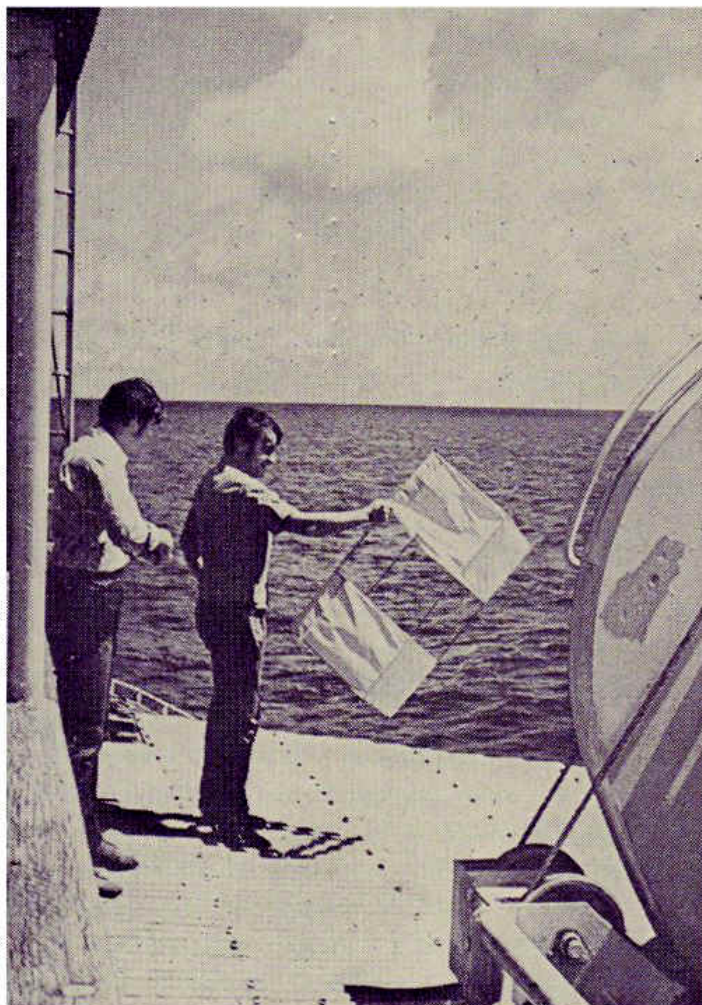
Latawiec człekonośny Saconneya miał powierzchnię 60 m² i masę 95 kg. Rozmiary były imponujące: długość 6 m, rozpiętość 12 m, głębokość 2 m. Latawiec główny (i pomocniczy) utrzymywany był na linie stalowej o średnicy 6 mm.

W czasie wojny rosyjsko-japońskiej (1904—1905) wojsko rosyjskie posługiwało się latawcami obserwacyjnymi do kierowania ogniem artylerii. Konstruktorem latawców tego rodzaju był płk. Uljanin.



Rys. 1-20. Latawiec skrzynekowy w wyposażeniu ratowniczym brytyjskich załóg samolotów w II wojnie światowej

Do ciekawszych konstrukcji należy zaliczyć latawiec o zmiennej powierzchni nośnej: chodziło o dostosowanie latawca do danej prędkości wiatru. Urządzenie to, co prawda dość skomplikowane, umożliwiało stały naciąg liny holowniczej i usuwało niebezpieczeństwo jej zerwania. Podczas silnego wiatru powierzchnię latawca zmniejszano, a przy wietrze słabym powiększano.



Rys. 1-21. Latawiec skrzynekowy, obowiązkowe wyposażenie polskich statków oceanicznych (jako antena)

W czasie I wojny światowej Niemcy zastosowali skrzynkowe latawce składane przeznaczone dla obserwatorów okrętów podwodnych. Okręt holował spadochron, a kosz z obserwatorem był wciągany wzdłuż liny w górę. Podczas II wojny światowej Niemcy wprowadzili ulepszenia, zmieniając latawce płaszczyznowe na wirolatawce.

W II wojnie światowej oprócz używania latawców do obserwacji stosowano je również na konwojach okrętów do podnoszenia lin zaporowych przeciwko samolotom. Latawce były wypuszczane na 700-metrowych linach. Marynarka USA opracowała do tego celu specjalny typ latawców skrzynkowych (1941 r.).

Omawiając wojskowe zastosowanie latawców, trzeba wspomnieć także o możliwościach zrzucania ulotek propagandowych za pomocą latawców. Małe latawce stosowali do takich celów żołnierze radzieccy podczas II wojny światowej (1942 r.) na froncie północno-zachodnim. Ulotki zrzucane z pułapu latawców przelatwały linię pola walki, przedostając się do nieprzyjaciela.

Załogi brytyjskich samolotów podczas II wojny światowej miały na swym wyposażeniu zestaw ratowniczy „Gibson Girl”, w którego skład oprócz dinghy (łodzi), żywności i lekarstw wchodził składany latawiec skrzynkowy, którego hol był anteną.

SPRAWY WARSZTATOWE

1. Nasza pracownia domowa

Zanim zapoznamy się z budową różnych typów latawców, musimy zdobyć informację, z jakich materiałów latawce są wykonywane oraz jakich używa się narzędzi do ich budowy.

Miejszem pracy może być, jeżeli pracę wykonuje się w domu, każdy stół, pod warunkiem że przeznaczony on będzie wyłącznie do naszych celów. Jeśli potrafimy zachować stale czystość miejsca pracy, uprzątać je, dbać o staranne ułożenie narzędzi — to będzie ono służyło nam właściwie.

Wyposażenie domowej pracowni zależy od rodzaju wykonywanych czynności. Początkujący modelarz nie potrzebuje zbyt dużej liczby narzędzi. Zarówno materiały, jak i bardziej skomplikowane

narzędzia modelarz uzupełnia w miarę uzyskiwania doświadczenia w posługiwaniu się nimi i w miarę zajmowania się coraz to trudniejszymi modelami.

Zajmiemy się omówieniem zestawu narzędzi pracy młodego modelarza lotniczego, rozpoczynającego pracę indywidualnie lub też w zespole — w modelarni. Ograniczymy się przy tym do podania minimalnego zestawu narzędzi, które konieczne są do rozpoczęcia pracy i kontynuowania jej.

Wybór właściwych narzędzi zależy od materiałów stosowanych do budowy modeli. Tak więc do wykonania modelu z kartonu niepotrzebne są cążki ani młotek, natomiast konieczne są nożyczki.

Zarówno narzędzia zwykłe, jak i bardziej skomplikowane opłaca się kupować w najlepszym gatunku. Dobre narzędzie służy długo i ułatwia pracę, zle natomiast łatwo się psuje i więcej kosztuje.

Oto pierwszy zestaw narzędzi i materiałów dla początkujących konstruktorów (rys. 2-1).

Narzędzia

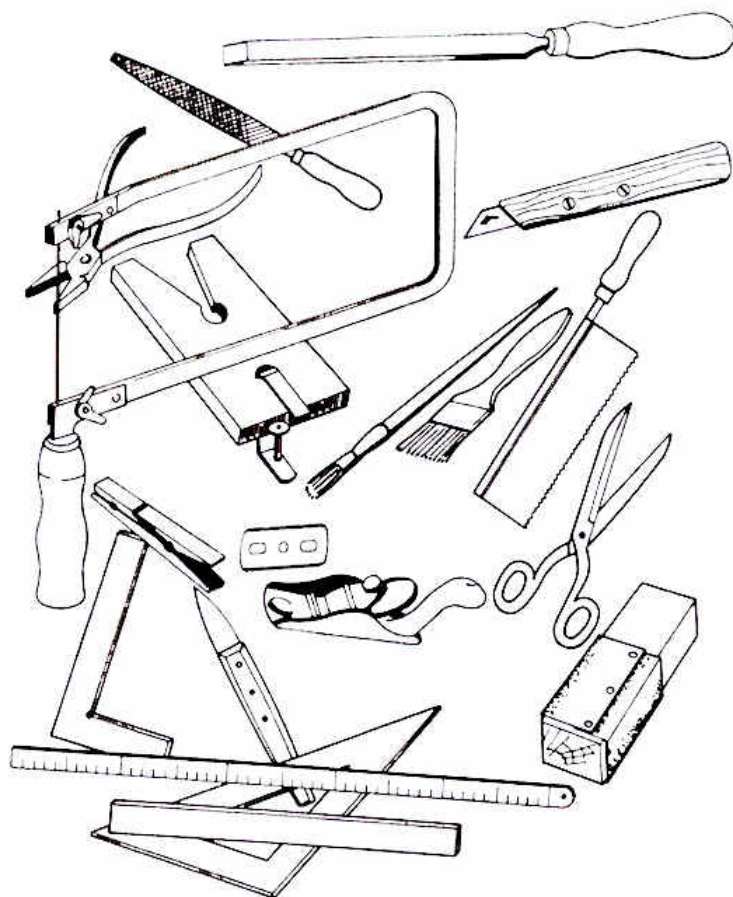
1. Ostre nożyczki o niezbyt długich ostrzach — będą służyły do cięcia papieru i cienkiego kartonu.

2. Pędzelek o krótkim i sztywnym włosiu. Używać go będziemy do rozprowadzania kleju na powierzchniach sklejanego papieru.

3. Nożyk do golenia; pomocny będzie w wycinaniu małych części kartonowych. Musi on jednak być zabezpieczony kawałkiem blaszki nałożonej na jedno ostrze, aby ochronić się przed przypadkowym skaleczeniem.

4. Szczypce drewniane (kilkanaście sztuk), takie jakie stosowane są do przytrzymywania suszącej się bielizny na sznurach i w pracach fotograficznych. Potrzebne będą do przytrzymywania sklejo-nych części aż do wyschnięcia kleju.

5. Arkusz grubej tektury (ok. 5 mm grubości) lub sklejki (2 mm grubości), służący jako podkładka, na której wykonuje się poszczególne części i składa latawce.



Rys. 2-1. Praktyczny zestaw narzędzi modelarza i konstruktora latawców

6. Ołówek, niezbyt miękki, np. H2, H3.
7. Trójkąt i prosty liniał metalowy z podziałką milimetrową.

Materiały

1. Karton różnej grubości, np. okładki (nie pomięte) zeszytów, okładki bloków technicznych itp.
2. Cienka, mocna bibuła i cienki papier pakunkowy z gatunków „jawa”, „natron” lub „sulfite”.
3. Klej biały roślinny (tzw. biurowy) lub fotograficzny, albo też klej rybi sprzedawany w sklepach pod nazwą „Syndetikon”.
4. Metalowe spinacze biurowe.
5. Przylepiec.

Podany zestaw wystarczy do wykonywania latawców małych z papieru.

Do budowy latawców, których części składowe wykonane są z drewna, sklejk i metalu, będziemy potrzebowali, oprócz wyżej wymienionych, następujących narzędzi, tworzących zestaw dla modelarzy bardziej zaawansowanych.

1. Ostry nóż o niezbyt długim ostrzu, tzw. szewski. Scyzoryk nie nadaje się do pracy modelarskiej gdyż istnieje duże niebezpieczeństwo skaleczenia przez nagłe złożenie się ostrza. Nóż jest najbardziej uniwersalnym narzędziem. Oprócz przycinania części papierowych, obcinania listew i nici, służy do wycinania wielu innych części, wykonywanych z drewna.

2. Piłka-włósnica z ramką. Piłka służy do wycinania części ze sklejki. Przez zastosowanie odpowiednich piłeczek do metalu może być używana do cięcia cienkiej blachy żelaznej i aluminiowej.

3. Stolik, służący jako podręczny warsztat przy cięciu włósnicą. Ma on wycięcie ułatwiające pracę. Przymocowywany jest do stołu przez ścisk drewniany lub metalowy.

4. Pilnik płaski do drewna. Służy do opiłowywania listew i sklejki.

5. Mały młotek (ok. 200 g); służy do wbijania gwoździ lub szpilek montażowych przy sklejanu niektórych części konstrukcyjnych.

6. Deska montażowa. Potrzebna jest równa deska długości ok. 1200÷1500 mm, grubości około 25 mm, szerokości około 300 mm. Rolę deski może spełniać płyta stołu, pod warunkiem że nie jest on używany do innych celów.

7. Cążki płaskie i okrągłe; służyć będą do wyginania drutu żelaznego i stalowego. Długość cążek około 160 mm. Wygodne w użyciu są takie cążki, które mają także nożyce do cięcia drutu.

8. Papier szklany (szklak) różnej grubości do czyszczenia listew i sklejki.

9. Mały strug metalowy.

10. Wiertarka ręczna i komplet wiertel o średnicy od 1 do 5 mm.

11. Kątownik metalowy.
12. Zwijana miarka metalowa długości 2 m.
13. Waga modelarska (szalkowa).
14. Dynamometr (sprężynowy).
15. Mała piłka do drewna (płatnica).
16. Dłuto stolarskie płaskie.
17. Komplet pilników iglicowych.

Zestaw materiałów jest następujący:

1. Sklejka lotnicza grubości 0,8, 1,0, 2,0, 3,0, 5,0 mm oraz sklejka tzw. gospodarcza, grubości 4,0 oraz 5,0 i 7,0 mm.

2. Nici szare cienkie konopne, tzw. szewskie, do owijania części sklepanych oraz jako linka uwięzi latawców, kordonek, linka rybacka różnej grubości, konopna skręcana i nylonowa lub stylnowa na hol latawcowy.

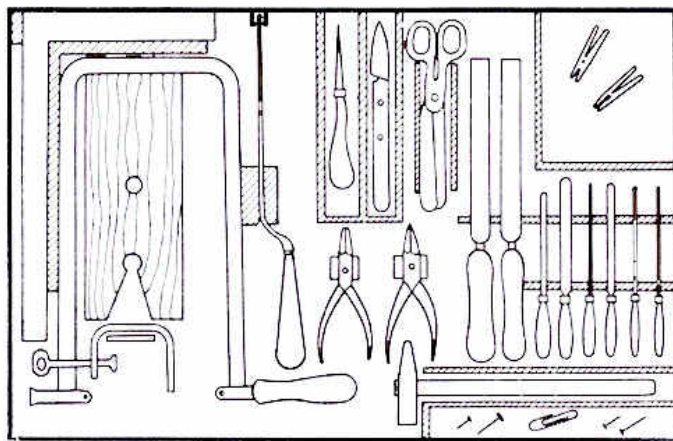
3. Listwy drewniane, sosnowe, o różnych przekrojach.

4. Drut żelazny i stalowy średnicy 1, 1,5 i 2 mm.

5. Pasma gumy o przekroju 1×1 lub 1×6 mm do amortyzacji linek uwięzi.

6. Szpilki stalowe lub cienkie gwoźdźki stalowe do umocowania części klejonych.

Poszczególne narzędzia przechowujemy w pudełkach lub szufladach tylko do tego celu przeznaczonych. Najwygodniejsze jest jednak umieszczenie narzędzi na desce, w której wykonane są odpowiednie uchwyty na narzędzia. Deska taka może mieć wymiar szuflady lub pudełka, w którym składowy narzędzia; ułatwia ona stałe utrzymywanie porządku, każde bowiem narzędzie ma swoje określone miejsce (rys. 2-2).



Rys. 2-2. Wygodne usytuowanie narzędzi na desce zaopatrzonej w odpowiednie przegrody

Kto ma możliwość, może sobie urządzić własny kącik pracy w postaci specjalnego stołu z otwieranym nakryciem. Stół taki powinien być wyposażony w dostateczną liczbę szuflad; ma on tę zaletę, iż po zamknięciu przykrywy może być użyty do innych prac, na przykład odrabiania lekcji, spełniając rolę biurka. W handlu znajdują się ponadto gotowe zestawy narzędzi, dostarczane w podręcznych pudłach lub szafkach.

2. Pracownia zespołowa

Miejszem przeznaczonym na pracownię może być każde pomieszczenie suche i zimą ogrzewane. Może to być lokal przeznaczony wyłącznie na pracę ręczną albo też pokój doraźnie przystosowany, np. świetlica, klasa szkolna itp. Jeśli zajęcia odbywają się w klasie, to na ławki można położyć odpowiednie płyty drewniane (spilśnione lub sklejkowe), chroniące je przed uszkodzeniami. Wymiary płyt zależą od wielkości ławek.

W modelarni miejscem najważniejszym na narzędzia jest szafa lub półka, w której na deseczkach ułożone są komplety podstawowych narzędzi oraz wszystko to, co jest potrzebne do zajęć. Narzędzia muszą być tak ułożone, aby wystarczył jeden rzut oka w celu zorientowania się, co zostało wypożyczone, a co leży nie na swoim miejscu.

Jak wynika z doświadczeń, na 20 modelarzy powinno przypadać około 10 piłek-włóśnic wraz ze stolikami, 10 noży, 5 par nożyczek, 10 młotków, 10 pilników, 100 drewnianych klamerek, 5 liniałów. Resztę narzędzi można tak dobrać według uprzednio podanego wykazu, aby były maksymalnie wykorzystane.

Materiały takie, jak sklejka i listwy, powinny mieć oddzielne pomieszczenie — półkę lub przegrodę, na której oznaczone będą rozmiary listew i grubość sklejki, co ułatwia poszukiwanieżądanego wymiaru i oszczędzi czas.

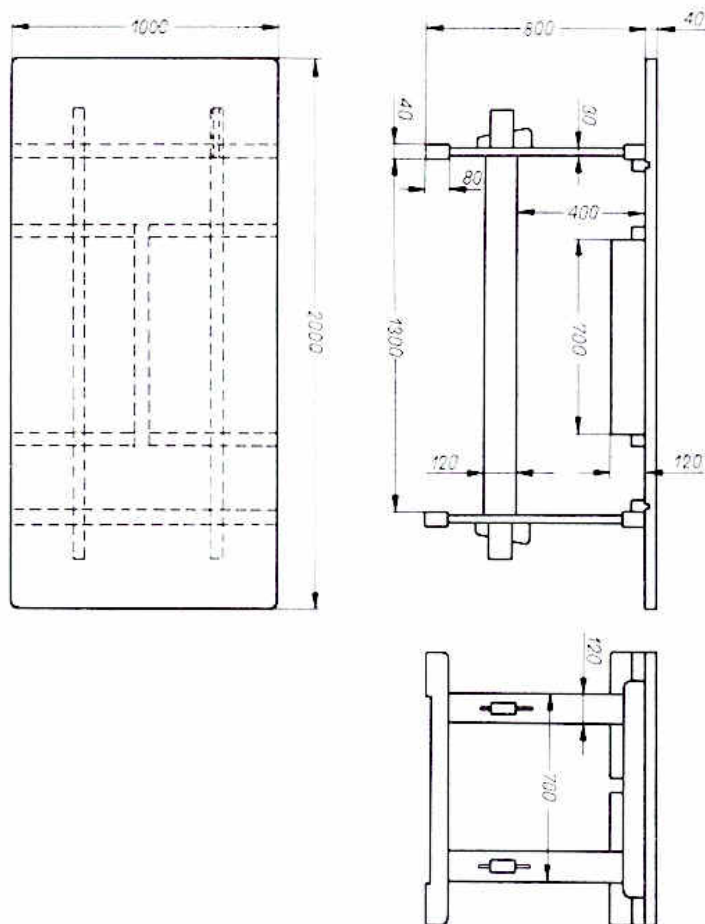
Niezbędne do pracy są stoły. Dla 20 modelarzy wystarczy 4–6 stołów, o wymiarach około 1×2 m, i 20 taboretów. Przy rozmieszczeniu pracujących trzeba zachować co najmniej 1 metr miejsca przy stole dla jednego modelarza. Konstrukcyjnie stoły mogą być jak najprostsze (np. równe deski ułożone na drewnianych krzyżakach). Zamiast stołów mogą być użytkowane normalne szkolne strugnice (warsztaty stolarskie).

Oprócz należytego wyposażenia modelarni w narzędzia i materiały ważne jest również estetyczne urządzenie miejsca pracy. Można więc gotowe prace uczniów zawiesić na niciach pod sufitem, na ścianach mogą wisieć plany i rysunki różnych modeli i samolotów, fotografie twórców lotnictwa i sławnych polskich lotników. Można również umieścić na widocznym miejscu tabele najlepszych osiągnięć, tj. wyników lotów latawców danego zespołu modelarzy, a na półkach ułożyć książki fachowe i aktualne czasopisma lotnicze i modelarskie.

Dużą pomocą dla instruktora kierującego pracą modelarzy jest mała tablica szkolna, na której można rysować trudniejsze rozwiązania konstrukcyjne budowanych modeli. Do prowadzenia zajęć nieodzowny jest rzutnik przeźroczy lub epidiaskop.

Instruktor każdego zespołu modelarzy powinien

prowadzić książkę zajęć, w której zapisani są uczniowie i wykonywane przez nich prace. Ułatwia to znakomicie orientację w postępach poszczególnych członków zespołu i umożliwia lepsze trzymanie się



Rys. 2-3. Typowy stół przeznaczony dla zespołowej pracowni modelarskiej

nakreślonego planu szkoleniowego. W dzienniku można zapisywać ponadto temat każdego zajęcia lub pogadanki i wyniki lotów.

Jedną z najważniejszych spraw jest właściwe zaopatrzenie w materiały. Większość materiałów można nabywać w sklepach Centralnej Składnicy Harcerskiej.

A jak gospodarować materiałem? Mamy na przykład wyciąć ze sklejki pewną liczbę żeber czy okładzin. Najprościej byłoby odciąć kawał sklejki, obrysować żebra i wyciąć je, nie uwzględniając, ile żeber z jakich rozmiarów arkusza wycięto. Tymczasem można na arkuszu tak rozłożyć żebra, że na wykonanie ich zużyje się jak najmniej sklejki. Będzie to postępowanie najważniejsze. Oczywiście, znalezienie najkorzystniejszego, ekonomicznego ustawienia żeber wymaga nieco czasu. Podobnie nie potrzeba ucinąć listew z półmetrowym zapasem, wystarczy zapas 5-milimetrowy, konieczny do ostatecznej obróbki. To samo dotyczy papieru, kartonu i innych materiałów. Są one zbyt kosztowne, abyśmy mogli sobie pozwolić na rozrzutność. Oszczędzajmy zatem sami wszystkie materiały i uczmy tego innych.

KRÓTKI PRZEGLĄD MATERIAŁÓW KONSTRUKCYJNYCH

1. Drewno z drzew iglastych

Drewno z drzew iglastych to jeden z podstawowych materiałów do budowy modeli latających wszystkich rodzajów.

Sosna *z w y c z a j n a*. Sosna ma drewno żywiczne, prostosłoste, barwy białej lub różowej, z małą liczbą sęków. Jest bardzo rozpowszechnionym materiałem do budowy modeli latających. Korzystne własności mechaniczne oraz łatwość obróbki narzędziami skrawającymi umożliwiają użycie jej do budowy wielu części modeli latających i latawców.

Drewno sosny łatwo gnie się. Listewki o przekroju 2×3 mm, po namoczeniu ich przez okres 6 godzin w wodzie o temperaturze pokojowej, można łatwo zgiąć do promienia 30 mm, bez powodowania pęknięć. Jeszcze łatwiej gną się listewki gotowane w wodzie przez 15–20 min. Po wysuszeniu trwale zachowują nadany im kształt. Należy wybierać drewno jak najmniej żywiczne o dobrym, twardzielowym słoju (rys. 3-1).

Świerk. Drewno świerkowe jest barwy białej o niewielkim połysku, małożywiczne, sękatę, a przy tym w częściach między sękami prostosłoste. Z tych właśnie części otrzymuje się doskonałe listewki.

Drewno świerkowe gnie się równie łatwo jak sosna. Ujemną jego cechą jest mniejsza odporność na gnienie.

Cedr syberyjski. Drewno cedrowe jest miękkie, o barwie jasno-brunatnej, prosto- i drobno-słoste, z licznymi zaciekami żywicznymi. Gnie się lepiej niż drewno sosnowe i świerkowe. Używa się go w zastępstwie sosny i lipy.

Spruce (czyt. sprus; jest to odmiana świerka). Spruce ma drewno barwy białej lub różowej. W niektórych krajach szeroko stosowany przy budowie samolotów. W modelarstwie lotniczym używa się go do budowy szkieletów.

Jodła. Jest to drewno miękkie i lekkie, o jasnych tonach, zwykle z różowym lub żółtym odcieniem. Własnościami mechanicznymi przypomina drewno sprusowe.

Drewno jodłowe trudno jest odróżnić od drewna świerkowego; póki jest świeże można je odróżnić po kwaśno-waniliowym zapachu, podczas gdy świerk ma zapach żywiczny. Poza tym jodła ma inny niż świerk kierunek sęków — jodła ma sęki prostopadłe, a świerk ukośne do kierunku włókien drewna.

2. Drewno z drzew liściastych

Lipa. Drewno lipowe to jeden z najlepszych gatunków drewna. Jest jasne, lekkie, jednolite i miękkie, o cienkich włóknach. Łatwo daje się obrabiać i dobrze przyjmuje politurę. Maluje się je farbami wodnymi i spirytusowymi. Drewno lipy południowej ma barwę białą, północnej — żółto-różową.

Topola. Drewno topoli jest porowate, miękkie, sprężyste; stosuje się je w przypadkach braku lipy; wygląda się trudniej niż lipa.

Osika. Drewno ma miękkie, drobnowłókniste, barwy białej; własnościami swoimi przewyższa topolę i również stosuje się ją w przypadkach braku lipy.

Brzoza. Drewno brzozy jest ściśle i mocne, o barwie białej. Młode drewno odznacza się giętkością, stare — kruchością. Dobrze poleruje się i obrabia na tokarce; malować je można nitrolakierami oraz farbami wodnymi i spirytusowymi.

Z drewna brzozowego wyrabia się lepsze gatunki sklejk lotniczej, okleinę na konstrukcje skorupowe i tzw. struzynę.

Olcha. Drewno olchy ma różne zabarwienie, o odcieniach od białego do brunatnego, jest prosto-

słoiste, kruche, bez porów, o bardzo drobnym słoju. Olcha jest znacznie lżejsza i bardziej miękka niż brzoza.

Klon ma twarde, jednorodne drewno barwy białej, trudne do łupania, dające się dobrze politurować i łatwo przyjmujące farbę. Do wykończania części z drewna klonowego najlepiej jest zastosować jasną, szelakową politurę.

Orzech ma twarde, jednolite, kruche drewno, o zabarwieniu od jasnoszarego do brązowego, z bardzo ładnym słojem. Dobrze polituruje się i przyjmuje lakier oraz pokrycie woskowe. Dzięki naturalnej grze kolorów i ładnej strukturze drewna części wykonanych z orzecha nie trzeba malować. W modelarstwie lotniczym orzech stosuje się na śmigła, wszelkiego rodzaju podstawki oraz jako drewno ozdobne do wykańczania modeli.

Buk. Buczyzna ma barwę blad różową, jest drobnosłoista, łatwo daje się obrabiać narzędziami skrawającymi, a także dobrze gnie się nad parą.

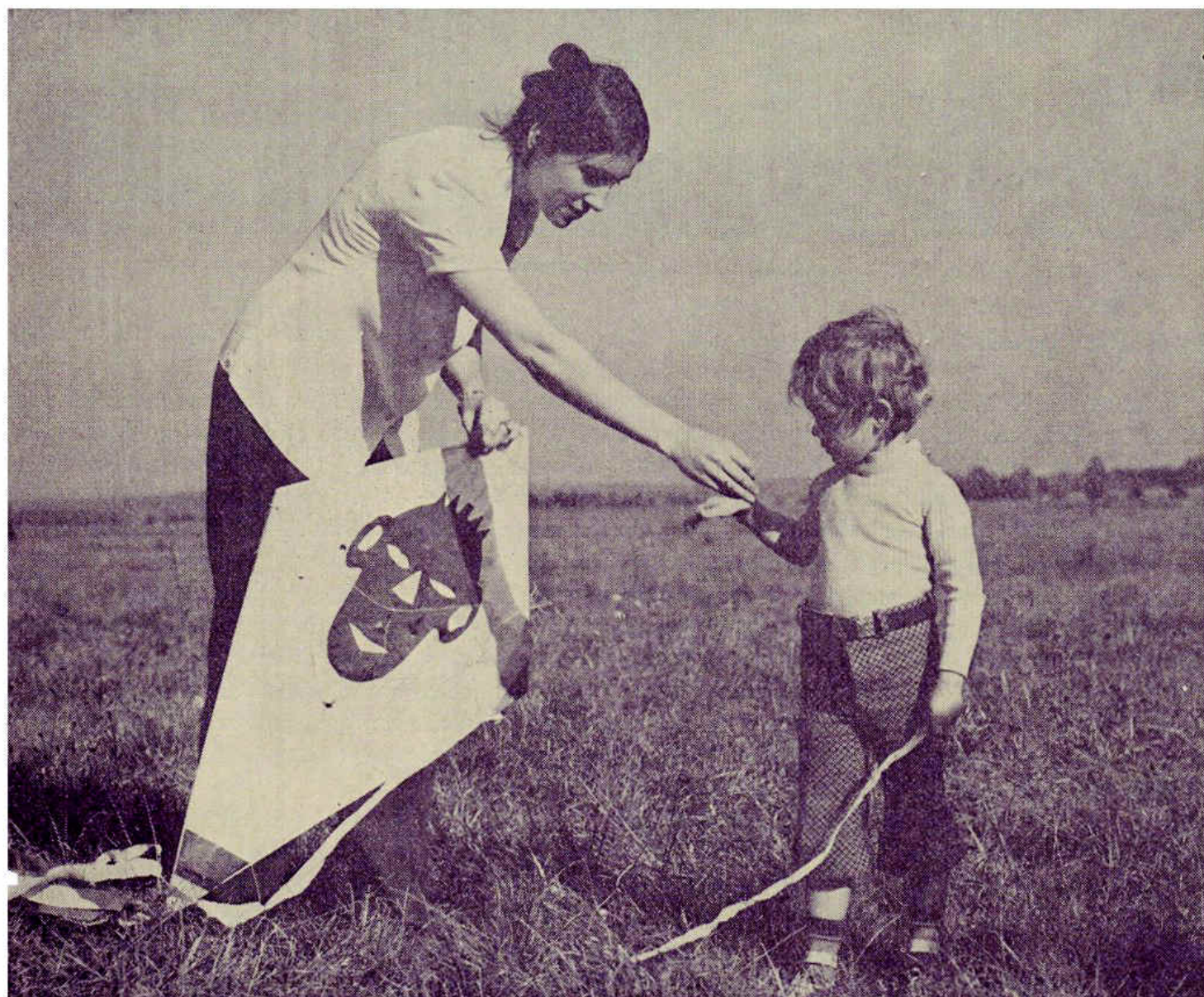
Wadą drewna bukowego jest skłonność do zmieniania kształtu, pękania, paczenia się i gnicia (w wyniku zmian wilgotności).

Grab ma drewno o barwie białej, drobnowłokniste, bardzo twarde i trudne do obróbki.

Jesion. Drewno jesionu podobne jest do dębiny. Ma wysokie własności mechaniczne: odznacza się ciągliwością, twardością, odpornością na pęknięcia i dużą sprężystością. Po nagrzanu z łatwością można je giąć.

Balsa jest to gatunek łopianu o nadzwyczaj miękkim, lekkim, grubosłoistym i porowatym drewnie. Rośnie ona w krajach równikowych Ameryki Południowej i na wyspie Trynidad.

Zaletą balsy jako materiału konstrukcyjnego jest nadzwyczaj prosta i łatwa obróbka, jedną zaś z podstawowych wad — złe przyjmowanie farb barwiących i lakierów oraz politury. Balsa przyjmuje dobrze tylko farby wodne i zaprawy spirytusowe.



Rys. 3-1. Najprostszy latawiec o szkieletcie wykonanym z listew sosnowych. Nieskomplikowana konstrukcja i łatwość obsługi powodują, że takim latawcem mogą zajmować się nawet bardzo młodzi sportowcy



Rys. 3-2. Bardziej złożona konstrukcja latawca skrzynkowego, przygotowanego na zawody

3. Rośliny trawiaste

Bambus. Roślina przypominająca drzewo, rośnie w krajach podzwrotnikowych, osiągając niekiedy 40 m wysokości i 30 cm średnicy; istnieje przeszło 200 odmian bambusa. Zasadnicza budowa jego łodygi jest taka sama jak słomy zbożowej.

Do budowy modeli latających stosuje się łodygi bambusowe o średnicy większej niż 30 mm, w których odległość między kolankami wynosi ponad 200 mm. Najlepsze są grube łodygi koloru jasno-żółtego, o średnicy 50÷60 mm, z dużymi odstępami między kolankami.

Pracująca część łodygi jest bardzo wytrzymała i giętka. Bambus doskonale daje się dzielić wzdłuż włókien na cienkie listewki i można go giąć po podgrzaniu, po czym zachowuje nadany kształt.

Trzcina. Wzdłuż brzegów rzek, jezior i na błotach rośnie wiele odmian trzciny, noszących różne nazwy (sitowie, trzcina błotna i in.). Trzcinę, tak jak bambus, zalicza się do rodziny długolletnich roślin trawiastych. Budowa łodygi przypomina łodygę bambusa, lecz właściwości mechaniczne

trzciny są gorsze niż bambusa, lepsze zaś niż słomy zbożowej.

Trzcinę zalicza się do najlepszych materiałów na listewki latawców, ponieważ jest wytrzymała na skręcanie i ma dużą sztywność przy małym ciężarze właściwym. Z trzciny wykonuje się listewki na rozpórki w szkieletach większych modeli latających i latawców.

Powinno się wybierać proste, zupełnie zdrowe łodygi o średnicy 8÷10 mm, białego lub jasno-żółtego koloru; zielone zabarwienie u nasady wskazuje, że trzcina została ścięta za wcześnie i zaczyna gnić. Trzcinę najlepiej jest ścinać po zamrożeniu wód, ponieważ dojrzewa ona dopiero późną jesienią.

Słoma. W budowie małych konstrukcji latawców znajduje zastosowanie sucha słoma dojrzałego żyta lub pszenicy. Z powodzeniem można również wykorzystać suche łodygi innych traw, np. tymotki polnej, wiechliny, kostrzewy i in. W większych latawcach stosuje się słomę tylko na rozpórki lekkich kratownic, ponieważ dobrze wytrzymuje ściskanie.

Ze względu na to, że klej źle się trzyma szklistej powłoki słomy, należy ją zdrapać nożem w miejscach sklejenia.

4. Materiały drewniane

Fornir. Fornirem lub okleiną nazywamy cienki arkusz drewna. Zależnie od sposobu wykonania rozróżniamy fornir łuszczony, strugany (inaczej zwany fornirem nożowanym) i tarty. Najczęściej spotyka się fornir łuszczony, ponieważ ten sposób produkcji daje możliwość otrzymywania arkuszy o bardzo dużych rozmiarach. Fornir wykonywany jest w grubościach od 0,25 do 1,5 mm.

Własności poszczególnych rodzajów forniru nie są jednakowe. Fornir strugany i łuszczony ma drobne pęknięcia po tej stronie, która styka się z płaszczyzną natarcia noża. Najlepszym gatunkiem drewna do wyrobu forniru jest brzoza. Wytrzymały i elastyczny fornir brzozowy stosuje się głównie na żebra, wręgi i do oklejania giętych łuków na końcach skrzydeł.

Sklejka (klejonka) składa się z trzech lub więcej sklejonych ze sobą warstw forniru ze wzajemnie prostopadłymi kierunkami włókien. Do wyrobu sklejki stosuje się fornir z następujących ga-

Tablica 2

Fizyczne i mechaniczne własności różnych rodzajów drewna

Drewno	Masa właściwa g/cm ³	Średnia wytrzymałość w kG/mm ²		
		wzdłuż włókien		zginanie
		ściskanie	rozciąganie	
Sosna zwyczajna	0,50	4,2	12,3	8,3
Świerk europejski	0,47	4,2	10,8	7,5
Cedr syberyjski	0,42	3,4	7,7	—
Spruce	0,45	4,8	10,0	—
Jodła	0,44	1,2	11,2	7,4
Lipa	0,46	3,8	7,8	7,0
Topola	0,47	4,0	5,0	—
Osika	0,43	3,0	6,3	—
Brzoza	0,72	5,5	20,3	11,0
Olcha	0,45	4,6	5,5	—
Klon	0,60	5,3	11,0	—
Orzech	0,83	9,0	13,5	—
Buk	0,65	4,7	13,9	9,3
Grab	0,67	5,6	11,0	—
Dąb	0,71	5,2	10,0	10,4
Jesion	0,73	5,2	18,1	11,7
Balsa	0,1-0,24	—	0,7-2,7	—
Mahoń	0,54	4,5	—	—
Grusza	0,73	5,6	—	—
Bukszpan (palma)	1,0	7,2	—	—
Bambus	0,52	—	—	—

tunków drewna: brzozowe, bukowe, olchowe i sosnowe. Najbardziej rozpowszechniona jest sklejka brzozowa.

Do budowy modeli latających używa się wyłącznie brzozowej sklejki lotniczej o grubości od 0,5 do 20 mm. Średnia masa właściwa trzywarstwowej sklejki wynosi około 0,8 g/cm³. Po nagrzanu sklejka dobrze się gnie.

Najmniejszy dopuszczalny promień zgięcia rozparzonej sklejki w poprzek zewnętrznych włókien równy jest 8÷10 grubościom sklejki, a wzdłuż włókien — ośmiu grubościom.

Przy zginaniu suchej sklejki promień zgięcia powinien być zwiększony pięciokrotnie.

5. Tworzywa sztuczne

Nowoczesne tworzywa sztuczne, tj. materiały znane u nas pod ogólną (niewłaściwą) nazwą mas plastycznych, zdobywają w świecie coraz większą popularność. Używa się ich do wyrobu różnych przedmiotów użytkowych niemal we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego.

Tworzywa sztuczne wytwarza się w najrozmaitszych postaciach, umożliwiającą przetwarzanie ich na przedmioty zarówno elastyczne, jak i twarde.

Obecnie na rynku światowym znajduje się kilkadziesiąt różnych typów tworzyw sztucznych. Zależnie od zasad podziału dokonana została następująca ich klasyfikacja.

Według chemicznych metod otrzymywania różni się pięć głównych klas tworzyw, stanowiących związki wielocząsteczkowe, a mianowicie:

- wielocząstkowe tworzywa naturalne, do których zalicza się celulozę, skrobię, ligninę, białko, wełnę, kauczuk naturalny, gutaperkę i inne,
- tworzywa naturalne modyfikowane, do których zalicza się jedwab sztuczny, nitrocelulozę, gumę, ebonit, galalit i inne,
- polimeryzacyjne tworzywa sztuczne, do których m. in. należą polichlorek winylu, polistyren i polimetakrylan metylu,
- polikondensacyjne tworzywa sztuczne (polikondensaty), do których zalicza się polimery powstające w wyniku stopiowo postępującej reakcji chemicznej substancji wyjściowych (monomerów). Do tworzyw kondensacyjnych, powstających z jednego monomeru, należą niektóre poliamidy, poliestry i silikony,
- tworzywa poliaddycyjne (poliaddukty), których przedstawicielami są tworzywa poliuretanowe i żywice epoksydowe.

Według własności mechanicznych tworzywa sztuczne dzielą się na elastomery i plastomery.

Elastomery są to tworzywa, które w normalnej temperaturze użytkowania (temperatura pokojowa)

mogą być poddawane bardzo dużym odkształceniom elastycznym.

Plastomery natomiast są to wielocząsteczkowe tworzywa sztuczne, które w temperaturze pokojowej mogą ulec tylko nieznacznym odkształceniom elastycznym, a pod dużym obciążeniem ulegają zniszczeniu, tj. rozerwaniu lub pęknięciu. Plastomery dzielą się na tworzywa termoplastyczne, które podczas ogrzewania mięknią, a po ostygnięciu twardnieją, oraz na tworzywa termoutwardzalne, które wskutek ogrzewania początkowo także mięknią, lecz w razie utrzymywania ich w temperaturze podwyższonej twardnieją.

Do tworzyw termoplastycznych (termoplastów) należy znaczna większość polimerów polimeryzacyjnych, np. polichlorek winylu, polistyren, polioctan winylu, polietylen oraz niektóre tworzywa kondensacyjne, np. poliamidy i tworzywa poliaddycyjne, na przykład poliuretany.

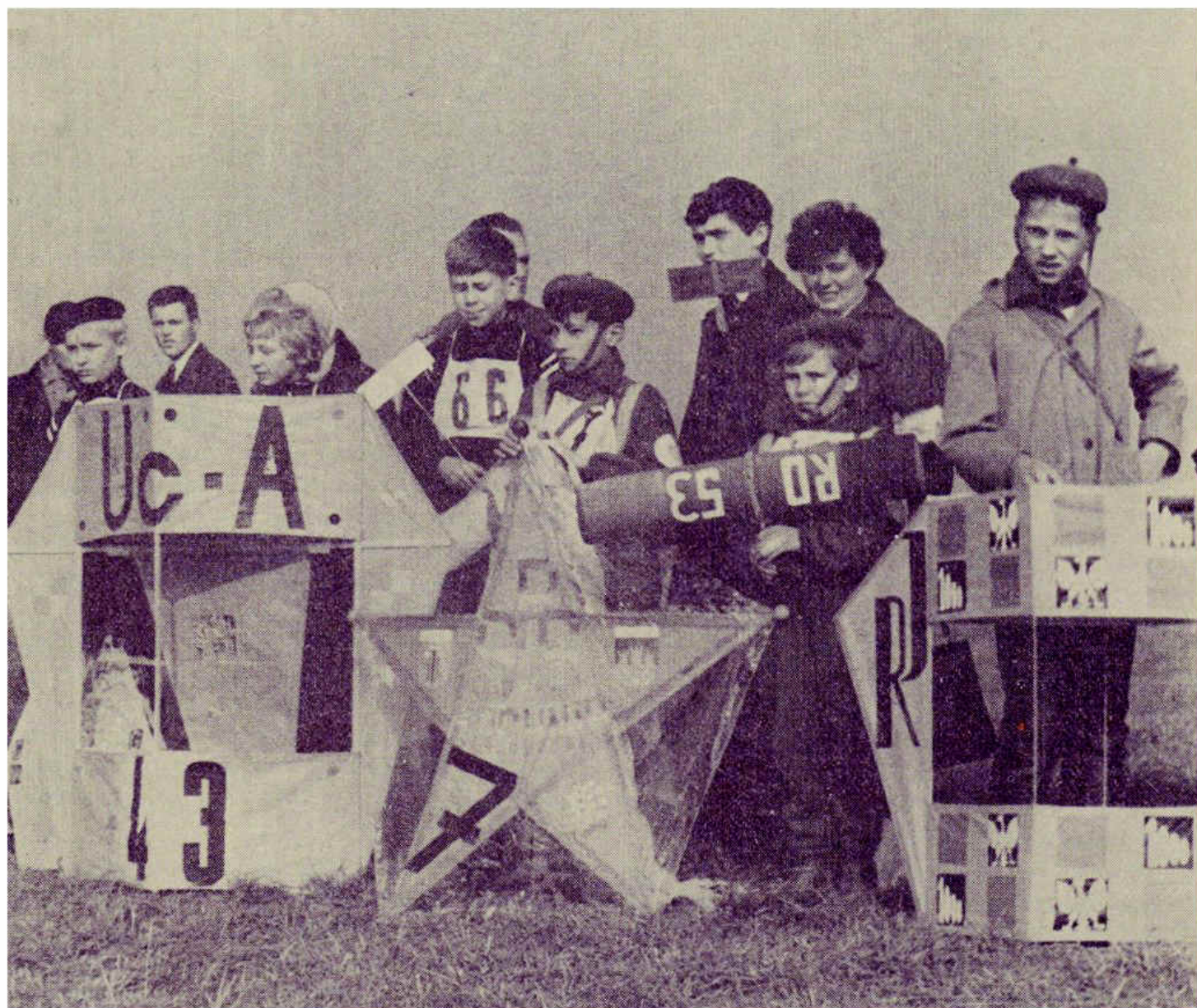
Do tworzyw termoutwardzalnych zalicza się

przede wszystkim tworzywa z grupy fenoplastów i aminoplastów. Z tworzywami termoutwardzalnymi blisko jest spokrewniona grupa tworzyw chemoutwardzalnych, do których zalicza się także żywice poliestrowe, żywice epoksydowe i w pewnym sensie żywice silikonowe.

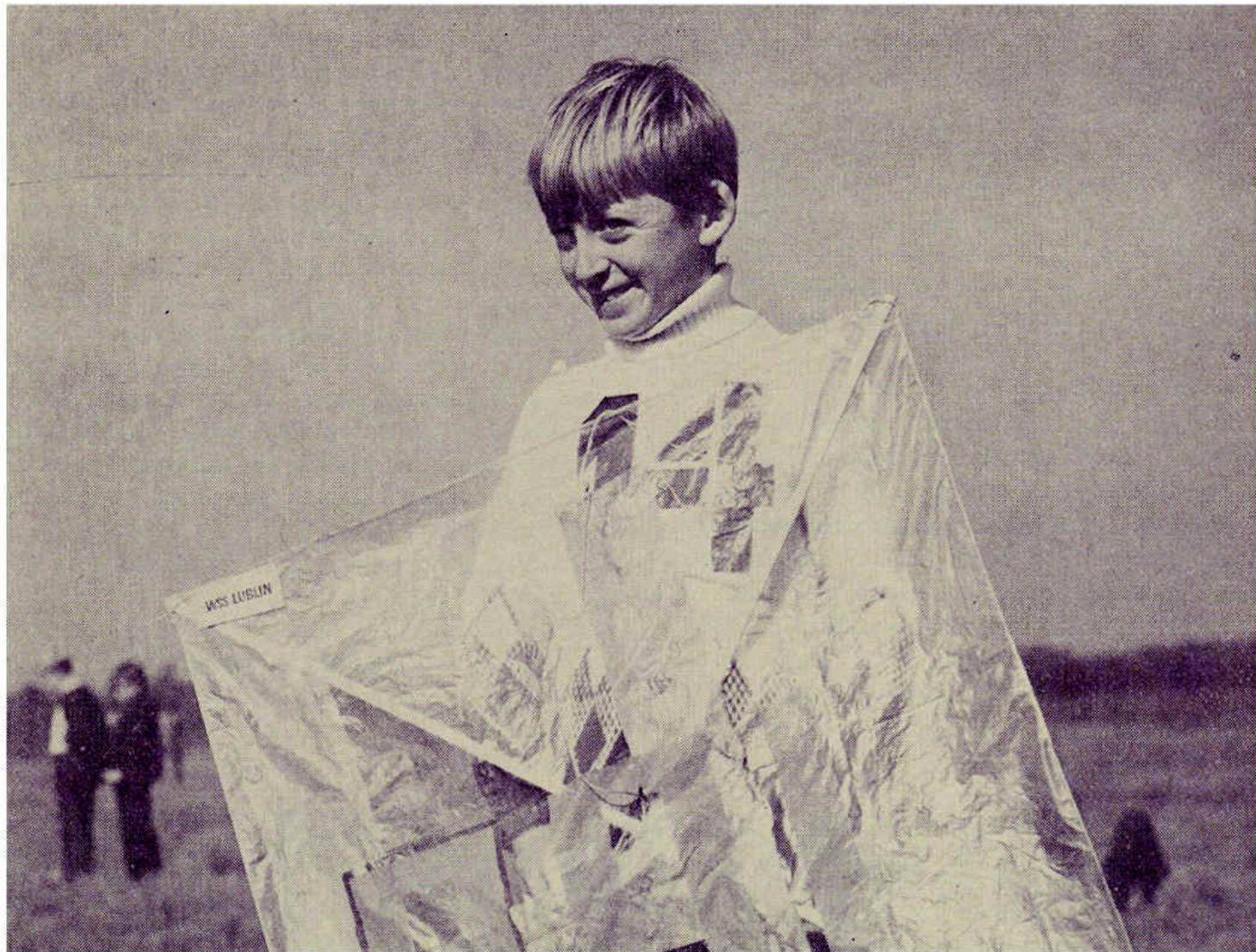
Według zastosowania najbardziej ogólny podział jest następujący:

Tworzywa konstrukcyjne, które dzielą się na kilka podgrup zależnie od postaci, w jakiej są stosowane, a mianowicie:

- tłoczywa (proszki do prasowania) — półprodukty w postaci sproszkowanej, ziarnistej lub skrawkowej, służące do otrzymywania przedmiotów przez kształtowanie pod ciśnieniem w odpowiednich formach;
- tworzywa warstwowe (laminaty), składające się z pewnej liczby nałożonych na siebie warstw papieru, tkaniny lub waty, nasyconych różnymi żywicami syntetycznymi i sprasowanych pod



Rys. 3-3. Różne rodzaje pokrycia płaszczyzn nośnych: gruby papier pakunkowy, folia polietylenowa i pergamin. Każdy z tych materiałów wymaga zastosowania innej technologii klejenia i innych spoiw



Rys. 3-4. Latawiec, którego szkielet pokryto całkowicie folią polietylenową. Krawędzie wzmocniono linką brzegową. Ten typ latawca płaskiego na zawodach ogólnopolskich w Olsztynie w 1973 r. osiągnął rekordową wysokość 620 m

ciśnieniem w zwartą, bardzo wytrzymałą płytę płaską lub kształtową;

— tworzywa komórkowe — materiały bardzo lekkie, sztywne lub elastyczne, porowate.

Tworzywa (żywice) impregnacyjne — żywice syntetyczne stosowane do polepszania własności mechanicznych różnych naturalnych materiałów konstrukcyjnych, nie zmieniające zasadniczego charakteru tych materiałów.

Tworzywa adhezyjne, służące do trwałego łączenia materiałów; są to kleje, cementy, kity.

Tworzywa powłokowe, wykorzystywane do powierzchniowego pokrywania gotowych przedmiotów w celu ochrony przed działaniem czynników atmosferycznych, wody i chemikaliów, albo też do celów dekoracyjnych, a niekiedy do nadania przedmiotom specjalnych własności elektrycznych, optycznych i innych. Do grupy tworzyw powłokowych zalicza się wszelkiego rodzaju farby, lakiery, emalie.

A oto przegląd popularnych dziś tworzyw.

Mipolam — jest odporny na działanie róż-

nych czynników chemicznych. Stosuje się go na wykładziny do reaktorów i na rurociągi w przemyśle chemicznym oraz na osłony do kabli, na węże, protezy dentystyczne itp.

Polimetakrylan metylu — nazwa handlowa „pleksiglas”. Jest to szkło organiczne; jest tworzywem nie tłukącym się i nie rozpryskującym. Ma ten sam współczynnik załamania co szkło, jest odporny na działanie światła i bardzo elastyczny (szyby zaokrąglone). Pleksiglas jest przezroczysty jak szkło, nie ulega zniekształceniu, jest odporny na wpływy atmosferyczne i ma małą masę właściwą, wynoszącą 1,18. Oprócz wyliczonych własności szkła — ma on bardzo dobrą odporność na zgniecenie i rozbicie. Zastosowanie: szyby, osłony, części optyczne, protezy dentystyczne. Odmianę pleksiglasu stanowi „securit” — jest to zwykle szkło krzemianowe, przekładane arkuszami pleksiglasu i prasowane na ciepło pod niewielkim ciśnieniem.

Włókna polichlorowinyłowe — niepalne, stanowiące dobry izolator cieplny i elektryczny, są odporne na gnienie, mają wielką wy-

trzymałość w zetknięciu z wodą i dużą odporność na środki chemiczne, dzięki czemu stosuje się je na sieci rybackie, płótno żaglowe, ubrania robocze itp.

Acetyloceluloza — metyloceluloza, etyloceluloza, nazwa handlowa „cellon”, „trolit” — tworzywo niepalne, nie żółknące, o dużej wytrzymałości mechanicznej i odporności chemicznej. Acetyloceluloza jest stosowana do wyrobu błon filmowych i fotograficznych, galanterii, folii pakunkowej itp.

Nitroceluloza — celuloid — daje się dobrze barwić i formować; bardzo łatwopalny, żółknie na słońcu. Służy do wyrobu drobiazgów galanterijnych, szyb ochronnych, błon filmowych itp. Celuloid jest materiałem sztucznym, otrzymywanym z nitrocelulozy przez działanie na nią alkoholem i kamforą. Jest to tworzywo przepuszczające światło i dające się barwić na różne kolory. W temperaturze $80\div 100^{\circ}\text{C}$ tworzywo to staje się plastyczne, co umożliwia tłoczenie z niego różnych wyrobów. Z celuloidu wykonuje się niektóre przyrządy kreślarskie, jak trójkąty, liniały, prócz tego

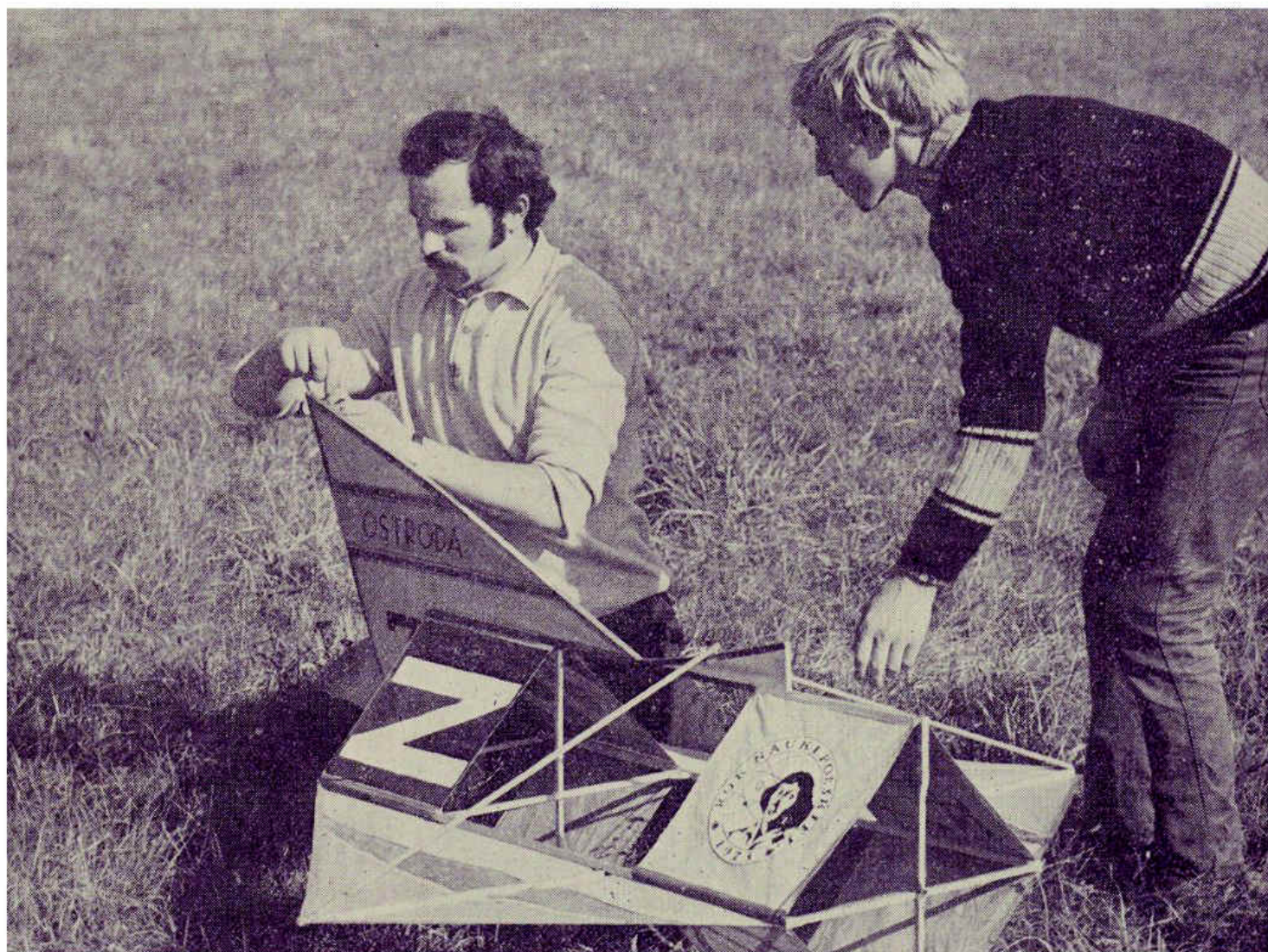
grzebień, lalki i wiele innych drobnych przedmiotów.

Nitroceluloza — lakier „nitro” — doskonała przyczepność do metalu i drewna, polysk, możliwość polerowania.

Polichlorek winylu — nazwy handlowe „winidur” oraz „igelit”. Jest to tworzywo odporne chemicznie; niszczą je stężone gorące kwasy i niektóre rozpuszczalniki. Szkodliwie mięknie w temperaturze powyżej 60°C . Zastosowanie: rury, pręty, wykładziny, części aparatur, galanteria, odzież. Odporny na działanie ługów, rozcieńczonych kwasów, spirytusu, benzyny, smarów i wody. Polichlorek winylu plastyfikowany — „igelit” służy do wyrobu materiałów płaszczowych, obuwia, torebek damskich i innych przedmiotów codziennego użytku.

Odmianą polichlorku winylu jest termoplastyczny materiał przeciwkorozyjny, zwany „winidurem”. Winidur jest obrabialny, spawa się w prądzie gorącego powietrza w temperaturze 230°C .

Politriójfluorochlorek — nazwa handlowa „kel-F”, tworzywo odporne chemicznie; niszczy je woda królewska. Wytrzymuje temperaturę



Rys. 3-5. Na starcie niezbędne są poprawki czy naprawa uszkodzeń. W takiej sytuacji pomagają przylepiec (przezroczysta taśma klejowa o dużej wytrzymałości na rozerwanie)

pracy od -200 do $+200^{\circ}\text{C}$. Tworzywo to używane jest do wyrobu uszczelki i wykładzin.

Policzterofluoroetylen — nazwa handlowa „teflon”. Policzterofluoroetylen jest tworzywem odpornym chemicznie na wszystkie niemal związki. Niszczy je dopiero stopione metale alkaliczne. Wytrzymuje temperaturę pracy $+280^{\circ}\text{C}$. Zastosowanie: uszczelki, elastyczne łącza, głównie w aparatach do prac z zakresu zagadnień jądrowych.

Polietylen — tworzywo bardzo lekkie, odporne chemicznie, stosowane do wyrobu przewodów wodociągowych i w elektrotechnice. Wykonuje się z tego tworzywa folie opatrunkowe, do opakowań i przedmioty gospodarstwa domowego. Ma ono wygląd wosku, jest nierozpuszczalne w wodzie i w większości rozpuszczalników.

Polistyren — przezroczysta masa termoplastyczna. Polistyren otrzymywany jest z benzenu. Ma dobre własności mechaniczne i elektryczne, łatwo ulega barwieniu. Przetwarza się go zwykle metodą wtrysku. Z polistyrenu wykonuje się galanterię ozdobną, opakowania, części elektrotechniczne, wszelkiego rodzaju naczynia stołowe itp.

Poliocetan winylu. Główne zastosowanie to wyrób klejów specjalnie nadających się do skór. Często jest używany jako dodatek do polichloru winylu, zwiększający jego wytrzymałość.

Poliakrylonitryl — nazwa handlowa „orlon”. Tworzywo to cechuje duża wytrzymałość mechaniczna i odporność na podwyższoną temperaturę. Najczęściej stosowane do wyrobu włókien zwanych orlonem.

Bakelit — wynaleziony w 1908 r. przez Belga Bakelandra. Produktami wyjściowymi są fenol (kwas karbolowy) lub krezol oraz formalina (formaldehyd). Odmianą bakelitu jest tekstolit, mający jako składnik sprasowane płótno razem z masą bakelitową.

Galalit — z grecka „kamień mleczny”, jest tworzywem otrzymanym z twarogu. Galalit nie jest odporny na działanie wody.

Getinaks — tworzywo warstwowe z papieru nasyczonego żywicami fenolowymi.

Wiskoza — sztuczny jedwab wiskozowy, zwany celofanem, nazwa polska „temofan”. Włókno o pięknym połysku, miękkie, nie gniotące się, wytrzymałością przewyższające bawełnę. Cenny i ważny surowiec włókienniczy oraz do opon samochodowych.

Octan celulozy — modyfikowane tworzywo naturalne, otrzymywane przez działanie kwasu na oczyszczoną celulozę. Octan celulozy ze

zmiękczacami daje tworzywo termoplastyczne, głównie do formowania wtryskowego.

Nylon, stylon, perlon, polan, deron, kapron — tworzywa włóknotwórcze poliamidowe, które mogą być formowane w postaci włókien ciągłych lub ciętych. Odznaczają się wielką wytrzymałością mechaniczną i elastycznością oraz wysoką temperaturą topnienia. Główne zastosowanie — do wyrobu tkanin, pończoch, szcottek oraz do formowania wtryskowego.

6. Nici

Do złożenia konstrukcji bardzo często niezbędne jest mocne połączenie pewnych detali, np. przedłużenie listewki, połączenie metalowych elementów, zamocowanie metalowego okucia do dźwigara itp. W tych przypadkach najprostszym i najwygodniejszym połączeniem jest owinięcie łączonych elementów nićmi i następnie nasycenie ich klejem.

Tablica 3
Nici bawełniane krawieckie

Numer handlowy	Masa 100 m w g		Średnia siła rozrywająca G
	nici białe	nici czarne	
50	4,2 ÷ 4,5	4,5 ÷ 4,8	1065
40	4,8 ÷ 5,2	5,2 ÷ 5,5	1235
30	6,1 ÷ 6,6	6,6 ÷ 7,0	1580
20	7,4 ÷ 7,9	7,9 ÷ 8,4	1620
10	9,2 ÷ 9,9	9,8 ÷ 10,5	2000

Nici bawełniane specjalnie wytrzymałe

Numer	Masa 100 m w g	Średnia siła rozrywająca w G	Odchyłki wytrzymałości %	Zmniejszenie wytrzymałości przy woskowaniu %
8	6,7 ÷ 7,5	7,1 ÷ 8,5	1950	
7	7,4 ÷ 8,2	8,0 ÷ 8,9	2040	
6	8,4 ÷ 9,3	9,4 ÷ 10,4	2290	
5	9,3 ÷ 10,2	9,9 ÷ 10,9	2450	
4	10,3 ÷ 11,4	11,1 ÷ 11,2	2750	
3	13,0 ÷ 14,4	13,7 ÷ 15,2	3550	
2	14,4 ÷ 15,9	15,4 ÷ 17,0	3750	
1	16,1 ÷ 17,8	17,3 ÷ 19,1	4130	
0	23,4 ÷ 25,9	25,0 ÷ 27,8	5300	
00	33,1 ÷ 36,5	34,4 ÷ 38,0	7000	

Do budowy i puszczenia latawców szeroko stosowane są nici różnych grubości, a także sznury. Na hol do startu modeli szybowców używamy lekkiego sznurka.

Zależnie od rodzaju włókna rozróżniamy nici jedwabne i bawełniane. Masa nici jedwabnej na jednej szpulce równa jest 0,5 g, długość nitki około

Tablica 4
Nici lniane

Numer nici	Masa 100 m w g	Średnia siła rozrywająca w G	Odchyłki wytrzymałości %	Zmniejszenie wytrzymałości przy woskowaniu %
9,5/6	60	16 500	-20	do 7
9,5/8	80	22 000	+20	do 7

Sznurki lniane i bawełniane

Tablica 5

Nazwa		Średnica mm	Liczba żył w sznu- rze	Liczba nitok		Masa 100 m w g
				w żyłce	w sznu- rze	
Lniane	436	1,0	3	1	3	90
	436	1,5	3	2	6	185
	436	2,0	3	3	9	280
	437	2,0	3	2	6	300
	437	2,5	3	3	9	450
Bawełniane	438	2,0	3	4	12	210
	439	2,0	4	5	20	210

80 m, grubość 0,2 mm. Szeroko stosowane są również krawieckie nici bawełniane, różnych numerów. Wielkie numery odpowiadają cienkim nitkom. Im mniejszy numer, tym nitka jest grubsza i mocniejsza.

7. Tkaniny

Wszelkie tkaniny mają bardzo prosty splot, zapewniający dużą wytrzymałość i małe wyciąganie.

Nitki biegnące wzdłuż materiału nazywa się osnową, a nitki poprzeczne — wątkiem. Tkaniny używane w modelarstwie muszą mieć jednakową zdolność do wyciągania się i kurczenia w kierunku osnowy i wątki.

Tablica 6

Tkaniny bawełniane

Nazwa tkaniny	Grubość w mm	Masa 1 dm ² w g
Perkal gumowany	0,23	0,37
Perkal	0,18	0,25
Płótno lotnicze	0,31	0,23
Kreton	0,18	0,21

Ze względu na rodzaj włókna użytego do wyrobu, rozróżniamy tkaniny bawełniane, lniane i jedwabne oraz z tworzyw sztucznych.

W modelarstwie lotniczym tkaniny nie znalazły szerokiego zastosowania z powodu dużego ciężaru tkanin zwykłych (łatwo dostępnych), tkaniny zaś lekkie są zbyt kosztowne. Tkaniny używa się przede wszystkim na pokrycia dużych modeli.



Rys. 3-6. Duży latawiec skrzynkowy, którego pokrycie wykonano całkowicie z cienkiej ściśliwej tkaniny (batystu), zaimpregnowanej w celu uodpornienia na działanie wilgoci

8. Papier

Papier jest zasadniczym i najlepszym materiałem na pokrycie latawców. Zależnie od wielkości, przeznaczenia i typu modelu stosujemy różne gatunki papieru, różniące się ciężarem oraz właściwościami mechanicznymi.

Papiery stosowane w modelarstwie odróżniają się od pozostałych gatunków mniejszą wytrzymałością; lepiej naciągają się one na kadłubie, ponieważ mają duży skurcz przy wysychaniu po lakierowaniu; można je znów wyciągnąć po uprzednim zwilżeniu wodą. Poza tym papiery używane w modelarstwie powinny mieć mały ciężar, a także powinny łatwo i trwale sklejać się.

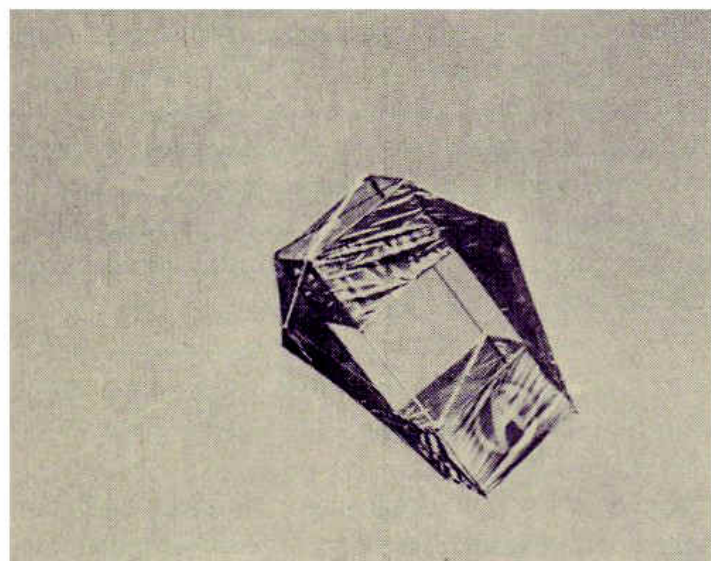
Tablica 7

Papiery używane w modelarstwie lotniczym

Nazwa papieru	Grubość w mm	Masa 1 dm ² w g
Bibułka kondensatorowa przezroczysta, bardzo lekka	0,02	0,12
Bibułka papierosowa lekka	0,03	0,18
Bibułka zwykła	0,03	0,19
Papier gazetowy	0,08	0,53
Papier do pakowania cienki, kolorowy	0,07	0,45
Papier izolacyjny, używany w elektrotechnice	0,12	0,63
Papier do pakowania gruby	0,13	0,75
Karton cienki, kolorowy	0,14	1,05
Brystol	0,23	1,78
Karton biały do rysowania	0,33	2,41
Brystol twardy wysokiego gatunku	0,21	1,80

Bibułkę papierosową stosujemy do pokrywania modeli lekkich.

Wybór papieru zależy od ciężaru modelu. W tablicy 7 podano ciężary najczęściej używanych ga-



Rys. 3-7. Latawiec skrzynkowy o zbyt słabym pokryciu papierowym. Przy starcie, kiedy konstrukcja poddawana jest dużym obciążeniom, uwidaczniają się zmarszczki i pęknięcia pokrycia

tunków papieru i główne ich właściwości mechaniczne. Zbiór danych w tej tablicy umożliwi wybranie odpowiedniego papieru.

9. Kleje

Dekstryny (żółte i białe). Kleje te otrzymuje się przez termiczną obróbkę zakwaszonej mączki ziemniaczanej (kwasami solnym lub azotowym albo mieszaniną tych kwasów). Do produkcji dekstryn używa się wysokiej jakości mączki ziemniaczanej.

Dekstryny żółte, mają postać proszku o różnych odcieniach barwy żółtej, prawie całkowicie rozpuszczalnego w zimnej wodzie (w 96÷99,7%).

Dekstryny białe mają postać białego proszku. Zależnie od rozpuszczalności w zimnej wodzie różni się trzy odmiany: o wysokiej rozpuszczalności (55÷65%) — oznaczenie „60”, o średniej rozpuszczalności (30÷40%) — oznaczenie „40”, o niskiej rozpuszczalności (2÷12%) — oznaczenie „12”.

Dekstryna żółta „Superior Standard” służy do klejenia wszelkiego rodzaju papierów, kartonów, przy produkcji ściernic i w przemyśle bawełnianym.

Dekstrynę jasną żółtą „Superior” używa się do zagęszczania farb drukarskich, w przemyśle odlewniczym, papierniczym, materiałów biurowych, do apretury tkanin itd.

Dekstrynę białą „60” stosuje się do klejenia papierów, przyrządzania farb drukarskich, klejenia osnów w przemyśle bawełnianym i jedwabniczym.

Dekstrynę białą „40” stosuje się do wyrobu klejów biurowych i klejów fotograficznych, a dekstrynę białą „12” — głównie do sklejanie toreb papierowych.

Oprócz wymienionych dekstryn produkuje się dekstryny specjalne, pośrednie między białymi a żółtymi. Mają one postać proszku o barwie kremowej.

W celu przyspieszenia rozpuszczenia dekstryn można mieszaninę podgrzać (w kąpeli parowej lub wodnej), nie przekraczając jednak temperatury 80°C dla dekstryny żółtej i 70÷75°C dla dekstryny białej, gdyż wyższa temperatura osłabia ich sklejalność.

Dekstryny zalicza się do materiałów łatwopalnych. Przechowywać je należy w pomieszczeniach krytych, suchych, przewiewnych, z dala od urządzeń ogrzewczych, należy je chronić przed nasłonecznieniem.

Uwaga: pył dekstryny w wysokich temperaturach jest bardzo niebezpieczny ze względu na właściwości wybuchowe.



Rys. 3-8. Pokrywanie płaszczyzn nośnych latawców budowanych podczas jednej z konkurencji zawodów w Warszawie w 1972 r.

Klej roślinny NLT ma postać drobnych płatków o kremowym zabarwieniu. Rozpuszcza się łatwo w zimnej wodzie, tworząc gęsty, koloidalny roztwór o alkalicznym odczynie. Ma silny zapach, gdyż zawiera dodatek krezolu, będącego środkiem antyseptycznym; nie płami.

Klej ten stosuje się do naklejania etykiet, nalepek, obwolut itp. na naczyniach szklanych, porcelanowych, emaliowanych i innych oraz do klejenia wrażliwych na alkalia gatunków papieru.

Roztwór przyrządza się biorąc 1 część ciężarową kleju i 8 części ciężarowych wody. Klej wsypuje się powoli do naczynia z zimną wodą, stale mieszając. Po odstawieniu masy klejowej na okres 30 min należy ją ponownie dokładnie wymieszać, doprowadzając roztwór do jednolitej konsystencji. Zależnie od potrzeb i zastosowania klej jeszcze można rozcieńczyć przez dodanie odpowiedniej ilości wody. Po 24 godzinach roztwór ma słabszą przyczepność i zmienia konsystencję. Roztwór kleju NLT powinno się przyrządzać w naczyniach szklanych, porcelanowych lub emaliowanych.

Klej LGT ma postać rozdrobnionych płatków o kremowym zabarwieniu. Rozpuszcza się

łatwo w zimnej wodzie, tworząc gęsty, koloidalny roztwór o odczynie prawie neutralnym; nie płami.

Kleju LGT używa się do klejenia papierów, a w szczególności delikatnych i wrażliwych na alkalia gatunków, np. bibułek papierowych.

Roztwór przyrządza się biorąc 1 część ciężarową kleju i 8 części zimnej wody. Klej wsypuje się powoli do naczynia z wodą, stale mieszając. Po odstawieniu masy klejowej na 30 min należy roztwór ponownie dokładnie wymieszać, doprowadzając go do jednolitej konsystencji. W razie potrzeby można klej jeszcze rozcieńczyć, dodając odpowiednią ilość zimnej wody, i wymieszać.

Przygotowany roztwór kleju powinien być zużyty w ciągu 8 godzin. Roztwór kleju należy przyrządzać w naczyniach szklanych, emaliowanych lub porcelanowych.

Klej NA ma konsystencję mazistą, barwę białą z odcieniami: kremowym, różowym lub zielonkawym, swoisty, mało intensywny zapach; charakteryzuje go lekko alkaliczny odczyn; klej nie płami. Stosuje się go do klejenia bibułek papiero-

wych, naklejania etykiet na kartonie, klejenia papieru itd.

Kleju NA nie należy rozcieńczać wodą. Okres gwarancyjny wynosi 45 dni, licząc od daty wyprodukowania; po tym terminie zmniejsza się lepkość kleju.

Klej D-Extra jest klejem dekstrynowym. Ma konsystencję mazistą, barwę jasnożółtą, słaby, swoisty zapach. Charakteryzuje go duża trwałość spoiny; nie płami.

Klej ten stosuje się do ręcznego i maszynowego klejenia wszelkiego rodzaju opakowań papierowych i kartonowych, gumowania znaczków pocztowych, kopert, naklejek, etykiet, taśm popierowych itp., a także opakowań przeznaczonych do artykułów spożywczych. Częściowo zastępuje gumę arabską.

Klej D-Extra może być stosowany bez rozrzedzania lub też po rozcieńczeniu gorącą wodą i dokładnym wymieszaniu aż do osiągnięcia jednolitej, wymaganej w danych warunkach konsystencji. Do tzw. gumowania papieru używa się roztworu uzyskanego przez 50÷60% rozcieńczenia kleju.

Klej zeschnięty w wyniku długiego magazynowania można rozcieńczyć gorącą wodą i doprowadzić do stanu używalności. Okres gwarancyjny kleju wynosi 6 miesięcy. W praktyce niejednokrotnie dłużej zachowuje trwałość.

Klej glutenowy suchy produkuje się z substancji białkowych, tzw. glutenów, wmywanych z mąki pszennej. Uwolniony od krochmalu gluten poddaje się odpowiedniej fermentacji i suszy w niskiej temperaturze (45°C). Ma postać sypkich płatków o jasnożółtym zabarwieniu, swoisty zapach, kwaśny odczyn; nie płami. Stosuje się go do klejenia skór.

Klej glutenowy zalewa się zimną wodą w takiej ilości, aby woda przykryła całkowicie warstwę płatków, i pozostawia na 12 godzin. Następnie należy zlać nadmiar wody, której pęczniejący klej nie wchłonął. Tak przyrządzona masa, po uprzednim wymieszaniu, nadaje się do klejenia.

Klej przyrządzony nie powinien być rozcieńczany, należy przeto przyrządzić tylko taką porcję kleju, jaka zostanie zużyta. Po 24 godzinach klej staje się mniej przyczepny.

Klej pożelatynowy ma postać zgęszczonego płynu o barwach od jasnożółtej aż do ciemnobrązowej. Stosuje się go do sklejanego papieru, naklejania etykiet, jako dodatek do farb używanych w malarstwie pokojowym oraz jako półprodukt do produkcji klejów skórnych. Spoina nie jest odporna na działanie wody. Okres gwarancyjny — 3 miesiące.

Kleje kazeinowe suche są mieszaniną drobnoziarnistej kazeiny kwasowej i sproszkowanego wapnia gaszonego; zależnie od gatunku kleju kazeinowego stosuje się różne dodatki, przeważnie sole sodowe, np. fluorek sodowy, sodę lub niekiedy siarczany miedzi.

Produkuje się następujące gatunki kleju kazeinowego suchego: 416, 516 i 616.

Klej kazeinowy 416 ma postać grysiku o swoistym naftowym zapachu. Rozpuszczony w zimnej wodzie ma lepką konsystencję odczyn zasadowy. Spoinę klejową charakteryzuje odporność na wodę i wysoka wytrzymałość mechaniczna.

Stosuje się go do sklejanego twardego i miękkiego gatunków drewna, sklejek oraz we wszystkich prawie pracach stolarskich, budowlanych i meblowych. Do celów szkodliwych lepiej użyć klejów syntetycznych z żywic fenolowych. Klej 416 nie płami klejonych elementów; drewno dębowe i sosnowe lekko przyciemnia. Do forniru nie powinien być stosowany. Klej kazeinowy stosuje się do przyklejania laminatów z tworzyw sztucznych (powierzchnię laminatu należy pozbawić gładzi w celu utworzenia lepszych warunków przyczepności) oraz wyklejania boazerii, np. tkaniną powlekaną PCW.

Jedną część ciężarową kleju wsypuje się stopniowo do 2 części ciężarowych zimnej wody, mieszając jednocześnie aż do otrzymania jednolitej konsystencji. Przyrządzony klej odstawia się na 30÷60 min; nadaje się do użytku przez 10 godzin.

Rozcieńczenie wodą gotowej masy klejowej mija się z celem. Kleić należy w pomieszczeniach o temperaturze 12÷30°C. Pędzle używane do nakładania kleju należy podczas przerw w pracy przechowywać w naczyniu z wodą.

Klej kazeinowy 516 ma postać identyczną jak klej kazeinowy 416. Stosuje się go do klejenia drewna miękkiego. Ma nieco mniejszą odporność na wodę niż klej 416; pozostałe właściwości, jak kleju 416.

Klej kazeinowy 616 jest uniwersalnym klejem do drewna twardego i miękkiego.

Lepiszcz Goliat produkuje się z kleju skórniego z dodatkiem plastifikatorów i środków konserwujących oraz wody. Lepiszcz jest półstałą masą o brązowym zabarwieniu; wykazuje pewną elastyczność; nie jest odporne na wilgoć. Stosuje się go do sklejanego papieru, tektury, skóry, płótna, drewna.

Przed stosowaniem lepiszcze należy podgrzać w gorącej wodzie lub na wolnym ogniu aż do uzyskania płynnej konsystencji. W przypadku wyschnięcia kleju uzupełnia się go wodą do pierwotnej objętości. Powierzchnie przeznaczone do klejenia oczyszcza się z kurzu lub pyłu, następnie powle-

ka przygotowanym klejem, po czym łączy i poddaje naciskowi (ewentualnie w prasie). Spoina wysycha zależnie od jej grubości i rodzaju sklejaných elementów w czasie od 5 do 24 godzin.

Puszki z klejem należy przechowywać w pomieszczeniach krytych, suchych i chłodnych.

Klej Butapren OBT III. Klej uniwersalny, produkowany z wysokogatunkowych surowców, jak polichloropren, żywice syntetyczne, estry, węglowodory aromatyczne i alifatyczne, przyspieszające nieorganiczne oraz stabilizatory. Jest to lepka, mętna ciecz o zabarwieniu jasnokremowym do brązowego.

Butapren OBT III stosuje się do sklejanía gum napelnianych, gumy z metalem (stalą, aluminium, mosiądzem), skóry ze skórą, drewna z drewnem, wypełnianych wykładzin podłogowych z PCW oraz kauczuku z drewnem, betonem itp., tkanin z tka-

ninami, ceramiki, szkła itp. oraz wszystkich tych materiałów między sobą.

Klejenie wykonuje się na zimno, po doprowadzeniu kleju do temperatury $18 \div 25^{\circ}\text{C}$.

Powierzchnie klejonych materiałów i przedmiotów powinny być suche, czyste i w miarę możliwości szorstkie. Obie powierzchnie powleka się klejem, materiały porowate i chłonne — przynajmniej dwukrotnie, aby utworzyła się warstwa o odpowiedniej grubości. Sklejane powierzchnie łączy się po przeschnięciu kleju stosując krótkotrwałe naciski.

Butapren OBT III należy do artykułów łatwopalnych: należy go przechowywać w pomieszczeniach krytych, w temperaturze $5 \div 25^{\circ}\text{C}$, z dala od źródeł otwartego ognia i urządzeń ogrzewczych, gdyż klej zawiera lotne rozpuszczalniki. W przypadku zgęstnienia kleju wskutek działania niskiej



Rys. 3-9. Świeżo pokryte latawce otrzymują duże numery startowe, aby jak najlepiej można je zobaczyć z dużej odległości

temperatury, należy go przed użyciem doprowadzić do temperatury roboczej, tj. do $18 \div 25^{\circ}\text{C}$.

Uwaga: nie wolno podgrzewać kleju na otwartym ogniu (łatwopalny!). Okres przechowywania wynosi 5 miesięcy.

Klej Cristal-Cement. Jest to roztwór bawełny nitrocelulozowej w rozpuszczalnikach organicznych. Ma postać lepkiej, bezbarwnej i klarownej cieczy, nierozpuszczalnej w wodzie, benzynie i alkoholu. Przeznaczony jest do sklejania porcelany, szkła, skóry, drewna z metalem.

Oczyszczone i suche powierzchnie przeznaczone do sklejania pokrywa się cienką warstwą kleju, po kilkuminutowym przeschnięciu pokrywa się ponownie klejem, po czym mocno dociska i pozostawia do całkowitego wyschnięcia spoiny (ok. 6 godzin).

Klej należy przechowywać w suchych i przewiewnych magazynach, z dala od źródeł otwartego ognia.

Zywica klejowa AG. Jest to żywica fenolowo-formaldehydowa typu rezolowego, o ograniczonej rozpuszczalności w wodzie (spopularyzowana nazwa „klej fenolowy”). Składa się z żywicy (gęsta ciecz przypominająca kolorem i konsystencją miód pszczeli) oraz utwardzacza w postaci ciemnoszarego osadzającego się płynu.

Ze względu na dużą odporność spoiny na wilgoć oraz wodę, a także ze względu na doskonałą wytrzymałość, klej ten znajduje zastosowanie przede wszystkim w przemyśle okrętowym i lotniczym. Nadaje się także do klejenia sprzętu wodnego ze sklejk, drewna, okleiny, płócien i do wszelkich prac stolarskich, zwłaszcza jeśli chodzi o przedmioty narażone na działanie wilgoci lub dla których wymagane są wyższe wskaźniki wytrzymałościowe.

Używając kleju należy pamiętać, że jego składnikami są: fenol, formalina i silny kwas (utwardzacz), dlatego niezbędne jest stosowanie sprzętu ochrony osobistej (fartuchy, rękawice, okulary itp.) i dobre wentylowanie pomieszczenia, w którym odbywa się klejenie. Klej ten w praktyce amatorskiej jest trudny do stosowania.

Klej P O W/f d b. Jest to klej emulsyjny oparty na polioctanie winylu i plastyfikowanym ftalanie dwubutyłu. Wygląd i konsystencję ma gęstej śmietany. Daje spoinę elastyczną, odporną na działanie nafty, benzyny, tłuszczów i krótkie działanie wody.

Klej ten jest stosowany do klejenia papieru, tektury, korka z foliami aluminiowymi, naklejania etykiet papierowych na opakowania z folii metalowej.

Klejenie przeprowadza się na zimno. Powierzchnie

nie przeznaczone do sklejenia należy oczyścić, odtłuścić alkoholem lub octanem i powlec całe lub w kilku punktach cienką warstwą kleju. Następnie powierzchnie należy złączyć i pozostawić pod niewielkim naciskiem do wyschnięcia. Dostatecznie mocne połączenie uzyskuje się po około $15 \div 20$ min.

Klej należy przechowywać w pomieszczeniach przewiewnych, zabezpieczonych przed działaniem wpływów atmosferycznych, w temperaturze $6 \div 25^{\circ}\text{C}$.

Kleje introligatorskie. Są to emulsje polioctanu winylu z dodatkiem wypełniacza i plastyfikatora. Produkowane są w 3 gatunkach, a mianowicie C-10, C-20 i C-30. Różnice między nimi polegają na użyciu w produkcji innych proporcji składników, co umożliwia stosowanie tych klejów w różnych celach.

Kleje nie zawierają palnych i toksycznych rozpuszczalników, są bez zapachu, nie ulegają zagrzybieniu. Zawarty w nich plastifikator daje trwałą i elastyczną spoinę.

Klej C-10 stosuje się do zaklejania grzbietów książek i broszur, do wykonywania opraw itp. Klej C-20 (uniwersalny) do klejenia papieru, tkanin i folii aluminiowej umożliwia nową, bezszytową metodę oprawiania książek, upraszczając dotychczas stosowaną technikę opraw. Klej C-30 używa się do wklejania książek w okładkę, klejenia papieru, tkanin itp.

Kleje introligatorskie nie zawierają w swym składzie szkodliwych dla zdrowia rozpuszczalników; prace z tymi klejami można wykonywać w pomieszczeniach pozbawionych specjalnych urządzeń wentylacyjnych. Są łatwe w stosowaniu i nie wymagają specjalnych przygotowań, jedynie należy je przed użyciem dobrze wymieszać, a w przypadku zbyt dużej gęstości można je rozcieńczyć zimną wodą. Rozprowadza się je łatwo, grubość warstwy kleju zależy od rodzaju sklejanego papieru. Kleje introligatorskie schną od 15 do 60 min, zależnie od rodzaju sklejanego materiału i temperatury pomieszczenia.

Klej uniwersalny biurowy. Produkuje się go z polioctanu winylu i nitrocelulozy. Klej jest cieczą gęstą i bezbarwną; jest odporny na działanie wilgoci. Stosuje się do sklejanego papieru, tektury, płótna, skóry, tworzyw sztucznych, drewna, porcelany itd.

Powierzchnie należy oczyścić i odtłuścić, a następnie powlec cienko klejem. Po odczekaniu kilku minut należy powierzchnie złączyć i poddać lekkiemu naciskowi. Spoina osiąga wytrzymałość po kilku godzinach. Zużycie kleju wynosi około 200 g na 1 m^2 .

Artykuł łatwopalny; należy go przechowywać w pomieszczeniach krytych i chłodnych, z dala od źródeł otwartego ognia.

Klej Igol. Produkuje się go z polichlorku winylu z dodatkiem plastyfikatorów i rozpuszczalników. Klej ma konsystencję gęstej cieczy. Stosuje się do sklejanía folii płaszczonej i obrusowej, folii galanteryjnej oraz wyrobów z PCW.

Klej nakłada się bardzo cienką warstwą na powierzchnie przeznaczone do sklejanía. Po odczekaniu kilku minut powierzchnie należy złączyć i lekko ścisnąć. Zużycie kleju wynosi około 150 g na 1 m² sklejaných powierzchni. Spoina osiąga pełną wytrzymałość po upływie godziny.

Klej dostarcza się w słoikach typu kałamarzowego po 32 g. Należy go przechowywać w temperaturze pokojowej w szczelnie zamkniętych opakowaniach, z dala od źródeł otwartego ognia i urządzeń grzewczych.

Klej fotograficzny produkuje się z polichlorku winylu z dodatkiem rozpuszczalników organicznych. Klej jest przezroczystą cieczą o gęstej konsystencji; jest odporny na działanie wilgoci i wykazuje znaczną elastyczność. Stosuje się do naklejania odbitek fotograficznych na różne podłoża, np. na szkło, papier, wyroby z PCW itd.

Powierzchnie przeznaczone do sklejanía powinny być suche i odkurzone. Powleka się je cienką warstwą kleju i po odczekaniu kilku minut odbitki przykładą się i przyciska ręcznie, najlepiej gumowym wálkiem. Czas schnięcia wynosi od 2 do 5 godzin.

Klej dostarcza się w buteleczkach oraz w bańkach. Jest to materiał łatwopalny; należy go przechowywać w pomieszczeniach krytych, w temperaturze pokojowej, z dala od źródeł otwartego ognia i urządzeń grzewczych.

Klej BWF/21. Jest to uniwersalny klej termoutwardzalny, odznaczający się dużą siłą wiązania, o konsystencji gęstej cieczy, o zapachu alkoholu; barwę ma od słomkowej do wiśniowej. Spoina odznacza się odpornością na wpływy atmosferyczne, wodę morską, oleje i tłuszcze.

Stosuje się do sklejanía metali, szkła i niektórych tworzyw sztucznych. Nadaje się doskonale do klejenía, zwłaszcza w zestawach: metal-laminat fenolowy, szkło-szkło, bakelit-bakelit, bakelit-twardy PCW, metal-metal, metal-drewno.

Klej Wikol. Jest to modyfikowana toluenem emulsja polioctanu winylu z dodatkiem środków zmniejszających stężenie jonów wodorowych. Ma postać jednorodnej, białej lub kremowej cieczy o konsystencji gęstej śmietany, bez obcych wtrąceń i zanieczyszczeń. Stosuje się do sklejanía

na zimno drewna z drewnem, drewna z tkaninami lub drewna z tworzywami sztucznymi.

Przed użyciem klej należy dokładnie wymieszać; temperatura kleju nie powinna być niższa niż 15°C. Przygotowane do klejenía powierzchnie drewna lub tworzywa sztucznego, powinny być starannie odkurzone, ewentualnie odtłuszczone. Tworzywa sztuczne należy przetrzeć gruboziarnistym papierem ściernym i dokładnie usunąć kurz. Klej nakłada się na powierzchnię klejoną za pomocą szpachli drobnozabłkowanej, jednostronnie, cienką i równomierną warstwą w ilości 80÷200 g/m². Po naniesieniu kleju należy odczekać 2—5 min, a następnie złożyć sklejané powierzchnie i ścisnąć ścisakczem stolarskim, w prasie lub w inny sposób. Spoina osiąga pełną wytrzymałość po 24 godzinach.

Klej należy przechowywać w pomieszczeniach o temperaturze 5÷30°C, w opakowaniu zamkniętym. Klej zawiera niewielki procent toluenu, którego opary są palne. Podczas transportu klej nie powinien być ostudzany poniżej 0°C, a czas przebywania kleju w temperaturze 0÷5°C należy ograniczyć do 12 godzin.

Kleje Epidian 51 i 52 są lepкими, klarownymi cieczami koloru jasnożółtego, bez widocznych zanieczyszczeń.

Epidian 51 składa się z żywicy epoksydowej Epidian 5 i ftalanu dwubutyłowego jako rozcieńczalnika. Epidian 53 składa się z żywicy Epidian 5 i styrenu jako rozcieńczalnika.

Kleje Epidian 51 i 53 utwardza się utwardzaczem Z-1 (trójetylenoczeroaminy) przez zmieszanie obu składników w stosunku ciężarowym 10 : 1 lub 10 : 1,1 (na zimno). Mieszaninę należy zużyć w ciągu 3 godzin, gdyż po tym czasie wskutek reakcji chemicznej tworzy się między utwardzaczem a żywicą utwardzony produkt, nierozpuszczalny w żadnych rozpuszczalnikach.

Kleje Epidian 51 i 53 stosuje się do klejenía metali, szkła, ceramiki, tworzyw termoutwardzalnych itp. i łączenia wielu konstrukcji sztywnych, gdyż spoina jest nieodporna na odkształcenia, uderzenia i oddzieranie. Klejów tych używa się więc w optyce, radiotechnice, lotnictwie, jako żywice elektroizolacyjne i konstrukcyjne oraz do wyrobu laminatów epoksydowych zbrojonych włóknem szklanym. Zaletą ich jest duża odporność na działanie czynników atmosferycznych i dobre własności izolacyjne, przez co zapobiegają powstawaniu mikroogniw w złączach metali i chronią przed korozją.

Powierzchnie przeznaczone do łączenia powinny być oczyszczone i odtłuszczone. Do odtłuszczania używa się rozpuszczalników organicznych, zwykle tri lub benzyny. Małe elementy najczęściej trawi się chemicznie, większe piaskuje się. Na oczyszczo-



Rys. 3-10. Pokrycie latawca zawodniczego powinno być wytrzymałe zarówno w dni upalne, jak i chłodne. O powodzeniu w startach decyduje dobór tworzywa konstrukcyjnego, a także kleju i materiału na pokrycie

ne powierzchnie nakłada się warstwę kleju (mieszanki Epidianu 51 lub 53 z utwardzaczem) grubości $0,05 \div 0,15$ mm i lekko dociska. Sklejenie następuje po kilku lub kilkunastu godzinach.

Przyspieszenie procesu utwardzania i poprawę wytrzymałości złącza można uzyskać przez podgrzewanie klejonych przedmiotów w temperaturze $50 \div 60^{\circ}\text{C}$ w ciągu $2 \div 4$ godzin.

Poza wymienionymi klejami produkcji krajowej produkowane są przez spółdzielczość następujące kleje:

— Polistyrocement — do sklejanego na zimno polistyrenu.

— Pleximent — do sklejanego na zimno metaplexu (pleksiglas) z metaplexem i polistyrenem.

— Klej do styropianu (do klejenia płyt styropianowych).

— Syndetokol — klej rybi do sklejanego szkła, porcelany, papieru, drewna i tkanin.

— Klej rybi galaretowaty — do klejenia drewna, papieru, porcelany, skóry oraz do naklejania proszków ściernych na tarcze filcowe.

— Klej biurowy — do sklejanego papieru.

— Klej „Kapturek” — do papieru, w słoikach szklanych z nasadką gumową do nakładania kleju.

— Klej „Buwi” — do papieru i odbitek fotograficznych, biały, w tubach.

— Klej „Uniwersal” — do papieru, metali, tkanin i tworzyw sztucznych — w tubach.

Z PRAKTYKI KONSTRUKTORA

1. Rysunek techniczny

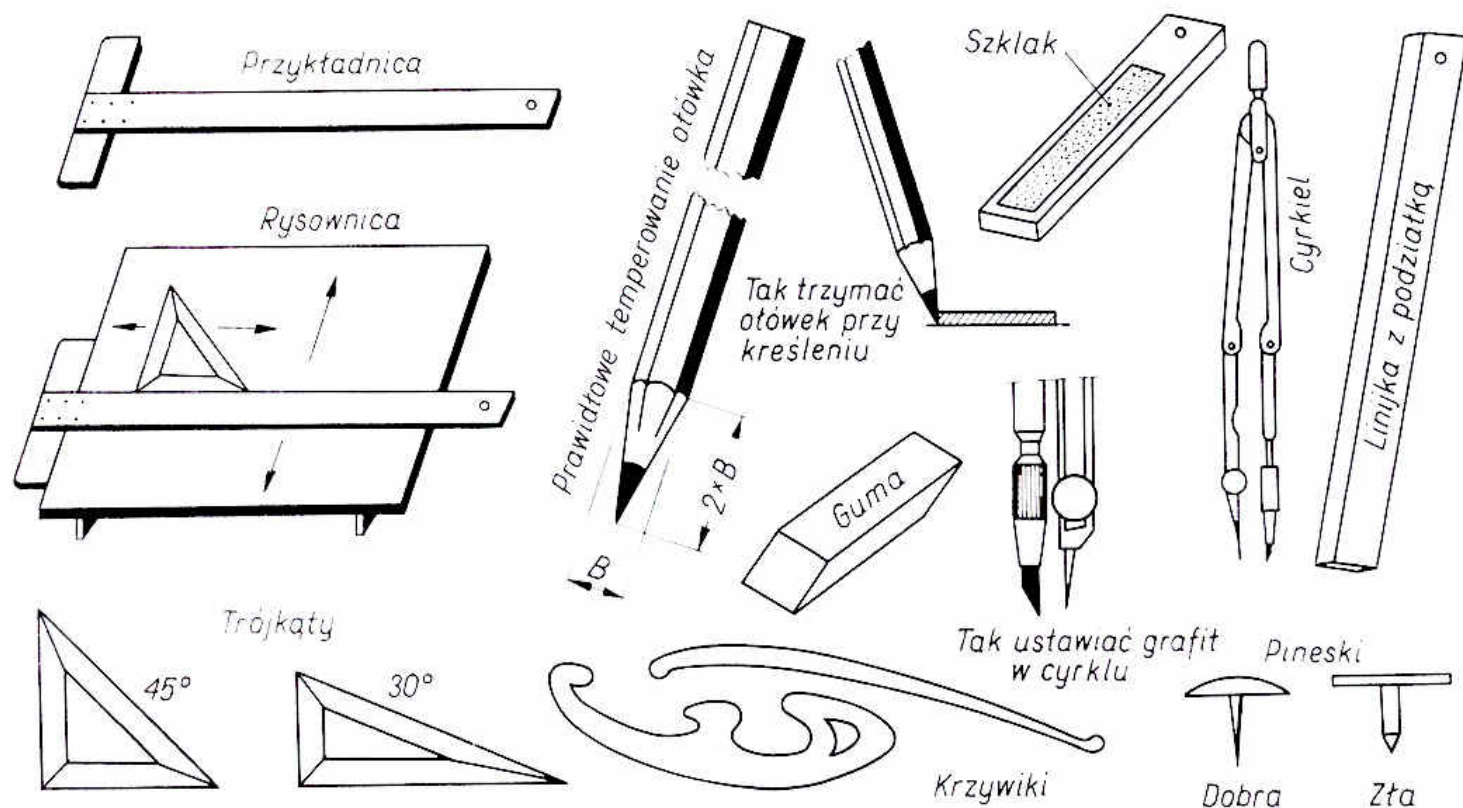
Bez dobrze wykonanego rysunku warsztatowego nie ma mowy o zbudowaniu czegokolwiek. Rysunek jest nie tylko uplastycznieniem myśli, jest również międzynarodowym sposobem porozumiewania się tak w dziedzinie sztuki, jak i techniki.

W rozdziale tym, oczywiście, nie będą omawiane wszystkie zagadnienia rysunku technicznego, gdyż sprawy te są rozważane w specjalnych podręcznikach. Zestawione tu wiadomości ograniczają się

czasem od jakości rysunku zależy poprawność wykonania i własności konstruowanego modelu.

Zanim zaczniemy zgłębiać wszystkie tajemnice kreślenia, musimy zapoznać się z głównymi narzędziami naszej pracy. Wymienione dalej narzędzia należy nabywać tylko w pierwszorzędnym wykonaniu — wtedy będą one służyły długie lata. W przeciwnym razie częste wydatki na zakup uszkodzonych przyborów na pewno wywoła zaniechęcenie i osłabi skromny uczniowski budżet.

A oto zestawienie narzędzi kreślarskich: rysow-



Rys. 4-1. Podstawowe przyrządy kreślarskie

jedynie do określeń, z którymi styka się w swojej praktyce młody konstruktor — modelarz.

Bardzo często początkujący modelarze wykonują rysunki niestarannie i bez znajomości zasad. Tym-

nica, przykładnica, dwa trójkąty 45 i 30°, krzywki, ołówki, guma, cyrkiel, liniał i pineski (rys. 4-1).

Ołówki oznaczone symbolem „B” mają grafity miękkie, „F” — średnie, a „H” — twarde; w przy-

Znormalizowane wymiary arkuszy papieru

Oznaczenie formatów	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
	mm							
Wymiary papieru	880 × 1230	625 × 880	440 × 625	330 × 440	240 × 330	165 × 240	120 × 165	90 × 120
Wymiary papieru po obcięciu	840 × 1188	594 × 840	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210	105 × 148	74 × 105
Wielkość obrzeży „a”	10	10	10	10	5	5	5	5

padku oznaczeń cyfrowych, bardzo miękkiej ołówki ma cyfrę 1, średni — 2, 3 i tak dalej, aż do twardych z numerem 5, 6, 7.

Poszczególne gradacje dzielą się na różne twardości, na przykład 2H, 2B, 4H itd. Do szkicowania odręcznego, do wstępnego opracowania modelu — tak z grubsza, używamy ołówek miękki (nr 2 lub HB), do kreślenia na kalce technicznej ołówek twardszy, np. 3—5H, a do kreślenia na papierze używamy ołówek o średniej twardości, np. 2—3H.

Jak poprawnie zatemperować ołówek oraz sposób prowadzenia grafitu ołówka przy linijce pokazano na rysunku 4-1. Do ostrzenia używamy kawałka papieru szklanego, naklejonego na deseczkę, lub zużytego pilnika. Uzupełnieniem kompletu narzędzi może być grafion i cyrkiel, służący do wykreślenia rysunków w tuszu. Ze względu jednak na to, że w praktyce modelarskiej wykonuje się przeważnie rysunki w ołówku, technikę kreślenia tuszem pominiemy.

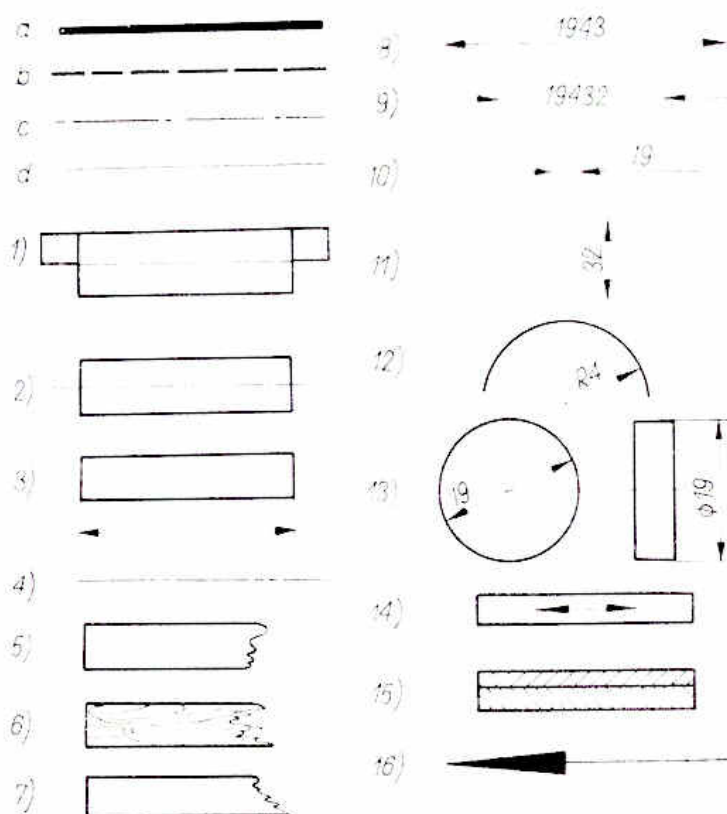
Zapoznaliśmy się już z narzędziami, obecnie przechodzimy do papieru, na który będziemy przenosić nasze zamierzenia konstruktorskie. Rysunki szkicowe projektów wstępnych można wykonać na dowolnym papierze o obojętnym formacie, gdyż szkice te są dopiero podstawą do wykonania właściwego rysunku wykonawczego. Natomiast rysunek wykonawczy kreślimy już na papierze (lub kalce) lepszej jakości o formacie znormalizowanym. Normalizacja ta ma na celu ułatwienie przechowywania rysunków i zwiększa w znacznym stopniu oszczędność papieru. Znormalizowane wymiary arkusza według Polskich Norm podane są w tablicy 8. Należy zawsze stosować podane w tablicy formaty, dobierając arkusz do wielkości modelu lub odwrotnie. Mowa tu naturalnie o rysunkach modeli średniej wielkości, gdyż dla modeli większych należy dobierać proporcjonalnie większy format.

Modele, których rysunki nie muszą być wykonane w wielkości naturalnej, można kreślić w odpowiedniej podziałce, którą przewidują również Polskie Normy. A więc dysponujemy podziałkami zwiększającymi dany detal: 10 : 1, 5 : 1, 2 : 1, wielkości naturalnej i zmniejszające: 1 : 2,5, 1 : 5, 1 : 10,

1 : 20, 1 : 100, 1 : 200. Należy posługiwać się wymienionymi skalami, gdyż to ułatwi nam odczytywanie rysunków w przyszłej pracy zawodowej.

Obecnie zapoznamy się pokrótce z techniką kreślenia, a więc z poprawnym stosowaniem na rysunku różnych rodzajów i grubości linii, z przyjętym i znormalizowanym liternictwem oraz wymiarowaniem, tak aby nasz rysunek był dla każdego zrozumiały.

Spójrzmy na rysunek 4-2, na którym pokazano zasadnicze cztery rodzaje linii, jakie są używane



Rys. 4-2. Przykłady zastosowania linii przy wykonywaniu rysunków technicznych

do kreślenia. Literą *a* oznaczono pełną, grubą linię, służącą do rysowania widocznych konturów przedmiotów. Grubość linii konturowej zależy od podziałki, w jakiej rysujemy dany przedmiot, a więc jest dowolna i służy za punkt wyjścia do wyboru następnych linii (*b*, *c*, *d*) pomocniczych. Polskie Normy ustalają wyraźnie stosunek linii pomocniczych do linii konturowej.

Linia przerywana (b, tzw. kreskowa), stosowana jest do rysowania zarysów niewidocznych, zakrytych: grubość jej powinna wynosić 1/2 grubości linii konturowej.

Linia przerywana z kropkami (c, tzw. punktowa), służy do wykreślania osi danego przedmiotu i grubość jej powinna wynosić 1/4 grubości linii konturowej. W końcu linia cienka ciągła (d) służy do kreślenia linii wymiarowych i innych pomocniczych. Grubość — 1/6 linii konturowej.

Należy dodać, że wszystkie wymienione rodzaje linii nie mogą być cieńsze niż 0,1 mm.

Na rysunku 4-2 pokazano kilka zastosowań różnych linii, które napotyka w swej pracy młody konstruktor.

Na rysunku pod pozycją 1 widzimy zastosowanie linii przerywanej, która wyobraża na przykład dolną, niewidoczną krawędź beleczki, oklejonej kawalkiem sklejk. Linie osiową widzimy pod pozycją 2. Linia tego rodzaju pokazuje od razu, że dany przedmiot jest symetryczny, tzn. z obu stron linii ma jednakowe wymiary. Stosuje się ją praktycznie przy wykreślaniu każdej symetrycznej części i osi danego przedmiotu. Zastosowanie linii pomocniczej i wymiarowej widzimy pod pozycją 3. Kontur przedmiotu, który wymiarujemy, ograniczamy dwiema liniami cienkimi (tzw. wynoszącymi), do których dotyczą końce strzałek linii wymiarowej. Pod pozycją 4 przedstawiono linię umowną, którą można stosować do zobrazowania na przykład pokrycia płaszczyzny nośnej papierem w widoku z przodu, z tym że na rysunku trzeba zaznaczyć, co taka linia ma przedstawiać.

Często zdarza się, że dany element trzeba „urwać” na rysunku, aby zmieścić go na arkuszu. Wtedy stosujemy linie odręczne, które dla metalu przybierają kształt falisty (poz. 5), dla drewna — ostro postrzępiony (poz. 6) i wreszcie dla papieru — jak poz. 7. Na pozycji 8 widzimy prawidłowe umieszczenie liczby wymiarowej nad linią wymiarową. Pozycje 9 i 10 ilustrują, w jaki sposób umieścić wymiar, gdy nie starczy miejsca do prawidłowego przeprowadzenia linii.

Wszystkie napisy na rysunkach należy tak umieszczać, aby można je było odczytać wygodnie wprost lub od prawej strony (poz. 11). Przy wymiarowaniu łuków, które tworzą część koła, przed wymiarem stawiamy literkę R (oznaczającą promień, poz. 12).

Pod pozycją 13 pokazano wymiarowanie średnicy koła w widoku z przodu i z boku. Przed wymiarem średnicy w widoku z boku należy zawsze podawać znaczek pokazany na rysunku. Jest to symbol oznaczający średnicę.

Często na rysunkach konstrukcyjnych latawców

zaznacza się ze względów wytrzymałościowych kierunek słoików drewna. Kierunek słoików oznacza się strzałką (poz. 14).

Cheąc wyraźnie zaznaczyć na przekroju, że dana konstrukcja składa się z dwóch części, stosujemy kreskowanie różnokierunkowe (poz. 15). Wreszcie na zakończenie pokazano drobiazg, ale ważny — prawidłowy rysunek strzałki wymiarowej (poz. 16).

Z ogólnych uwag można wymienić kilka zasadniczych:

- linie wymiarowe powinny być umieszczone poza konturem przedmiotu, aby nie zaciemniały rysunku,
- linie wymiarowe nie powinny przecinać linii wynoszących i odwrotnie,
- linie wymiarowe nie powinny się w miarę możliwości przecinać.

Uzupełniając powyższe wskazówki warto zalecić stosowanie pisma znormalizowanego, którym należy się posługiwać przy opisywaniu rysunku, pamiętając o tym, że najpiękniejszy rysunek brzydko opisany traci na wyglądzie i źle świadczy o wykonawcy.

Jeśli pragniemy oznaczyć nasz model — stosujemy napisy. Wzór pisma blokowego, doskonale nadającego się dzięki prostocie i odpowiednim proporcjom do estetycznego „opisywania” modeli pokazano na rysunku 4-3. Litery podano na krótko, co ułatwia dowolne powiększanie.

Do wykreślania rysunku bardziej trwałego należy posługiwać się dobrym, czarnym tuszem. Do kreślenia linii stosujemy grafion i odpowiednią



Rys. 4-3. Wzór pisma do wykorzystania przy oznakowaniu latawców

wkładkę do cyrkla oraz cienkie piórko. Podczas kreślenia tuszem, które następuje dopiero po wykonaniu rysunku w ołówku, należy pamiętać o ważnym i ułatwiającym pracę szczególe: najpierw wykreślamy wszystkie koła, łuki i inne krzywe, a potem dopiero łączymy je liniami prostymi. Nigdy odwrotnie. Kreślić można na dobrym, białym papierze lub kalce kreślarskiej. Na kalce rysujemy również wtedy, gdy chcemy otrzymać dużą liczbę odbitek z oryginału.

Istnieją wyświetlarnie, gdzie można zamówić

z rysunku na kalce dowolną liczbę odbitek na papierze światłoczułym lub odbitek kserograficznych. Metoda ta chroni oryginał i umożliwia dostarczenie planów większej liczbie modelarzy. Trzeba jeszcze dodać, że również rysunki ołówkowe można w ten sposób kopiować, przy czym poleca się wszelkie napisy oraz liczby wymiarowe kreślić tuszem; odpowiednim piórkiem do tuszu albo stalówkami z płaskim czubkiem, zwanymi w handlu „redisówkami”, różnej grubości (od 0,5 do 5 mm). Odbitki można przechowywać w rolkach lub też w segregatorach, po uprzednim złożeniu na format A-4.

Przystępujemy obecnie do praktycznej nauki rysowania figur, które mają zastosowanie w konstrukcjach latawców.

Definicje geometryczne omawianych poniżej wielokątów radzimy przypomnieć sobie ze szkolnego podręcznika geometrii, gdyż umiejętności kreślenia tych figur nabywa się jedynie po dokładnym zaznajomieniu się z ich konstrukcją.

Najprostszym kształtem jest prostokąt. Prostokątem jest czworobok, mający boki przeciwległe równe i równoległe oraz wszystkie kąty proste. Możemy go wykreślić mając dane:

- dwa boki nierównoległe,
- bok i przekątną,
- przekątną i kąt zawarty między przekątnymi.

Powierzchnię prostokąta znajdujemy, mnożąc przez siebie długości boków.

Na rysunku 4-4 pokazano różne figury i sposób ich wykreślenia. Do najprostszych należą obrysy 1, 2, 3 i 4; ich wymiary zależą od przeznaczenia i typu

ostatnim przypadku kształt zmienia się z „kanciasatego” na wieloboczny, zbliżony do koła lub owalu.

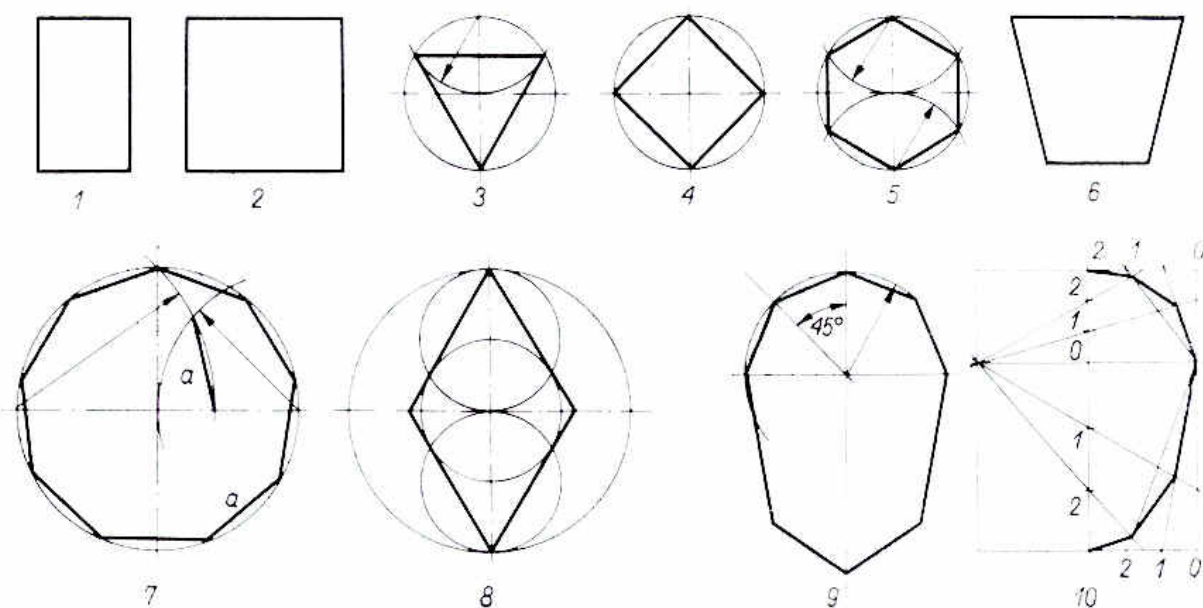
Punktem wyjścia do wykreślenia obrysów 3, 4, 5, 7, 8 jest promień koła; obrysy te można więc wykreślić za pomocą cyrkla i liniału.

Obrysy 1, 2, 3, 4, 5 i 6 nie przedstawiają najmniejszej trudności przy ich wykonaniu. Objaśnienia wymaga natomiast konstrukcja dziewięciokąta foremnego 7.

Gdy znamy promień koła, rysujemy go i wykreślamy dwie osie, wzajemnie prostopadłe. Następnie z punktu leżącego z lewej strony na przecięciu się poziomej osi z okręgiem koła zataczamy łuk przechodzący przez punkt przecięcia się pionowej osi z okręgiem. Z kolei zataczamy łuk promieniem koła, z punktu leżącego z prawej strony na przecięciu osi z okręgiem, aż do przecięcia się z łukiem uprzednio wykreślonym. Otrzymany odcinek „a” jest bokiem dziewięciokąta foremnego. Bok ten odkładamy za pomocą cyrkla wzdłuż okręgu koła, otrzymując żądany wielokąt. Trzeba zaznaczyć, że jest to wprowadzicie sposób przybliżony, ale w praktyce wystarczająco dokładny.

Często konieczne jest wykreślenie rombu 8. Znając wysokość i szerokość tej figury można ją wykreślić, gdy średnica koła opisanego jest wysokością, a średnica koła małego (wpisanego) tworzy szerokość rombu.

Na obrysie 10 widzimy konstrukcję wielokąta, gdy znamy jego wysokość i szerokość. Punktem wyjścia jest tu prostokąt z dwiema osiami, przy czym położenie osi poziomej zależy od kształtu



Rys. 4-4. Konstrukcje wielokątów

modelu. Obrysy 3, 4, 5 i 7 są figurami foremnymi; obrysy 9 i 10 są obrysami złożonymi. Na obrysie 10 pokazano sposób wykreślenia wielokąta nieforemnego przy wiadomej wysokości i szerokości. W tym

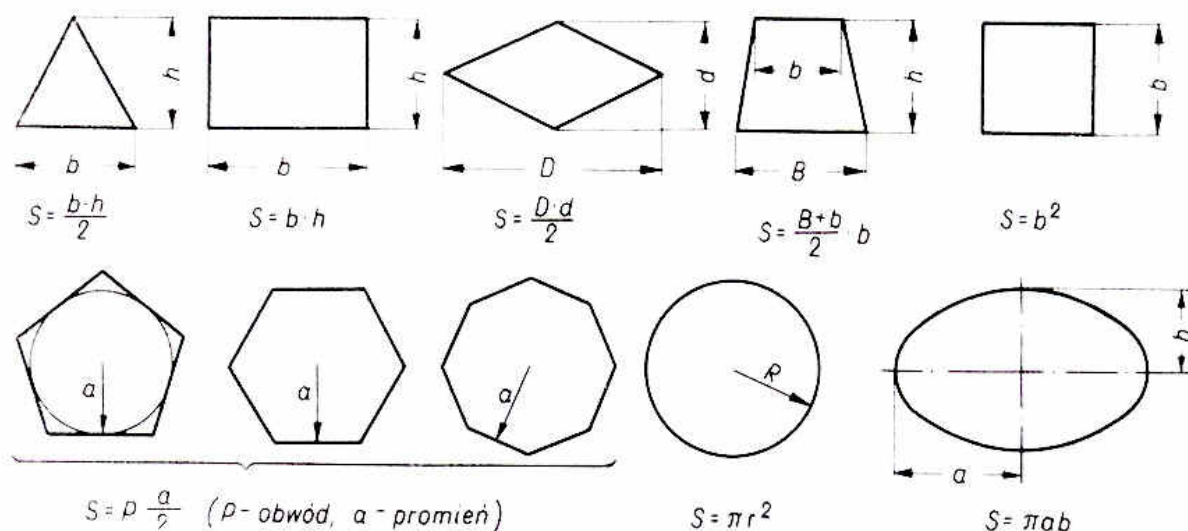
przekroju kadłuba. Przecięcie się osi jest punktem zerowym, od którego w górę i w dół dzielimy pionową oś symetrii na dowolną liczbę równych odcinków.

Analogicznie dzielimy górny i dolny bok prostokąta, na przyjętą poprzednio liczbę równych odcinków w danej ćwiartce prostokąta.

Proste poprowadzone z lewej i prawej strony osi poziomej, przechodząc przez odpowiednie punkty podziałowe, krzyżują się, wyznaczając obrys poszukiwanego wielokąta.

nie zamienić na prostokąty w ten sposób, aby trójkąty znajdujące się wewnątrz i na zewnątrz krzywej miały jednakową powierzchnię. Przykład — pola zakreślone na rysunku.

Obecnie wystarczy obliczyć powierzchnię każdego w powyższy sposób otrzymanego prostokąta oraz zsumować wyniki, aby otrzymać pole całej figury.



Rys. 4-5. Podstawowe wzory do obliczania powierzchni niektórych figur

W omawianym przykładzie, dla lepszej przejrzystości rysunku, wykreślono tylko połowę obrysu.

Zrozumiałe jest, że na im więcej odcinków podzielimy osie, tym figura przybiera kształt bardziej zbliżony do owalu. Przesuwając oś poziomą w górę lub w kierunku środka oraz zmieniając wysokość i szerokość kadłuba, otrzymamy obrys bardziej zbliżony bądź do elipsy, bądź do koła.

2. Obliczanie powierzchni

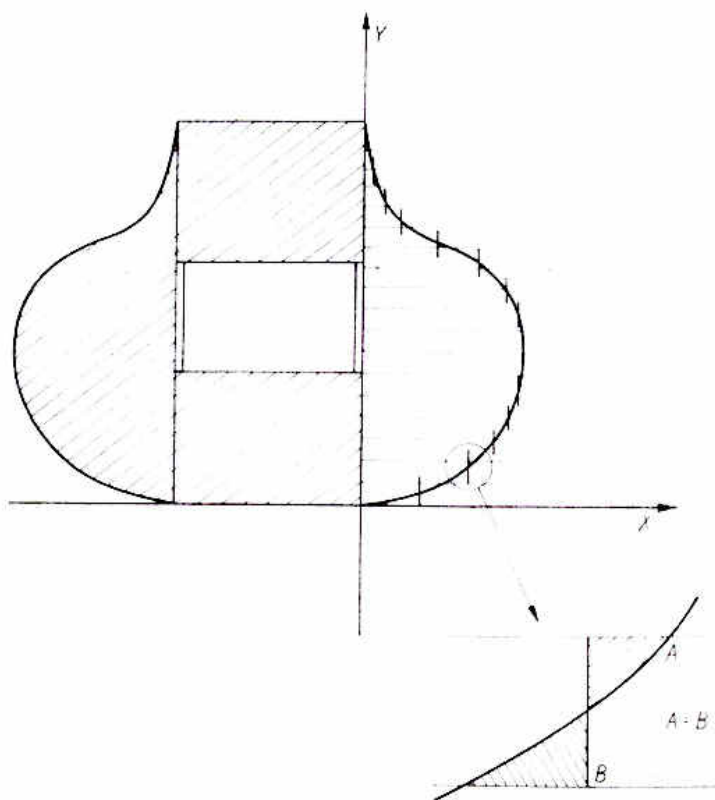
Obliczanie powierzchni różnych figur nie nastrocza specjalnych trudności, zakładając, że posiadamy podstawowe wiadomości z algebry i geometrii. Dla przypomnienia jedynie podajemy zestawienie kilku charakterystycznych figur wraz z wzorami do obliczania ich powierzchni (rys. 4-5). Nie zawsze jednak mamy do czynienia z figurami, których powierzchnie dadzą się szybko obliczyć.

Na rysunku 4-6 widzimy dość oryginalny obrys płaszczyzny. Jak obliczyć jej powierzchnię? Dla naszego użytku nadaje się w zupełności metoda podana na rysunku. Jest ona wystarczająco dokładna do obliczania dowolnych powierzchni. Całą powierzchnię podzielono na poziome, jednakowej wysokości pasy (dolną część podzielono jeszcze na połowę ze względu na charakterystyczny przebieg krzywej dolnej).

Rysunek tego rodzaju najlepiej wykonać na papierze milimetrowym, przez co uzyskuje się zwiększoną dokładność. Wykreślone pasy należy następ-

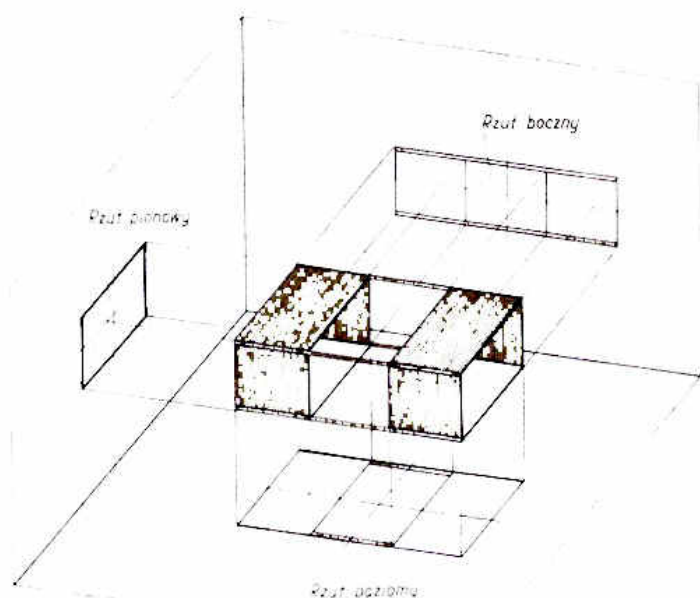
Zrozumiałe, że aby uniknąć niepotrzebnych przebiegów i niedokładności, metodę tę stosujemy do obliczania powierzchni figur w wielkości naturalnej. Powierzchnie nośne obliczamy zazwyczaj w decymetrach kwadratowych (dm²).

Aby dostatecznie dokładnie przedstawić na rysunku daną konstrukcję, nie wystarcza wykonać sam obrys. Na oddzielnym rysunku podano zasadę rzutowania przedmiotów. Do jednoznacznego okre-



Rys. 4-6. Sposób obliczania powierzchni o obrysach nie-regularnych

ślenia kształtów nie wystarcza rysunek, na przykład w widoku z boku; potrzebne są co najmniej trzy rzuty: z przodu, z boku i z góry, a często trzeba się posługiwać przekrojami niektórych części czy specjalnym widokiem danej części, aby móc przedstawić projektowany latawiec czy jego część z wszelkimi szczegółami.



Rys. 4-7. Zasada rzutowania; tak można narysować latawiec, umieszczając jego trzy rzuty na płaszczyźnie papieru. Trzy podstawowe rzuty odpowiednio zwymiarowane wystarczają do zbudowania określonej konstrukcji

Na rysunku 4-7 widzimy latawiec, którego trzy rzuty umieszczono na trzech płaszczyznach, tak jak to się czyni w rysunkach technicznych.

3. Celowość budowy

Konstrukcję nazwiemy celową, jeśli poszczególne jej części spełniają swoje zadania. Nie będzie zatem celowe zbudowanie wielkiego latawca, jako powiększenie na przykład dziesięciokrotne małego latawca papierowego. Ani tworzywo nie nadaje się do takiego eksperymentu, ani też wyniki lotu nie mogą być zadowalające. Inaczej przecież podchodzimy do konstrukcji miniaturowej, szkolnej, a inaczej do latawca przeznaczonego na zawody czy do doświadczeń fizycznych. Jednym słowem, każda określona konstrukcja wymaga określonego materiału o odpowiedniej wytrzymałości, każdy latawiec jest przeznaczony do pewnego określonego celu i trudno wymagać, aby spełniał absolutnie wszystkie wymagania.

Jeszcze jedna ważna sprawa. Jest nią właściwy dobór materiałów. Aby duża płaszczyzna nośna nie uległa uszkodzeniu czy zwichrowaniu podczas lotu, skłonni jesteśmy stosować jak najgrubsze przekroje listew i beleczek, ba, chętnie nieraz pokrywali-

byśmy latawiec blachą stalową (!), gdyż zdaniem niektórych, tylko masywne belki podłużnic czy dźwigarów są w stanie wytrzymać obciążenia, jakim poddawany jest latawiec w locie. Otóż nie bardzo błędnego, jak tego rodzaju poglądy. Gruba ponad potrzebę beleczka nie uchroni latawca przed awarią; przeciwnie — taka belka zaszkodzi całej konstrukcji. Technicy mówią w takim przypadku, że konstrukcja jest przewymiarowana. Dodajmy — i niepotrzebnie ciężka.

Podstawą celowej budowy jest wykonywanie konstrukcji bardzo lekkich i jednocześnie wytrzymałych. Jest to złota reguła wszystkich zresztą konstrukcji lotniczych. I chyba nie tylko.

Ktoś określił konstrukcję celową jako piękną. W istocie, jeśli mamy do czynienia z poprawnie i celowo wykonanym przedmiotem, obojętne, czy to jest stół, telewizor, czy latawiec, to powiemy, że taki przedmiot jest piękny: ani za gruby, ani za cienki, ma zachowane prawidłowe proporcje w kształcie i barwie. Chodzi o to, abyśmy potrafili osiągnąć doskonałość w wykonywaniu pięknych, celowych konstrukcji.

Jeśli idzie o estetykę konstrukcji, poważną rolę odgrywa ostateczne jej wykończenie: pomalowanie, oznakowanie i oklejenie. Chodzi o jak najlepszy dobór barw, cyfr i liter czy gatunku pokrycia. Warto pamiętać, że i tutaj celowość odgrywa ważną rolę. Najpiękniejsze pokrycie ze śnieżnobiałego papieru może się okazać niekorzystne na przykład na zawodach w konkurencji wysokościowej: latawiec po prostu zniknie na tle białych chmur. Bardziej celowe będzie zastosowanie pokrycia o barwach jaskrawych: czerwonych, pomarańczowych, żółtych lub srebrzystych (odbijających promienie słońca).

Również umiar jest ważny. Modelarz, któremu wydaje się, że naklejenie na latawiec wszystkich możliwych ozdób, rysunków i napisów uświetnia jego konstrukcję, jest w błędzie. Taka metoda raczej szkodzi niż pomaga rozwijaniu estetyki.

Oczywiście, nie należy przypuszczać, że wszystkie uwagi tu wypowiedziane mają na celu zahamowanie jakiejkolwiek fantazji i pomysłowości. Lotnictwo przecież narodziło się z fantazji i ciągle korzysta z niej w swym nieprzerwanym rozwoju. Dlatego też, jeśli mowa o celowości i estetyce, nie oznacza to, że wszystkie konstrukcje mają być budowane według jednego schematu, dobrze już poznanego. Nie bardziej szkodliwego, jak trzymanie się schematów.

Nawet w naszych konstrukcjach modelarskich szukamy stale, nieustępliwie nowych rozwiązań, coraz lepszych. To jednak zupełnie nie przeszkadza w staraniach, aby były one zawsze celowe i piękne.

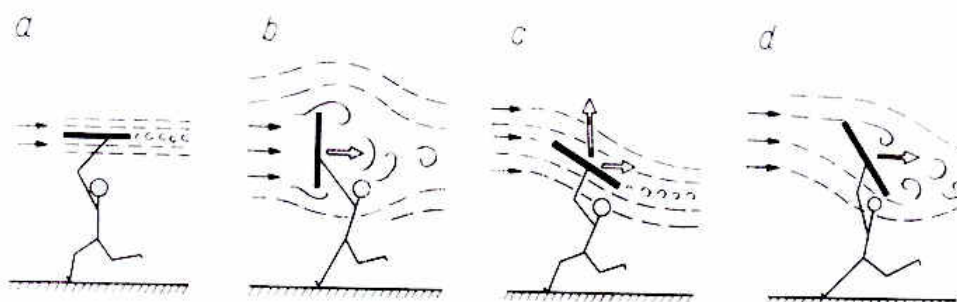
1. Krótki kurs teorii lotu

W podstawowej klasyfikacji statków powietrznych ustalonej przez Polskie Normy, latawcem jest aerodyna bez napędu silnikowego, unosząca się tylko na uwięzi. Wyjaśnić trzeba, iż mianem aerodyn obejmuje się statki powietrzne, które mogą unosić się w atmosferze wskutek dynamicznego oddziaływania powietrza na nieruchome lub ruchome względem statku powierzchnie nośne.

Omówimy teraz podstawy teorii lotu latawców, niezbędne minimum wiadomości, które mogą być pomocne przy pracach praktycznych i ułatwią w pewnym stopniu eksploatację modeli miniatury statków powietrznych, tak aby latały jak najlepiej.

Z życia codziennego wiemy, że podczas wichury jest bardzo trudno iść pod wiatr. Nawet potocznie

Wyjdźmy w czasie wietrznej pogody na placyk, trzymając oburącz arkusz sklejk czy tektury, np. o rozmiarach 100×50 cm (rys. 5-1). Ustawmy naszą płytkę przed sobą, prostopadłe do ziemi. Zauważymy, a właściwie sami odczujemy, z jak dużą siłą wiatr stara się przycisnąć płytkę do naszych piersi. Płytkę, ustawioną prostopadłe do kierunku wiatru, stawia więc duży opór prądowi powietrza. Spróbujmy teraz zmienić położenie płyty, przechylając ją coraz bardziej aż do położenia poziomego. Podczas przechylania płyty stwierdzimy, że opór jej zmniejsza się, a z chwilą gdy płytę ustawimy pod kątem $10 \div 20^\circ$ do poziomu — odczujemy, że płyta nam się wyrывa z rąk do góry. Jeżeli płytę ustawimy poziomo dokładnie w kierunku strug wiatru, to nie odczujemy żadnego oddziaływania wiatru i z łatwością już utrzymamy płytę przed sobą.



Rys. 5-1. Doświadczenie z płaską płytką

a — płytka ustawiona poziomo — mały opór, b — płytka ustawiona prostopadłe — duży opór, c — płytka ustawiona pod pewnym kątem stara się unieść w powietrze, d — przy zbyt dużym kącie płytka ponownie stawia duży opór

mówi się: „wiatr był tak silny, że zbijał z nóg”. Istotnie, poziome ruchy powietrza zwane wiatrem wywierają duży nacisk na nasze ciało, które stawia opór utrudniając nam chodzenie pod wiatr. Opór ten możemy zaprząć do pracy przy wzlocie latawców.

W jaki sposób? Otóż, aby lepiej zrozumieć zjawisko oporu, które wykorzystuje się do udźwigu latawca, wykonajmy następujące doświadczenie.

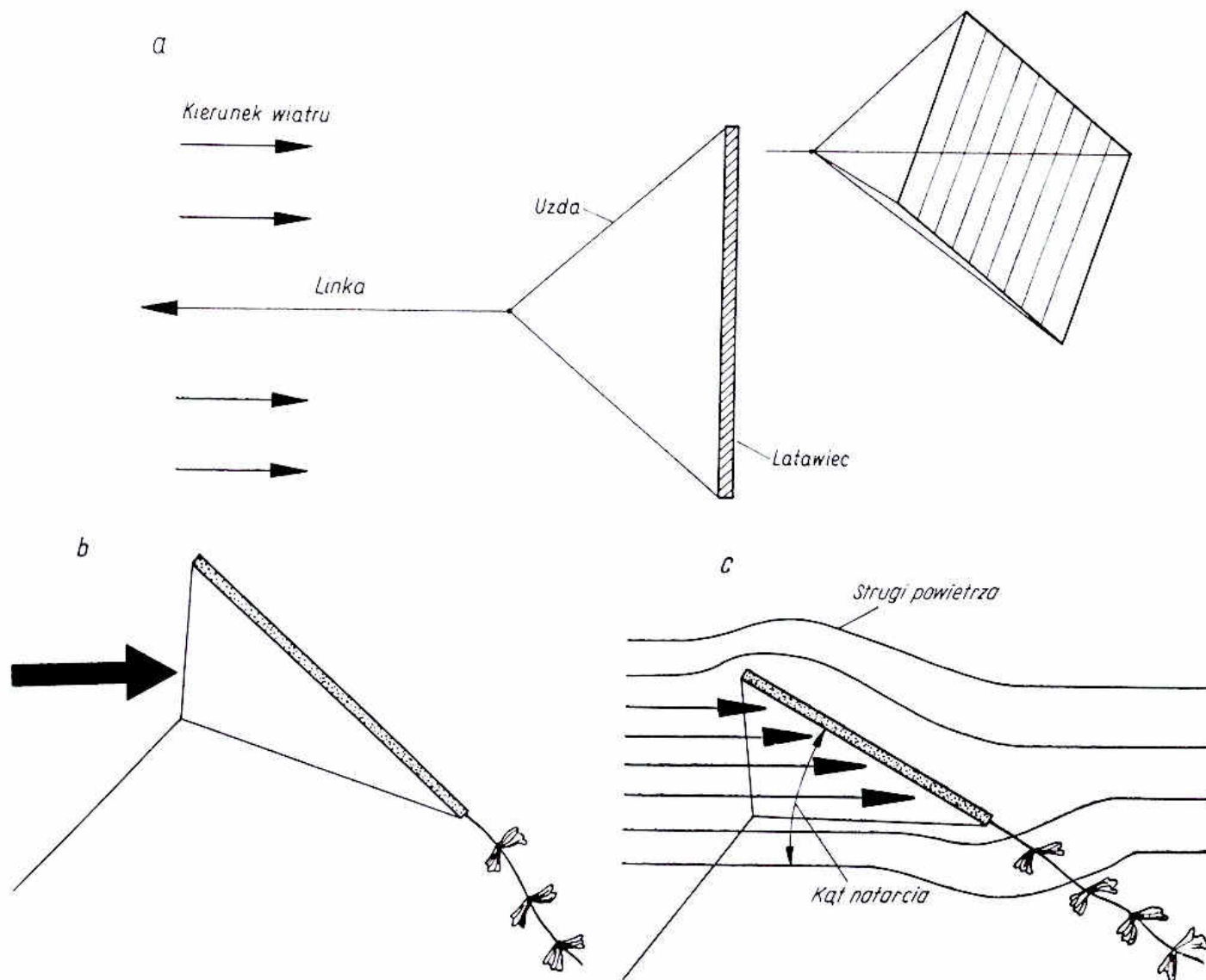
Na tym prostym doświadczeniu poznaliśmy zjawisko oporu, czyli siły aerodynamicznej. Możemy jeszcze raz poprobować i stwierdzimy, że płyta będzie miała tendencję do wzlotu tylko przy nachyleniu jej pod pewnym kątem do poziomu. Tylko wówczas powstanie udźwig — siła nośna, gdy płyta znajdzie się pod niewielkim kątem w stosunku do strug powietrza — do wiatru. Kąt ten nazywa się w lotnictwie kątem natarcia.

Najlepiej przekonamy się o znaczeniu kąta natarcia na gotowym latawcu. Przyjmijmy, że wykonaliśmy prosty latawiec płaski i do jego czterech rogów przywiązaliśmy tzw. uzdę składającą się z czterech nitek równej długości. W środku (w tzw. ognisku uzdy) przymocowaliśmy nitkę holowniczą — i latawiec gotowy (rys. 5-2).

Spróbujmy taki latawiec wypuścić. Mimo silnego wiatru, mimo że biegniemy z nim długo, latawiec nie wzniesie się ponad naszą głowę, gdyż ustawiony powierzchnią prostopadłe do kierunku wia-

powietrze porusza się względem latawca, czy też latawiec porusza się względem powietrza. Aby powstała siła nośna, potrzebny jest ruch strug powietrza dookoła latawca, co można uzyskać albo biegnąc z latawcem, kiedy nie ma wiatru, albo wykorzystując wiatr opływający stojący w miejscu latawiec (rys. 5-3).

Oczywiście, znacznie wygodniej jest stać w miejscu i puszczać latawiec podczas ruchu powietrza (wiatru) niż biec z latawcem w celu wywołania siły nośnej, tym bardziej że potrzebna szybkość



Rys. 5-2. Jeśli w latawcu wszystkie linki uzdy będą miały jednakową długość, taki (a) latawiec nie uniesie się. Dopiero gdy uzda zostanie prawidłowo związana (b) latawiec zostanie ustawiony pod kątem natarcia (c), umożliwiającym powstanie siły nośnej

tru, nie wytworzy żadnej siły nośnej (podobnie, jak to było z płytą), stawia jedynie opór. Jeżeli zaś wykonamy uzdę inną, w której linki przednie będą krótsze, a tylne dłuższe, wówczas latawiec nasz będzie miał odpowiedni kąt natarcia względem strug poruszającego się powietrza, udźwig będzie większy od oporu i ciężaru konstrukcji — latawiec zacznie się wznosić.

Należy przy tym pamiętać, że obojętne jest, czy

biegu przy pogodzie bezwietrznej zależy od rodzaju latawca. Latawiec bardzo lekki wymaga niewielkiej siły nośnej, można więc wówczas biec z niewielką prędkością — ale w przypadku latawca ciężkiego szybkość względem powietrza musi być odpowiednio duża, aby siła nośna przewyższała ciężar i opór latawca.

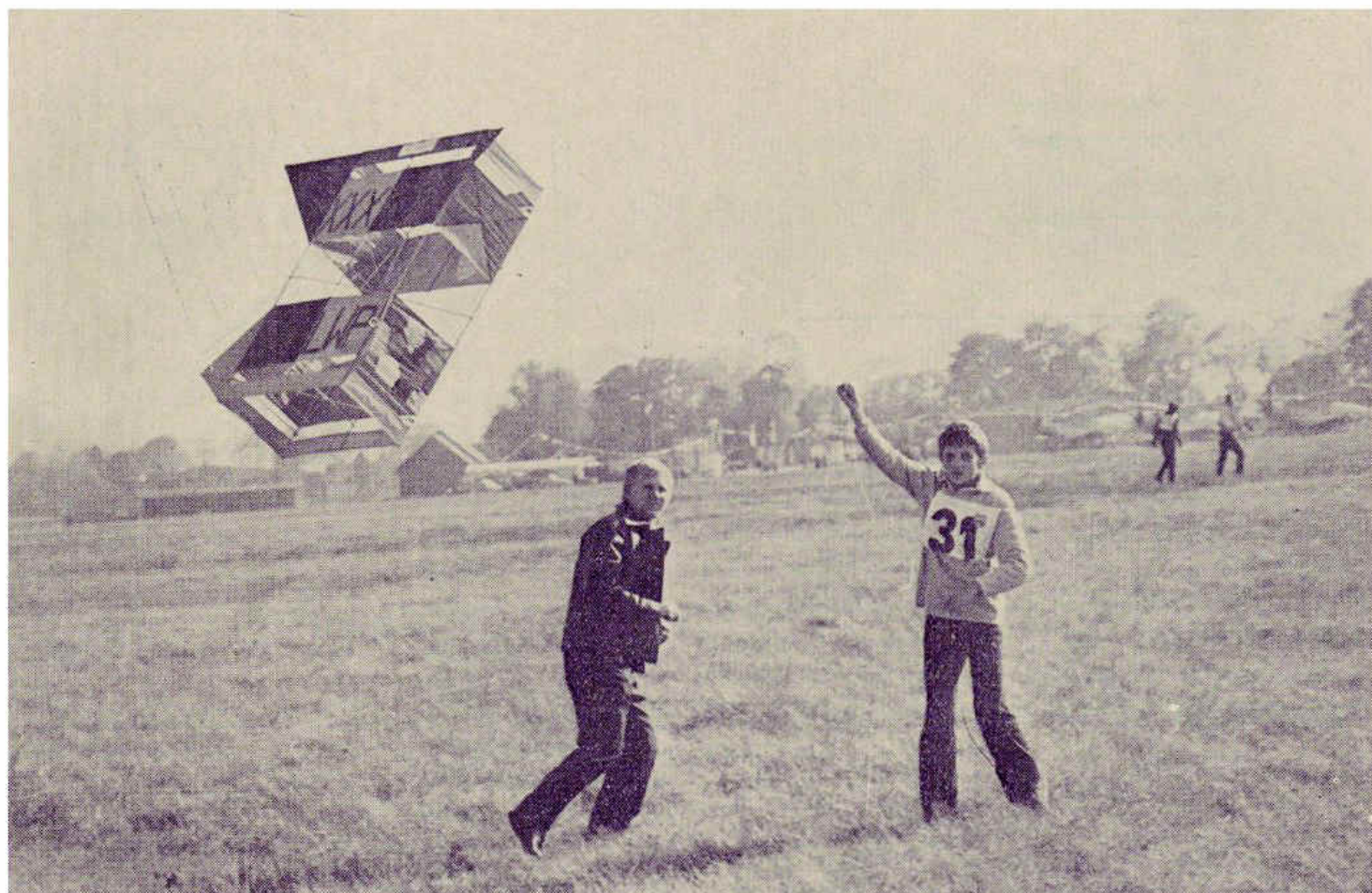
Latawiec utrzymuje się w powietrzu dzięki odpowiedniej płaszczyźnie — płaskiej płytce, usta-

wionej pod określonym kątem. Warto jednak bliżej zapoznać się ze środowiskiem, w którym porusza się latawiec, to znaczy z powietrzem.

Powietrze, mimo że jest przezroczyste i niewidoczne, ma pewną gęstość i pewną masę — można je ścisnąć, inaczej mówiąc — zgęszczać lub też rozrzedzać. Zagęszczenie powietrza obserwujemy na przykład podczas pompowania dętki rowerowej. Rozrzedzenie powietrza można zaobserwować podczas znanego powszechnie zabiegu „stawiania baniek” chorem.

nać po stawie, musimy się przez tłum cząsteczek przepychać, tzn. musimy wiosłować z dużą siłą i to z siłą tym większą, im szybciej się łódź porusza. Tłum cząsteczek w wodzie jest gęstszy niż w powietrzu (gdyż woda jest gęstsza niż powietrze), a więc siła, z jaką musimy sobie torować drogę w wodzie jest większa niż w powietrzu. Zarówno jednak woda, jak i powietrze podlegają tym samym prawom fizycznym.

Jednak prędkość, z jaką człowiek chodzi, jest nieduża, więc siła potrzebna do rzepchnięcia nie-



Rys. 5-3. Obojętne, czy biegniemy z latawcem podczas pogody bezwietrznej czy też stoimy nieruchomo, gdy wieje silny wiatr. Aby powstała siła nośna, niezbędny jest ruch powietrza wokół płaszczyzn albo ruch płaszczyzn względem powietrza

O masie powietrza moglibyśmy się z łatwością przekonać ważąc na precyzyjnej wadze butelkę z powietrzem i bez powietrza. Doświadczenie to wykaże, że naczynie, z którego wypompowaliśmy powietrze, będzie ważyło mniej niż naczynie z powietrzem.

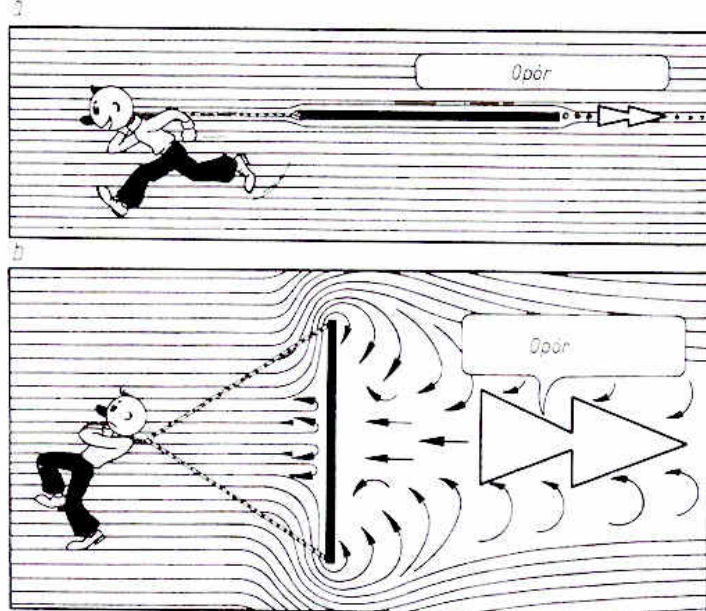
Wyobraźmy sobie następującą sytuację. Olbrzymią salę wypełnia tłum ludzi. Jeżeli przed końcem na przykład przedstawienia ktoś z zebranych będzie usiłował nagle wyjść z sali, musi się przepychać przez cały tłum z dużą siłą. Otóż powietrze możemy przyrównać do tłum gęsto stłoczonych cząsteczek, które można wyobrazić sobie w postaci bardzo drobnych kuleczek. Jeszcze gęstszy tłum tworzą cząsteczki wody. Jeżeli chcemy łodzią pły-

źniętą po stawie, musimy się przez tłum cząsteczek przepychać, tzn. musimy wiosłować z dużą siłą i to z siłą tym większą, im szybciej się łódź porusza. Tłum cząsteczek w wodzie jest gęstszy niż w powietrzu (gdyż woda jest gęstsza niż powietrze), a więc siła, z jaką musimy sobie torować drogę w wodzie jest większa niż w powietrzu. Zarówno jednak woda, jak i powietrze podlegają tym samym prawom fizycznym.

Jednak prędkość, z jaką człowiek chodzi, jest nieduża, więc siła potrzebna do rzepchnięcia nie-

zbyt zwartego tłum cząsteczek powietrza jest niewielka i zazwyczaj jej nie odczuwamy. Gdy jednak szybkość ruchu jest znaczna, a więc gdy jedziemy na rowerze, koleją lub samochodem, siła potrzebna do rozepchnięcia cząsteczek powietrza jest już duża i wystarcza np. do zerwania kapelusza z głowy — i wyraźnie daje się odczuć, jako nacisk na twarz lub rękę wystawioną na zewnątrz pędzącego pociągu.

Siłę, jaka powstaje, gdy przedmiot porusza się w powietrzu, nazywamy siłą aerodynamiczną.

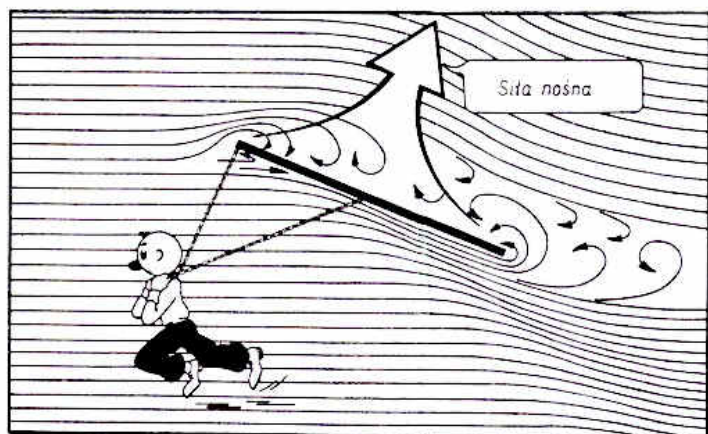


Rys. 5-4. Tak można wyobrazić sobie ruch strug powietrza opływających płaską płytkę
a — ustawioną równolegle, b — prostopadle do kierunku ruchu

cząstek powietrza. Ten drugi przypadek jest również dobrze znany z codziennego życia, w postaci siły, jaką wywiera wiatr na stojące drzewa, idącego przechodnia czy jadącego rowerzystę.

Wyobraźmy sobie ruch powietrza jako strumień; w tym strumieniu posuwa się płytka — arkusz sklejk. Co się dzieje wówczas? Otóż przed płytą tworzą się wiry, zgęszczenie strumienia, powstaje opór. Za płytą powstaje natomiast ssanie wskutek tego, że strumień powietrza „wyboczył się” i w tym miejscu powstało rozrzedzenie powietrza (rys. 5-4b). Z płytą w ten sposób ustawioną trudno jest się poruszać. Jeżeli teraz płytę nachylimy pod pewnym kątem (zwanym kątem natarcia) do strumienia powietrza, to przekonamy się, że płytka ma skłonność do podnoszenia się wzwyż (rys. 5-5).

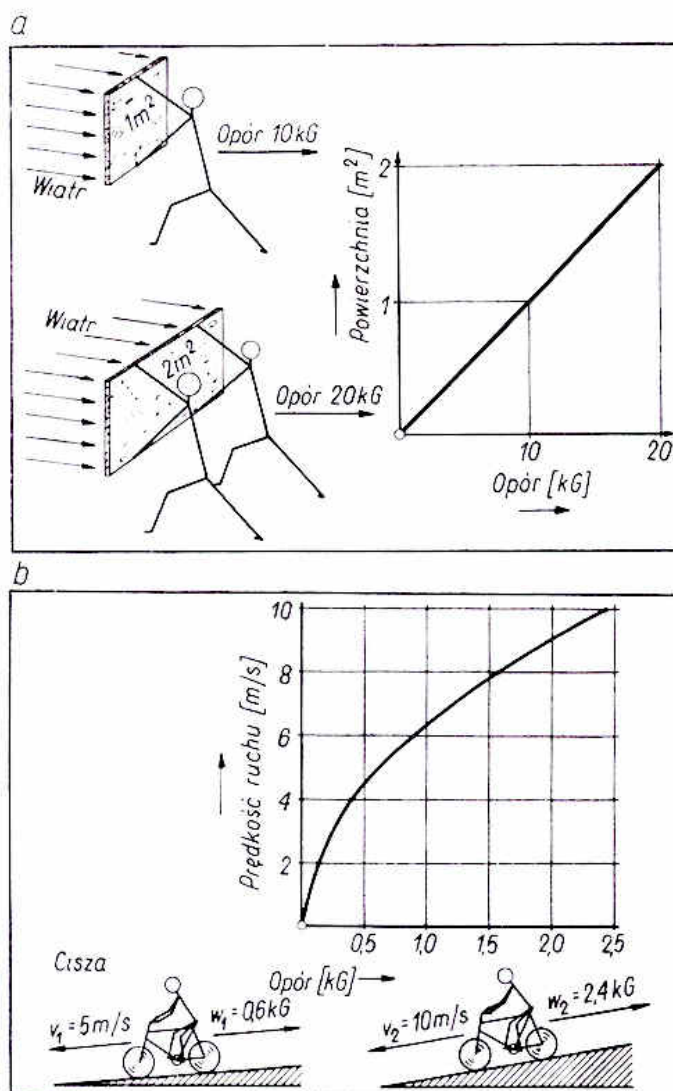
Dlaczego tak się dzieje? Strugi powietrza, opływając nachyloną płytę, zgęszczają się na spodzie, wypychając płytę do góry, a na górnej części płytki powstaje ssanie, strugi są „wyboczone”. Za pomocą płytki opór został zaprzęgnięty do pracy. Opór,



Rys. 5-5. Gdy płytka ustawiona jest pod pewnym kątem, opór będzie mały, a siła nośna duża. Wielkość siły ilustruje strzałka

który działa prostopadle do płytki, rozkłada się na dwie składowe: siłę nośną (udźwig) i opór czołowy. W ten sposób utrzymuje się w powietrzu prosty latawiec.

Jeśli omówione doświadczenia z arkuszem tektury zechcemy powtórzyć w ten sposób, że wytniemy płytkę dwa razy większą od poprzedniej i ustawimy ją prostopadle w strumieniu wiatru, to



Rys. 5-6. Zależność oporu od wielkości płaszczyzny. Zwróćmy uwagę, że przy powierzchni płytki $1 m^2$ opór wynosi 10 kG, natomiast przy powierzchni $2 m^2$ opór wzrasta do 20 kG. Sytuację ilustruje wykres (a). Opór zależy nie tylko od wielkości powierzchni, ale również od prędkości ruchu (b). Jeśli rowerzysta porusza się z prędkością 5 m/s, to opór jego wynosi 0,6 kG, ale przy dwukrotnie większej prędkości opór wzrasta do kwadratu

stwierdzimy, że i siła niezbędna do utrzymania wzrosła. Gdybyśmy mogli zmierzyć opór, jaki stawia nowa płytka, to okazałoby się, że jest on dwukrotnie większy od oporu, jaki stawia płytka dwukrotnie mniejsza (rys. 5-6).

Wieloletnie doświadczenia i liczne pomiary dowiodły, że siła aerodynamiczna, która działa na poruszające się w powietrzu ciało, a więc i na latawiec, zależy od następujących parametrów: kształtu latawca, kąta ustawienia go względem kierunku ruchu, powierzchni latawca, gęstości powietrza oraz

od prędkości ruchu latawca w kwadracie (do drugiej potęgi).

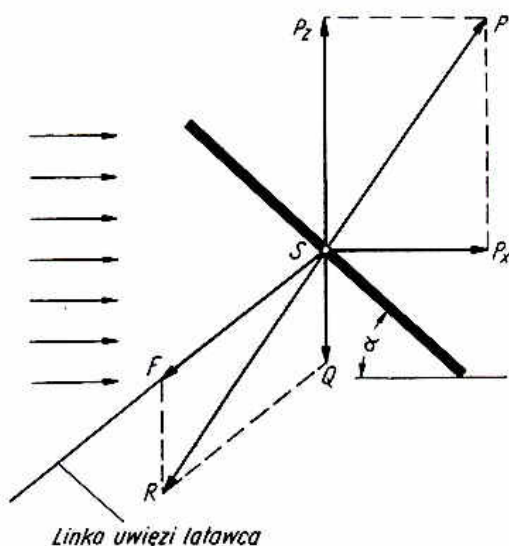
Zależność tę można dla przejrzystości przedstawić w formie wzoru:

$$P = c \cdot S \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad [\text{kG}] \quad (1)$$

gdzie:

- P — siła aerodynamiczna w kG,
- c — bezwymiarowy współczynnik siły aerodynamicznej,
- S — powierzchnia latawca w m^2 ,
- ρ — gęstość powietrza w $\text{kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$,
- v — prędkość ruchu latawca w m/s .

Każdą siłę można rozłożyć na składowe, po prostu aby przekonać się, co spowodowało powstanie takiej, a nie innej wartości tej siły. Aerodynamicy rozkładają siłę wypadkową P na dwie składowe: siłę oporu P_x i siłę nośną P_z . Siła oporu przeszkadza ruchowi i ma kierunek poziomy, równoległy do kierunku ruchu, siła nośna zaś pomaga — nie się poruszające się ciało i ma kierunek pionowy, prostopadły do kierunku ruchu.



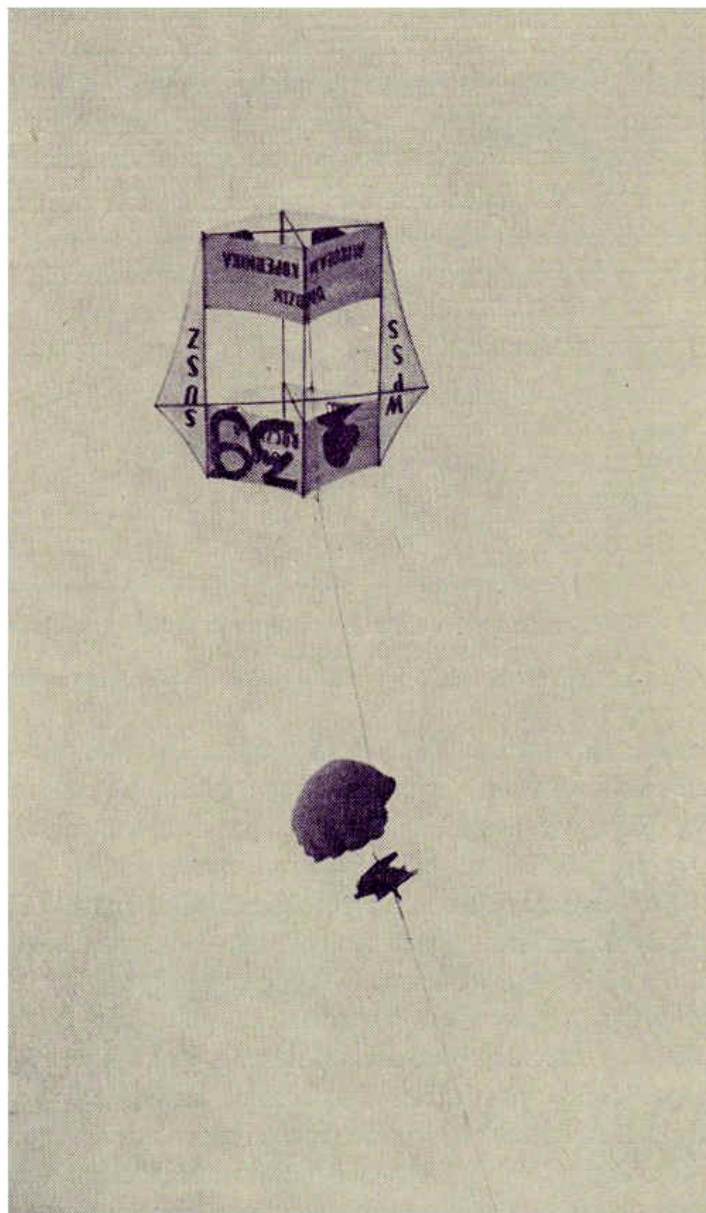
Rys. 5-7. Rozkład sił aerodynamicznych działających na płaszczyznę latawca

Wartość tych sił można obliczyć za pomocą wzoru (1), dodając odpowiedni symbol (indeks) przy sile i współczynniku (siła nośna P_z , współczynnik siły nośnej c_z ; opór P_x , współczynnik oporu c_x).

Współczynnik siły nośnej zależy od kąta natarcia. Doświadczalnie przyjmuje się, że w zakresie kątów natarcia $10 \div 15^\circ$ współczynnik siły nośnej c_z wynosi około 0,32, a gęstość powietrza ρ (do uproszczonych obliczeń) wynosi $0,125 \text{ kG} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$. Przyjmując te wartości jako stałe można uprościć wzór na siłę nośną latawca, wstawiając od razu jeden tylko współczynnik, gdyż $0,125 \cdot 0,32 = 0,04$, stąd:

$$P = 0,04 \cdot S \cdot v^2 \quad [\text{kG}] \quad (2)$$

Aby latawiec mógł utrzymać się w powietrzu, siła nośna powinna być równa jego całkowitemu



Rys. 5-8. Jeśli siła nośna jest większa od ciężaru latawca może on udźwignąć dodatkowe obciążenie

ciężarowi (tzn. ciężarowi konstrukcji latawca łącznie z ciężarem linki holowniczej), albo jeszcze lepiej, siła nośna powinna być większa od ciężaru latawca. W tym ostatnim przypadku latawiec jest w stanie unieść pewien ładunek (np. model szybowca, aparat fotograficzny itp.).

Jeśli znamy ciężar całkowity latawca (w kG) i jego powierzchnię nośną (w m^2), łatwo ustalimy prędkość wiatru niezbędną do wzlotu latawca:

$$v^2 = \frac{P}{0,04 \cdot S} = 25 \frac{P}{S} \quad (3)$$

skąd

$$v = 5 \sqrt{\frac{P}{S}} \quad (4)$$

Jeśli na przykład ciężar latawca wraz z hołem wynosi 3 kG, a powierzchnia 10 m^2 , to niezbędną prędkość wiatru obliczymy podstawiając do wzoru wartości $P = 3$, $S = 10$;

$$v = 5 \sqrt{\frac{3}{10}} = 5 \sqrt{0,3} \approx 2,75 \text{ m/s}$$

Taka zatem jest konieczna prędkość wiatru.

Przypuśćmy, że zamierzamy obciążyć nasz przykładowy latawiec pewnym ładunkiem i interesuje nas przy jakiej prędkości wiatru będzie możliwy jego wzlot. Jeśli ciężar ładunku wyniesie 6 kG, to całkowity ciężar latawca powiększy się $6 + 3 = 9$ kG.

Według uproszczonego wzoru otrzymamy:

$$v = 5 \sqrt{\frac{9}{10}} = 5 \cdot 0,95 = 4,75 \text{ m/s}$$

a więc płaszczyzna naszego latawca zdolna jest do udźwignięcia podanego ładunku, ale prędkość ruchu latawca względem powietrza (lub odwrotnie) musi się prawie dwukrotnie zwiększyć.

Stosunek P/S umieszczony pod pierwiastkiem we wzorze (4) jest tzw. obciążeniem jednostkowym powierzchni nośnej. Wskazuje on, ile kG ciężaru przypada na 1 m^2 powierzchni latawca. Jeśli zatem latawiec waży 3 kG i ma powierzchnię 10 m^2 , to obciążenie jednostkowe Q wyniesie $3/10 = 0,3 \text{ kG/m}^2$. Znając obciążenie jednostkowe możemy jeszcze uprościć wzór (4):

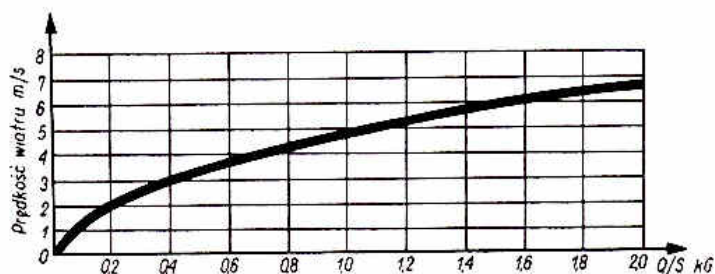
$$v = 5 \sqrt{Q} \quad (5)$$

W praktyce wygodnie jest zamiast obliczeń posługiwać się opracowaną uprzednio tabelą lub wykresem. Oto zestawienie wartości obciążenia jed-

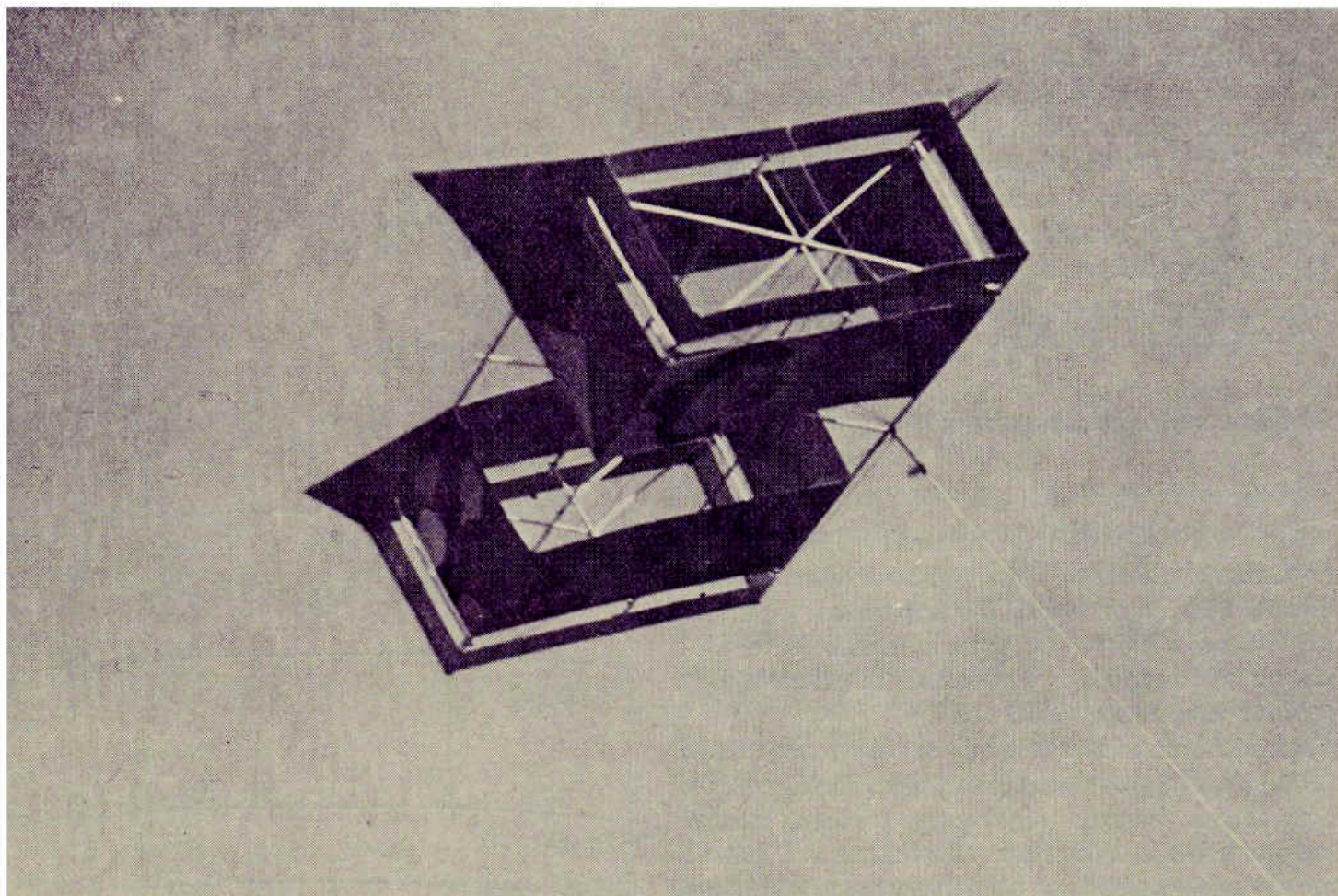
nostkowego płaszczyzny nośnej latawca dla danej minimalnej prędkości wiatru:

prędkość wiatru m/s	obciążenie jednostkowe kG/m ²	prędkość wiatru m/s	obciążenie jednostkowe kG/m ²
1	0,04	7	2,0
2	0,16	8	2,5
3	0,4	9	3,2
4	0,5	10	4,0
5	1,0	11	4,8
6	1,4	12	5,8

Bardziej efektywnie można przedstawić powyższą zależność na wykresie (rys. 5-9). Na osi rzędnych naniesiono prędkości wiatru, a na osi odciętych — wartości obciążenia jednostkowego.



Rys. 5-9. Wykres ilustrujący zależność obciążenia jednostkowego płaszczyzn nośnych od prędkości wiatru



Rys. 5-10. Dodatkowe płaszczyzny (skrzydełka) zwiększające siłę nośną

Na podstawie tabeli lub wykresu możemy określić orientacyjnie, na jaką wysokość może się wznieść dany latawiec. Trzeba jedynie znać ciężar latawca i ciężar bieżącego metra linki holowniczej. Jeśli siła nośna latawca przy danym wietrze wyniesie na przykład 450 G, a ciężar latawca wynosi 250 G, to na ciężar linki przypada 200 G. Jeśli teraz znamy ciężar 1 m bieżącego zastosowanego holu, to łatwo obliczymy, ile metrów linki stanowi 200 G i jak wysoko polecą latawiec. Zaznaczyć trzeba, że jest to rachunek bardzo przybliżony, bowiem linka na ogół zwisa pod wpływem wiatru i wysokość wzlotu latawca będzie znacznie mniejsza od obliczeniowej. W dalszych rozdziałach został omówiony sposób pomiaru wysokości metodą bardziej dokładną.

Siła nośna latawca jest wprost proporcjonalna do jego powierzchni. Dlatego też latawce skrzynkowe wyposażone są w dodatkowe powierzchnie (małe skrzydła), zwiększające powierzchnię, a zatem i udźwig.

Latawiec płaski musi mieć ogon, który pełni ważną funkcję. Jest jakby automatem utrzymującym powierzchnię latawca pod zadaniem najkorzystniejszym kątem natarcia. Ogon latawca jest niejako sterem wysokości, jeśliby porównywać układ konstrukcyjny latawca do układu samolotu. Znany uczony francuski, prof. Albert Ducroq, twierdzi iż latawiec jest przykładem urządzenia samoregulującego się, a zatem cybernetycznego.

Latawiec skrzynkowy, który ma płaszczyzny oddalone na pewnej długości ramieniu, nie wymaga stosowania ogona obciążającego tylną część konstrukcji, gdyż uzda wielolinkowa zapewnia zachowanie określonego kąta natarcia.

Nie jest przy tym obojętne, gdzie zwiążemy uzdę, czyli jak umieścimy tzw. ognisko. Ognisko powinno znaleźć się pod miejscem, w którym przyłożona jest wypadkowa siła nośna.

2. Meteorologia „latawcowa”

Własności powietrza

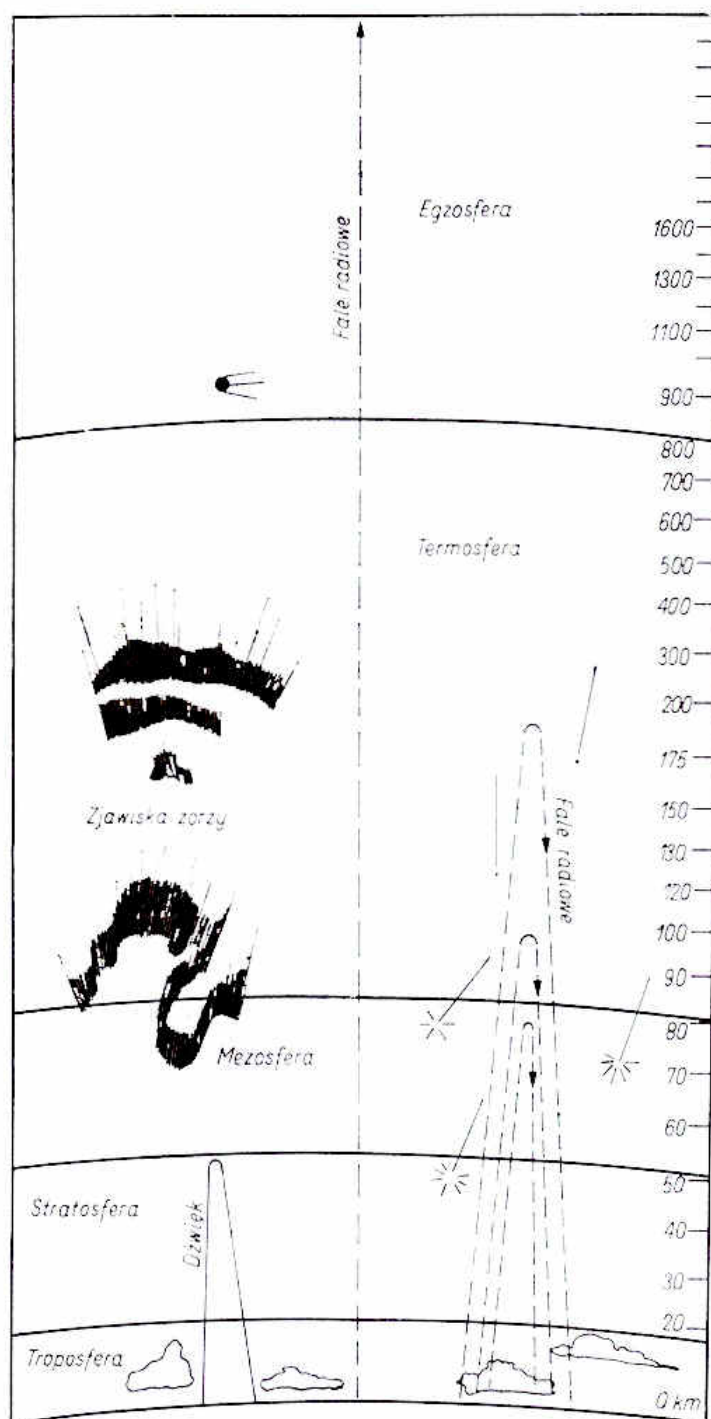
Latawce, podobnie jak inne małe i duże statki powietrzne, poruszają się w atmosferze otaczającej ziemię. Dlatego też ważne jest zapoznanie się z tym ośrodkiem, z którym co prawda mamy do czynienia na co dzień, ale być może nie zawsze zdajemy sobie sprawę z jego właściwości.

Atmosfera ziemska jest mieszaniną gazów: tlenu (21%) i azotu (78%) oraz niewielkiej ilości argonu, bezwodnika kwasu węglowego, wodoru, neonu, kryptonu, helu i ksenonu. Powietrze ma pewną masę, która zależy od ciśnienia atmosferycznego i temperatury. Na przykład w temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$

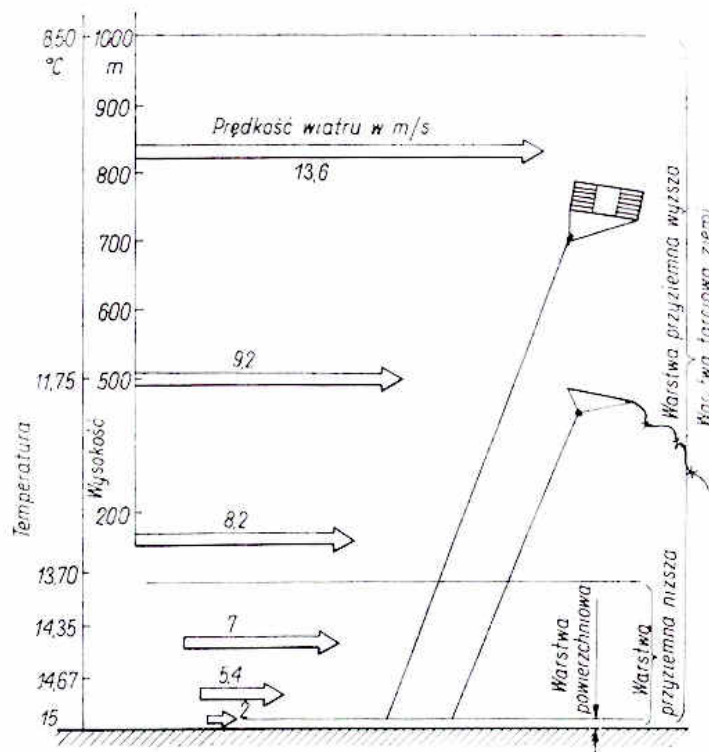
i ciśnieniu 760 mm Hg masa 1 m^3 powietrza wynosi 1,2928 kg. Tuż przy ziemi powietrze jest znacznie gęściejsze niż na dużych wysokościach. Łatwiej jest ciepłe i rzadkie, zimną zaś chłodne i gęste.

Temperatura powietrza zmienia się także z wysokością, niezależnie od pory roku. Średnio co 100 m wysokości temperatura obniża się o około 1°C .

Pionowy przekrój atmosfery do wysokości 5000 m pokazano na rysunku 5-11; zaznaczono tu różne rodzaje chmur. Na rysunku 5-12 pokazano przekrój nieco niższych warstw atmosfery, do których docierają latawce amatorskie. Pokazano podział poszczególnych warstw przyjęty w meteorologii. Warstwa najniższa — tarciowa — znajduje się na wysokości od 0 do 15 m. Na rysunku naniesiono prędkości wiatrów na różnych wysokościach (są to wartości średnie) oraz temperaturę.

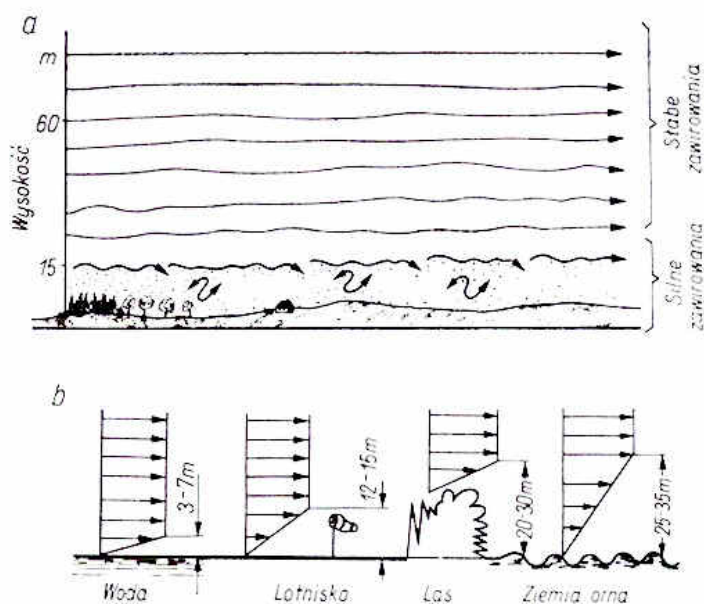


Rys. 5-11. Pionowy, schematyczny przekrój atmosfery



Rys. 5-12. Schematyczny przekrój atmosfery, gdzie już docierają latawce amatorskie. Zaznaczono temperaturę i prędkość wiatru

Na rysunku 5-13 pokazano, co się dzieje w najniższych warstwach atmosfery (tzw. przyziemnych lub dolnych), pokazano ruch strug powietrza nad podłożem oraz grubość warstwy powierzchniowej



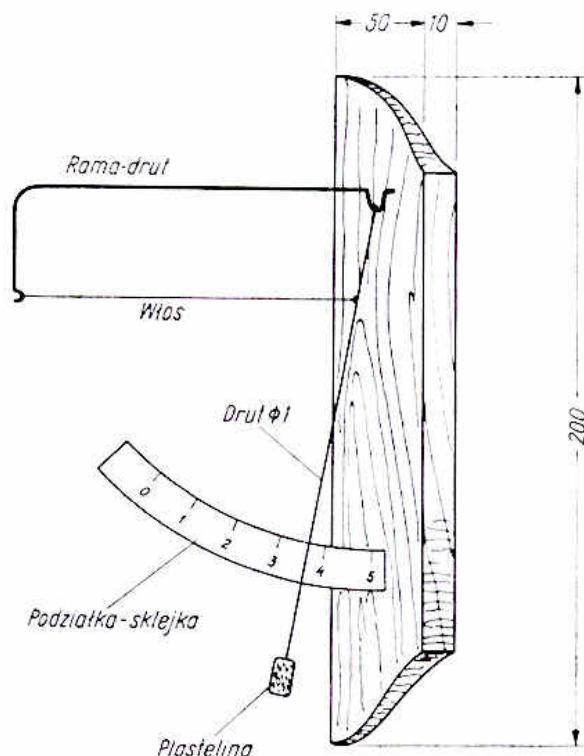
Rys. 5-13. Schemat przyziemnych warstw atmosfery
a — ruch strug powietrza, b — grubość warstwy powierzchniowej w zależności od podłoża

wej zależnie od rodzaju terenu. Inna jest grubość tej warstwy nad wodą, inna nad lasem czy ziemią orną.

Para wodna w atmosferze

Wilgotność powietrza. W powietrzu stale znajduje się pewna ilość pary wodnej. Zawartość pary wodnej w powietrzu określamy podając,

ile gramów pary wodnej mieści się w jednym metrze sześciennym powietrza (jest to tzw. wilgotność bezwzględna) lub określając stosunek ilości pary wodnej, znajdującej się w powietrzu, do ilości pary wodnej, która w tej samej temperaturze nasyca powietrze (jest to tzw. wilgotność względna). Wilgotność względną dla wygody obliczamy w procentach. Wilgotność względna powietrza, w którym nie ma ani odrobiny pary wodnej, wynosi 0%, a wilgotność względna powietrza nasyconego parą wodną (to jest we mgle, w chmurach itp.) wynosi 100%. Jeśli powietrze ma wilgotność względną rów-



Rys. 5-14. Higrometr włosowy możliwy do samodzielnego wykonania

ną 50%, oznacza to, że mogłoby ono zawierać w sobie jeszcze drugie tyle pary wodnej, ile jej zawiera.

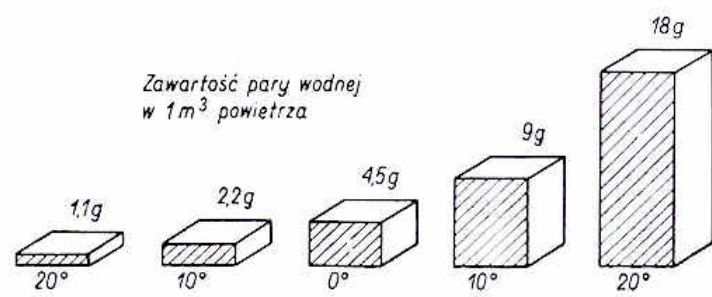
W powietrzu o małej wilgotności względnej możliwość tworzenia się chmur, a zatem i opadów, jest bardzo mała, natomiast w powietrzu mającym dużą wilgotność względną istnieje duże prawdopodobieństwo tworzenia się chmur.

Najprostszym przyrządem służącym do pomiaru wilgotności względnej jest tzw. higrometr włosowy, którego zasadniczą częścią składową jest włos (rys. 5-14). Włos ma tę właściwość, że wydłuża się wraz ze wzrostem wilgotności względnej i kurczy się przy jej spadku. Podobnie zachowuje się papierowe pokrycie latawca, które napręża się przy małej wilgotności względnej powietrza (kurczenie się papieru) i „marszczy” w powietrzu wybitnie wilgotnym.

Chmury i opady. Powietrze może zawierać tylko pewną ograniczoną ilość pary wodnej, zależną od temperatury; im wyższa jest tempera-

tura powietrza, tym więcej może ono zawierać pary wodnej. Jeśli przypatrzymy się rysunkowi 5-15, to zauważymy, iż powietrze nasycone parą wodną po oziębieniu go o 10°C może zawierać już tylko połowę pary wodnej, którą miało poprzednio, i odwrotnie — ogrzane o 10°C może pomieścić dwa razy więcej pary wodnej, aniżeli przed podgrzaniem.

Cóż wobec tego stanie się po oziębieniu powietrza z tą parą wodną, która nie może pomieścić się w powietrzu? Ten nadmiar pary wodnej musi wydzielić się w postaci rosy, osadów, mgieł, chmur i opadów. Chmury, opady, mgły, rosa i inne osady (np. szron) powstają więc wówczas, gdy powietrze się oziębia. Najważniejszą przyczyną oziębienia powietrza jest wznoszenie się mas powietrza ku górze, wówczas bowiem ciepło zawarte w powietrzu



Rys. 5-15. Zawartość pary wodnej w powietrzu

zużywa się na pracę potrzebną na rozszerzenie (wskutek obniżania się ciśnienia) wznoszącego się powietrza. Oziębienie wznoszącego się powietrza jest przyczyną tworzenia się chmur kłębiastych (cumulusów), które są częstymi gośćmi na niebie w cieplejszej porze roku, kiedy to najczęściej wypróbujemy własności lotne naszych modeli.

Jeśli już mowa o chmurach, to rozróżniamy dwa zasadnicze rodzaje chmur: kłębiaste (cumulus) i warstwowe (stratus). Chmury kłębiaste występują w postaci pojedynczych kłębow barwy białej lub sinej, tworzących się ponad terenami o różnorodnym podłożu, na granicy wody i piasku, pól i lasów itp. Pomiędzy chmurami kłębiastymi prześwitują przeważnie promienie słoneczne. Chmury warstwowe natomiast pokrywają jednolitą masą (powłoką) cały nieboskłon. Poza tym mamy jeszcze chmury o budowie przejściowej, zwane kłębiasto-warstwowymi (popularnie zwane „barankami”), oraz chmury pierzaste (cirrusy), unoszące się bardzo wysoko nad ziemią. Występują one w postaci delikatnych srebrzystych pasm, włókien, haczyków itp. Ukazywanie się chmur cirrusów wróży pogarszanie się pogody.

Gdy znajdujące się w chmurach kropelki deszczu lub śnieżynki staną się tak duże, że prądy wstępujące nie mogą już ich utrzymać w chmurze, wówczas spadają na ziemię jako opad deszczu,

śniegu lub gradu. Silny deszcz, obfity śnieg, a zwłaszcza grad świadczą więc o występowaniu w powietrzu silnych prądów pionowych.

Para wodna skrapla się nie tylko w powietrzu, lecz i na powierzchni ziemi — w postaci rosy. Rosa jest zjawiskiem nocnym, powstającym wskutek wypromieniowania przez ziemię ciepła w ciche pogodne noce. Jeśli wilgotność powietrza jest duża, to rosa tworzy się już wieczorem, zwłaszcza na liściach i źdźbłach traw. Rosa nie sprzyja puszczeniu latawców ze względu na możliwość zamoczenia pokrycia.

Tajniki wiatru

Kierunek i prędkość wiatru. Ruch powietrza jest najważniejszym czynnikiem, który wpływa na lot latawca. Ruchy powietrza równoległe do ziemi nazywamy wiatrami, a prostopadłe — prądami pionowymi. Aby wiedzieć wszystko o wietrze, trzeba znać jego kierunek i prędkość. Wiatrowi nadajemy nazwę tej strony świata, skąd wiatr wieje, na przykład wiatr wiejący z zachodu na wschód nazywamy wiatrem zachodnim itp. Prędkość wiatru w meteorologii podaje się nieraz w węzłach. Węzeł jest to jednostka prędkości równa prędkości $0,5\text{ m/s}$, łatwo więc przeliczyć ją na m/s dzieląc przez dwa. Prędkość w m/s możemy zamienić na prędkość w km/h , mnożąc liczbę m/s przez 3,6. Jeśli nie posługujemy się przyrządami, to prędkość wiatru możemy obliczyć obserwując objawy, jakie wywołuje wiatr.

Tablica 9

Srednie prędkości wiatru w warstwie od 0 do 500 m

Wysokość w m	0,05	0,25	0,50	1	2	15	30	120	250	500
Prędkość w m/s	1,3	2,0	2,5	2,8	3,3	4,7	5,4	7,0	8,3	9,5

Srednie prędkości i kierunki wiatrów w Polsce. W Polsce w znacznej mierze panują wiatry o niewielkiej stosunkowo prędkości. Wiatry o prędkości nie przekraczającej 5 m/s (ok. 20 km/h) stanowią w obszarach nadbałtyckich około połowę wszystkich wiatrów, w głębi kraju stanowią one 75% wszystkich wiatrów, a na Wyżynie Małopolskiej i w Karpatach stanowią 80, a nawet 90% wiatrów. Najwięcej cisz i bardzo słabych wiatrów, nie przekraczających prędkości 2 m/s , występuje na przestrzeni zawartej w czworoboku: Łódź-Częstochowa-Tarnów-Radom, natomiast największa liczba dni z bardzo silnym wiatrem, o prędkości większej niż 15 m/s , przypada na Wybrzeże. Dodajmy, że bardzo silne wiatry występują najczęściej zimą, a zwłaszcza w styczniu.

Nad Polską wieją wiatry z różnych kierunków, zależnie od pogody, jaka panuje w danym czasie. W każdej okolicy wiatry wieją najczęściej z jednego z kierunków, jest to tzw. przeważający kierunek wiatru. W Polsce przeważające kierunki wiatrów w poszczególnych miejscowościach niewiele różnią się między sobą. W czerwcu, lipcu, sierpniu i wrześniu zaznacza się w całym kraju zdecydowana przewaga wiatrów zachodnich (wiejących z zachodu). Począwszy od października lub listopada zaczyna się ujawniać wpływ prądów południowo-wschodnich, jednak mimo to wiatry zachodnie nadal przeważają, choć nie w takim stopniu jak w lecie.

Dobierając miejsca startu dla latawców należy brać pod uwagę kierunek wiatrów przeważający w danej okolicy oraz porę roku.

Dobowy przebieg prędkości wiatru. W czasie letniej, ładnej pogody wiatr wieje najślabiej rano. Począwszy od godziny 8.00 rano prędkość wiatru wzrasta i osiąga największe wartości około godziny 13.00 po czym prędkość wiatru maleje i przycicha niemal zupełnie około godziny 18.00. Poranny okres ściszenia wiatru często nie daje się, niestety, wykorzystać do puszczania latawców, gdyż przeszkadza rosa.

Warstwa powietrza, w której prędkość wiatru wzrasta w ciągu dnia, rozciąga się latem od ziemi do wysokości około 100 m, a zimą sięga tylko do 50 m. Ponad nią znajduje się 100÷200-metrowa warstwa przejściowa, powyżej której prędkość wiatru nocą jest największa, a dniem maleje, a więc warstwa, w której dobowa zmiana prędkości jest wprost przeciwna aniżeli przy ziemi.

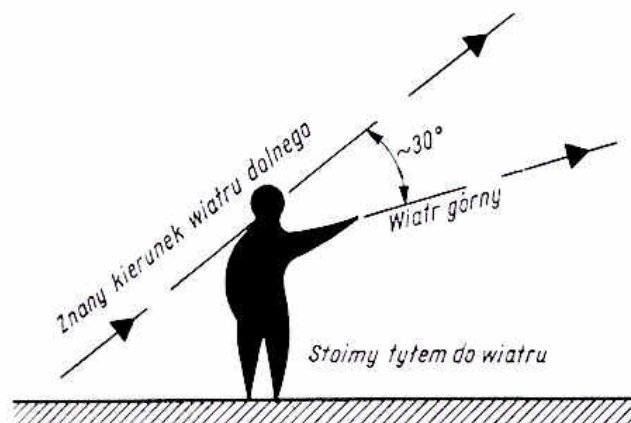
Zmiana prędkości i kierunku wiatru z wysokością. Wraz ze wzrostem wysokości zwiększa się prędkość wiatru, zwłaszcza w przyziemnej warstwie, gdzie powietrze przestaje być hamowane przez nierówności terenowe. Prędkość wiatru początkowo wzrasta bardzo szybko, po czym następuje powolny wzrost prędkości.

Na tablicy 9 widzimy, że od wysokości 5 cm ponad poziomem gruntu do wysokości 50 cm szybkość wiatru wzrosła prawie dwukrotnie, a więc o tyleż samo, o ile następnie wzrosła między wysokością 50 cm a wysokością 16 m, czyli na wysokości kilkadziesiąt razy większej. Cóż dopiero mówić o dwukrotnym przyroście prędkości (od 4,7 do 9,5 m/s), który nastąpił dopiero przy różnicy wysokości wynoszącej około 485 m.

Należy pamiętać, że w miarę wzrostu wysokości i zwiększania się prędkości wiatru zmienia się jednocześnie jego kierunek. Mianowicie, wiatr ze wzrostem wysokości skręca w prawo. Jeśli chcemy określić kierunek wiatru na wysokości pół kilome-

tra, to musimy ustawić się tak, aby wiatr wiał nam w plecy, następnie wyciągnąć przed siebie rękę i przesunąć ją w prawo o około 30° (o $1/3$ kąta prostego). Ręka wskaże kierunek wiatru (rys. 5-16). Sposób prosty, ale praktyczny.

Porywistość. Lot latawca zależy nie tylko od prędkości i kierunku wiatru, lecz i od tego, czy strugi powietrza płyną względnie spokojnie, czy



Rys. 5-16. Praktyczny sposób określania wiatru górnego

też burzliwie. Wiatr, podobnie jak i strumień wody, w dwóch przypadkach zatracą spokojny bieg: jeśli zwiększymy jego prędkość lub jeśli postawimy na jego drodze jakąkolwiek przeszkodę. Naocznie możemy się o tym przekonać obserwując wodę wypływającą z kranu: gdy kurek jest nieco odkręcony — woda płynie spokojnie. Jeśli jednak zwiększymy prędkość wypływu wody, wówczas w pewnej chwili następuje nagłe zwichrzenie strumienia. Zwichrzenie spokojnie płynącego strumienia można wywołać nie tylko przez zwiększenie prędkości, lecz również i przez wetknięcie w niego na przykład patyka.

Okazało się, że jeśli prędkość wiatru przekroczy 4 m/s, to następuje nagły wzrost krętości (wichrowatości) wiatru. Następny skok w wichrowaniu strug powietrznych następuje, gdy prędkość wiatru przekroczy 9÷10 m/s. Poza tym musimy pamiętać, że wiatr jest znacznie silniej zwichrzony w tych dniach, kiedy występują chmury kłębiaste, aniżeli w dniach, kiedy niebo zaściela jednostajna powłoka chmur warstwowych.

Model napotykać podczas lotu wiry powietrzne otrzymuje impulsy kierujące go w dół, do góry lub na boki, zależnie od rodzaju wiru powietrza oraz od ogólnego kierunku wiatru, jaki tego dnia panuje nad daną okolicą.

Wiatr a nierówności terenowe. Jedną z przyczyn, która wywołuje krętość wiatru, są przeszkody terenowe. Zauważmy przede wszystkim, że wiatr napotkawszy wyniosłość terenową ulega zwichrzeniu, które rozprzestrzenia się w kierunku pionowym średnio do $1/3$ wyniosłości tere-

nowej, licząc od podstawy. Po stronie nierówności, która nie jest wystawiona na bezpośrednie działanie wiatru (strona zawietrzna), zawirowania są najsilniejsze i obejmują duży obszar, gdyż są znoszone wraz z wiatrem poza nierówności. Ogólnie rzecz biorąc, przy napotykanii przeszkody powietrze spiętrza się, a po minięciu gwałtownie opada, wskutek czego tworzą się silne wiry powietrzne.

Zwichrzenie wiatru następuje również na pograniczu między dwoma różnymi podłożami (np. wzdłuż granicy lasu z polem, piasku z bagnistym terenem itp.).

Prądy pionowe

Kawałek żelaza, zanurzony w szklance napęlnionej wodą leży nieruchomo na dnie naczynia, natomiast korek zanurzony w wodzie wypływa na powierzchnię wody.

Dlaczego tak się dzieje? Oczywiście dlatego, że korek jest lżejszy od wody, a żelazo cięższe. Podobnie wygląda sprawa z powietrzem. Gdy pewna masa powietrza zalegająca nad wydmną piaszczystą ogrzeje się i stanie się lżejsza od powietrza otaczającego ją, wówczas unosi się ku górze w postaci tzw. komina.

W słoneczne dni letnie prądy pionowe powstają w kilka godzin po wschodzie słońca (8.00—10.00 rano), przy czym rozwijają się przede wszystkim na granicy podłoża szybko nagrzewającego się z podłożem chłodniejszym. Szybko nagrzewa się: suchy piasek, podłoże kamieniste, sucha zorana gleba, łany dojrzewających zbóż, rżyska itp. Wolno ogrzewa się natomiast: zielona roślinność, wilgotny piasek i gleba, podmokłe łąki oraz stawy, jeziora, rzeki itp.

Przy niezbyt silnym wietrze prądy pionowe występują w postaci odosobnionych kominów o szerokości 100÷2000 m. Kominy te w miarę wznoszenia ku górze stają się coraz szersze, pochylają się z wiatrem, wreszcie odrywają od ziemi i po jakimś czasie zanikają. Po jak długim czasie? Otóż około połowa kominów trwa przeciętnie 8 do 12 min, jedna czwarta — około 22 min, a jedynie pozostała jedna czwarta część trwa dłużej lub krócej od wymienionego czasu. Po wytworzeniu się komina następuje przerwa — do zgromadzenia się nowych ilości ciepłego powietrza, po czym nowy komin mknie do góry. Przerwa między oderwaniem się od podłoża jednego komina a powstaniem następnego trwa przeciętnie od 10 do 12 min lub od 20 do 24 min. W dniach, kiedy istnieją prądy wstępujące (kominy), tworzą się również prądy zstępujące, zwane studniami. Kominy są o wiele szersze aniżeli prądy zstępujące.

Kominy uwidoczniają się przez występowanie cumulusów, które niby czapy nakrywają ich wierzchołki. W dniach, w których nie występują chmury kłębiaste, kominy można wyszukiwać obserwując szybowanie ptaków żaglowych (np. bocianów i jastrzębi) lub rozprzestrzenianie się smug dymu oraz wyszukując tereny kontrastowe (piasek-łąka, woda-łąd itp.). Przy wyszukiwaniu kominów w dniach cumulusowych należy pamiętać, że kominy szybko odrywają się od ziemi, a następnie zanikają, aczkolwiek cumulusy powstałe na ich szczycie płyną nadal po błękitie nieba. Kominów trzeba się spodziewać pod tymi cumulusami, które mają brzegi ostro zaznaczone (nie rozmyte), przy czym trzeba pamiętać, że komin „wlece się” niejako za chmurą (jest pochylony z wiatrem).

Poza chmurami kłębiastymi, powstającymi podczas ładnej słonecznej pogody, cumulusy tworzą się również w obszarach niepogody, jako niskie, ciemne, szare zwały skłębionych chmur, ale ten typ chmur ze względu na silny, porywisty wiatr nie sprzyja wykonywaniu lotów modeli.

Pogoda pogodzie nierówna

W Polsce panują zasadniczo trzy typy pogody: pogoda odpowiadająca napływowi powietrza ciepłego, pogoda podczas napływu powietrza chłodnego oraz pogoda występująca wzdłuż powierzchni oddzielających jedno powietrze od drugiego. Omówmy pokrótce te trzy typy pogody.

Pogoda w powietrzu ciepłym. Powietrzem ciepłym nazywane jest nie to powietrze, które ma wysoką temperaturę, lecz to, które napływa nad stosunkowo chłodne podłoże. Na przykład powietrze o temperaturze -2°C napływające nad podłoże o temperaturze -10°C jest powietrzem ciepłym.

Powietrze ciepłe jest to powietrze płynące z południowej Europy (zwane powietrzem zwrotnikowym). W porze zimowej dołącza się do niego ciepłe powietrze polarno-morskie, płynące znad niezamrożonego oceanu nad ziemię pokrytą przeważnie pokrywą śnieżną. Gdy powietrze „ciepłe” zaczyna wędrować ku nam przez kraje Europy południowej, wówczas natrafia nad coraz chłodniejsze podłoże, dzięki czemu — zwłaszcza w chłodnej porze roku — oziębia się, a nadmiar pary wodnej skrapla się w postaci chmur warstwowych (stratus), z których może padać drobniutki deszcz, zwany mżawką. To, czy pogoda w powietrzu zwrotnikowym bardzo się popsuje, czy też nie, zależy w dużym stopniu od tego, czy jest to powietrze zwrotnikowo-morskie (wilgotne) czy też zwrotnikowo-łądowe.

Ogólnie można powiedzieć, że napływowi wilgotnego powietrza zwrotnikowo-morskiego lub ciep-

łego zimowego powietrza polarno-morskiego towarzyszą niskie chmury warstwowe, drobne opady (mżawka, drobny śnieg), mgły lub przynajmniej zamglenia oraz ocieplenie.

Napływowi powietrza zwrotnikowo-lądowego towarzyszy ciepła, słoneczna pogoda o niewielkim zachmurzeniu, i to przez chmury średnie lub wysokie, oraz tak duże zapylenie powietrza, że niezbyt odległe przedmioty, lasy itp. zdają się być jakby pookrywane niebieskawym woalem, a niebo ma barwę wypłowiałego błękitu.

Pogoda w powietrzu chłodnym. Gdy powietrze okołobiegunowe spływa ku południowi, wówczas trafia ono na coraz cieplejsze podłoże, ogrzewa się od niego (szczególnie ponad terenem łatwo ocieplającym się), dzięki czemu raz po raz wytryskują ku górze pęcherze powietrzne, zwane kominami. Powietrze wznosząc się oziębia się, wskutek czego wierzchołki kominów nakrywają się czapami cumulusów. Chmury kłębiaste powstają zwykle rankiem, wraz z nagrzewaniem się gleby, a znikają pod wieczór. Jeśli nasłonecznienie nie jest silne, a napływające powietrze dużo chłodniejsze od podłoża, to prądy wstępujące pędzą daleko ku górze, powodując rozrastanie się chmur kłębiastych i przeistaczanie się ich w kłębiaste deszczowe, z których padają krótkotrwałe, obfite opady, zwane przelotnymi.

Powietrze arktyczne (lub tzw. chłodne powietrze polarne), napływające w cieplejszej porze roku znad chłodnego Oceanu Atlantyckiego nad rozgrzany ląd europejski, ma dwie charakterystyczne cechy: powstawanie licznych chmur typu kłębiastego oraz przejrzystość, spowodowana brakiem pyłów (napływ znad lodów północy).

Ogólnie można powiedzieć, że jeśli nad Polskę napływa powietrze okołobiegunowe (arktyczne lub „chłodne” powietrze polarne), to przynosi ono ochłodzenie, polepszenie przejrzystości powietrza, występowanie chmur kłębiastych i kłębiastych deszczowych, z których padają krótkotrwałe obfite opady, występujące przede wszystkim w powietrzu morskim, a o wiele rzadziej w lądowym, kiedy to w ogóle może panować pogoda bezchmurna.

Porównując pogodę powietrza „ciepłego” z pogodą towarzyszącą powietrzu „chłodnemu” widzimy, że mają one cechy wprost przeciwne.

Fronty atmosferyczne. Zastanówmy się jeszcze pokrótce nad tym, jaka pogoda panuje wzdłuż linii zetknięcia się powietrza ciepłego z chłodnym. Powierzchnia, która oddziela jedno od drugiego, nie pozostaje w spoczynku, lecz przesuwana się to na północ, to na południe, zależnie od tego, czy zwycięża powietrze ciepłe, czy chłodne. Gdy zbliża się ku nam powietrze ciepłe, czyli tzw.

front ciepły, wówczas już w odległości około 900 km przed jego nadejściem ukazują się na niebie wysokie chmurki w postaci pojedynczych smug, włókien haczykowato zakończonych, które przechodzą w białawą zasłonę, powoli grubiejącą. Zasłona ta staje się szara i obniża dolną granicę. Gdy chmury zgrubieją na tyle, że tarcza słoneczna przestanie przez nie przeświecać, wówczas pod nimi ukazuje się ciemnosiną postrzępioną chmurka, a jednocześnie zaczyna padać jednostajny długotrwały deszcz lub śnieg. Po zaniku opadu obserwuje się ten typ pogody, który opisaliśmy w podrozdziale pt. „Pogoda w powietrzu ciepłym”, front ciepły już bowiem przeszedł i jesteśmy w powietrzu ciepłym.

Odwrotnie, jeśli napływa ku nam czoło chłodnego powietrza, zwane frontem chłodnym, to pojawia się ono dość nagle. Chmury przed frontem ukazują się zaledwie w odległości 100—150 km. Niebo przybiera stopniowo wygląd coraz groźniejszy. Na widnokręgu pojawiają się spiętrzone ciemne chmury kłębiaste deszczowe, w których, zwłaszcza w porze letniej, występują silne wyładowania elektryczne (burze). Przejściu frontu chłodnego często towarzyszy wyjątkowo silny porywisty wiatr oraz nagle zmiana kierunku wiatru. Po przejściu frontu chłodnego następują przeważnie mniejsze lub większe roz pogodzenia i ukazują się liczne chmury kłębiaste.

Burze

Wyładowania elektryczne w atmosferze, zwane potocznie burzami, uniemożliwiają jakiegokolwiek próby z latawcami. Nie wolno zatem puszczać latawców podczas burzy, ani też, co równie ważne, przed burzą. Jeśli tylko silne zachmurzenie i inne charakterystyczne objawy zwiastują nadejście burzy, nie wychodzimy na start. Silne ładunki elektryczne znajdujące się pod chmurami o niskim pułapie mogą właśnie tuż przed burzą, kiedy jeszcze nie widać błyskawic ani nie słychać grzmotów, porazić osobę utrzymującą wilgotną linkę holowniczą. Również ruch latawca może spowodować spłynięcie ładunków elektrycznych, zwłaszcza w dzień duszny przy chwilowym bezruchu powietrza, kiedy wiadomo, że „burza wisi w powietrzu”.

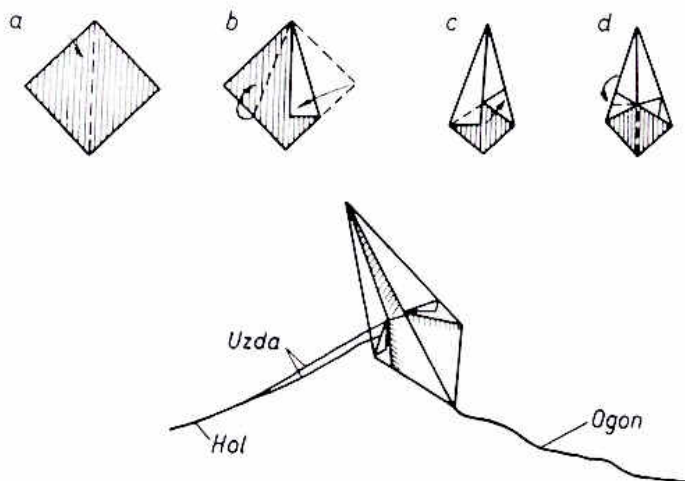
Podstawowym zatem warunkiem zachowania bezpieczeństwa jest nieprzewodzenie żadnych prób przed i w czasie burzy. Warunkiem drugim, równie ważnym jest niestosowanie metalowych linek holowniczych, zarówno grubszych, jak i bardzo cienkich, nawet gdy ktoś mógłby nam doradzać, że przecież taką linkę wystarczy uziemić... W warunkach amatorskich, przy zabawie, a także na zawodach stosowanie holu metalowego jest niedopuszczalne.

PRZEGLĄD KONSTRUKCJI

1. Latawce kieszonkowe

Mianem tym objęte są małe latawce, przystosowane do lotów w pomieszczeniach zamkniętych oraz przy słabym wietrze. Mają uproszczoną niezwykle konstrukcję, a rozmiary rzeczywiście miniaturowe.

Mnich. Do najprostszych latawców należy konstrukcja całkowicie papierowa, utworzona z arkusza papieru piśmiennego o rozmiarach 250×250 mm (jednak nie większych niż 300×300 mm). Schemat budowy pokazano na rysunku 6-1. Gładki, zwinięty arkusz papieru zaginamy



Rys. 6-1. Latawiec Mnich z papieru nieusztynionego

po przekątnej, następnie składamy do środka skrajne boki, których końcówki odgięte zostają ku górze. Jeśli do końcówek przywiążemy dwie nici (kordonek) i połączymy je wspólnie, to utworzą one tzw. uzdę latawca. Dopiero do uzdy przywiązujemy trzecią nić, pełniącą funkcję linki holowniczej.

Do tylnej części płaszczyzny przywiązujemy pasek cienkiej bibuły, długości około 1,5 m, która ustatecznia latawiec w powietrzu. Do holowania wystarczy nić długości 20 m.

Latawiec wypuszczamy pod wiatr początkowo na krótkim holu i stopniowo, równomiernie rozwijamy hol do pełnej długości. Latawiec ten, ze względu na swój kształt, przypominający mnisi kaptur, nazwany został w ZSRR (skąd pochodzi) Mniczem.

Z powodu niedostatecznej sztywności papieru nie zaleca się powiększania tego typu latawca ponad wypróbowane podane wyżej rozmiary.

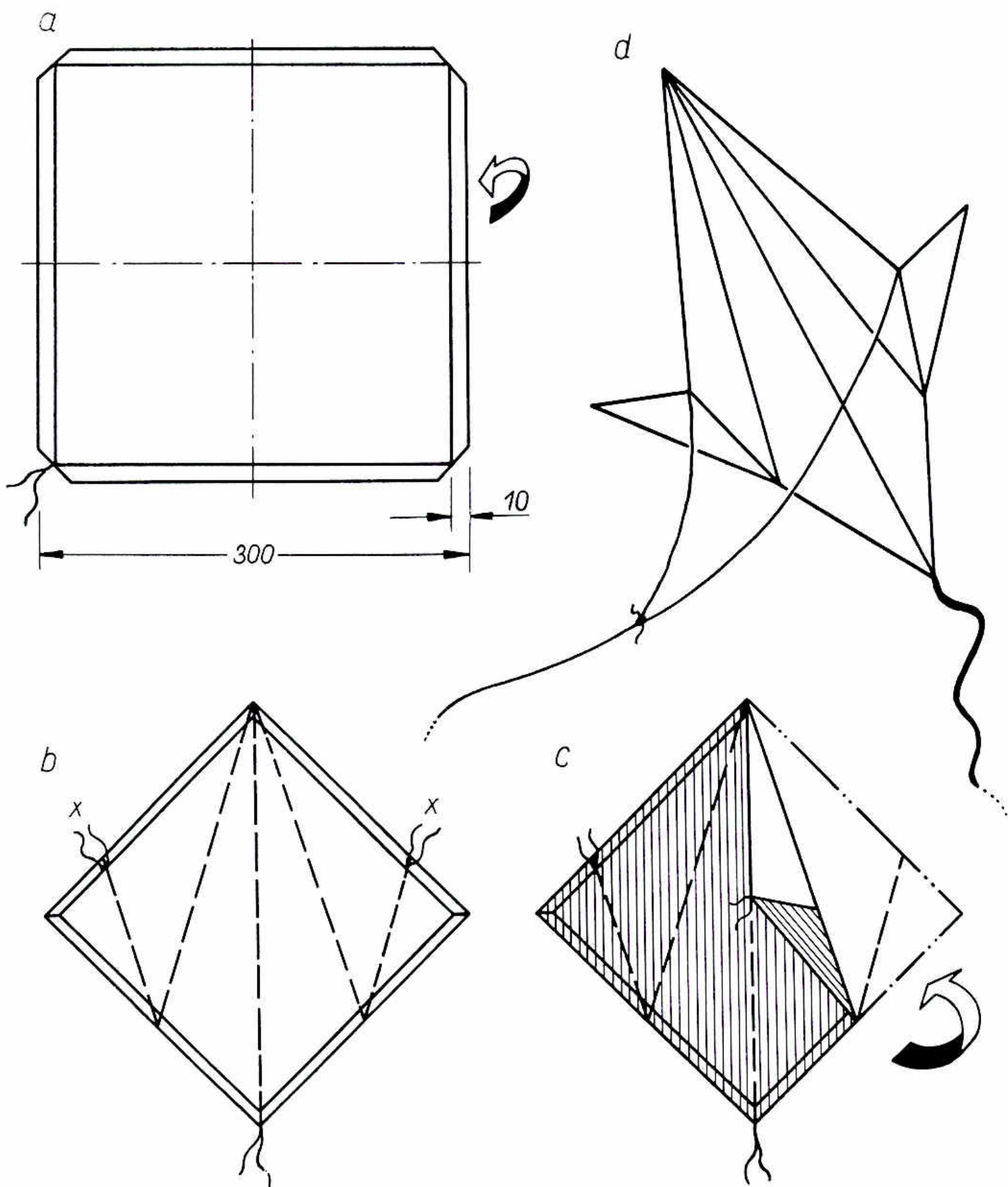
Maksymalny pułap Mnicha — $20 \div 30$ m.

Ulepszona wersja tego latawca ma obrzeże, w które wklejono nić ułatwiającą przywiązanie uzdy i ogona. Latawiec z obrzeżem jest bardziej wytrzymały na rozdarcie. Na rysunku 6-2 pokazano sposób budowy Mnicha ulepszanego.

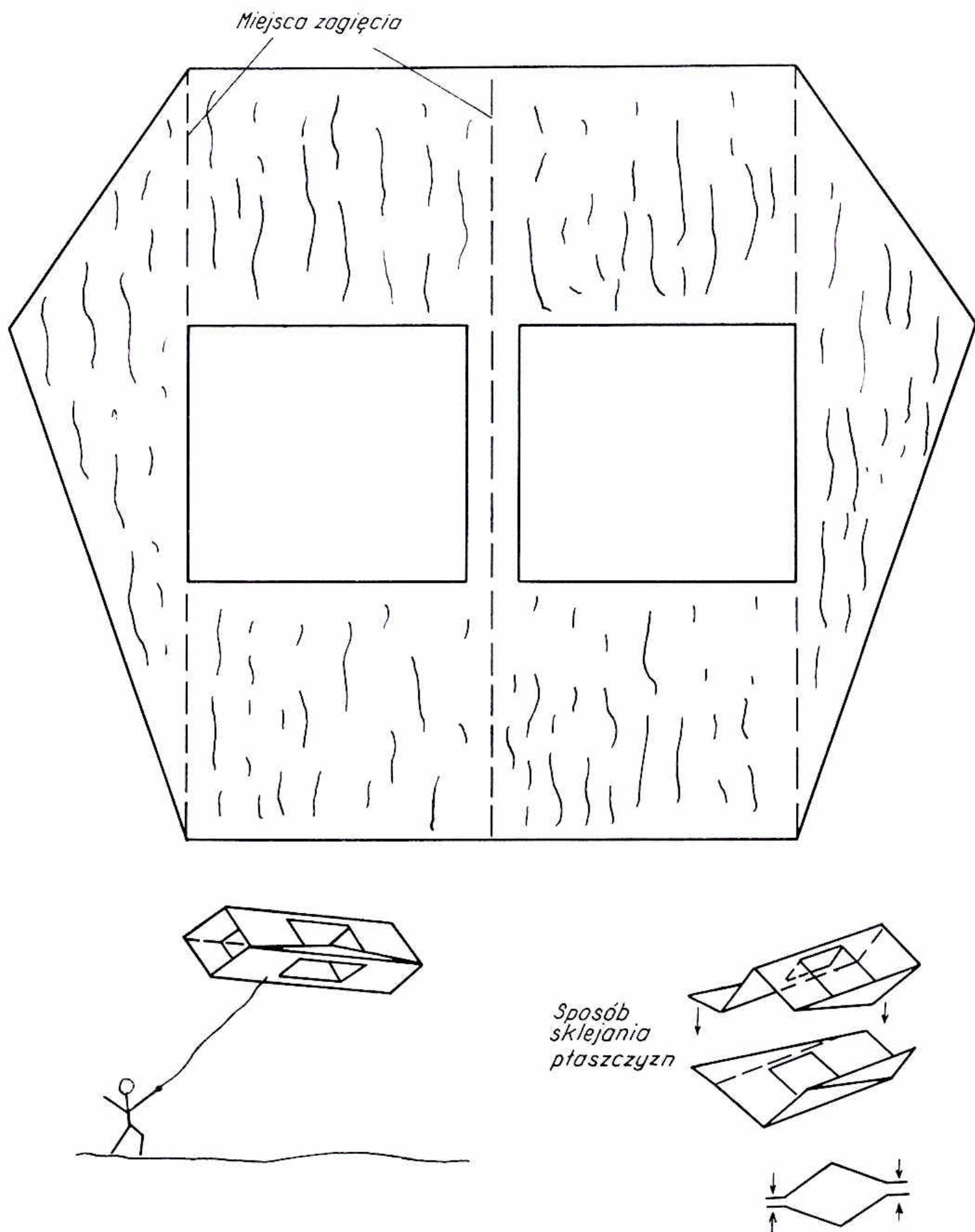
Latawiec węgierski. Oryginalny w swej prostocie i rozmiarach jest latawiec kartonowy konstrukcji skrzynkowej, zaprojektowany przez Węgry I. Beni.

Z arkusza niezmiętego papieru rysunkowego (z bloku szkolnego nr 3) wycinamy dwie identyczne płaszczyzny (rys. 6-3). Wycięte starannie nożyczkami obrysy zaginamy wzdłuż linii kreskowanych. Karton zostanie zagięty równo, jeśli uprzednio nagnieciemy linię zagięcia tzw. kostką intrologatorską lub po prostu użytym wkładem do długopisu, zakończonym, jak wiadomo, małą kuleczką, nie przecinającą kartonu. Przy tej operacji posługujemy się metalowym liniałem. Zagięte płaszczyzny skleja my obecnie brzegami i latawiec jest gotowy. Schemat sklejanania pokazano na rysunku.

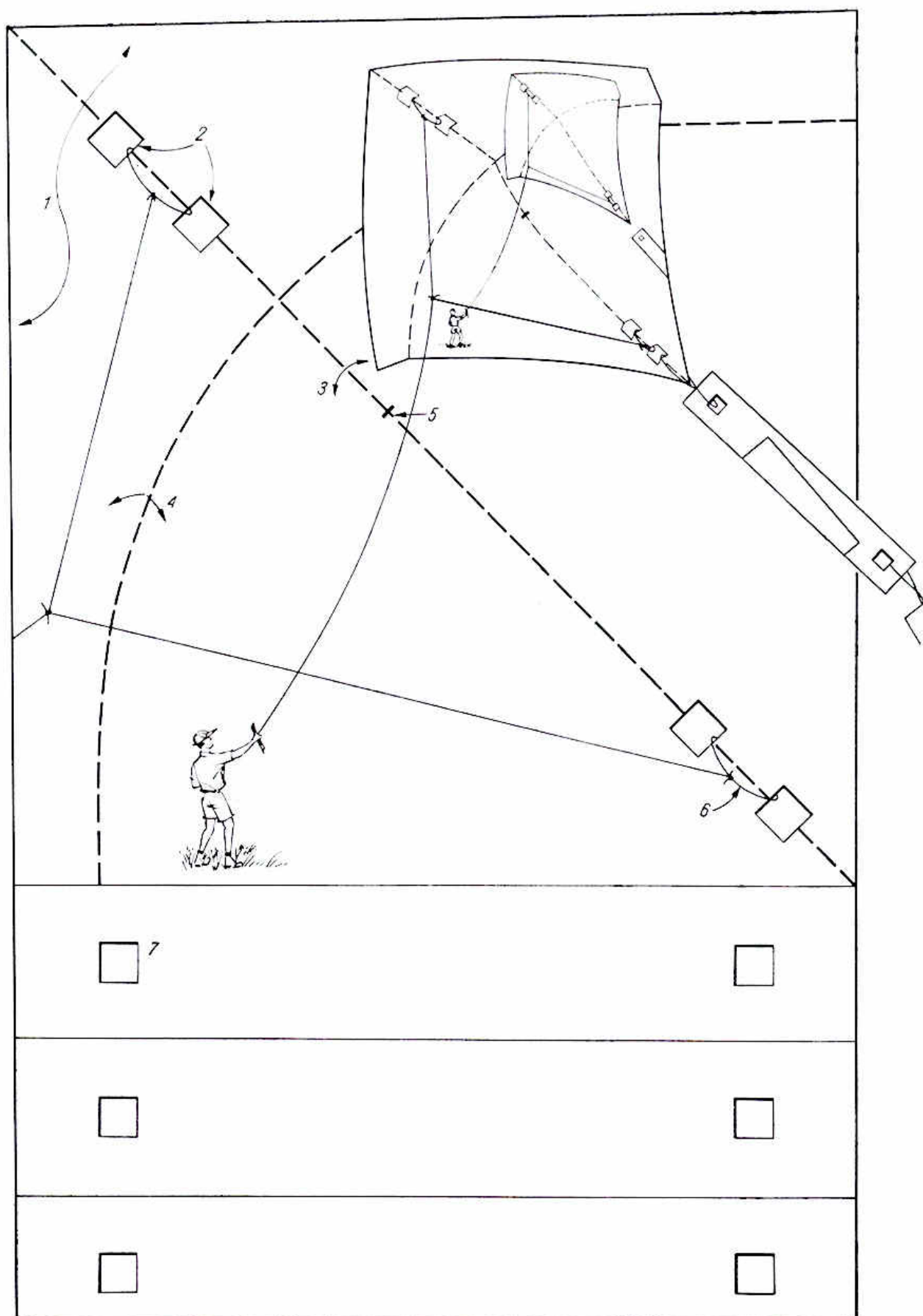
Jeśli przywiążemy w $1/3$ długości latawca (licząc od przedniej krawędzi) nić — linkę holowniczą, możemy śmiało startować nie stosując naturalnie zbyt długiego holu — 5 m wystarczy. Latawiec typu skrzynkowego nie wymaga zasadniczo ogona. Jeśli jednak będzie trudny w holowaniu i nie będzie osiągał pełnej wysokości, można przywiązać do tylnej części kadłuba u dołu odcinek bibuły lub nici kordonkowej długości do 500 mm.



Rys. 6-2. Mnich o wzmocnionej konstrukcji



Rys. 6-3. Latawiec węgierski (wielkość naturalna)



Rys. 6-4. Latawiec pokojowy, halowy
(cyframi oznaczono kolejność poszczególnych czynności podczas budowy)

Latawiec pokojowy. O tym, że latawce latają nawet w mieszkaniu, może przekonać się każdy. Oto przepis na sporządzenie oryginalnego latawca, który nie wymaga dużej prędkości holowania, a potrafi się wznieść do pułapu mieszkania czy sali gimnastycznej. Podane na rysunku 6-4 kontury w wielkości naturalnej przenosimy bezpośrednio na arkusz zwykłego zeszytowego papieru (może być zapisany, byle nie pomięty), i następnie wykonujemy następujące czynności:

- wycinamy obrys ostrym nożem przy liniale metalowym,
- tymi samymi narzędziami wycinamy wszystkie otwory kwadratowe,
- zginamy lekko płaszczyznę latawca wzdłuż linii tworzącej przekątną płaszczyzny latawca,
- zginamy brzegi latawca wzdłuż przerywanej linii półkolistej,
- w miejscu oznaczonym krzyżykiem wybrzuszymy nieco płaszczyznę latawca,
- przywiązujemy nić długości 200 mm w dwóch miejscach pokazanych na rysunku,
- odcinamy trzy paski papieru tworzące ogon latawca i łączymy je z sobą cienkimi nitkami w odstępach 20 mm,
- do uzdy przywiązujemy cienką nić, której długość zależy od wysokości pokoju i — możemy wypróbować własności lotne mikrolatawca.

Warunkiem powodzenia jest dokładność wyko-

nania i staranne zagięcie, czyli nadanie odpowiedniego profilu płaszczyźnie nośnej latawca. Próby można prowadzić i na dworze, ale wyłącznie przy pogodzie bezwietrznej. Na inne starty nie pozwala bardzo delikatna konstrukcja latawca.

Mikrolatawiec skrzynkowy. Jest to jeszcze jedna miniaturowa konstrukcja, przeznaczona do startu na otwartej przestrzeni przy wietrze nie przekraczającym 3÷5 km/h. Szkielet latawca (rys. 6-5) zbudowany jest z czterech słomek od lemoniady (lub rurek z tworzywa sztucznego, które wyparły stosowane dawniej słomki), połączonych skrzyżowanymi czterema rozpórkami balsowymi lub sosnowymi. Pokryciem może być najcieńsza folia polietylenowa, przyklejona za pomocą taśmy klejowej, albo cienki papier tzw. kondensatorowy, przetłuszczony, nie chłonący wilgoci. W braku folii czy wspomnianego papieru można pokryć szkielet bibulką lub najcieńszym papierem, jakim dysponujemy.

Do nicianej uzdy przymocowanej w dwóch tylko punktach przywiązana jest w 1/3 długości latawca kordonkowa linka holownicza o długości około 10÷15 m. Latawiec ten może startować bez ogona.

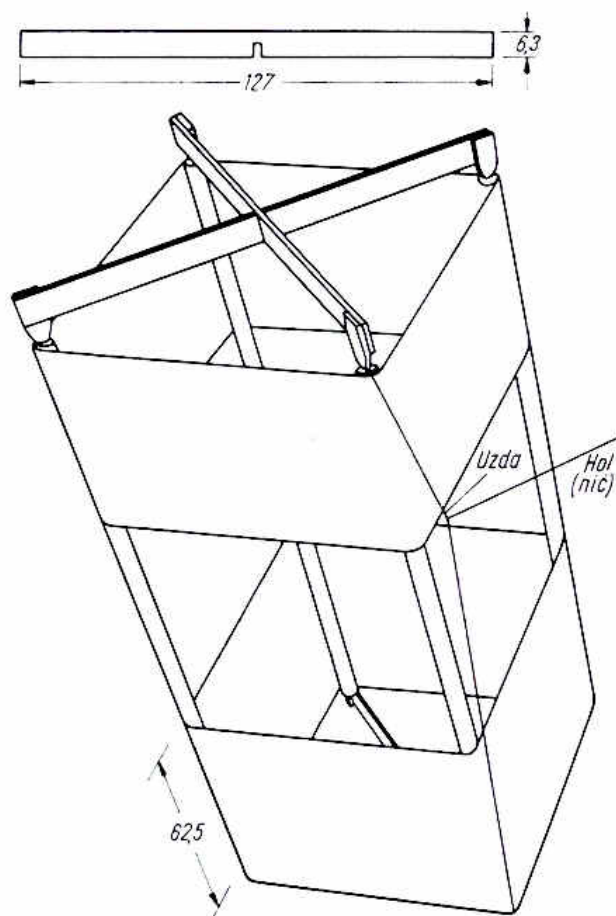
2. Latawce płaskie

Latawce jednopłaszczyznowe, zwane także płaskimi, różnią się między sobą obrysami. Najprostsze układy mają obrysy prostokątne, inne — wieloboczne i kołowe lub o płaszczyźnie nośnej wykonanej w kształcie sylwety na przykład ptaka, smoka czy samolotu. Jeszcze inne z rodziny latawców płaskich charakteryzuje lekko wysklepiona, ustawiająca płaszczyzna nośna, a niektóre mają po dwie lub więcej płaszczyzn nośnych, ale ustawionych jedna za drugą czy jedna obok drugiej. Do tej grupy należą latawce o pokryciu miękkim, a także konstrukcje o pokryciu zwanym sprężystym.

Latawiec o obrysie prostokątnym. Najprostszy typ latawca ma obrys prostokątny i stosunek boków jak 4 : 3. W swej prymitywnej wersji składa się z dwóch listew skrzyżowanych pośrodku, połączonych mocną nicią, tak iż utworzony zostaje kształt prostokąta (rys. 6-6a). Przygotowany w ten sposób szkielet pokryty jest cienkim papierem pakunkowym.

A oto szczegółowy opis budowy, którego pewne metody wykorzystamy podczas konstruowania bardziej złożonego.

Przede wszystkim przygotowujemy dwie listwy-beleczki sosnowe, o wymiarach przekroju poprzecznego 3×6 mm i długości po 400 mm. Długość listew odcinamy dokładnie miarką milimetrową, zaznaczając potrzebny wymiar kreską



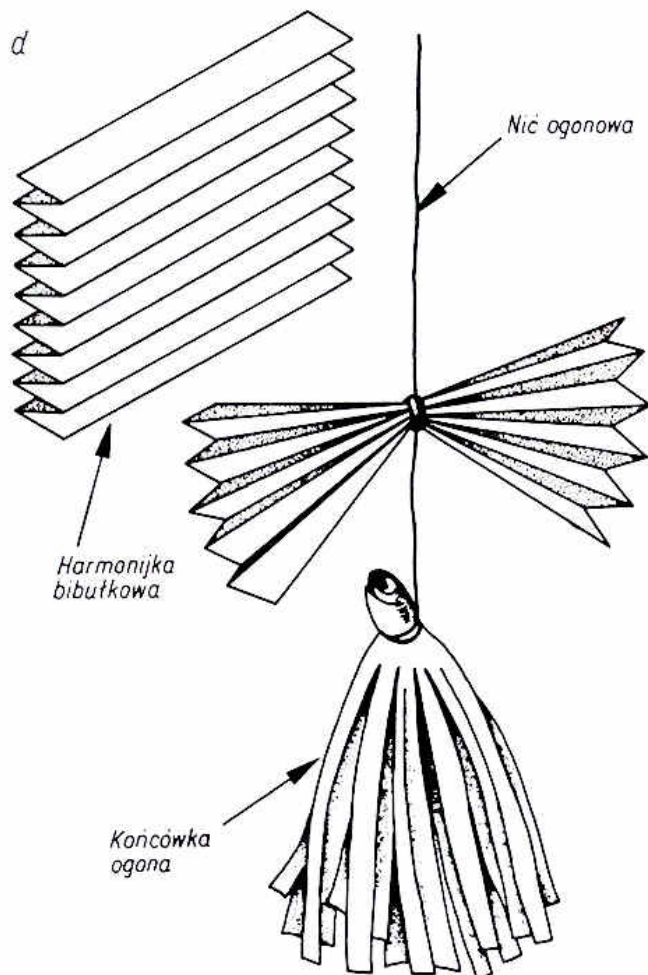
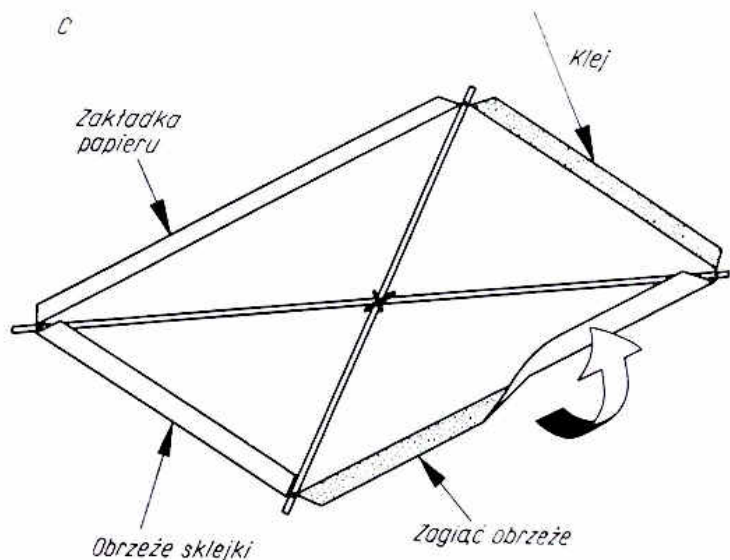
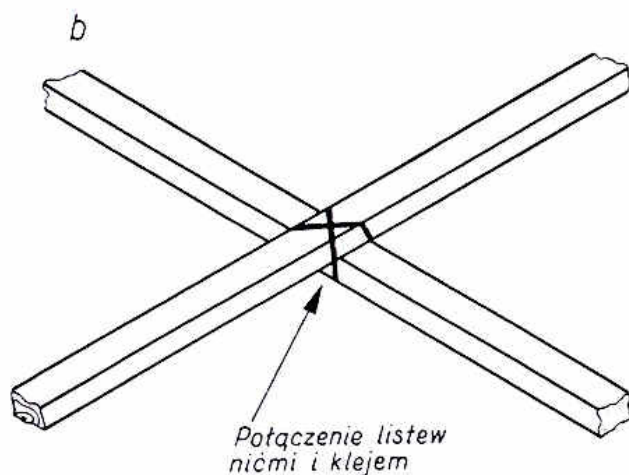
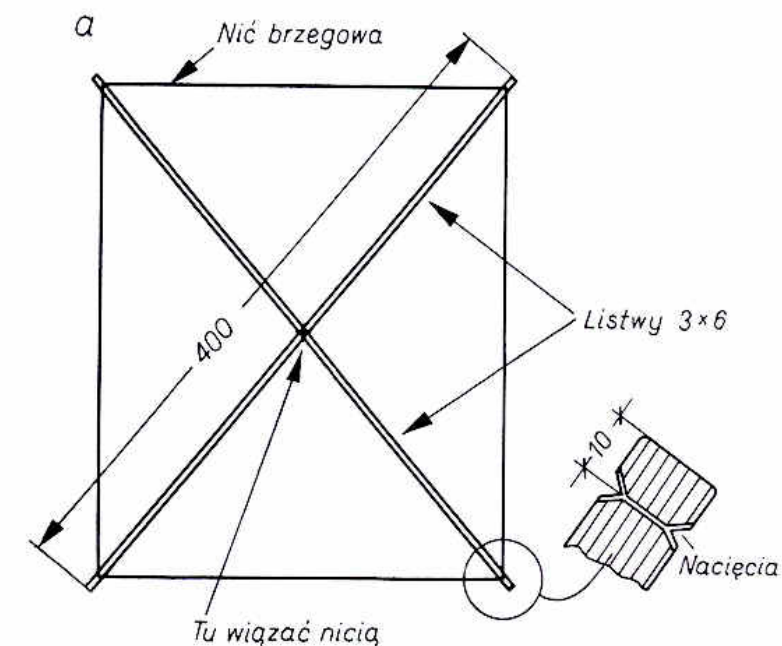
Rys. 6-5. Mikrolatawiec skrzynkowy

ołówkową. Następnie przy użyciu piłeczki (małej płatnicy lub włósnicy) przecinamy listewki, tnąc tuż obok linii ołówkowej, z nieznacznym zapasem materiału. Po obcięciu obu listew składamy je razem i sprawdzamy, czy mają identyczną długość. Nierówności cięcia i nadmiar usuwamy pilnikiem do drewna, ściskając obie listwy w stołowym zacisku czy po prostu klamerkami fotograficznymi.

Na końcach listew w odległości około 10 mm od końców robimy niewielkie nacięcia pilniczkiem albo nożem. Służą one do lepszego zamocowania

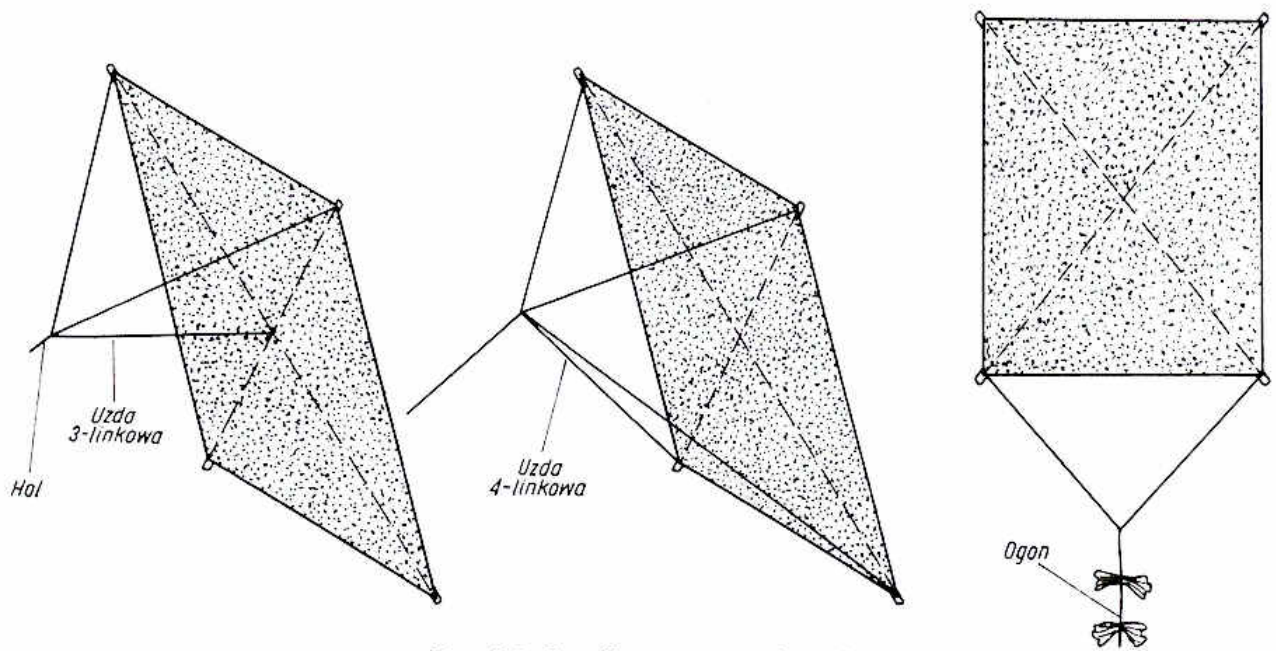
nici usztywniającej. Następnie krzyżujemy obie listwy i dokładnie pośrodku owijujemy je nicią, zalewając miejsce styku dowolnym klejem do drewna. Końce listew łączymy cienką szarą nicią, owijując ją wokół listewki i również wzmacniając obmotkę klejem. Podczas tej pracy trzeba zwracać uwagę, aby przeciwległe boki utworzonego prostokąta były równe i wszystkie kąty miały po 90° . Nici nie naciągamy zbyt silnie, aby nie zniekształcić listewek (rys. 6-6b).

Gotowy szkielet kładziemy na arkuszu czystego

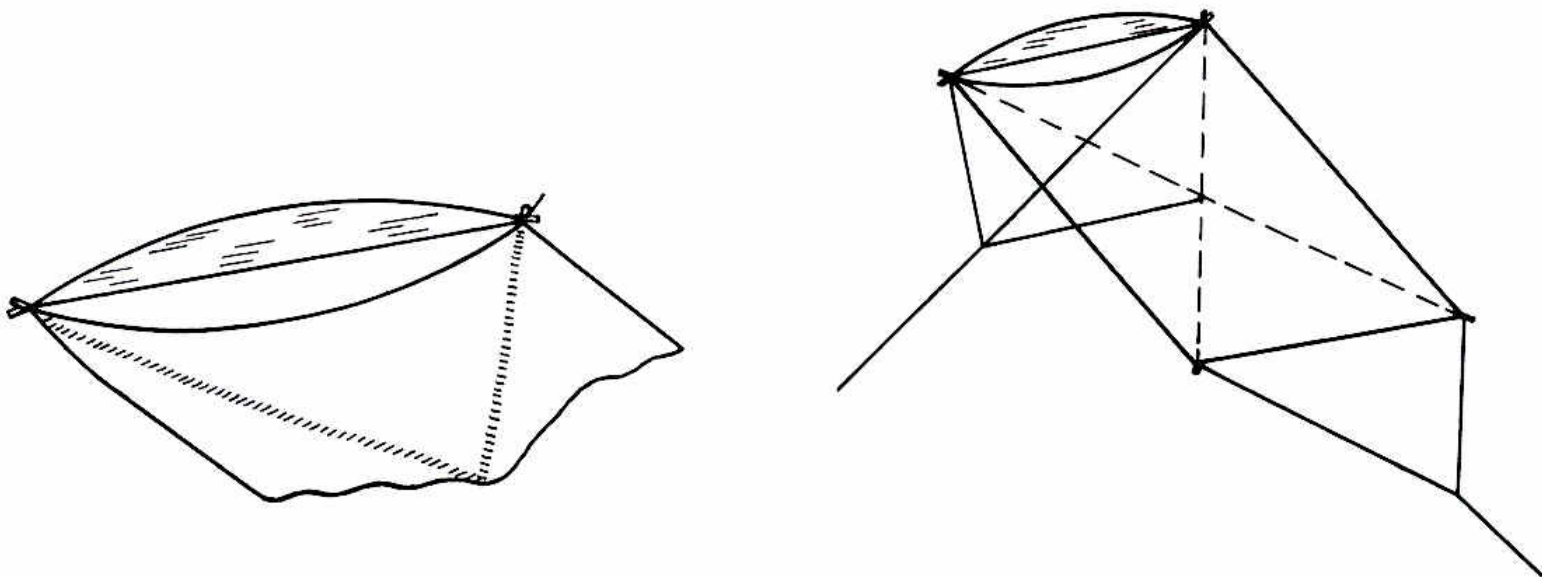
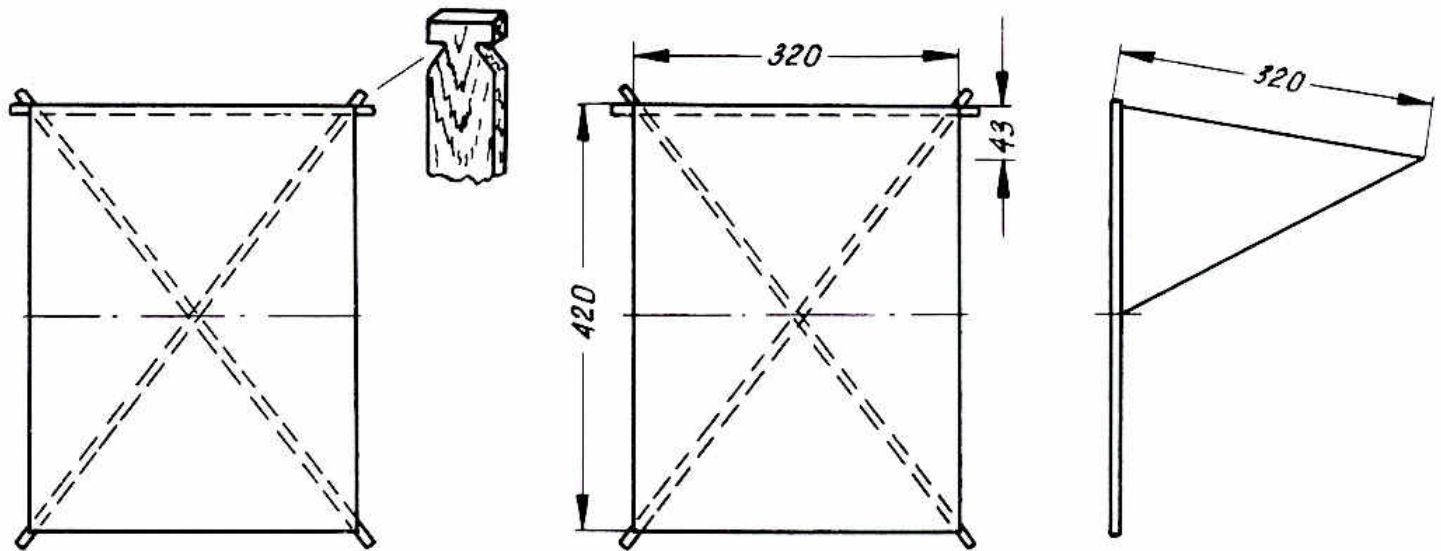


Rys. 6-6. Latawiec płaski

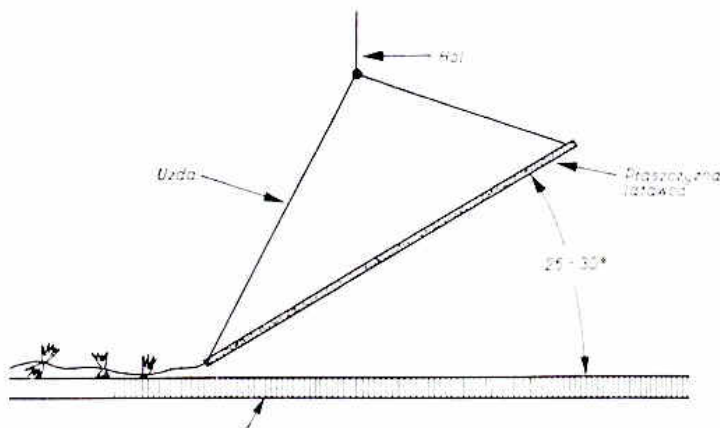
a — szkielet, b — łączenie listew, c — oklejanie, d — ogon



Rys. 6-7. Sposób zamocowania uzdy



Rys. 6-8. Latawiec „rosyjski”



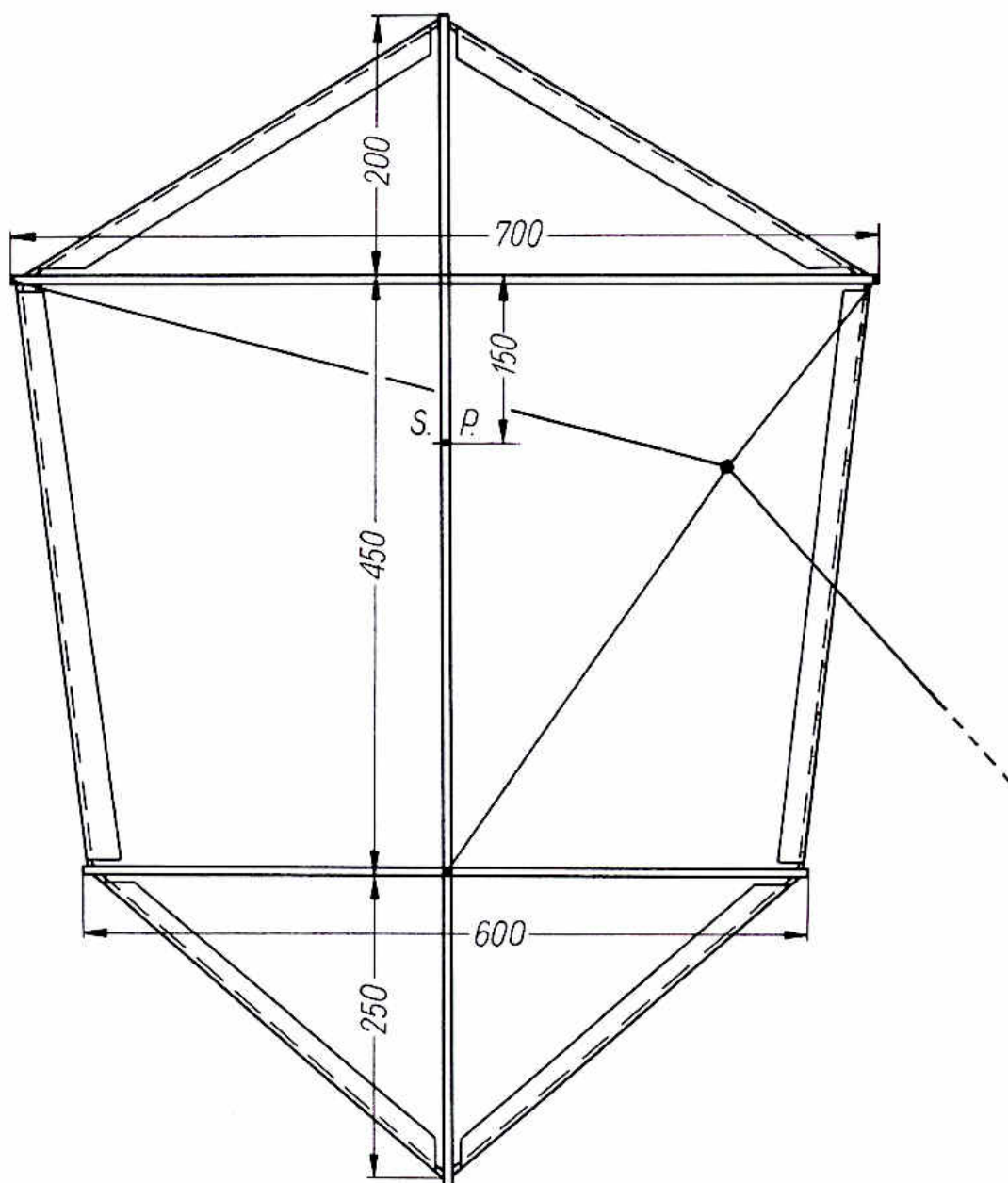
Rys. 6-9. Prawidłowe ustalanie długości linek uzdy

cienkiego papieru pakunkowego (np. jawa, natron) i zaznaczamy lekko ołówkiem obrys latawca. Do tego obrysu musimy dodać jeszcze 10 mm jako zakładkę. Teraz dopiero za pomocą nożyczek wycinamy potrzebną ilość papieru, kładziemy nań szkie-

let latawca, smarujemy klejem (do papieru) zakładki, dokładnie je zginamy i przyklejamy. Płaszczyzna nośna latawca jest gotowa (rys. 6-6c).

Z pozostałego arkusza papieru wycinamy 20 pasów o rozmiarach 50×100 mm, składamy następnie każdy pas w harmonijkę i przez środek przewiązujemy nicią (rys. 6-6d). Jeśli do nici długości 3 m przywiążemy zmarszczone odcinki papieru, to utworzymy w ten sposób ogon, który przywiążemy do dwóch końców listewek, jak pokazano na rysunku 6-7.

Najważniejszą czynnością jednak jest sporządzenie uzdy utrzymującej płaszczyznę latawca pod odpowiednim kątem do kierunku strug powietrza. Uzda składa się w przypadku omawianego latawca z dwóch nici przywiązanych do dwóch końców listewek i jednej nici przymocowanej w środku płaszczyzny. Jak ustalić najkorzystniejszą długość poszczególnych nici uzdy, wyjaśnia rysunek 6-9.

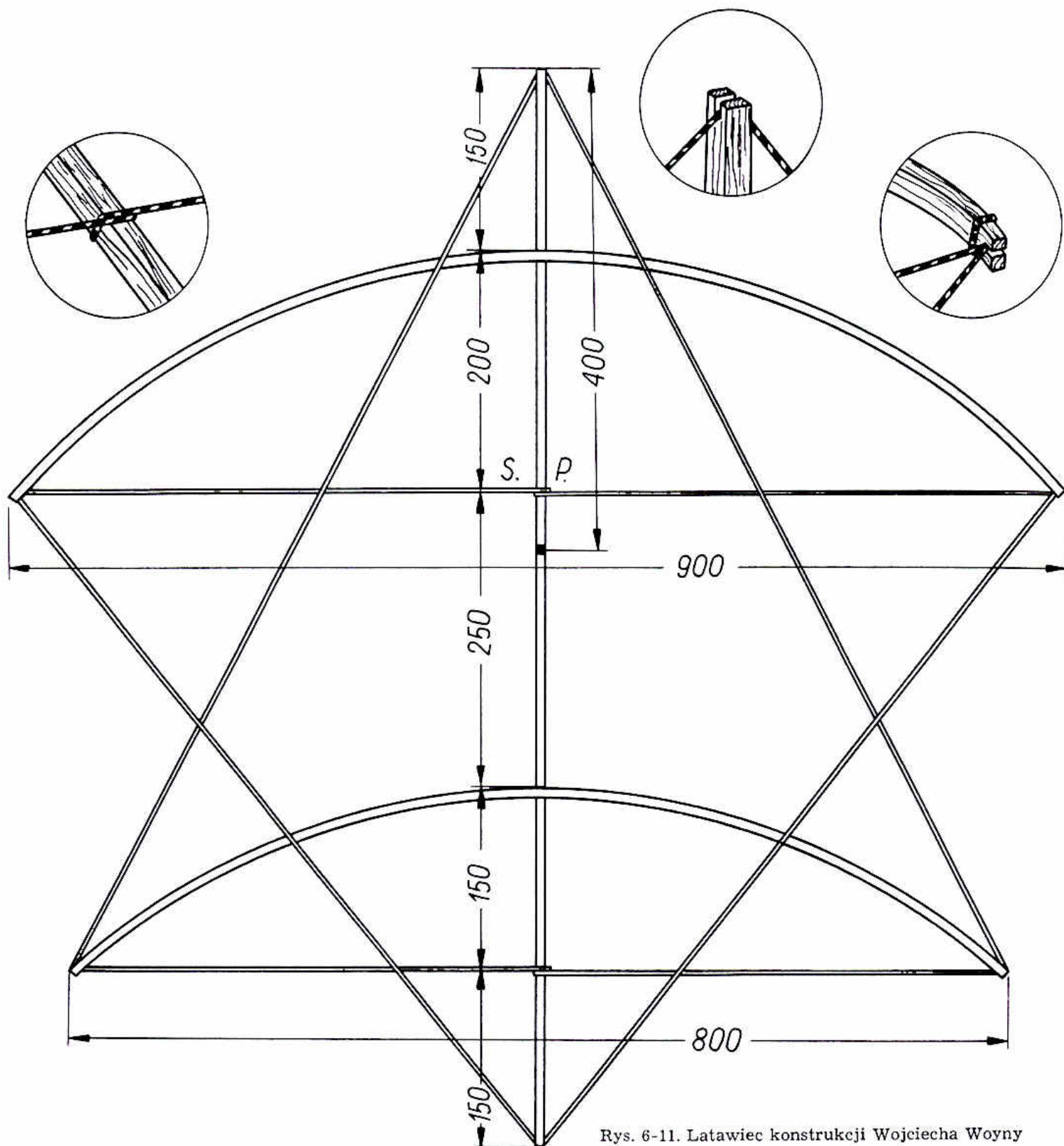


Rys. 6-10. Latawiec wieloboczny

Na równej desce lub stole ustawiamy latawiec w ten sposób, aby między stołem a płaszczyzną latawca zawarty był kąt od 25° do 30° (można zmierzyć kątomierzem lub przystawić po prostu kątownik szkolny 30°). Obecnie ustalamy długość poszczególnych nici uzdy, zależnie od ustawienia linki holowniczej. Linka holownicza przywiązana do uzdy powinna być ustawiona (ściślej może: utrzymywana przez nas w rękę) całkowicie prostopadłe do stołu. Oto i cała tajemnica określenia długości uzdy i przygotowania latawca do startu. Trzeba dodać, że długość ogona zależy od prędkości

wiatru. Łatwo zresztą po pierwszych lotach ustalimy, czy ogon jest za długi, czy też za krótki.

Ulepszoną wersją opisanego latawca jest tzw. „latawiec rosyjski” (rys. 6-9). Ma on dodatkową listwę w przedniej części płaszczyzny, która jest lekko wygięta, ściągnięta po prostu nicią usztywniającą szkielet. Na nici nad łukowato wygiętą listwą przednią umieszczony jest pasek kartonu, złożony z dwóch części wzajemnie sklejonych. Podczas holowania latawca powietrze wprawia w drganie kartonik, który dość charakterystycznie brzęczy, zwracając uwagę widzów.

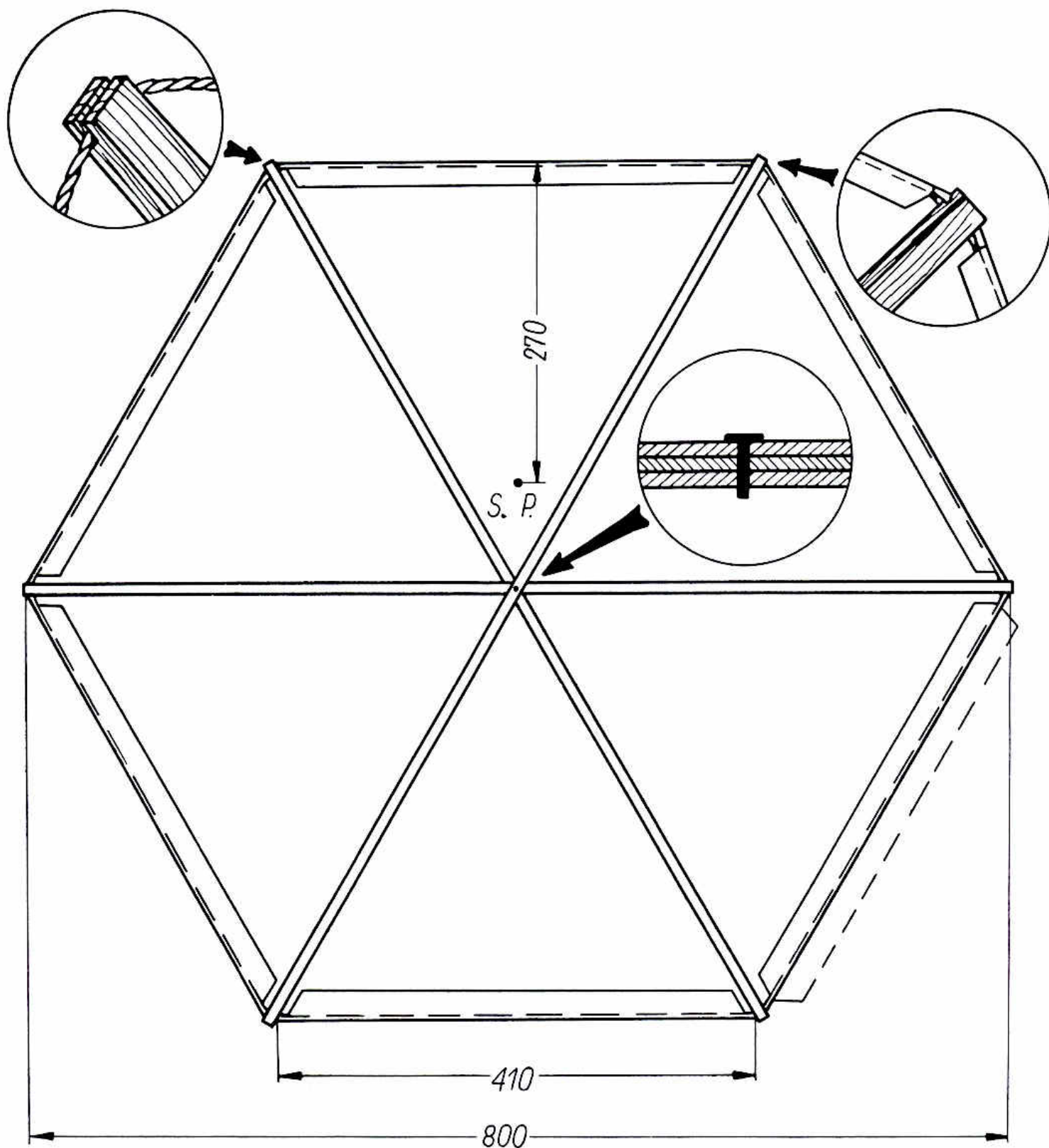


Rys. 6-11. Latawiec konstrukcji Wojciecha Woyny

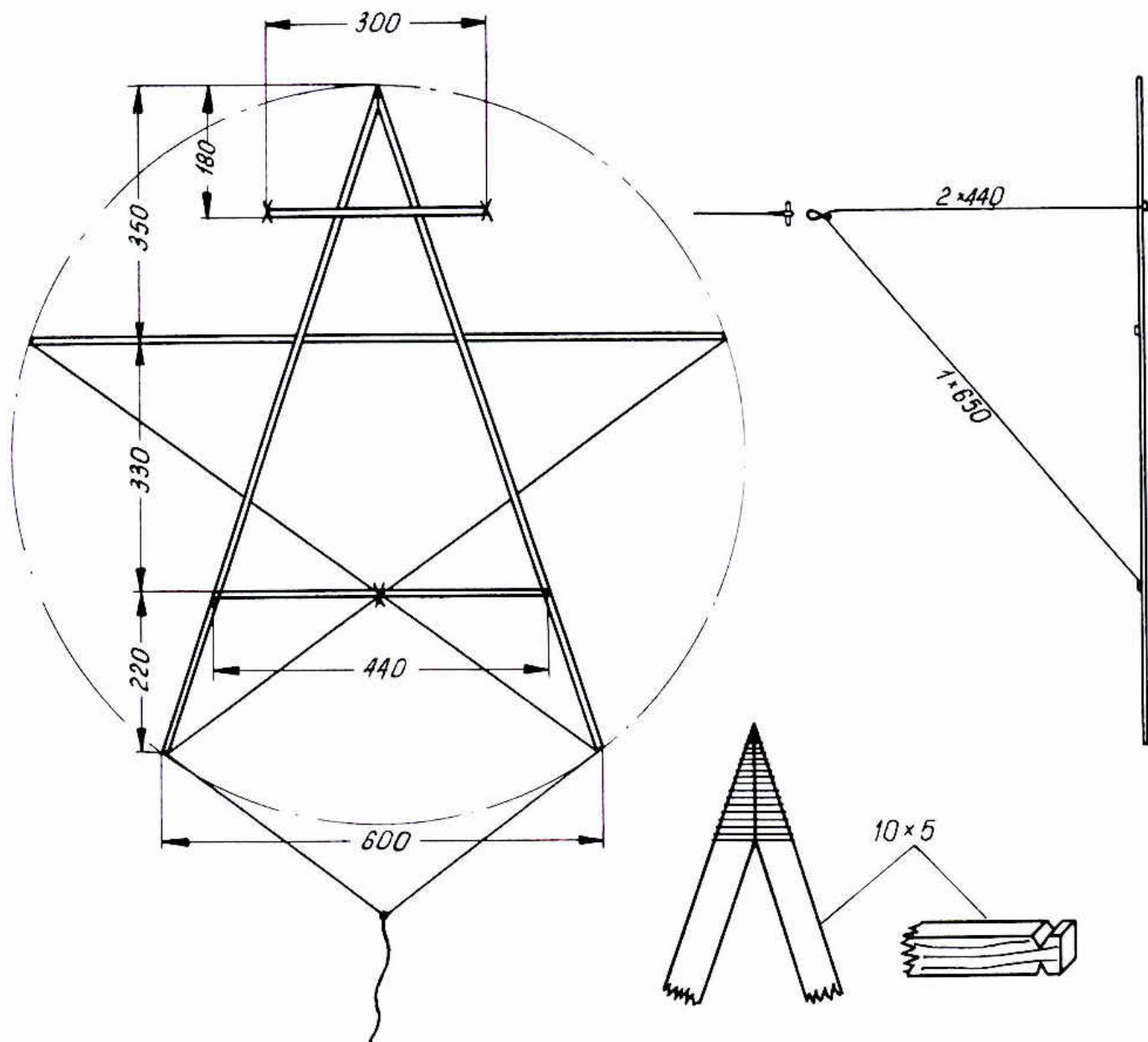
Latawiec wieloboczny nieforemny. Rozwinięciem konstrukcyjnym latawca prostokątnego jest latawiec wieloboczny. Szkielet tego, znacznie już większego latawca składa się z trzech beleczek o przekroju 5×5 mm. Do beleczki-podłużnicy długości 900 mm przywiązane są (nićmi na klej) poprzeczki: przednia długości 700 mm i tylna długości 600 mm. Wymiary podane na rysunku 6-10 orientują w rozmieszczeniu poszczególnych beleczek. Na końcach listew nacięte są niewielkie wgłębienia-rowki, które służą do

umiejscowienia nici brzegowej. Nicię wpuszczamy w rowki i związujemy jej końce, uważając, aby szkielet podczas naciągania nici nie został skrzywiony czy też wygięty. Oczywiście, nie uda nam się od razu tak założyć nici brzegowej, iż nici nie będzie do poprawienia. Na pewno trzeba będzie jedną beleczkę nieco przesunąć, czy też zluźnić naciąg nitki.

Wszystkie te czynności wykonujemy jak najdokładniej, przed zalaniem spoin klejem. Dopiero klej zwiąże silnie miejsca obmotki nicianej. Goto-



Rys. 6-12. Latawiec sześcioboczny foremny



Rys. 6-13a. Latawiec o układzie gwiazdy zbudowany z czterech listewek

wy szkielet oklejamy cienkim papierem, wykonując również zakładki na obrzeżach, jak w latawcu prostokątnym. Schemat zawiązania uzdy pokazano na rysunku.

Latawiec tandem — oryginalny latawiec płaski, którego dwie płaszczyzny nośne ustawione jedna za drugą, tworzą tzw. układ tandem (rys. 6-11). Konstrukcja tego latawca powstała w latach trzydziestych w Polsce. Jego twórcą był Wojciech Woyna, jeden z pionierów modelarstwa lotniczego w Polsce.

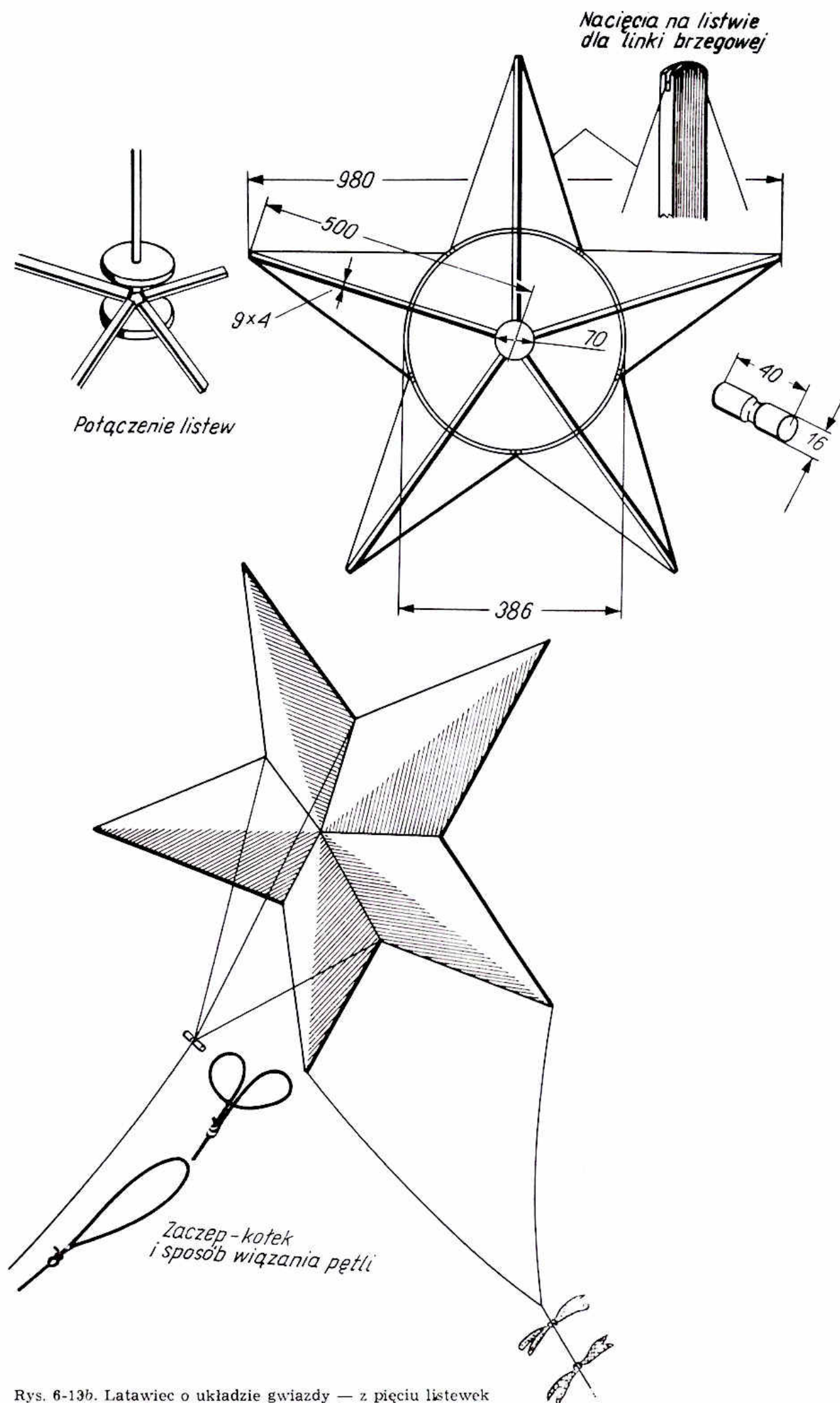
Szkielet latawca składa się z podłużnicy o przekroju 5×7 mm i długości 900 mm oraz dwóch poprzeczek 3×5 mm, z których jedna ma długość 950 mm, a druga 850 mm. Poprzeczki przymocowane są nicią do podłużnicy i ściągnięte nitką brzegową, tworzącą tylne krawędzie płaszczyzny latawca. Dodatkowe usztywnienie podłużnicy i skrzydeł tworzą dwie pary nici, łączących końce podłużnicy z końcówkami skrzydeł.

Papierem oklejamy tylko skrzydła, przy czym do łukowato wygiętej krawędzi przedniej kleimy papier z zakładką 5 mm szerokości, a do krawędzi tylnej nitki brzegowej robimy zakładkę 10 mm szerokości.

Długość bibułkowego ogona wynosi około 2 m. Na rysunku zaznaczono sposób zamocowania uzdy, przy czym „ognisko” jej powinno znajdować się w miejscu pokazanym na planie.

Latawiec sześcioboczny foremny. Jest to konstrukcja dość popularna. Szkielet składa się z trzech listew o przekroju 3×7 mm i długości 800 mm każda. Na każdej listewce zaznaczamy ołówkiem połowy ich długości, a końce listew nacinamy piłeczką do metalu (unikniemy dzięki temu rozszczepienia się drewna), tworząc rowki dla nicianego obrzeża. Następnie składamy listwy razem jedna obok drugiej i sprawdzamy, czy zaznaczone środki pokrywają się.

Teraz listwy układamy jedna na drugiej i do-



Rys. 6-13b. Latawiec o układzie gwiazdy — z pięciu listewek

kładnie po środku osi wszystkich listewek wiercimy otwór 1,5 mm średnicy, ostrożnie, aby nie rozłupać drewna. W otwór osadzamy cienki gwóźdź, którego koniec zaginamy cążkami lub młotkiem, tak aby uniknąć przypadkowego skałeczenia. Teraz układamy promieniowo po 60° listwy w sposób pokazany na rysunku 6-12 i łączymy je mocną nicią brzegową. Oklejanie papierem jest identyczne jak w opisanych wyżej latawcach, również z zakładką.

Uzda jest trzy- lub czterolinkowa z „ogniskiem” usytuowanym w miejscu zaznaczonym na rysunku. Ogon bibułkowy, może być wykonany w postaci 2-metrowej długości wstęp przymocowanych do dwóch końców beleczek szkieletu.

Gwiazda. Bardzo efektowny jest latawiec sylwetkowy, którego płaszczyznę nośną tworzy gwiazda. Budowa takiego latawca nie różni się w zasadzie od konstrukcji opisywanych uprzednio. Dlatego podajemy jedynie najważniejsze szczegóły. Rozwiązania konstrukcyjne pokazano na rysunku 6-13a. Szkielet latawca składa się z 4 listewek o przekroju 10×5 mm i długości 1000 mm każda. Do sporządzenia obrzeży i uzdy potrzebna jest nie długości 10 m. Pokrycie wykonujemy z czerwonego papieru pergaminowego.

Poszczególne listwy zwiążemy nicią na klej. Nici obrzeża wypełniają tylne krawędzie gwiazdy.

Papier do nici kleimy oczywiście na zakładkę, jak przy uprzednio omówionych latawcach. Do zamocowania uzdy niezbędne jest przytwierdzenie dodatkowej poprzeczki na przedniej części gwiazdy. Przywiązujemy dwie nici do końców poprzeczki, a jedną w części tylnej, zaznaczonej na rysunku. Uzda zakończona jest pętlą. Do pętli można wygodnie zaczepić linkę holowniczą, zaopatrzoną na końcu drewnianym kołeczkiem, pełniącym funkcję zaczepu.

Czas pracy przy latawcu-gwieździe wynosi około 3 godzin.

Omówiony typ latawca można wykonać również innym sposobem, stosowanym przez modelarzy ZSRR (rys. 6-13b). Szkielet utworzony jest wówczas z 5 listewek 9×4 mm, ustawionych promieniście na osiach ramion gwiazdy. Listwy uchwycone są obejmą sklejkową, a ponadto wzmocnione pierścieniem drucianym. Krawędzie ramion gwiazdy tworzą nici. Średnica latawca wynosi 1000 mm.

Latający talerz. Równie efektowny jest latawiec o obrysie kołowym, kształtem przypominający „latający talerz”. Płaszczyzna jego nie jest zupełnie płaska. Ma ona odpowiedni profil — kil, który ustalecznia latawiec podczas lotu.

Największą trudność przy budowie tego latawca może sprawić wykonanie kołowej obręczy. Przy pewnej wprawie obręcz taką można wygiąć z cien-

kich listewek sosnowych (2×7 lub 3×3 mm), nagrzewając drewno nad płomieniem świecy. Lekko zwilżone wodą listewki ogrzewa się równomiernie nad źródłem ciepła. Cienkie listwy dają się łatwo wyginać i zachowują nadany im kształt. Jeśli według rysunku 6-14 wygnieśmy 3÷4 cienkie listewki, to następnie możemy je wspólnie skleić w jedną bardzo wytrzymałą obręcz. Jeśli dysponujemy bambusem, możemy wygiąć obręcz z sześciu odcinków, posługując się również płomieniem świecy albo lampki spirytusowej.

Średnica latawca wynosi 1080 mm.

Metoda podziału okręgu koła na kilka sektorów ułatwia znakomicie wyginanie drewna sosnowego, bo nie ma wówczas zbyt dużych krzywizn. Poszczególne rozpórki i podłużnica składają się także z odcinków łączonych za pomocą rurek-łączy metalowych, stosowanych m.in. do przedłużania kijów wędkarskich (wędzisk). Wszystkie zatem beleczki szkieletowe powinny mieć przekrój kołowy. Łącząc zamocowujemy do drewnianego szkieletu małymi wkrętami lub nitami aluminiowymi.

Płaszczyzna latawca pokryta jest całkowicie tkaniną, cienkim i lekkim batysem lub nylonem. Pokrycie nie jest klejone do szkieletu, lecz przyszyte (z zakładką) do obrzeża.

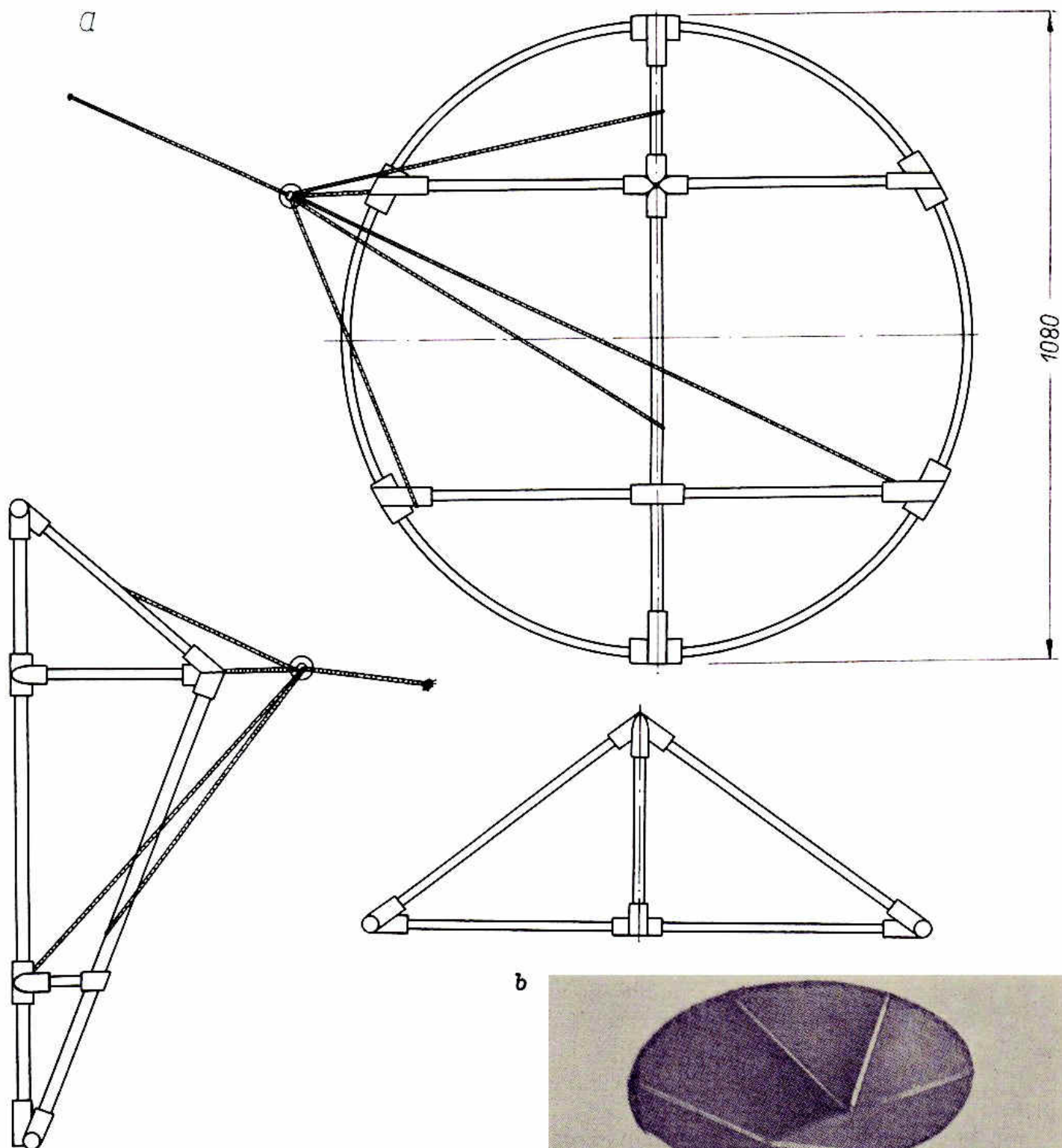
„Latający talerz” jest raczej konstrukcją maszyną, nadającą się do lotów nawet przy silnym wietrze.

Wykaz materiałów:

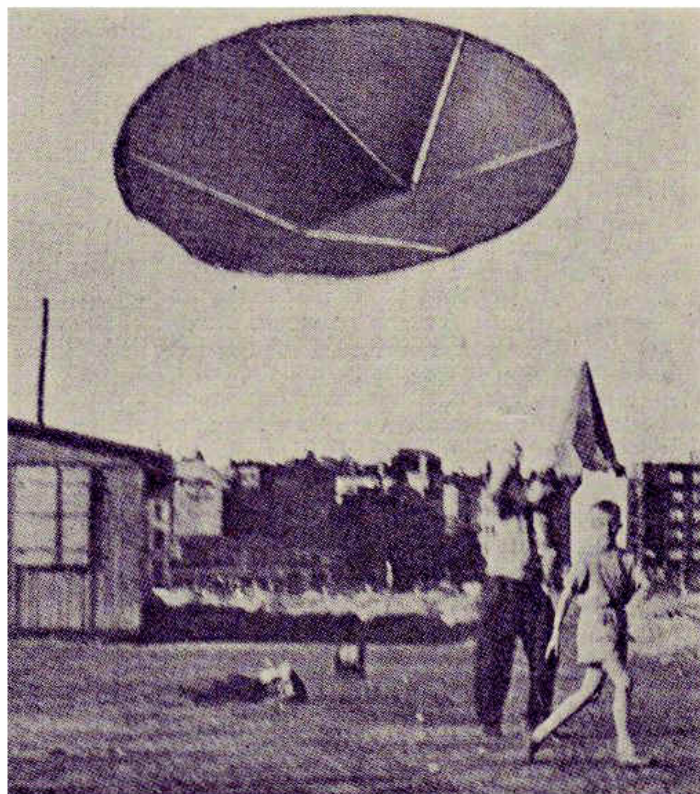
- 6 rurek bambusowych średnicy 11÷14 mm, długości 1140 mm;
- 2 rurki bambusowe średnicy 10 mm, długości 960 mm;
- 2 beleczki sosnowe 15×15 mm, długości 1160 mm;
- 1 beleczka sosnowa 15×15 mm, długości 1750 mm;
- 1 beleczka sosnowa 15×15 mm, długości 850 mm;
- rurka mosięzna o średnicy równej średnicy beleczek szkieletowych, długości 1300 mm;
- blacha 0,5 mm 300×300 mm;
- 4 wkręty do metalu z nakrętkami średnicy 3 mm i długości 30 mm;
- tkanina 800×7000 mm,
- sznurek rybacki 8 m,
- kółko stalowe średnicy 20 mm.

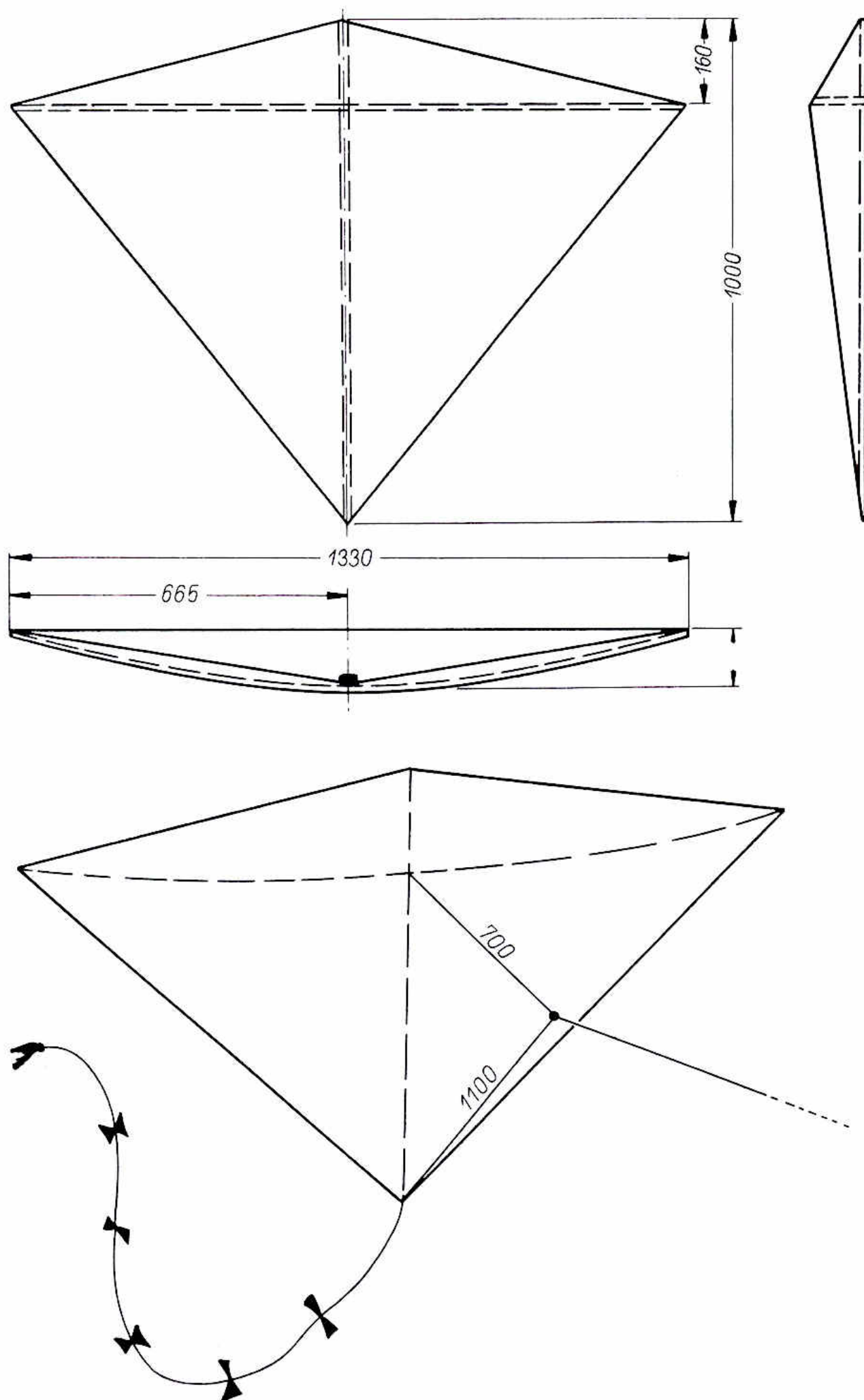
Uzda latawca wykonana jest z pięciu linek, zamocowanych w miejscach oznaczonych na rysunku.

Latawiec malajski. Wypróbowanym i bardzo dobrze latającym jest latawiec, którego rodowód sięga Półwyspu Malajskiego (rys. 6-15). Szkielet latawca składa się z dwóch listew: z po-

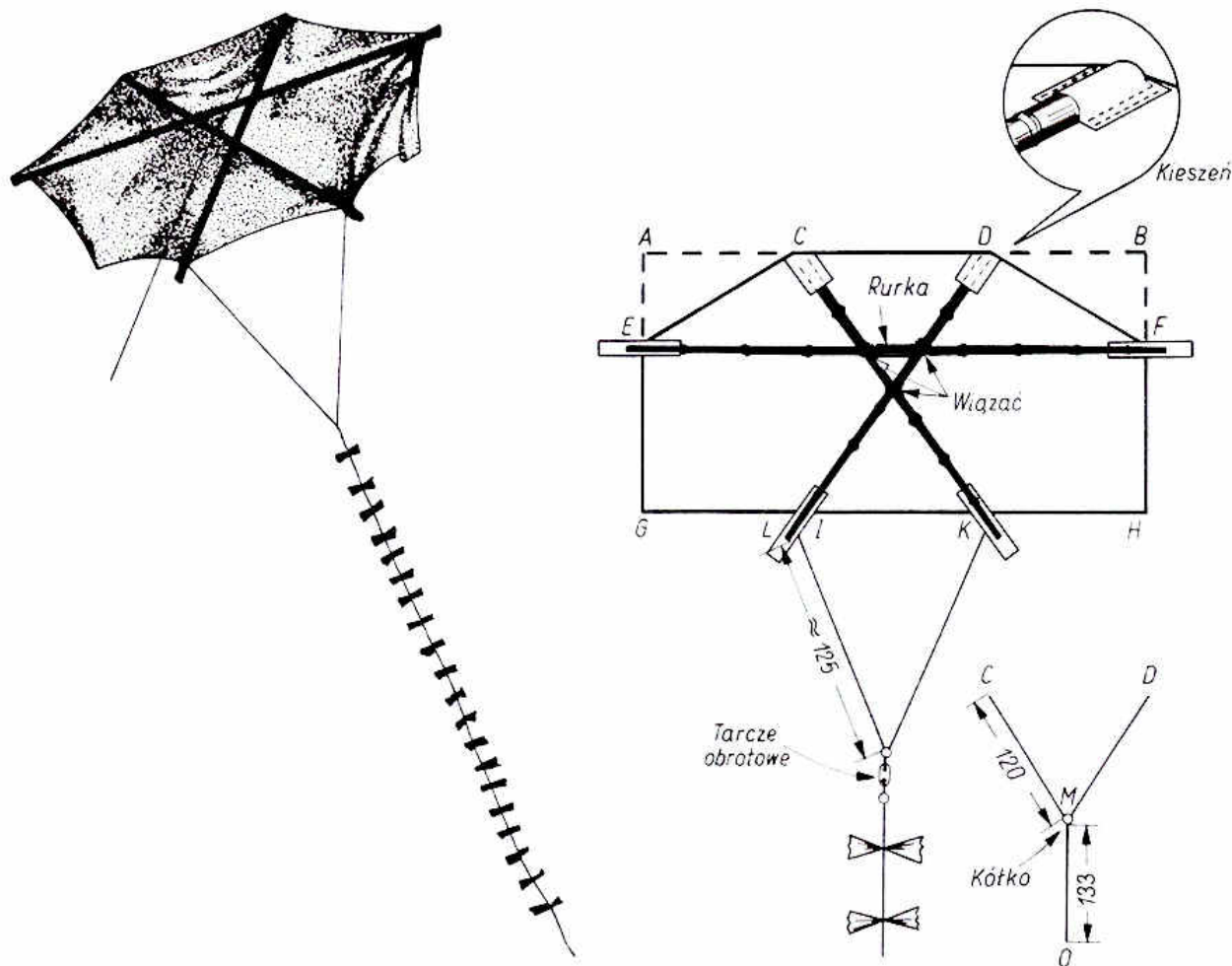


Rys. 6-14. Latawiec „Latający talerz”
 a — konstrukcja, b — latawiec podczas lotu





Rys. 6-15. Latawiec malajski



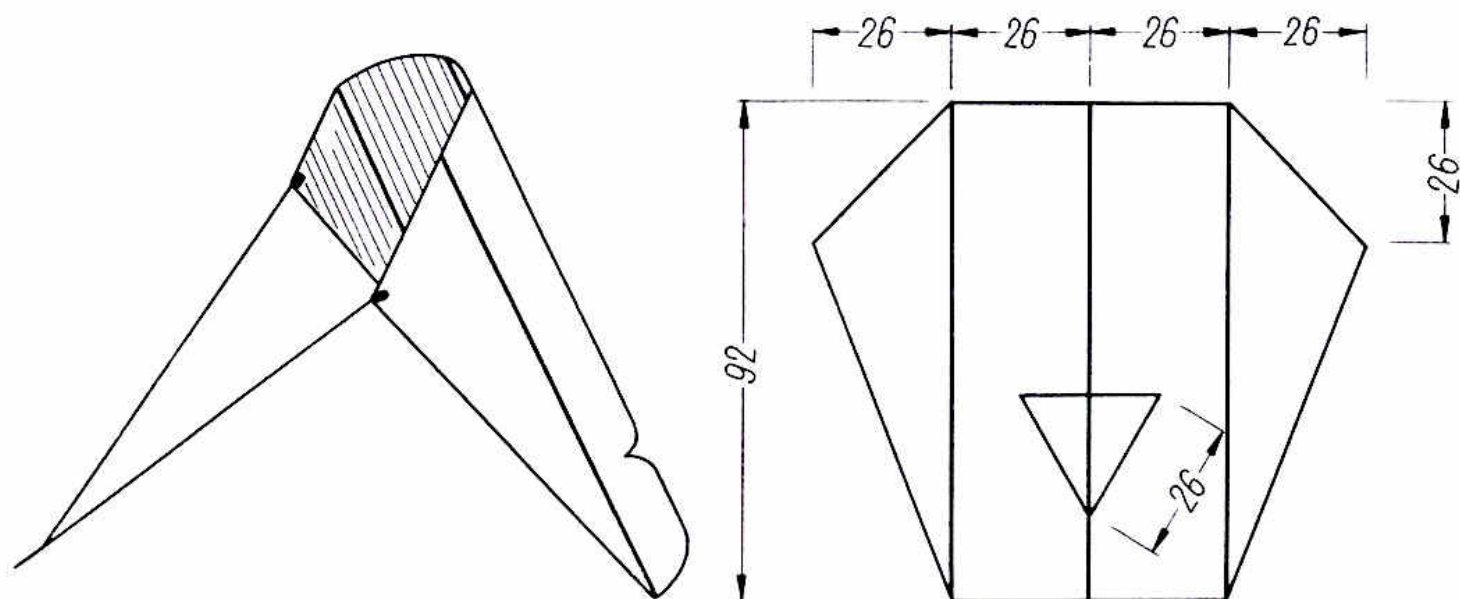
Rys. 6-16. Latawiec wysokościowy

dłużnicy długości 1000 mm i poprzeczki długości 1330 mm. Przekrój obu listew jest jednakowy i wynosi 6×6 mm lub 6×10 mm.

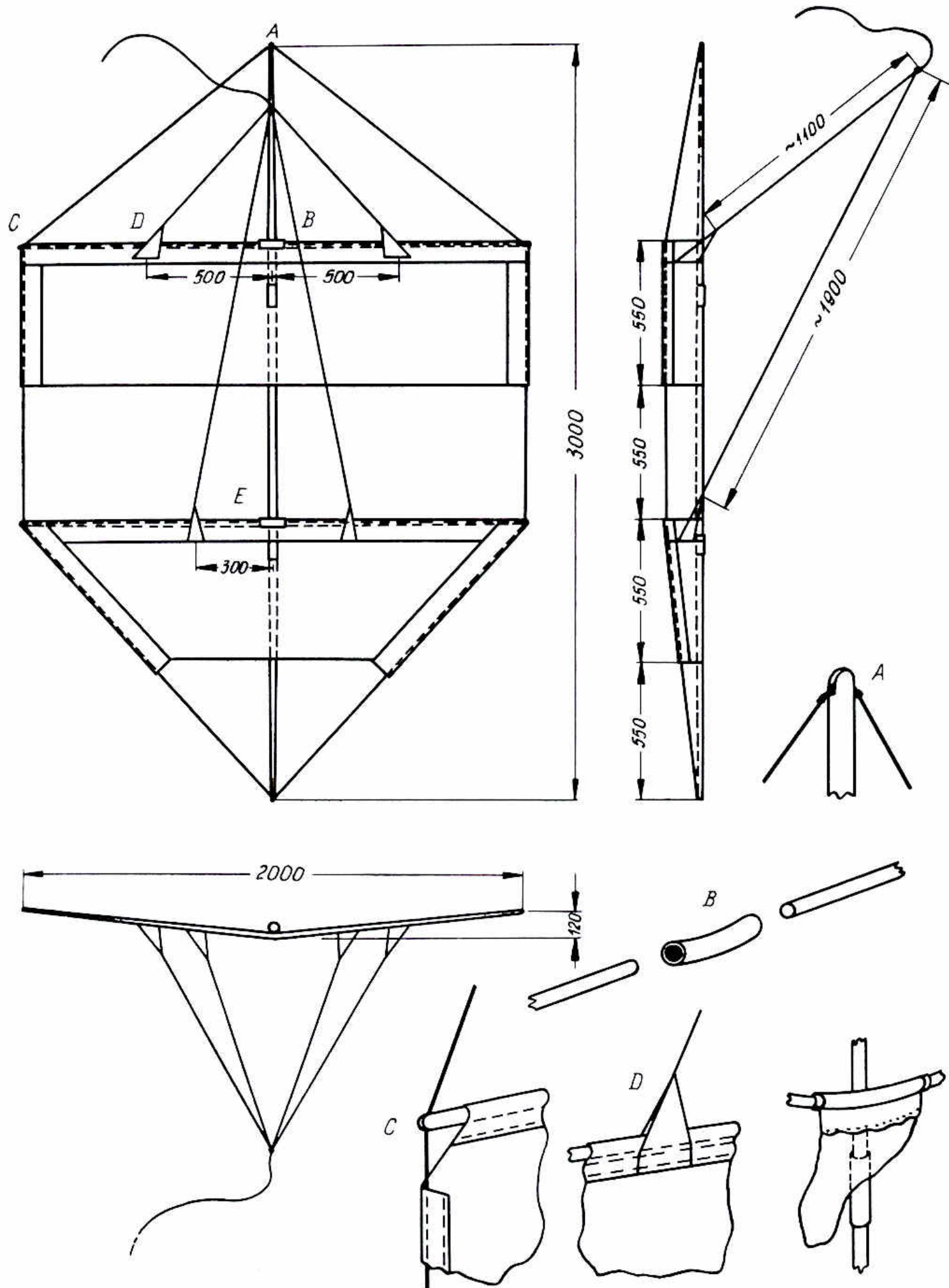
Konstrukcja nie odbiega zbyt od uprzednio opisanych. A zatem obrzeże tworzy nić, jedynie poprzeczka jest ściągnięta dodatkową nicią (jak w lu-

ku), wskutek czego przybiera kształt łukowaty, znakomicie usłateczniający latawiec podczas lotu.

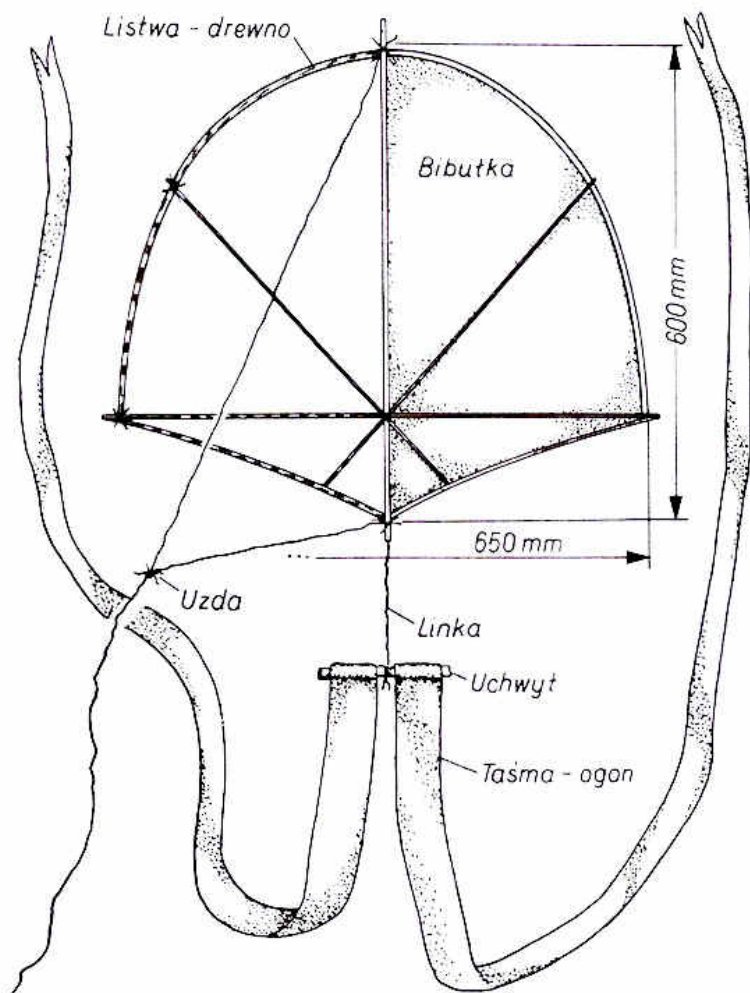
Pokrycie papierowe, z cienkiej folii polietylenowej lub tkaniny. W przypadku wykorzystania folii trzeba ją łączyć ze szkieletem, używając przylepca biurowego, bowiem folia nie daje się sklejać.



Rys. 6-17. Latawiec-sonda termiczna



Rys. 6-18a. Latawiec hinduski



Rys. 6-18b. Latawiec wietnamski

Latawiec malajski może być wyposażony w dwu- lub trzylinkową uzdę. Lata przy najsłabszym nawet wietrze. Podczas wiatru silniejszego trzeba przywiązać ogon papierowy o doświadczalnie ustalonej długości.

Latawiec wysokościowy. Jest to jedna z nowoczesnych konstrukcji latawcowych o oryginalnym, skrzydłowym układzie płaszczyzny nośnej. Latawiec ma duże rozmiary, ale za to ma zdolność osiągnięcia znacznej wysokości (rys. 6-16).

Szkielet latawca wykonany jest z prętów bambusowych (od wędziska). Rozpiętość płaszczyzny 2000 mm, głębokość 1000 mm. Oczywiście, tak duża powierzchnia musi być pokryta tkaniną, np. białym czy sztucznym jedwabiem. Jak widać z rysunku, trzy rozpórki tkwią w sześciu kieszeniach przyszytych do pokrycia. Szerokość kieszeni zależy od średnicy zastosowanych rozpórek bambusowych. Obrzeże pokrycia wzmocnione jest przez naszytą wąską taśmę z grubszej tkaniny. Kieszenie uszyte są także z tkaniny grubszej. Rozpórki połączone są wzajemnie drucianą obmotką. Dłuższa poprzeczka może nawet składać się z dwóch odcinków osadzonych w metalowej rurce-łączu.

System kieszeniowy ma poważną zaletę. Ułatwia mianowicie transport latawca na miejsce startu i powrót z nim do domu.

Uzda składa się z trzech linek. Rozmiary jej oraz miejsca zamocowania podano na rysunku. Ogon o długości 5 m wykonany z nici, do której przywiązane są co 200 mm odcinki tkaniny.

Jeśli podczas próbnych startów okaże się, że latawiec opada stromo — nurkuje, konieczne jest skrócenie środkowej linki uzdy. Jeśli natomiast latawiec trudno osiąga wysokość, ta sama linka uzdy musi być przedłużona.

Latawiec — sonda termiczna. Modelarze lotniczy do startu swych bardzo lekkich modeli latających poszukują miejsc, gdzie są największe noszenia, gdzie istnieją lub tworzą się silne prądy wznoszące. Okazuje się, że latawiec o lekkiej konstrukcji może spełniać funkcję swego rodzaju sondy termicznej. Latawiec tego rodzaju opracował Amerykanin Gary Crowell z Idaho.

Płaszczyzna latawca (rys. 6-17) wycięta jest z bardzo cienkiej folii polietylenowej o rozmiarach 1000×1000 mm i wzmocniona listwami balsowymi 3×6×1000 mm. Listwy z folią połączone są za pomocą kleju. W tylnej części pokrycia wycięty jest trójkątny otwór. Uzda składa się tylko z dwóch linek, przymocowanych do skrzydełek pokrycia.

Latawiec wskutek swej lekkości jest bardzo czuły i jeśli tylko w danym miejscu tworzą się prądy ciepłe, to od razu ich istnienie odczuje osoba utrzymująca linkę uwięzi. Dzięki otworowi latawiec jest na tyle stateczny, że niepotrzebny jest ogon. Starty latawca-sondy można prowadzić przy słabym i nie porywistym wietrze.

Latawiec hinduski. Mało stosunkowo znaną konstrukcją latawca dwupłaszczyznowego o rozmiarach największych z dotychczas opisywanych jest latawiec hinduski (rys. 6-18a).

Powierzchnia nośna dwóch płaszczyzn utworzonych z płóciennego pokrycia wynosi prawie 2 m². Masa całkowita latawca nie przekracza 1,5 kg, naturalnie, jeśli tylko zachowana zostanie lekkość wykonania poszczególnych podzespołów.

Latawiec hinduski ma jedną ogromną zaletę: może startować przy najsłabszym nawet wietrze, dzięki wielkim płaszczyznom nośnym.

Do transportu system rozpórek i podłużnic można rozebrać. W stanie złożonym ma wymiary 70×70×1000 mm. Szkielet latawca wykonany jest z beleczek o kołowym przekroju: 6 beleczek ma średnicę 20 mm i długość 1000 mm, przy czym średnica zmniejsza się na końcach do 10 mm. Dwie poprzeczki tworzą skrzydła latawca i usytuowane są na przedniej krawędzi we wzdłużnych zaszewkach — kieszeniach pokrycia. Poprzeczki składają się z dwóch połówek połączonych wędkarskimi przedłużaczami metalowymi. Skrzydła latawca mają niewielki wznios — patrząc na nie w widoku

z przodu, stąd też łączniki metalowe muszą być odpowiednio wygięte.

Belka podłużna składa się z trzech części połączonych łącznikami metalowymi. W krawędzie tylne wszyta jest na zakładkę linka rybacka. System linek widoczny na rysunku zapewnia całej konstrukcji niezbędną sztywność.

Linki uzdy przymocowane są do niewielkich odcinków tkaniny obejmującej poprzeczki. Linki te zaczepione są w czterech punktach, zaznaczonych na rysunku. Oryginalny latawiec hinduski wykonany jest z prętów bambusowych lub trzciny i pokryty tkaniną jedwabną.

Linka holownicza tak wielkiego latawca powinna być dostatecznie wytrzymała. Najlepsza jest konopna plecionka rybacka albo gruba linka stylonowa.

Odmianą latawca hinduskiego jest latawiec wietnamski (rys. 6-18 b).

Latawiec noworoczny ma konstrukcję średniej wielkości, charakteryzującą się dość znaczną długością zespołu czterech płaszczyzn, tworzących jakby przedłużenie ogona. Nazwa latawca pochodzi stąd, że na jego płaszczyznach często wypisywana jest data noworoczna, choć równie dobrze może tam być umieszczone hasło Święta Pracy czy inne, związane z pokazami latawcowymi.

Szkielet latawca tworzą cztery listwy; dwie po 1600 mm o przekroju 10×5 mm, jedna długości 1000 mm i jedna — 680 mm połączone linkami brzegowymi w ten sposób, że obrys uzyskuje kształt pięcioboku. Dwie wewnętrzne linki usztywniające są sporządzone z cienkiego drutu stalowego średnicy 0,7 mm. Szczególnie starannie muszą być wzmocnione węzły skrajne, które też oklejono nakładkami sklejkowymi.

Poszczególne płaszczyzny mają zmniejszające się powierzchnie, co pokazano na rysunku 6-19. Szkieletem tych płaszczyzn są drewniane ramki złożone z czterech listew związanych wzajemnie i pokrytych jednostronnie papierem.

Poszczególne płaszczyzny przymocowane są nicią w dwóch skrajnych punktach. Do ostatniej płaszczyzny przytwierdzony jest trójkątny odcinek lekkiej tkaniny, a następnie zwykły ogon latawcowy. Całkowita długość zespołu wynosi ponad 8,5 m. Uзда zaczepiona jest w pięciu punktach.

Latawce japońskie. Latawce z kraju Kwitnącej Wiśni mają oryginalną konstrukcję, kształty i zdobnictwo. Oto kilka wzorów tych ciekawych — i dodajmy — bardzo lekkich latawców.

Daimyo (rys. 6-20a) — latawiec sześcioboczny z czterolinkową uzdą. Długość całkowita 900 mm, szerokość 700 mm. Szkielet tworzą trzy listwy

5×8 mm (oryginalne latawce japońskie budowane są z bambusa lub lekkiego drewna świerkowego) z linkami brzegowymi. Pokrycie — papier lub tzw. bibułka japońska, znana jako materiał do pokrywania modeli latających.

Samuraj (rys. 6-20b) — jest to latawiec o dość wydłużonym obrysie prostokątnym i lekko wklęsłej do wewnątrz płaszczyźnie. Osobliwością może się wydawać zastosowanie aż 12 linek, tworzących uzdę. Linki przeznaczone są do rozłożenia sił działających na powierzchnię latawca tak, aby ta stosunkowo lekka konstrukcja wytrzymywała starty przy silnym wietrze. Oryginalna konstrukcja szkieletu z listew bambusowych może być zamieniona grubszymi nieco beleczkami sosnowymi.

Mikko (rys. 6-20c) — mały latawiec sylwetkowy, którego szkielet składa się z dwóch listewek bambusowych wygiętych półkolistie i wzajemnie połączonych. Skrzydła latawca mają nieznaczny wznios utworzony przez nie ściągającą końcówki skrzydeł. Jak pomysłową postać można namalować na pokryciu latawca, pokazano na rysunku.

Kyoto (rys. 6-20d) — z trzech listewek bambusa wykonana jest sylweta ptaka. Tylne krawędzie niciane, pokrycie bibułkowe. Wymiary podano na rysunku.

Wszystkie latawce japońskie zaopatrzone są w cienkie, wstęgowe ogony bibułkowe.

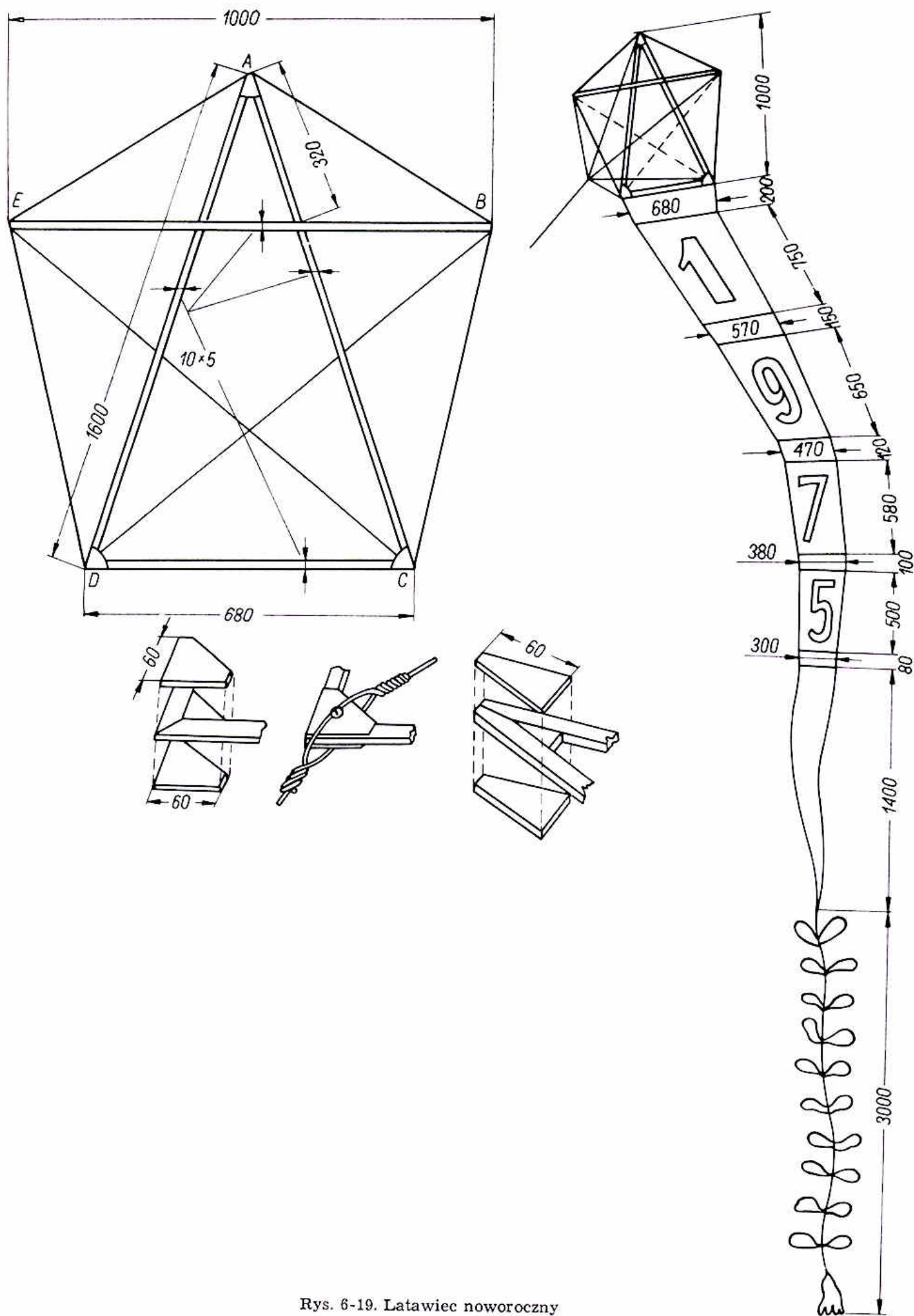
Smok chiński. Do rodziny latawców płaskich można jeszcze zaliczyć wielopłaszczyznowego smoka chińskiego (rys. 6-21). Składa się on z kilkunastu płaszczyzn o kołowych obrysach pokrytych papierem. Całość unoszona jest przez największą płaszczyznę — głowę smoka. Na rysunku podano wymiary poszczególnych części oraz sposób łączenia płaszczyzn. Trudność wykonania polega na doborze jak najłżejszego materiału. Latawiec tego typu, jeśli jest starannie wykonany, wygląda imponująco podczas lotu.

Latawiec Rogallo. Latawiec o elastycznym pokryciu i układzie typu delta, to jedna z najnowocześniejszych konstrukcji, która zapoczątkowała rozwój popularnych statków powietrznych, budowanych zarówno przez wielkie wytwórnie, jak i rzesze amatorów-szybowników.

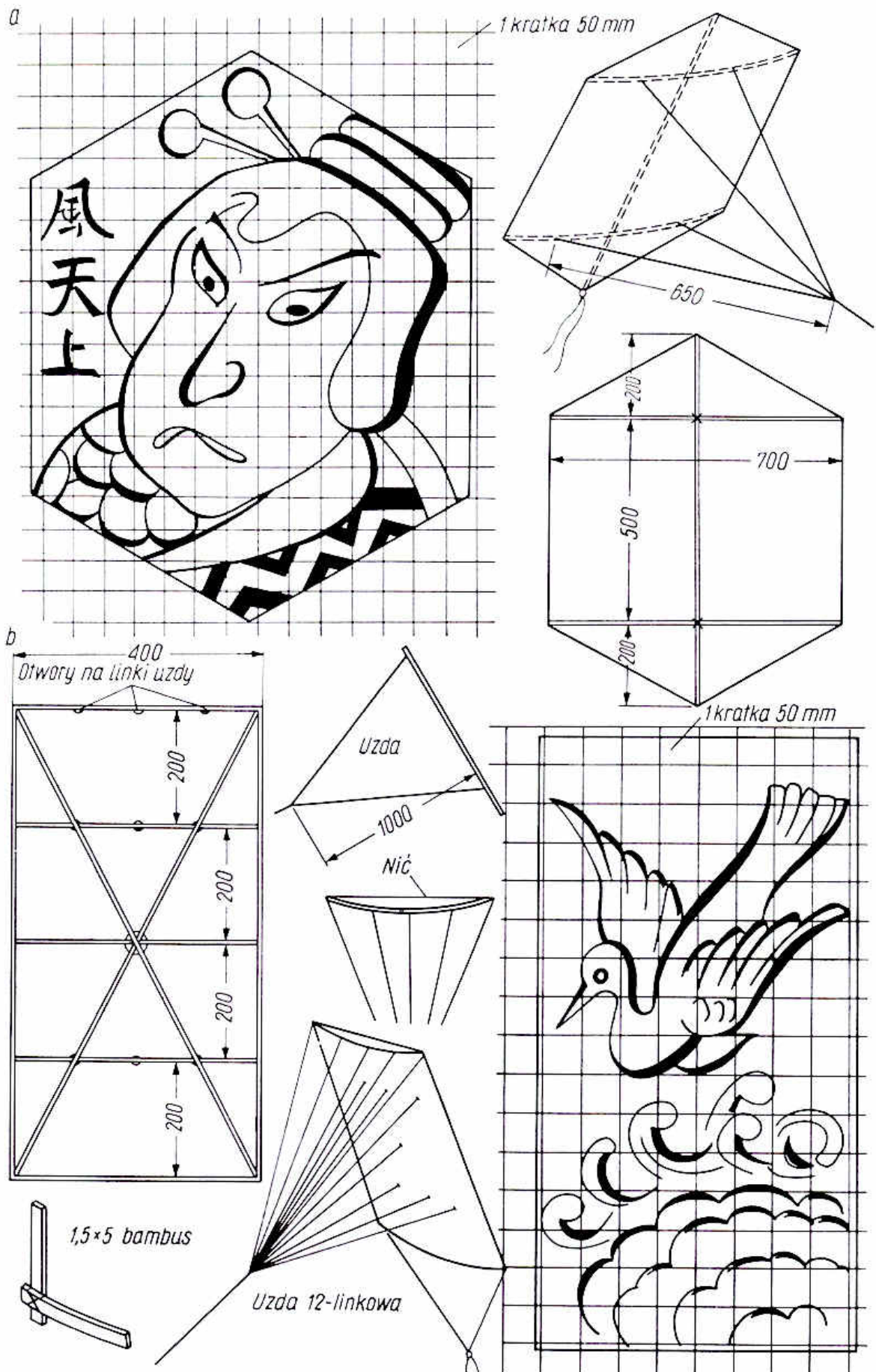
Szkielet typowego latawca Rogallo (od nazwiska twórcy F. Rogallo) składa się z trzech podłużnic sosnowych 10×10 mm, połączonych jedną krótką poprzeczką 6×6 mm. Pokryciem może być cienka folia polietylenowa lub inny lekki i cienki materiał. Uзда trójlinkowa. Długość linki uzdy biegnącej od wierzchołka latawca wynosi około 1000 mm.

Ognisko uzdy wiążemy mniej więcej w odległości 500 mm od wierzchołka płaszczyzny (rys. 6-22).

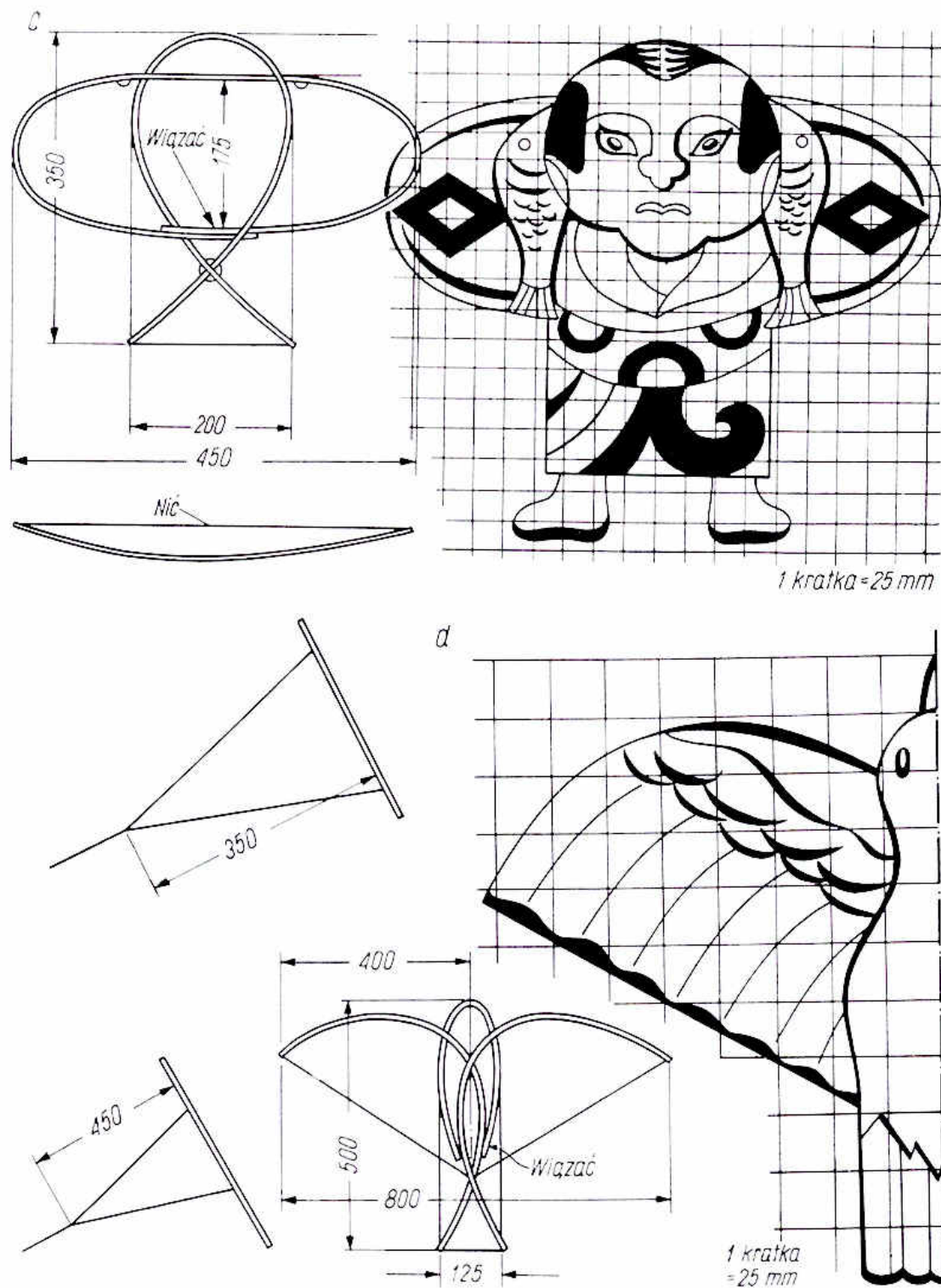
Podczas lotu elastyczne skrzydło przybiera



Rys. 6-19. Latawiec noworoczny



Rys. 6-20. Latawce japońskie
a — Daimyo, b — Samuraj



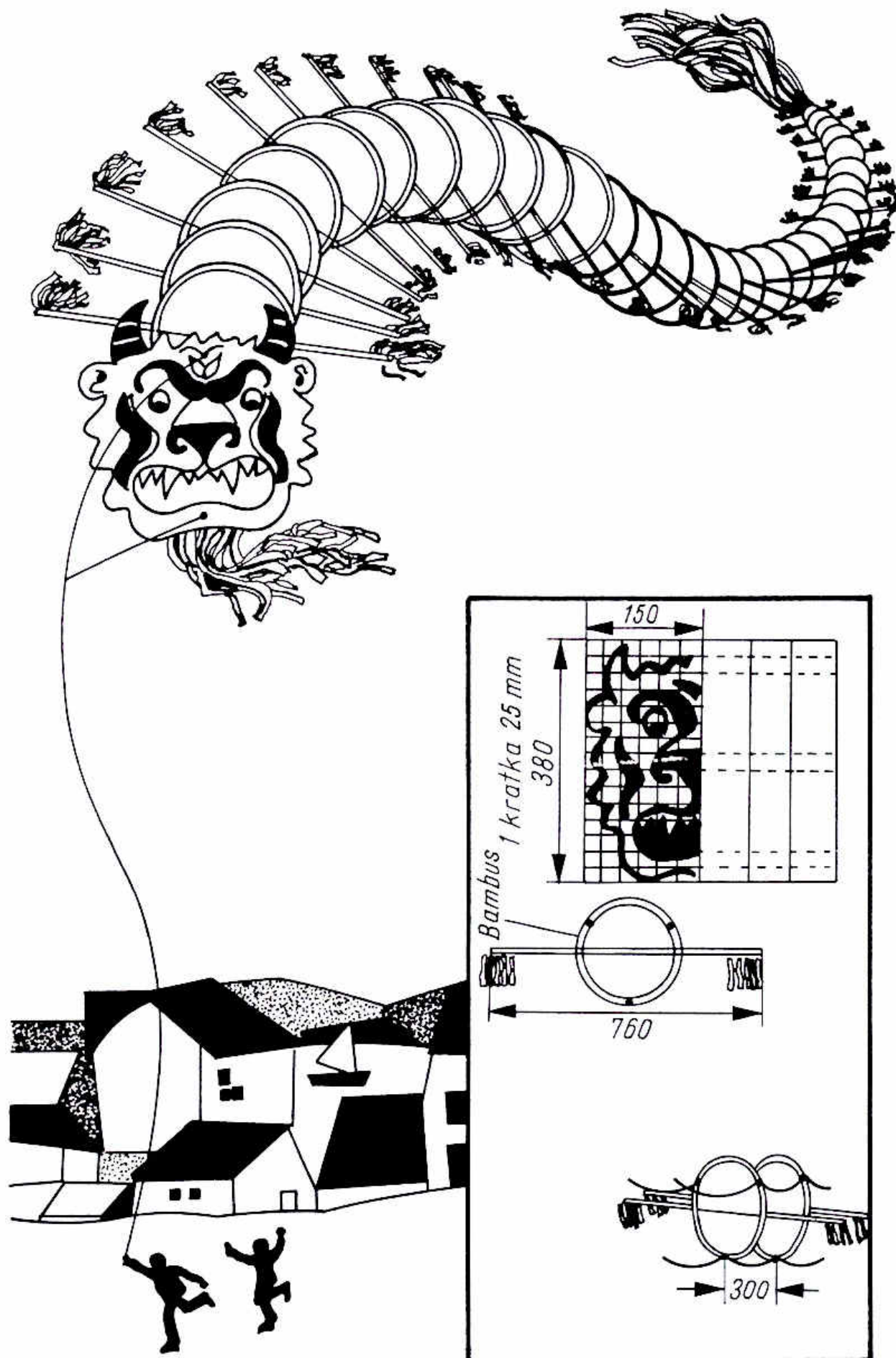
Rys. 6-20. Latawce japońskie
c — Mikko, d — Kyoto

kształt stożkowy. Obie połowki pokrycia zostają wygięte łukowato, a latawiec bardzo miękko poddaje się wpływowi zarówno wiatru słabego, jak i silnego. Przy wietrze silnym niezbędne jednak jest przywiązanie do końca środkowej podłużnicy ogona bibułkowego albo niewielkiej płaszczyzny — statecznika kierunkowego.

Jeszcze jedna praktyczna uwaga: w celu zwiększenia stateczności latawca w locie końce podłużnic bocznych należy lekko i równomiernie z obu stron podgiąć ku górze. W skrzydle podanym na rysunku końce podgięte są do wysokości 50 mm w stosunku do podłużnicy środkowej.

Aby umożliwić modelarzom budowanie latawców Rogallo o dowolnych rozmiarach, na rysunku 6-23 podano procentowo proporcje poszczególnych elementów.

Spadochron — latawiec. Skoro już omówiliśmy latawiec o elastycznym pokryciu, nieodzowne jest pokazanie jeszcze jednego typu latawca — o płaszczyźnie całkowicie miękkiej. Mowa o latawcu, którego płaszczyzną nośną jest czasza spadochronu. Pomysł nie nowy w sporcie spadochronowym, gdzie demonstrowane są loty wleczone (np. za samochodem). Na specjalnego kształtu rozwiniętej czaszy spadochronu skoczek wykonuje



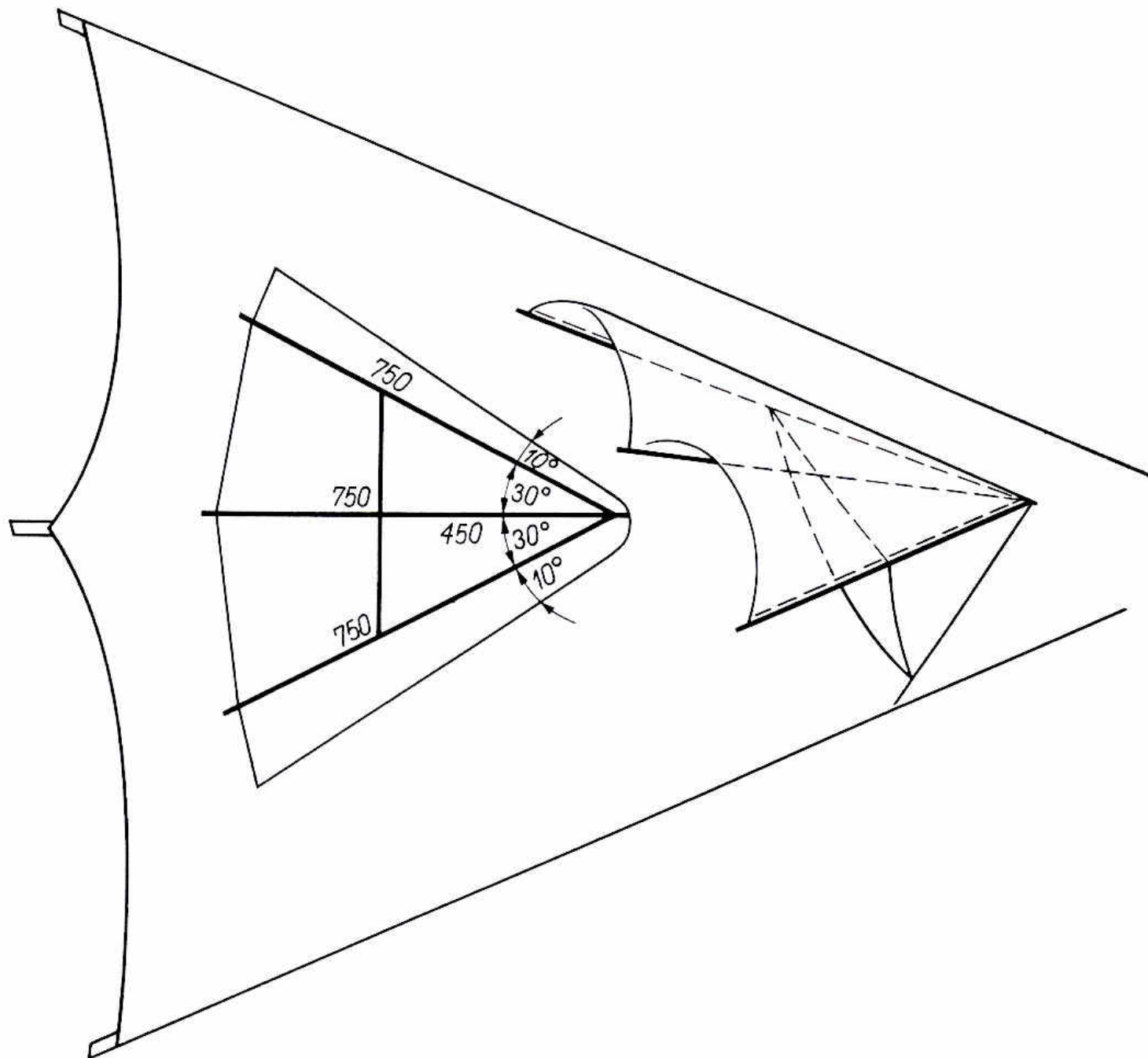
Rys. 6-21. Smok chiński

normalny wzlot latawcowy (często pomagający w szkoleniu).

Model takiego latawca-spadochronu (para-kite) można wykonać bez specjalnych trudności (rys. 6-24). Na czaszę spadochronu potrzebna jest folia polietylenowa o rozmiarach 1000×1000 mm, możliwie jak najcieńsza. Możemy wykorzystać do tego celu duże torby lub pokrowce ubraniowe. Folię rozkładamy równo na stole i unieruchamiamy

Teraz trzeba przygotować linki nośne, których funkcję pełnić będzie średniej grubości. Potrzeba 8 odcinków o długości po 2560 mm. Dobrze jest nici zaimpregnować, tj. posmarować stearyną (ze świecy) — nie będą się niepotrzebnie zwijać i wchłaniać wilgoci.

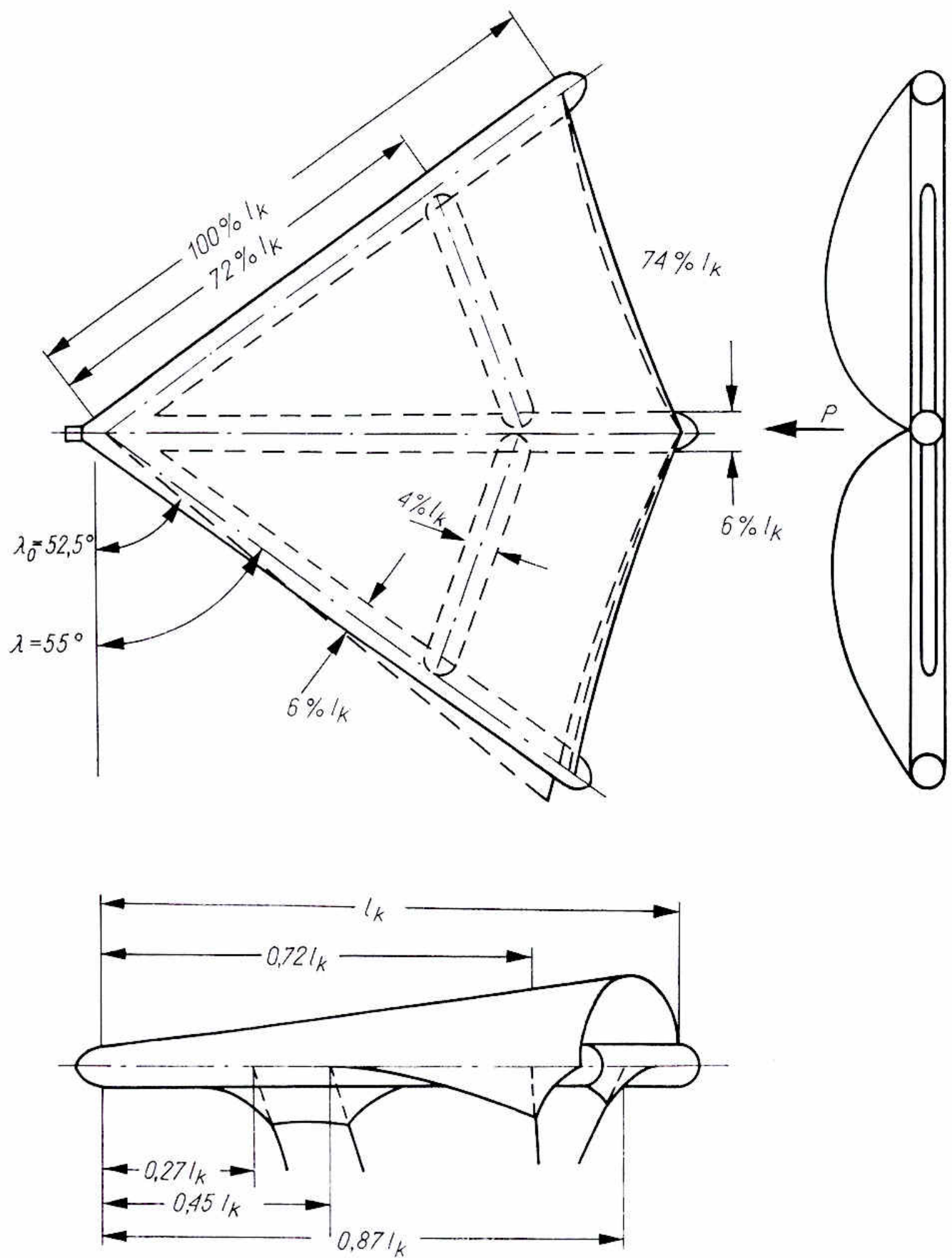
Okrąg czaszy dzielimy na 16 części (po $22,5^\circ$ każda) i podział zaznaczamy długopisem. Linki nośne przechodzą przez całą czaszę, a więc musimy je



Rys. 6-22. Latawiec-miękkopłat typu Rogallo

w kilku punktach przyklepcem. Następnie za pomocą szpilki, sznurka i długopisu kreślimy koło o średnicy 960 mm. Szpilkę osadzamy pośrodku folii, do niej przywiązujemy odcinek sznurka długości 490 mm, na którego końcu w zawiązanej pęteli tkwi długopis. Taki pomocniczy cyrkiel umożliwia wykreślenie koła. Czaszę wycinamy nożyczkami, po wycięciu zaś układamy z powrotem na stole i przymocowujemy kawałkami przylepca.

ułożyć dokładnie na wykreślonych liniach. Przyklejamy je do czaszy za pomocą przezroczystej i lekkiej taśmy klejowej. Wymiar pojedynczej naklejki 20×10 mm. W dwóch miejscach czaszy wycinamy klinowe otwory według wymiarów podanych na rysunku. Przyklejając linki w miejscach, gdzie przechodzą po obrzeżach otworów, musimy każdą naklejkę składać na połowę, aby objęła dwie strony czaszy.



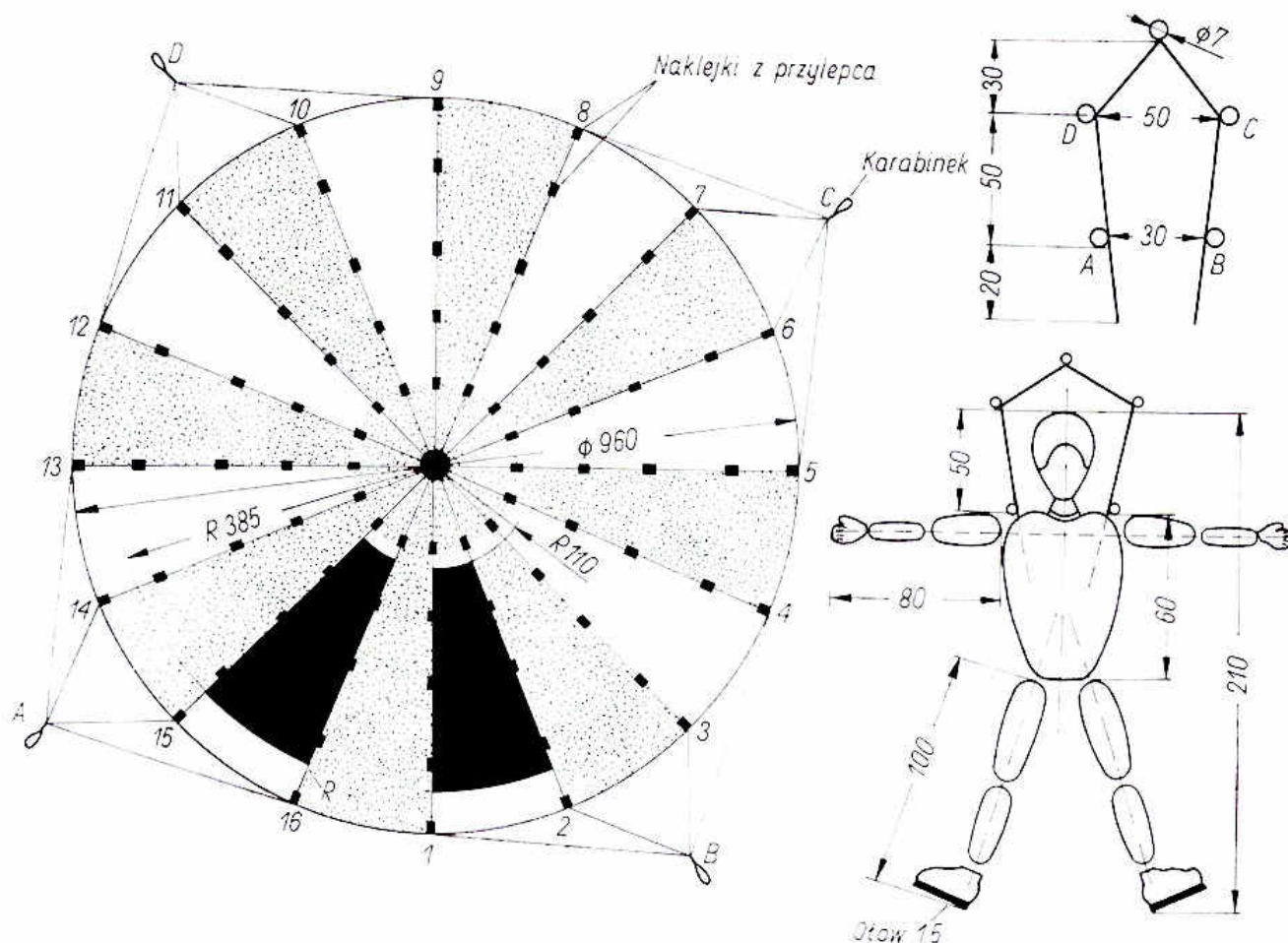
Rys. 6-23. Proporcje latawca Rogallo (podłużnice — rury gumowe nadmuchiwane)

Jak widać z rysunku, linki podzielone są na cztery grupy. Każdy pęk linek jest związany, sklejony i zaopatrzony w miniaturowy karabinek (np. wędkarski albo zwykły spinacz biurowy). Ważny jest oczywiście układ linek i usytuowanie względem nich otworów w czaszy. Długość linek, licząc od obrzeża czaszy, wynosi 700 mm.

Następną czynnością jest przygotowanie „uprzęży” skoczka. Łatwo ją można wykonać według rysunku 6-24, z drutu o średnicy 1÷1,5 mm. Sylwetkę skoczka wycinamy z drutu aluminium o średnicy 2 mm i ze ścinków balsy, drewna lipowego czy nawet styropianu.

czek utrzymywał się pod czaszą we właściwym położeniu, trzeba go obciążyć. W tym celu najlepiej jest przymocować do butów skoczka niewielkie (20×10×1 mm) kawałki ołowiu. Masę obciążenia najlepiej jednak ustalić doświadczalnie, masa ta bowiem zależy od zastosowanych materiałów. Obciążenie skoczka zależy również od prędkości wiatru podczas startu.

Spadochron-latawiec wznosi się przy wietrze bardzo sprawnie i statecznie. Jeśli puścimy linkę holowniczą, latawiec zamienia się w klasyczny spadochron i opada ku ziemi.



Rys. 6-24. Spadochron-latawiec

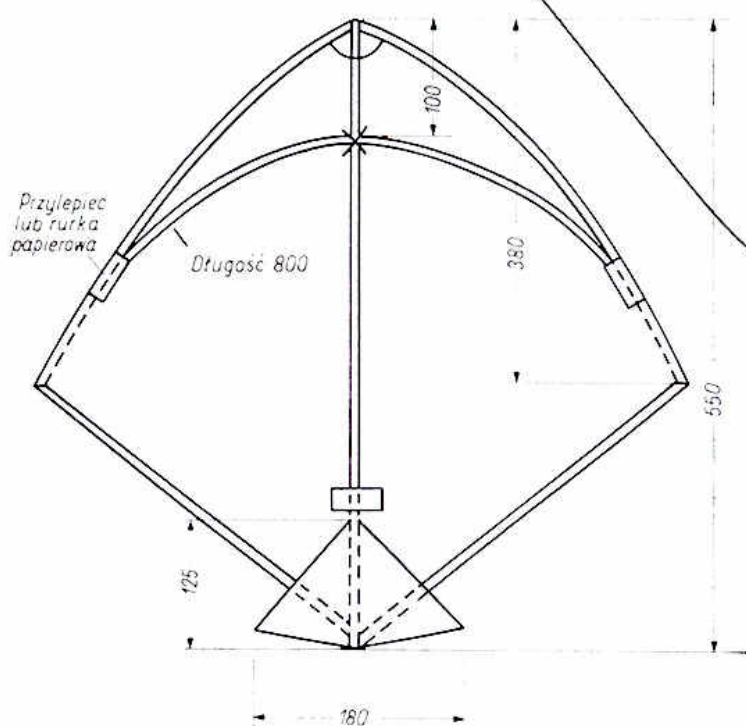
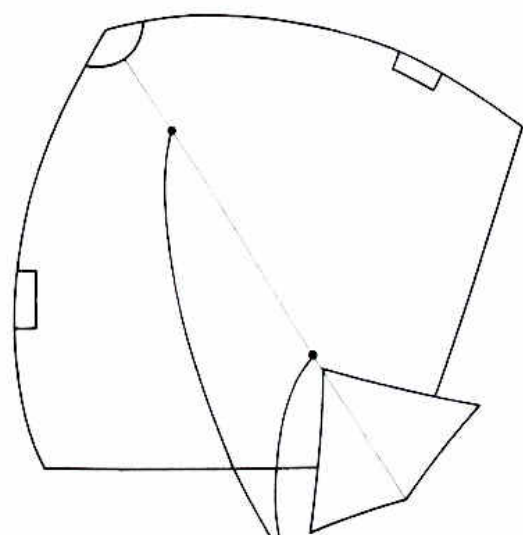
Do gotowej sylwetki skoczka, który może mieć kształty pokazane na rysunku, przymocowujemy drucianą uprząż. Za pomocą zaczepo-karabinków łączymy cztery pęki linek nośnych do czterech bocznych uszek uprzęży. Należy zwrócić uwagę podczas podwieszania skoczka, aby wycięcia znajdowały się zawsze w dolnej części czaszy i aby linki nie splątały się ani skręciły.

Do górnego uszka uprzęży, umieszczonego tuż nad głową sylwetki skoczka, zaczepiamy linkę holowniczą zakończoną zaczepem karabinkowym. Spadochron-latawiec jest gotowy do lotu.

Jeszcze jedna uwaga: aby stosunkowo lekki sko-

Latawiec do walki powietrznej. Zajmiemy się teraz jedną z oryginalniejszych konstrukcji hinduskich, zupełnie nie spotykanych w Europie (rys. 6-25).

Szkielet latawca tworzą dwie skrzyżowane listwy bambusowe. Pokrycie papierowe. W celu usztywnienia krawędzi przedniej i tylnej pokrycie w tych miejscach sklejone jest z podwójną zakładką. W tylnej części latawca przyklejony jest mały trójkątny ogon, wycięty z kartonu. Jest to jedyny ogon latawca, dlatego podczas lotu latawiec „holdruje” bardzo silnie, sprawiając wrażenie jakby walczył z przeciwnikiem. Tę właściwość, którą my



Rys. 6-25. Latawiec do walki powietrznej

określamy jako brak stateczności, wykorzystano do zabawy. Najczęściej dwa latawce tego typu usiłują „walczyć”, zderzyć się z sobą lub nieraz przeciąć ostrą krawędzią pokrycie. Zwycięża ten, który przeciwnika zmusi do lądowania.

Latawiec ma uzdę zamocowaną jedynie w dwóch punktach.

3. Latawce skrzynkowe

Latawiec, który ma kilka płaszczyzn nośnych wzajemnie z sobą połączonych, tak że tworzą one jakby skrzynię, nazywamy skrzynkowym lub wielokomorowym. Latawce tego typu mają znacznie większy udźwig niż konstrukcje jednopłaszczyznowe. Mogą być przy tym, co godne uwagi, budo-

wane znacznie lżej, gdyż konstrukcja ich jest bardziej wytrzymała. Oprócz latawców o płaszczyznach płytowych, stosowane są układy o płaszczyznach profilowanych, lekko sklepionych. Zwiększają one udźwig o około 10%. Ponieważ latawiec skrzynkowy jest bardziej złożoną konstrukcją, jego budowa wymaga od modelarza pewnej wprawy w konstruowaniu latawców płaskich.

Rodzina latawców skrzynkowych jest dość rozległa. Podział zależy od przeznaczenia, liczby komór, kształtu, wielkości, udźwigu, a nawet rodzaju zastosowanego materiału (latawce skrzynkowe mogą mieć np. szkielety metalowe, sporządzone z rurek duralowych).

Mały latawiec Pottera. Jako pierwszą, stosunkowo prostą konstrukcję skrzynkową, można polecić niewielkich rozmiarów latawiec o układzie, w którym płaszczyzny ustawione są po przekątnej (rys. 6-26). Taki układ, bardzo statecznego zresztą latawca, zastosował w swoim latawcu Amerykanin H. Potter.

Szkielet całej skrzynki wykonany jest z 4 beleczek-podłużnic sosnowych o przekroju poprzecznym 3×3 mm lub 4×4 mm i długości po 750 mm, oraz 16 rozpórek o przekroju 3×3 mm i długości 250 mm każda. Beleczyki są wzajemnie związane nicią wzmocnioną klejem. Do usztywnienia konstrukcji niezbędne jest wykrzyżowanie poszczególnych ram kwadratowych nicianymi cięgłami. Należy stosować nić raczej grubsza, a podczas wiązania jej zwracać uwagę, aby nie zwichrować całego szkieletu.

Gotowy szkielet oklejamy cienkim papierem pakunkowym, tworząc jakby dwie skrzynki. Podczas oklejania smarujemy klejem dokładnie każdą beleczykę i staramy się, aby papier nie miał zmarszczek. Oklejenie dodatkowo usztywnia konstrukcję latawca.

Linki uzdy przymocowujemy w dwóch tylko punktach, przy przednich krawędziach płaszczyzn nośnych. Latawiec skrzynkowy nie wymaga stosowania ogona, bowiem tylna skrzynka pełni w danym układzie funkcję statecznika kierunku i wysokości.

Duży latawiec Pottera. Dalszym rozwinięciem omówionego wyżej latawca jest nieco większa konstrukcja, mająca bardzo ważną zaletę, ułatwiającą transport: jest składana (rys. 6-27).

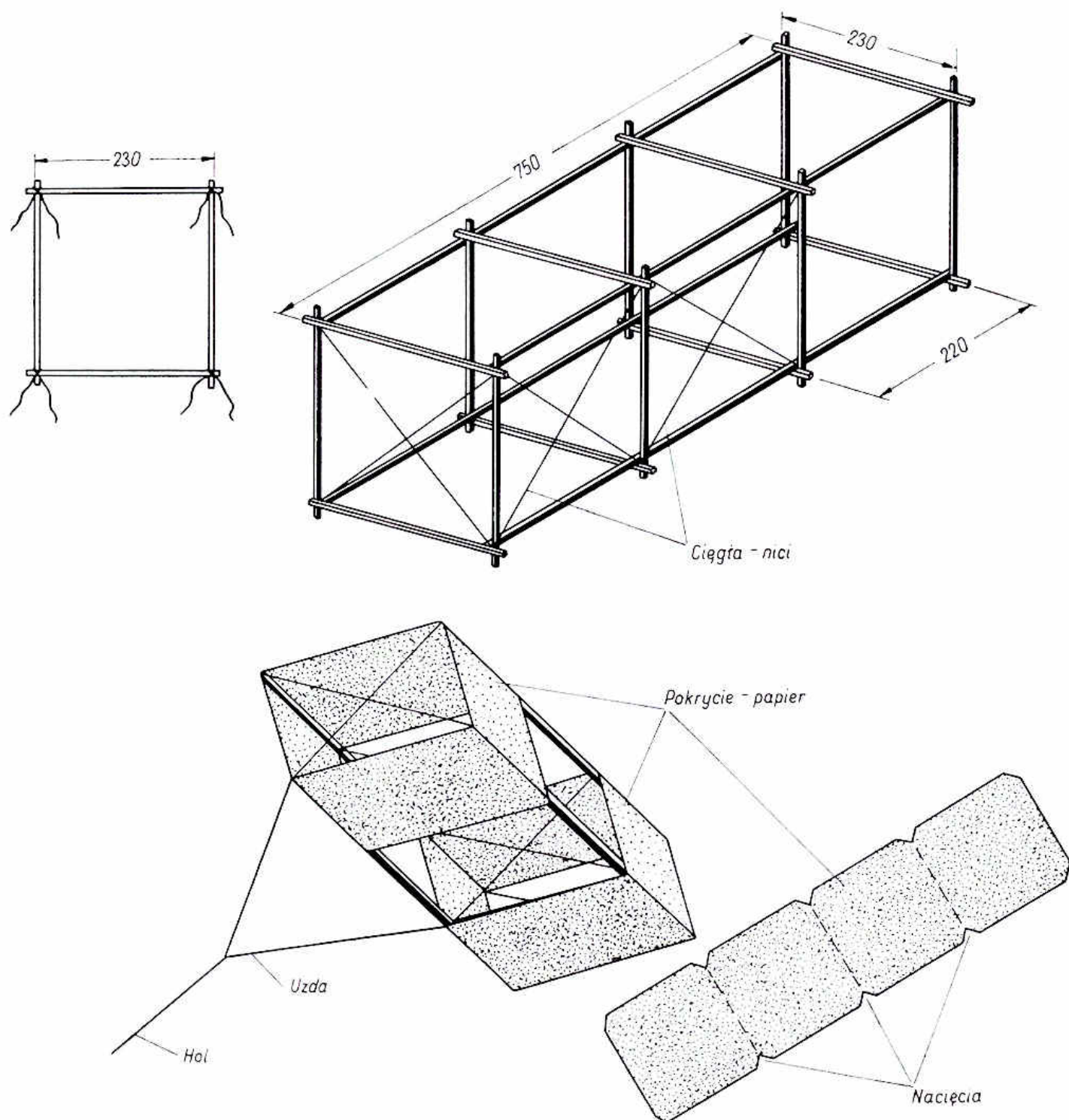
Szkielet wykonany jest z 4 podłużnic o przekroju 12×12 mm, rozpartych czterema krzyżującymi się rozpórkami o przekroju 10×10 mm.

Budowę latawca rozpoczynamy od przygotowania pokrycia. Sporządzamy je z mocnego papieru pakunkowego. Na rysunku podano w rozwinięciu

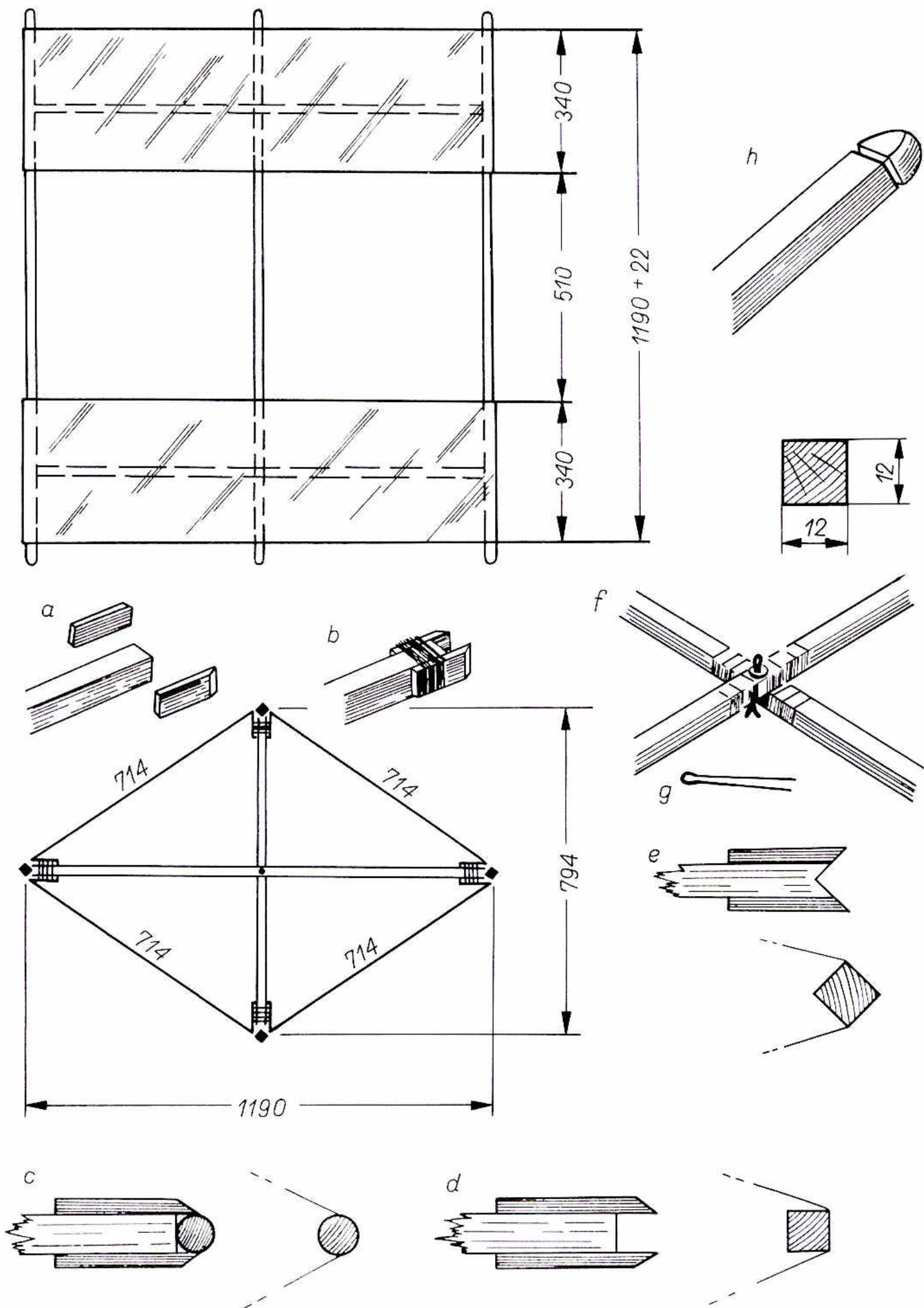
jedną część pokrycia. Na arkuszu o wymiarach 2876×360 mm rysujemy zakładki z nacięciami. Wklejamy następnie pod zakładki mocną nić. Na nici, jak widać na rysunku, powiązane są pętelki w odstępach co 714 mm na całym obwodzie. Następnie przygotowujemy 4 podłużnice długości 1212 mm każda. Końce ich zaokrąglamy nożem, pilnikiem lub papierem ściernym i robimy niewielkie nacięcia w odległości 12 mm od końców. Służą one do zaczepienia pętelek, utrzymujących pokry-

cie. Podłużnice po przycięciu oczyszczamy miękkim papierem ściernym.

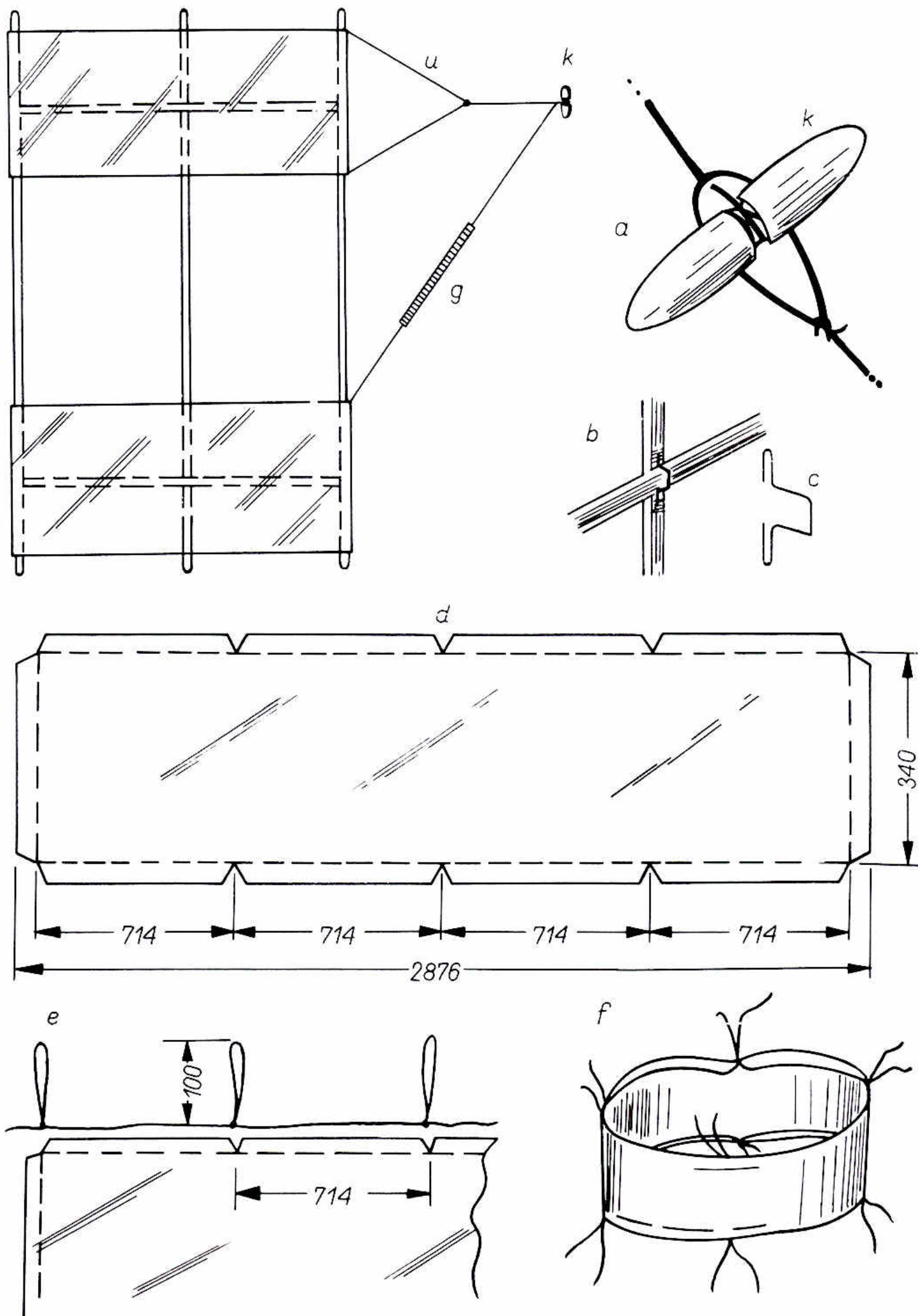
Dwie rozpórki długości 1170 mm i dwie długości 780 mm i o przekroju 10×10 mm łączymy drucianą szpilką-zatyczką. W rozpórkach dokładnie pośrodku wiercimy otwory o średnicy około 2 mm, owijamy następnie (na klej) środkową część beleczki cienkim paskiem płótna — w celu wzmocnienia — i osadzamy rozdwojoną szpilkę-zatyczkę między dwiema metalowymi podkładkami (lub



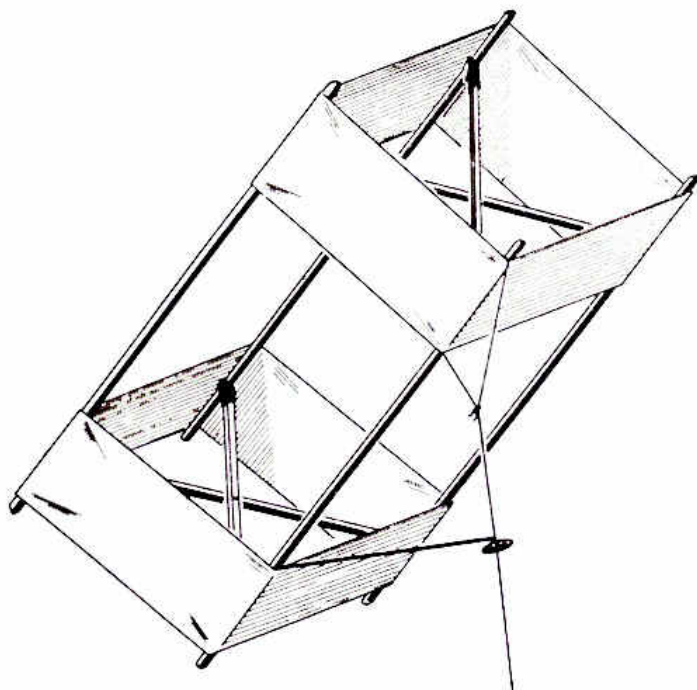
Rys. 6-26. Mały latawiec Pottera (cd. na str. 87 i 88)



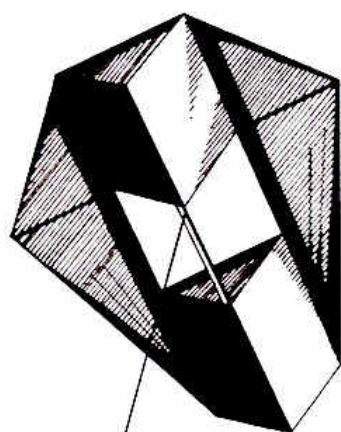
Rys. 6-26 ed. *a* — części rozpórek. *b* — gotowe zakończenie łącznika. *c* — łącznik do listew o przekroju kołowym. *d* — łącznik do listew o przekroju kwadratowym. *e* — łącznik do listew o przekroju trójkątnym. *f* — połączenie listew. *g* — zawlecza. *h* — końcówka



Rys. 6-26, cd, *a* — zaczep, *b* — połączenie rozpórek, *c* — klamra, *d* — rozwinięte pokrycie, *e* — nici brzegowe, *f* — pokrycie gotowe, *g* — amortyzator, *k* — kolek, *u* — uzda



Rys. 6-27. Duży latawiec Pottera

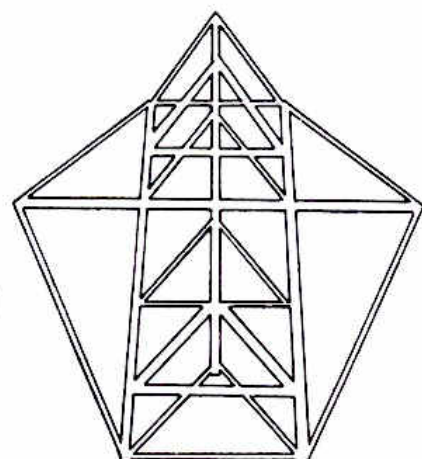
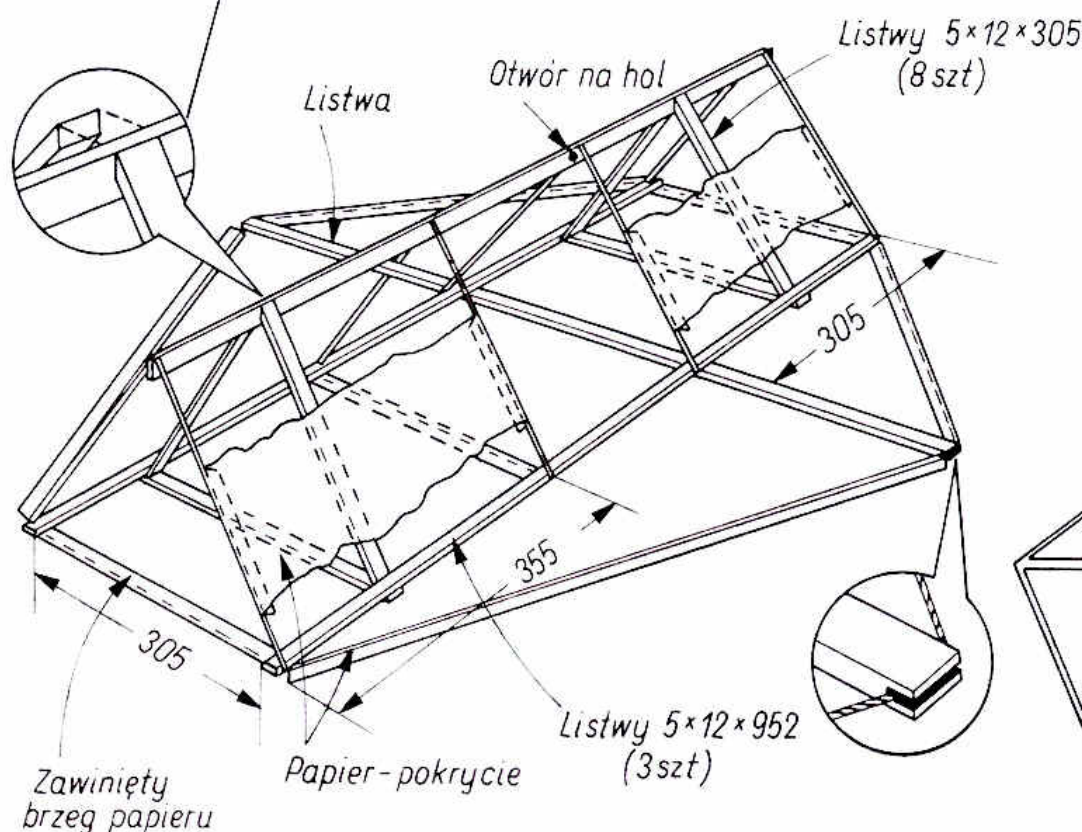


z tworzywa sztucznego). Taki sposób zamocowania umożliwia równoległe złożenie obu podłużnic w czasie demontażu latawca.

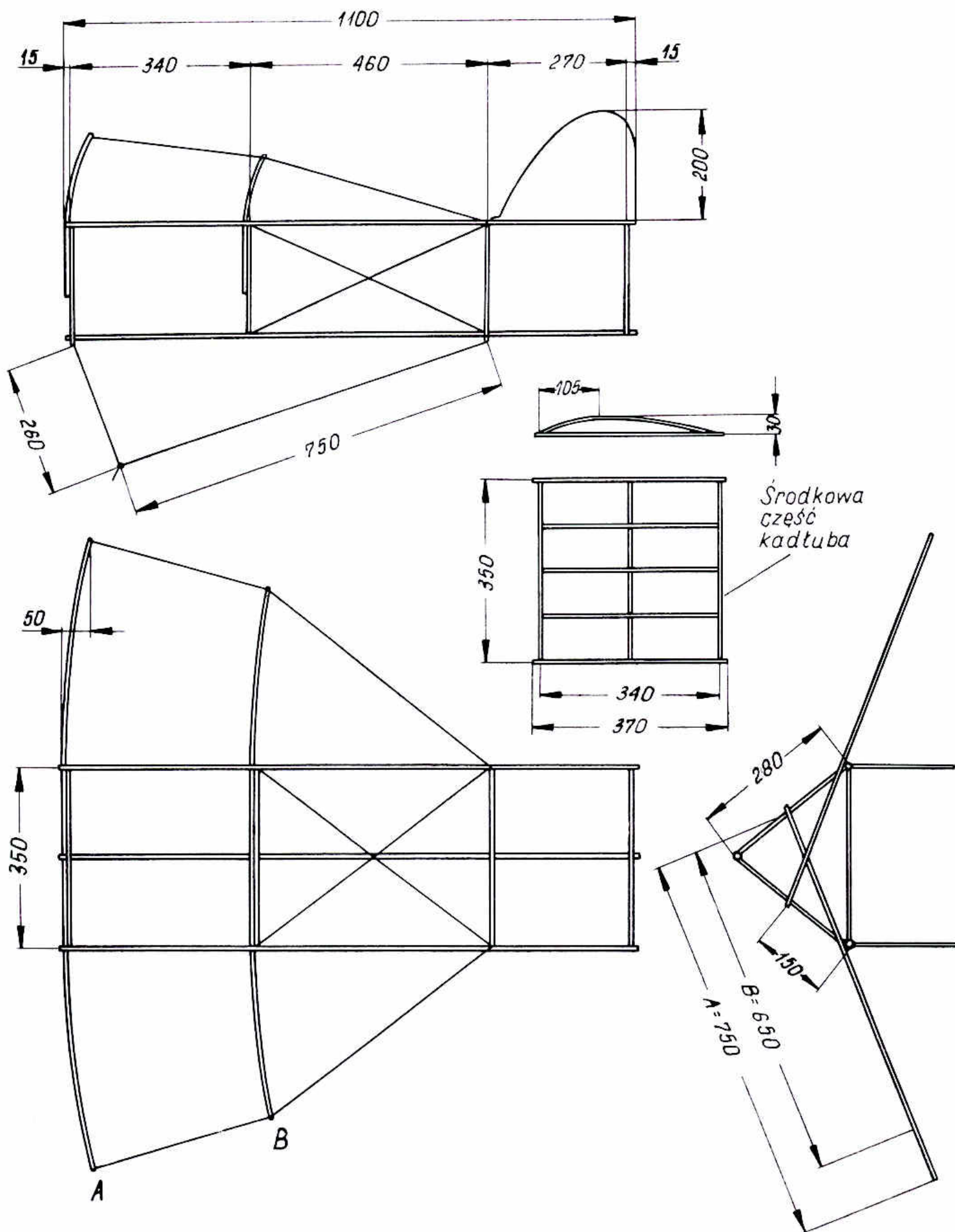
Inny sposób łączenia rozpórek polega na wykorzystaniu oczka drucianego, przez które przechodzi rozpórka. Zależnie od zastosowanego sposobu połączenia, otrzymamy inny kształt widełek. W przypadku widełek drewnianych okładki ich skleamy klejem kazeinowym, owijając dodatkowo całe łącze zwój przy zwoju obmotką nicianą.

Po wykonaniu podzespołów latawiec jest gotowy. Składanie nie sprawia już trudności: przywiązujemy dwie części pokrycia do podłużnic, a w środku ustawiamy dwie pary rozpórek, zwracając uwagę, aby końcami widełek nie zniszczyć papieru pokrycia. Gotowy latawiec ustawiony na równym stole nie powinien mieć zwichrzonego pokrycia, wszystkie płaszczyzny powinny być równo osadzone.

Uzupełnieniem pracy jest sporządzenie zaczepu drewnianego (kołeczka) na uzdę, przywiązanie linek uzdy w trzech punktach i odcinka gumy — amortyzatora. Zaczep jest o tyle wygodny, że wystarczy połączenie holu bez wiązania. Amortyzator gumowy pełni w tym latawcu funkcję automatu regulującego ustawienie płaszczyzn nośnych względem strug powietrza, zależnie od prędkości strug. Średnica przekroju poprzecznego gumy (lub kilku pasm) — około 5 mm. Na linkę holowniczą dobieramy raczej grubszy sznurek wędkarski, o grubości 1÷1,5 mm i długości do 800 m.



Rys. 6-28. Latawiec Cony'ego



Rys. 6-29. Latawiec opracowany przez modelarzy z NRD

Latawiec Cony'ego. Ta konstrukcja ma skrzynkę o trójkątnym przekroju oraz dwa, niewielkiej rozpiętości, skrzydła również o obrysie trójkątnym. Szkielet tworzą trzy podłużnice sosnowe o przekroju 5×12 mm i długości 992 mm każda oraz 6 rozpórek o przekroju 5×12 mm i długości po 305 mm. Rozpórki klejone są do podłużnic na styk w sposób pokazany na rysunku 6-28. Dodatkowo szkielet kadłuba wzmocniony jest w 4 miejscach cienkim sznurkiem, który tworzy krawędzie płaszczyzn nośnych.

Do szkieletu kadłuba przytwierdzona jest poprzeczka o przekroju 5×12 mm i długości 865 mm. Podłużnice kadłuba są połączone z poprzeczką sznurkiem brzegowym.

Płaszczyzny pokryte cienkim papierem pakunkowym. Uzda o jednej lub dwóch linkach.

Druga wersja latawca Cony'ego. Modelarze NRD opracowali pewną odmianę omówionego wyżej latawca (rys. 6-29). Jest on dłuższy, ma większą rozpiętość i powierzchnię skrzydeł oraz dwa dodatkowe stateczniki pionowe.

Kadłub wykonany jest z podłużnic o przekroju 7×7 mm i rozpórek o przekroju 3×3 mm. Ciągła linkowe wykrzyżowane są jedynie w miejscach nie pokrytych. Środkowa płaszczyzna nośna (górna ścianka kadłuba) jest wysklepiona na kształt profilu lotniczego. Rozwiązanie takie jeszcze bardziej zwiększa udźwig latawca.

Płaszczyzny pokryte są ścisłym papierem modelarskim lub bibułą japońską (grubszą). Uzda zaczepiona jest w dwóch punktach. Dolna linka ma wstawkę gumową.

Latawiec Hargrave'a. Klasyczny układ latawca skrzynkowego, po raz pierwszy zastosowany przez Anglika Hargrave'a, pokazano na rysunku 6-30. Płaszczyzny nośne ustawione są tu-

taj poziomo. Długość latawców tego typu, zależnie od zastosowania, może wynosić od 1000 do 3000 m.

Sredniej wielkości latawiec skrzynkowy ma długość 1000 mm, a szerokość 600 mm, przy czym każda płaszczyzna nośna ma wymiary 320×600 mm.

Szkielet latawca tworzą cztery podłużnice o przekroju 10×10 mm, rozparte czterema rozpórkami o takim samym przekroju. Krawędzie przednie i tylne utworzone są z olinowania. Konstrukcja taka jest znacznie lżejsza od skrzynki całkowicie sporządzonej z beleczek.

Pokryciem może być papier, ale bardziej korzystne jest zastosowanie cienkiej, elastycznej tkaniny, którą okleja się osiem płaszczyzn latawca. Uzda zaczepiona jest do podłużnic w dwóch punktach pod tylną krawędzią przedniej skrzynki.

Latawiec Gavora. Latawiec zbudowany w CSRS jest w pewnym sensie oparty na konstrukcji Cony'ego. Ma jednak zupełnie inne duże skrzydła i jeden statecznik pionowy (rys. 6-31). Ma dość duży udźwig, dlatego może służyć do wydźwigania za pomocą tzw. listonosza małych modeli szybowców na pełną długość linki holowniczej.

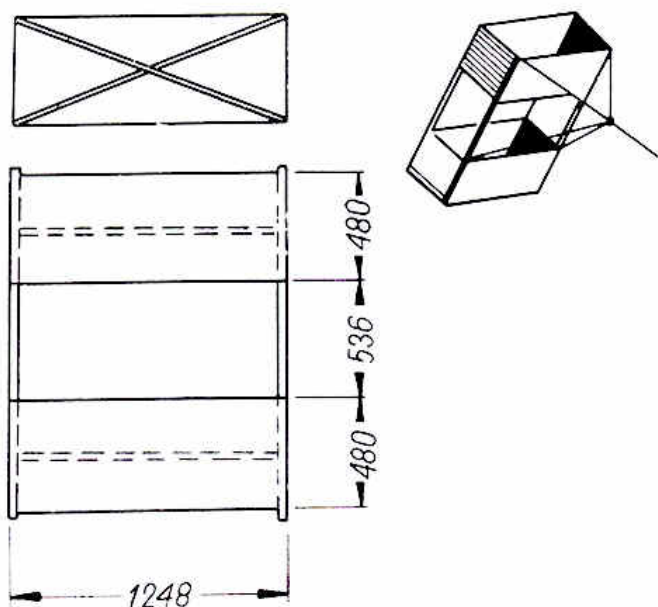
Szkielet wykonany jest z podłużnic o przekroju 8×8 mm i rozpórek 5×5 mm. Skrzydła latawca utrzymywane są za pomocą dwóch zastrzałów, umieszczonych na drucianej konsolce. Środkowa część kadłuba wykrzyżowana linkami. Dwa uchwyty uzdy wykonano jednocześnie jako płozy, chroniące konstrukcję kadłuba przed „twardszym” lądowaniem.

Cały latawiec pokryty jest grubym papierem modelarskim gatunku modellspan. Wymiary poszczególnych części latawca podano na rysunku 6-31.

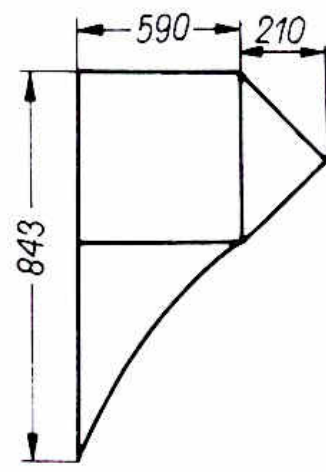
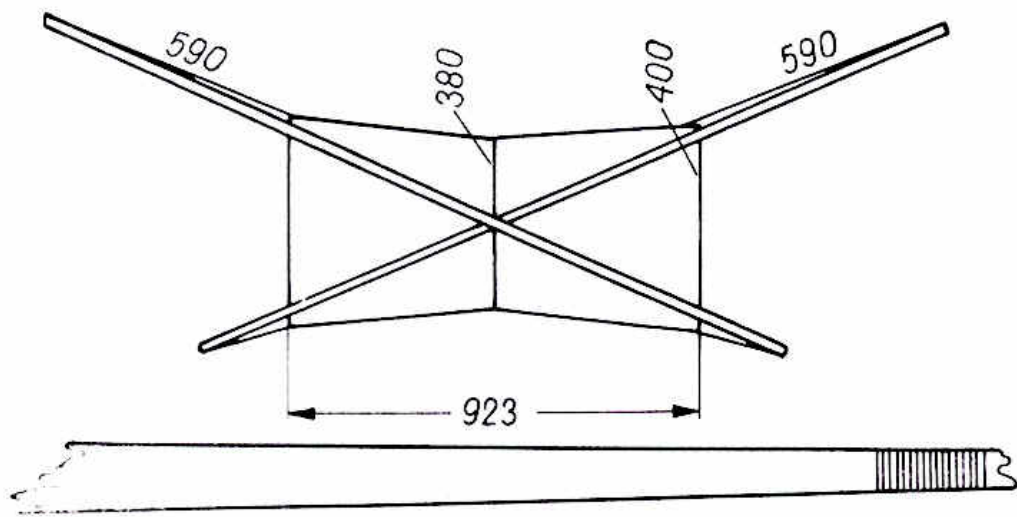
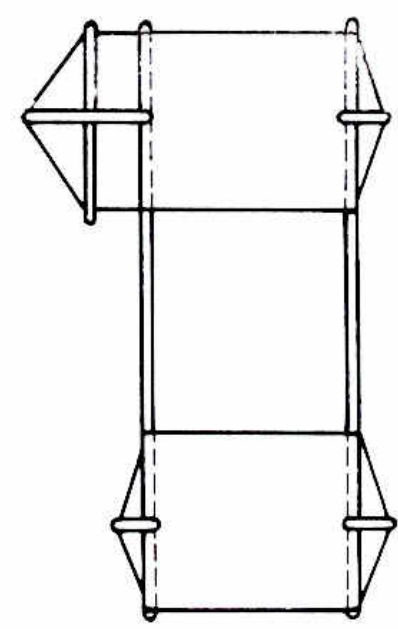
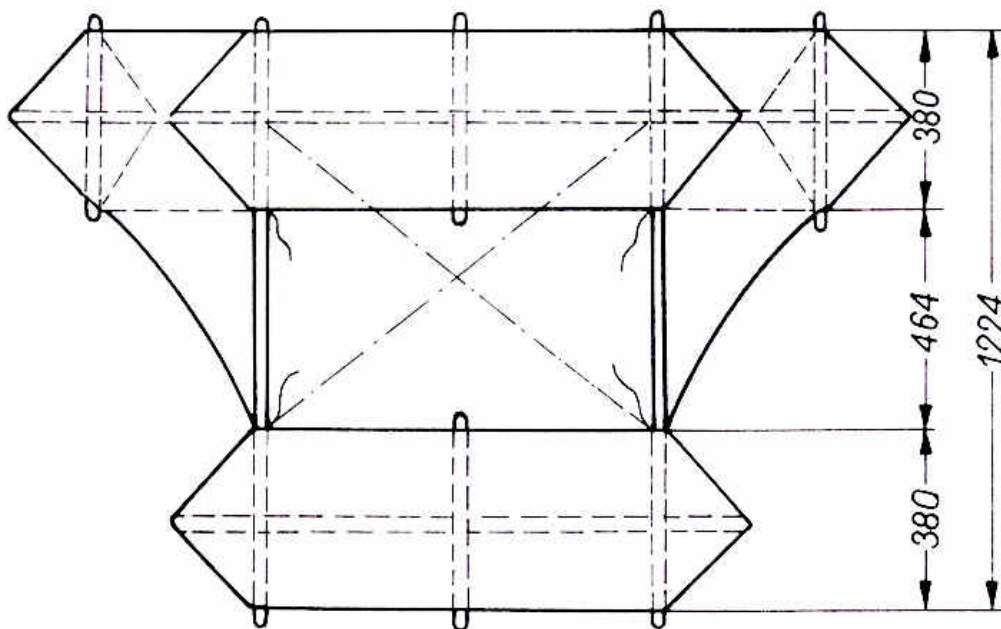
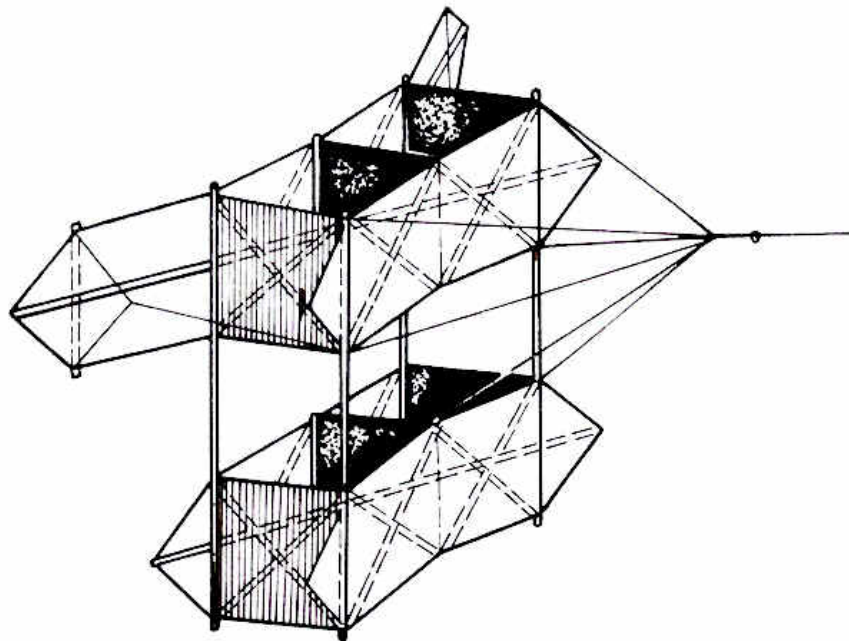
Latawiec Sacconey'a. Latawiec ten, równie popularny jak Hargrave'a, odznacza się dobrymi własnościami lotnymi.

Kadłub zbudowany jest z dwóch skrzynek połączonych ze sobą (rys. 6-32). W celu zwiększenia stateczności i udźwigu dodane są skrzydła i stateczniki. Ponieważ latawiec ten nie ma zbyt dużych rozmiarów, przekroje podłużnic i rozpórek można ustalać na podstawie opisów omówionych już konstrukcji. Pokrycie papierowe lub tkaniną. Krawędzie przednie i tylne z grubej nici. Uzda 6-linkowa.

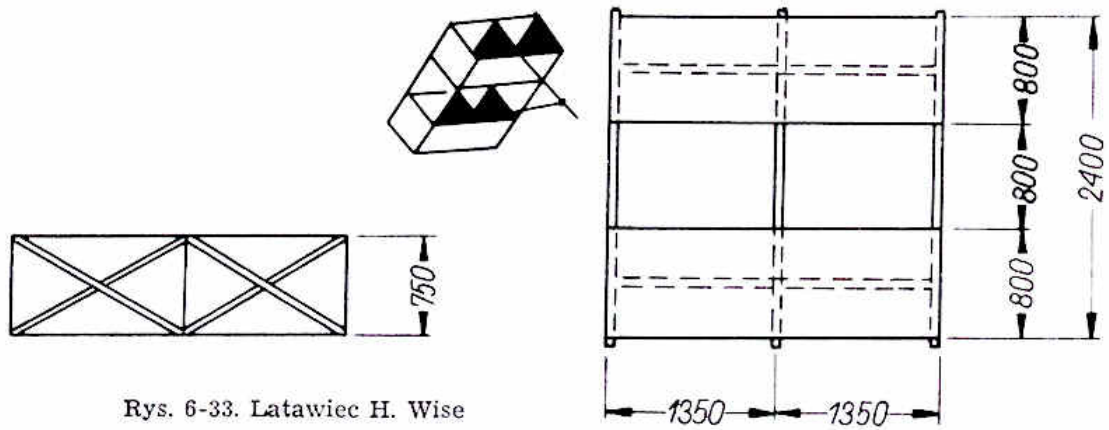
Inne ciekawe konstrukcje. Uzupełniając przegląd konstrukcji latawców skrzynkowych podajemy kilka wybranych przykładów latawców łatwych do budowy. Od uprzednio omówionych różnią się one układem i rozmiarami. Dobór materiałów pozostawiamy wykonawcom.



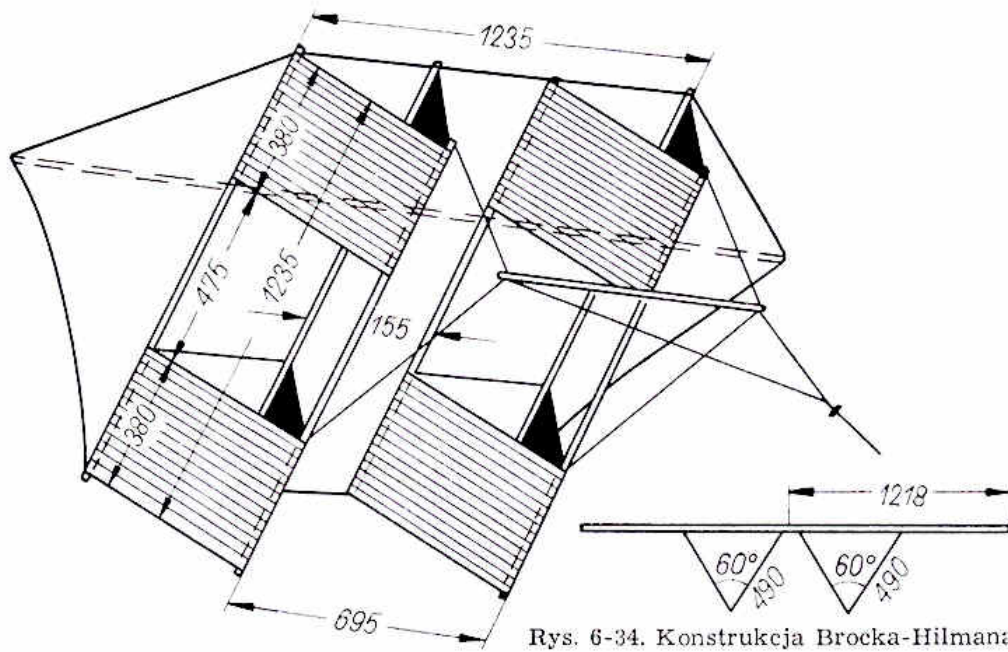
Rys. 6-30. Latawiec Hargrave'a



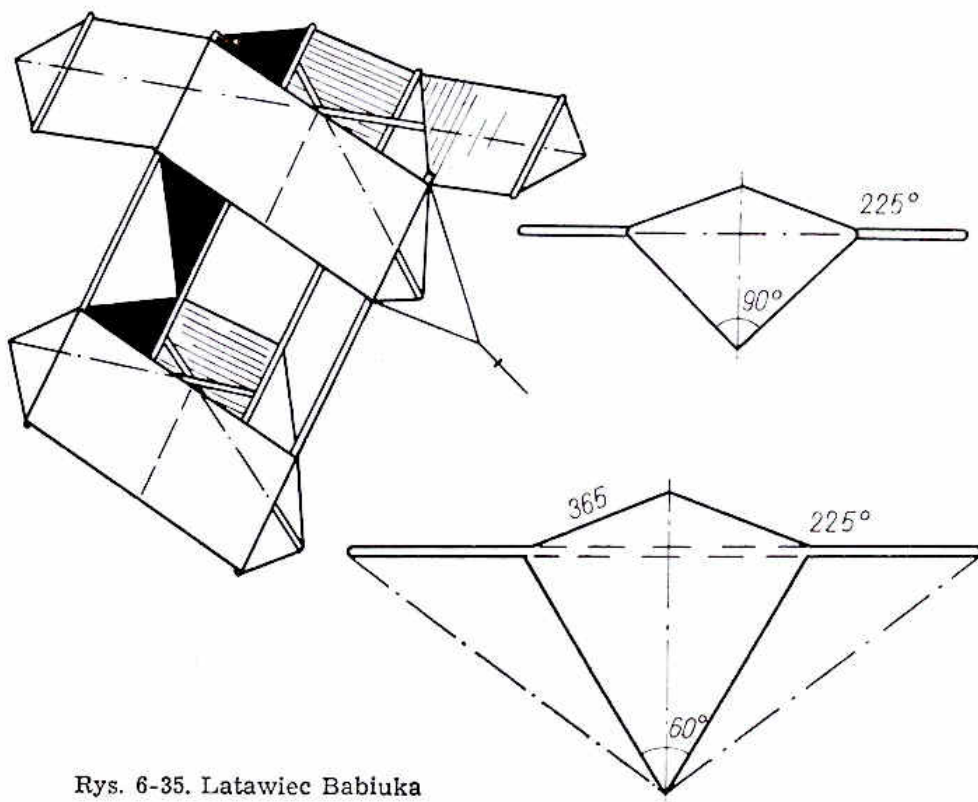
Rys. 6-32. Latawiec Sacconey'a



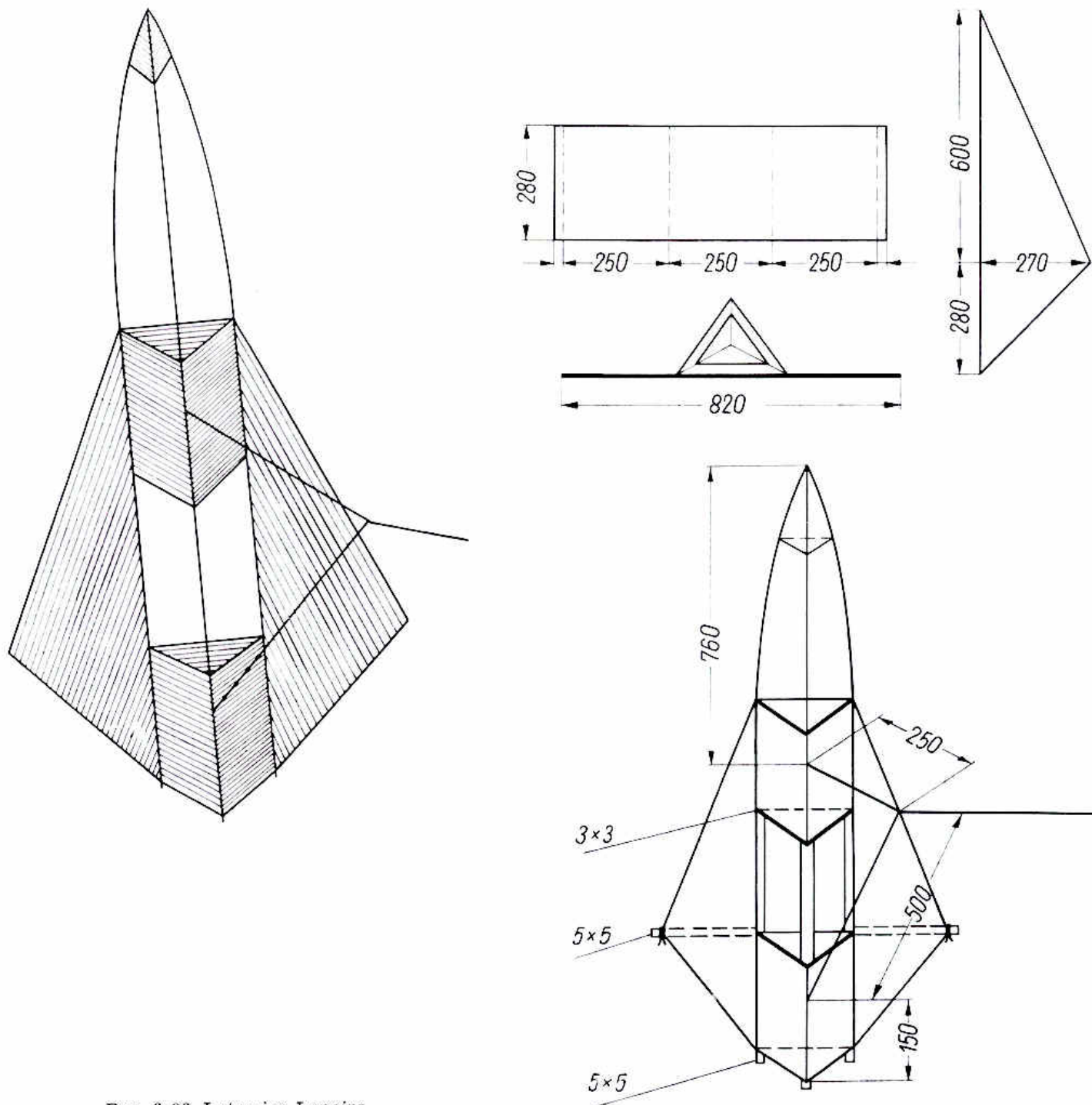
Rys. 6-33. Latawiec H. Wise



Rys. 6-34. Konstrukcja Brocka-Hilmana



Rys. 6-35. Latawiec Babiuka



Rys. 6-36. Latawiec Lenoira

Kształt latawców oraz ich podstawowe wymiary przedstawiono na rysunkach 6-33—6-42.

Na rysunku 6-33 pokazano latawiec Amerykanki H. Wise, który po prostu zespółił dwa latawce Hargrave'a w jeden. Jest to latawiec dość duży, o ponad 2 m długości.

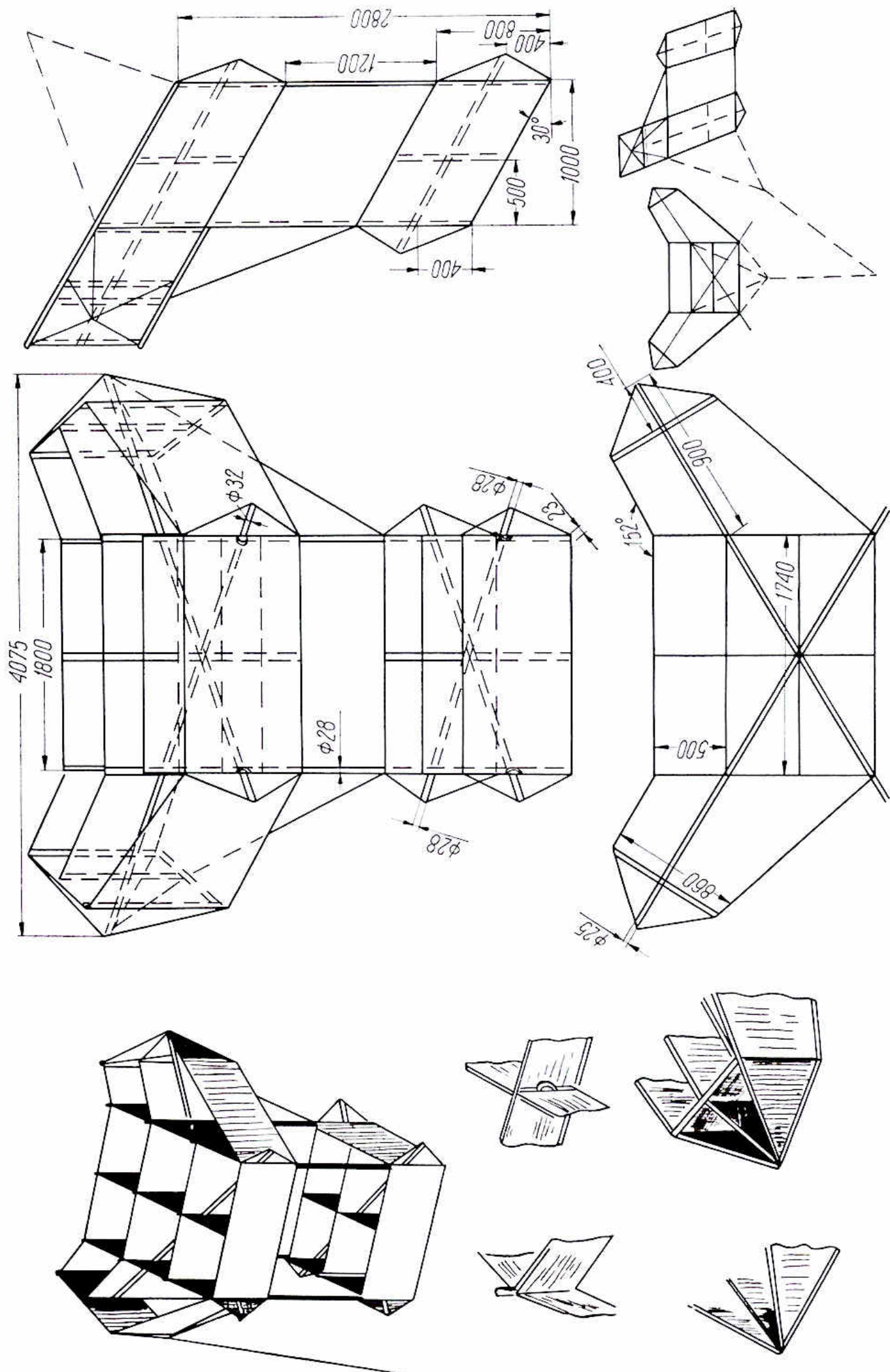
Interesujący jest inny latawiec, także o zespolonym układzie, konstrukcji Brocka-Hilmana. Dwie trójkątne skrzynki połączone wspólnym o 2 m rozpiętości skrzydłem (rys. 6-34).

Pionier modelarstwa lotniczego w ZSRR, I. Babiuk, jest twórcą latawca o oryginalnych kształtach płaszczyzn skrzynki (rys. 6-35).

Latawiec rombowy z parą skrzydeł znany jest jako konstrukcja Francuza Lenoira (rys. 6-36). Ze

względu na korzystny układ i prostotę budowy cieszy się on uznaniem młodych konstruktorów.

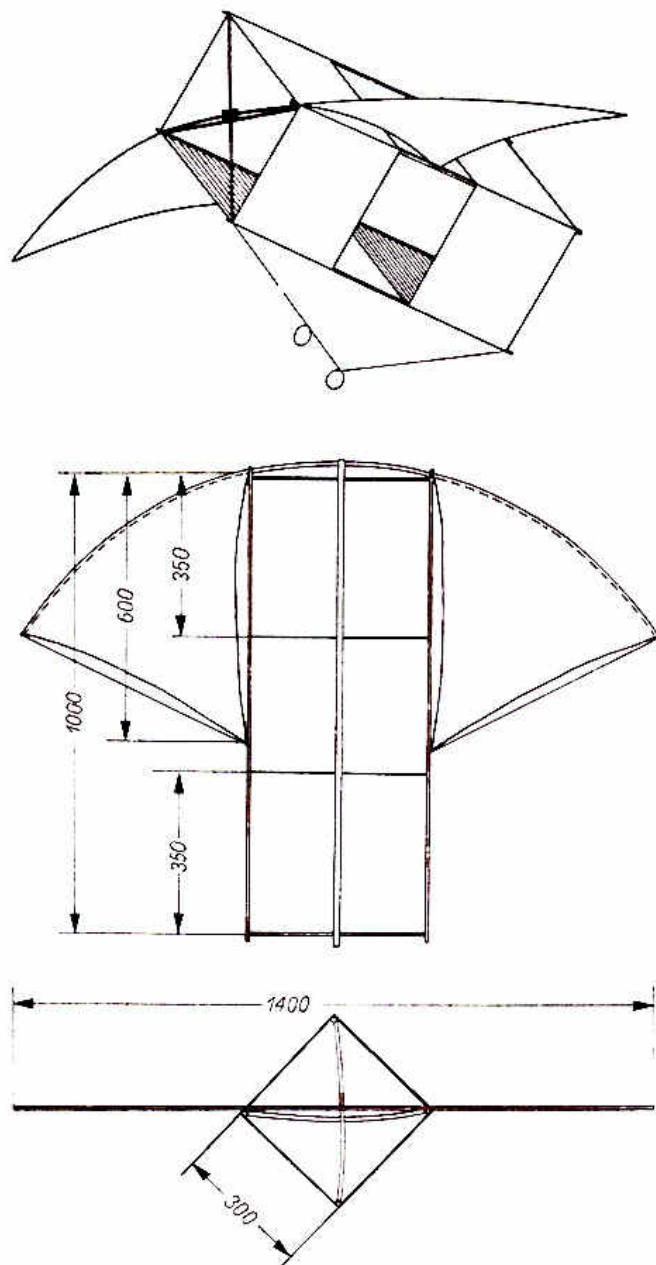
Dość osobliwy jest latawiec o rozpiętości skrzydeł ponad 4 m, skonstruowany przez A. Grigorienkę z Saratowa (ZSRR). Latawiec ma układ wielokomorowy (rys. 6-37), dzięki czemu jest dostatecznie usztywniony na działanie silnych wiatrów. Latawiec tego typu stosowano do lotów wysokościowych. Uzda czterolinkowa. Uwagę zwraca charakterystyczne ustawienie płaszczyzn nośnych. Otóż takie wyprzedzenie lub odchylenie jest konieczne do tego, aby każda płaszczyzna mogła wytwarzać siłę nośną. Jeśli odległości między płaszczyznami nie zostałyby odpowiednio dobrane, to korzyści zastosowania układu wielopłaszczyznowego byłyby znikome.



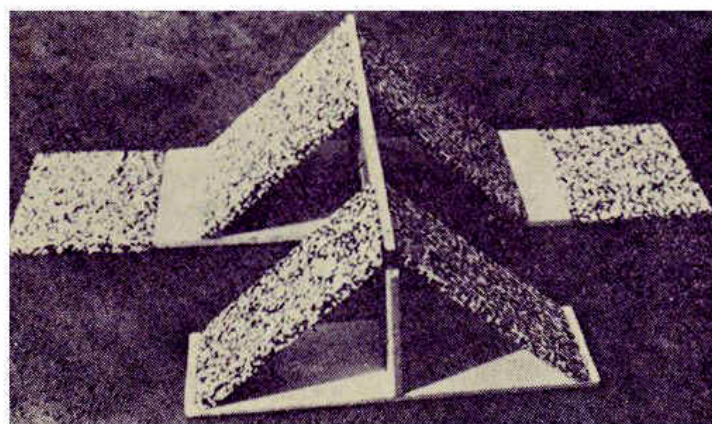
Rys. 6-37. Latawiec Grigorienki



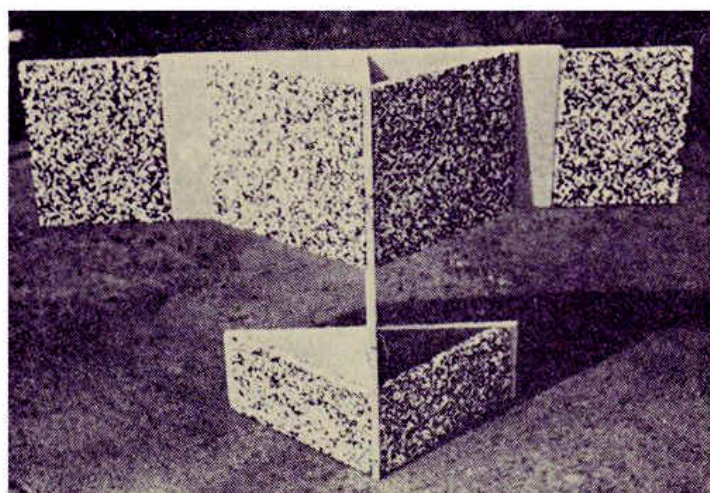
Rys. 6-38. Latawiec — rakieta

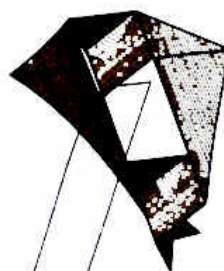
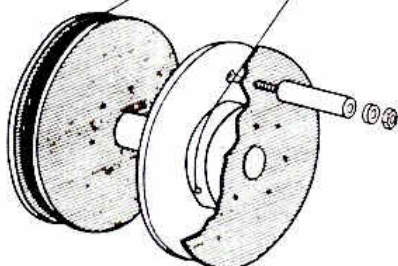
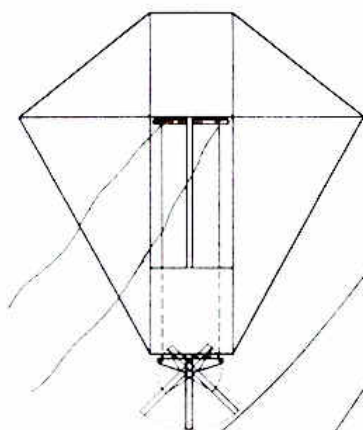
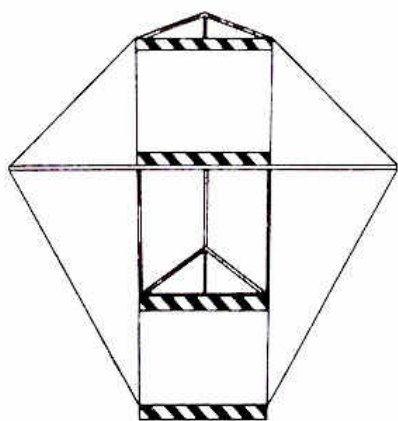
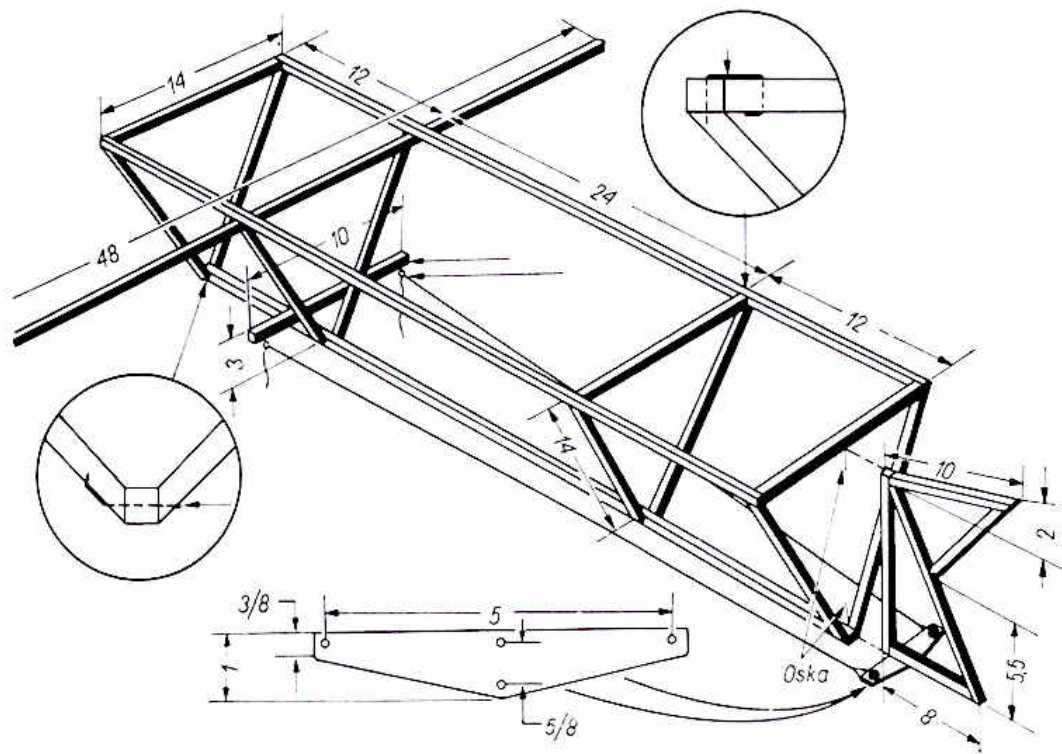


Rys. 6-39. Latawiec M. Bayeta

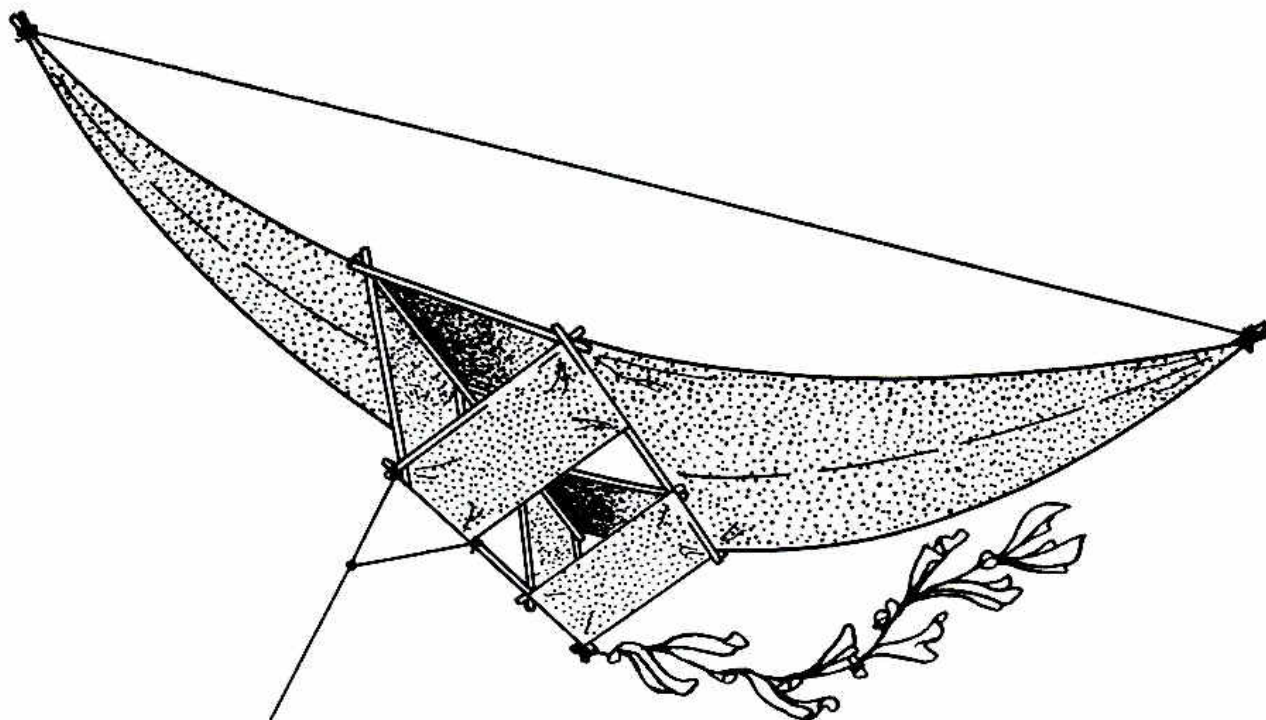


Rys. 6-40. Latawiec styropianowy Hafta

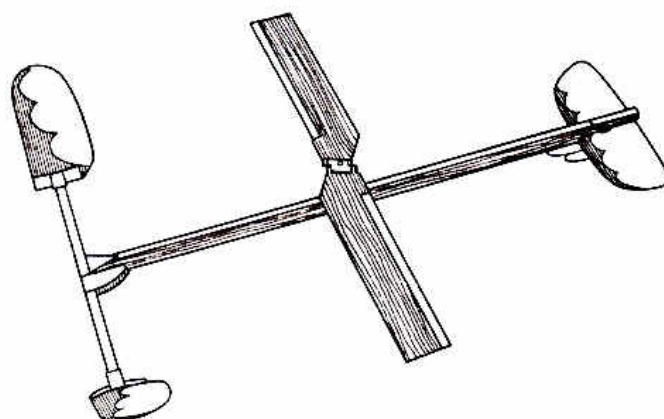
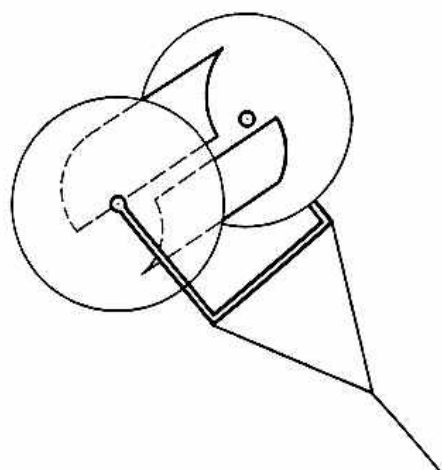




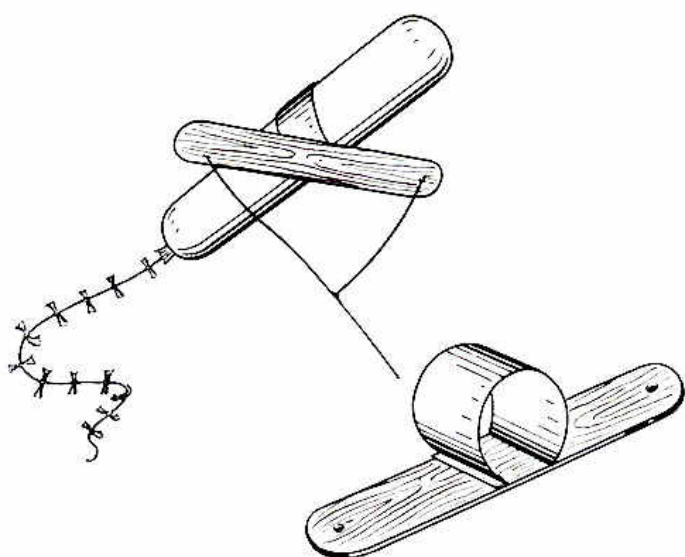
Rys. 6-41. Latawiec sterowany Clougha



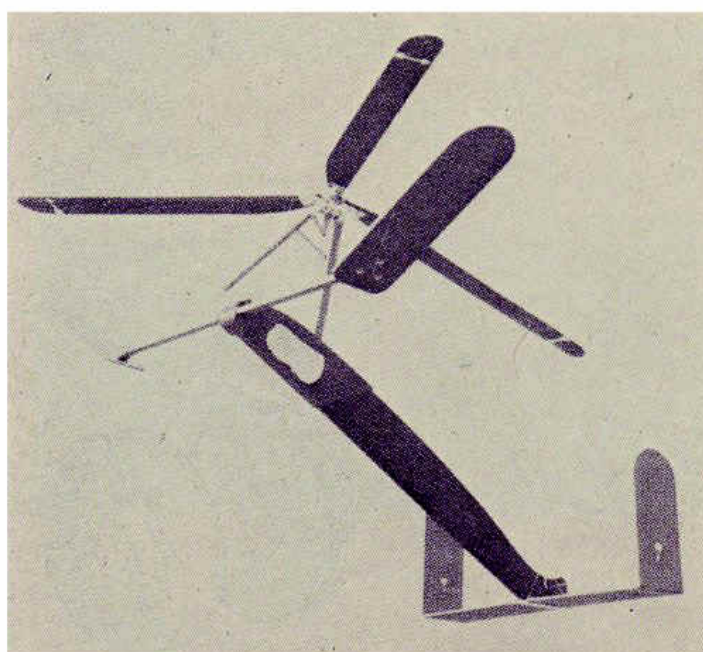
Rys. 6-42. Latawiec z dużymi płaszczyznami nośnymi



Rys. 6-44. Latawiec wirnikowy (nr 1 i nr 2)

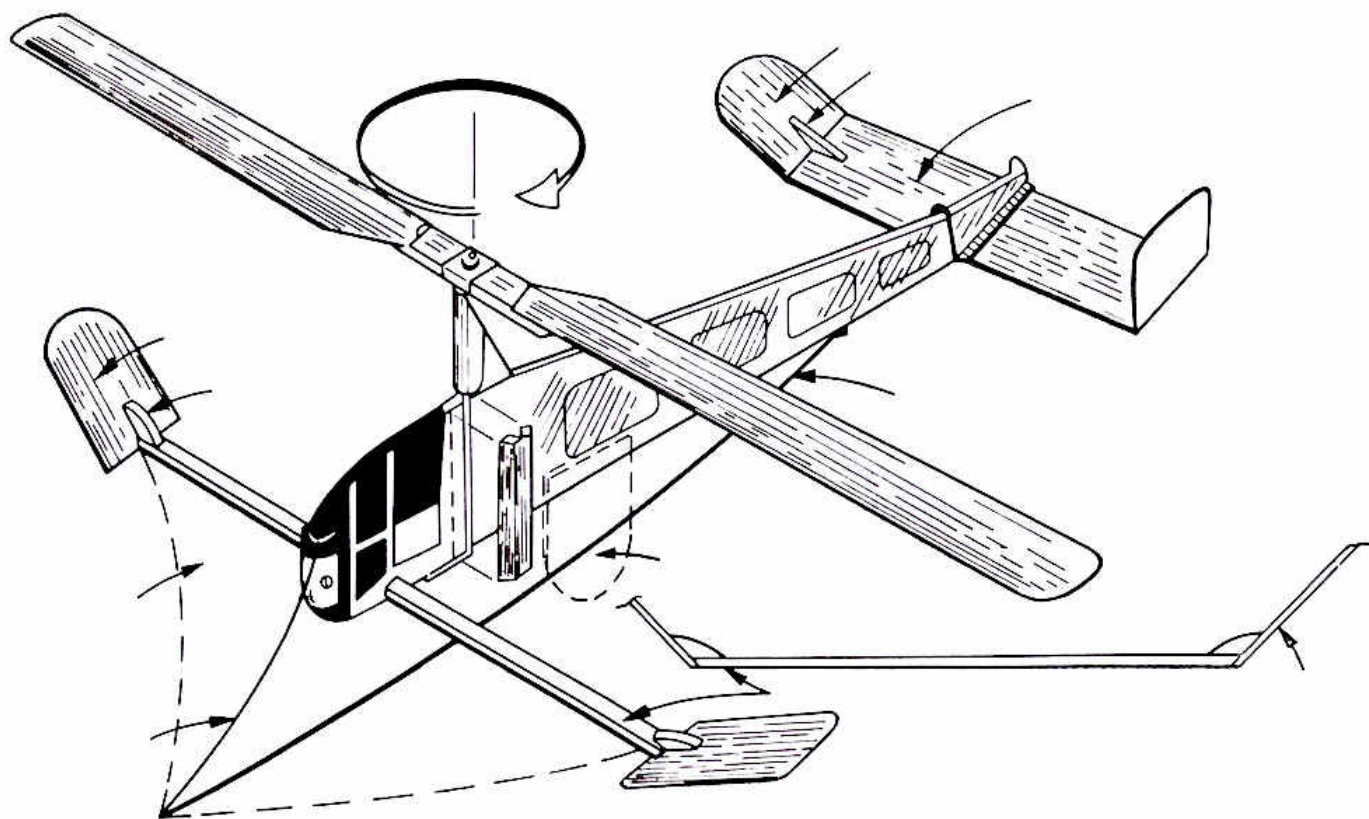


Rys. 6-43. Balon-latawiec

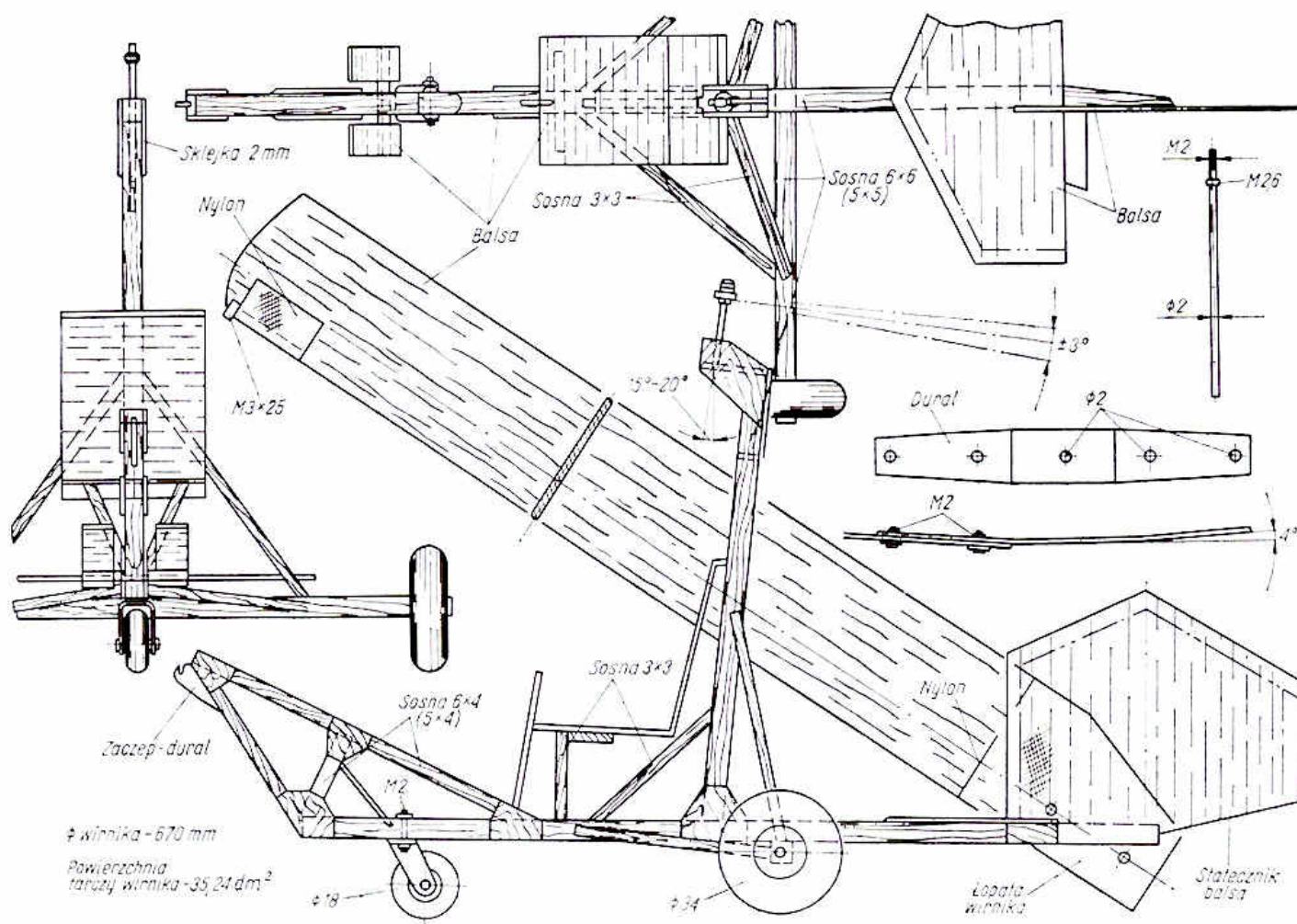


Rys. 6-45. Latawiec z wirnikiem trójłopatowym

a



b



Rys. 6-46. Jeszcze inne rozwiązanie konstrukcyjne latawca wirnikowego (a) oraz latawiec-wiroszybowiec (b)

W epoce techniki raketowej również konstruktorzy latawców budują latawce upodobnione czasami do rakiet. Oto typowy układ zaobserwowany na zawodach latawcowych w Polsce — rys. 6-38. Trójkątna skrzynka kadłuba — przedłużona, imituje głowicę rakiety. Latawiec wygląda efektownie. Przednia część dodanego kadłuba nie jest pokrywana.

Francuz M. Bayet zbudował jeszcze inny latawiec, z łukowato zakończonymi skrzydłami (rys. 6-39). Oryginalna uzda zaczepiona jest w dwóch punktach w przedniej i tylnej części latawca, a do zaczepienia linki holowniczej służą dwie lub trzy pętle związane na przedniej linie uzdy.

Godny uwagi, szczególnie ze względu na zastosowany materiał (styropian), jest latawiec A. Hafta z RFN (rys. 6-40). Latawiec ten sklejoný został z płytek styropianowych wzmocnionych nieznacznie listewkami sosnowymi. Interesujące jest utworzenie dwóch skrzynek i bardzo prosta konstrukcja całości. Wydaje się, że wzmocnienie skrzydła i kadłuba dźwigarami sosnowymi, wklejonymi między płytki styropianu, zwiększyłyby wytrzymałość.

Latawiec zbudowany jest z następujących płytek styropianu grubości 10 mm: kadłub — 800×200 mm, skrzydła — 1000×250 mm, statecznik — 500×150 mm, dwie rozpórki skrzydłowe — po 300×250 mm, dwie rozpórki statecznika — po 300×150 mm.

Uzdy przymocowane są do podkadłubowej listewki drewnianej w dwóch punktach, pod skrzy-

dłami i w środku odległości między skrzydłami i kadłubem. Kąt natarcia płaszczyzny nośnej należy ustalić doświadczalnie.

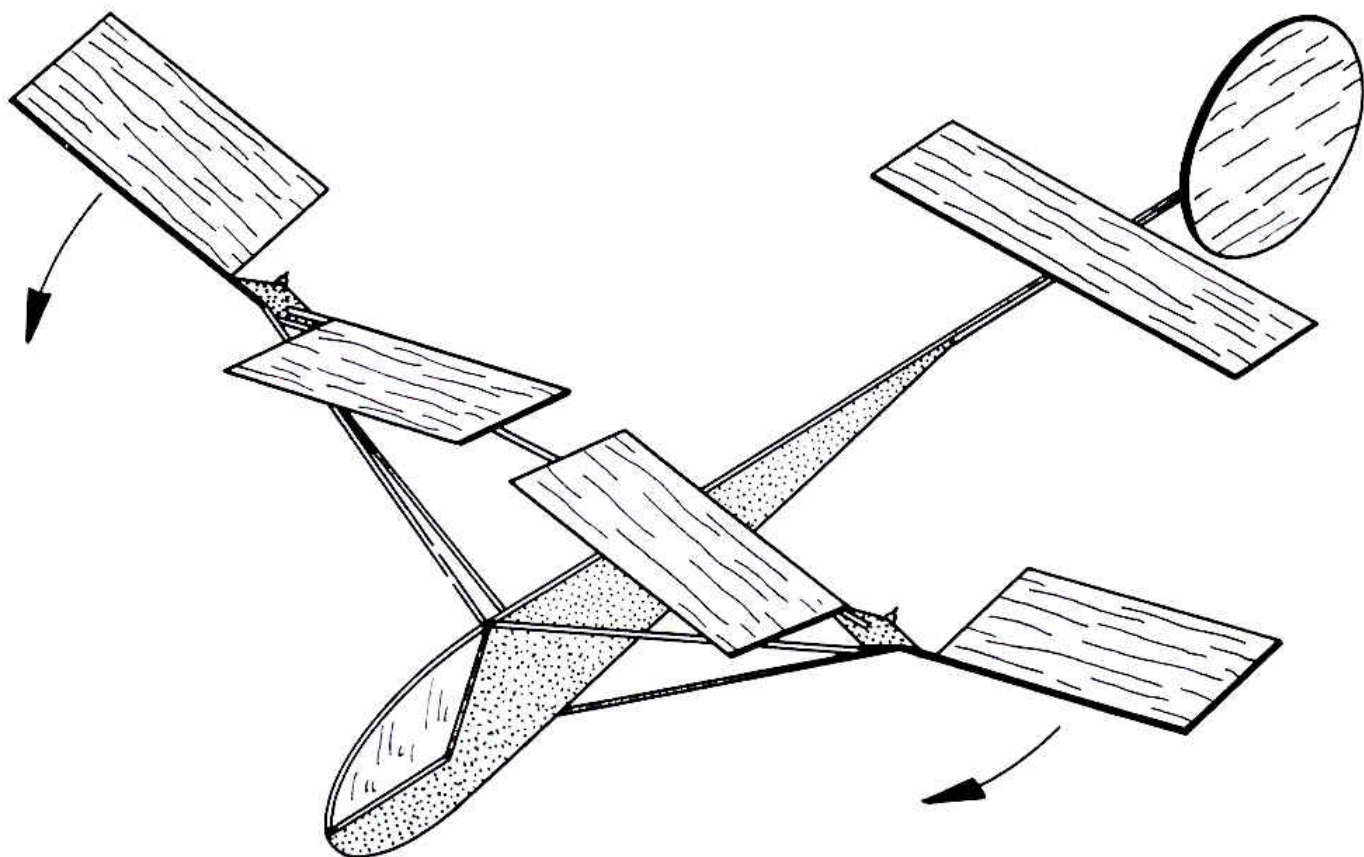
Równie interesujący jest latawiec, którego konstruktor Roy Clough (USA) zastosował sterowanie sterem kierunku, uruchamianym na odległość z ziemi za pomocą dwóch linek holowniczych pełniących (jak w modelu latającym na uwięzi) jednocześnie funkcję linek sterowniczych (rys. 6-41). Pomysł dość oryginalny, chociaż w niewielkim tylko stopniu użyteczny, i to tylko wówczas, gdy latawiec wznosi się niezbyt wysoko.

Konstrukcja szkieletu nie odbiega, poza wymiarami, od latawca typu Cony'ego. W tylnej części skrzynki zamocowany jest obrotowo statecznik pionowy o kształcie rybiego ogona. Metalowa dźwignia steru połączona jest linkami z końcówkami dwóch holi. Linki prowadzone są przez metalowe oczka. Wymiary podzespołów pokazano na rysunku.

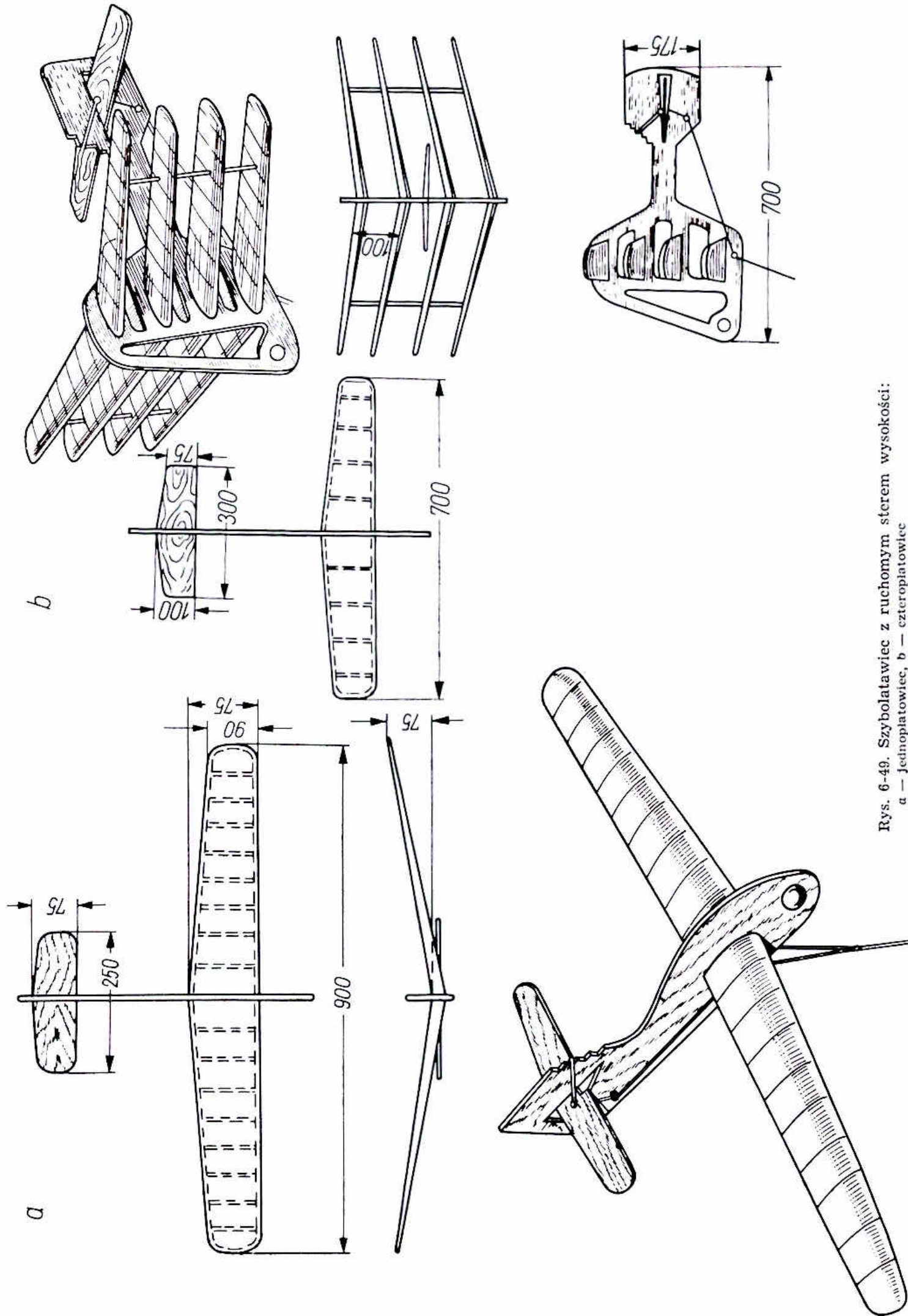
Studenci jednego z uniwersytetów w USA zbudowali duży latawiec zaopatrzony w skrzydła o rozpiętości około 2 m. Skrzydła ściągnięto linką, nadając im eliptyczny wznios. Latawiec wymaga stosowania ogona (rys. 6-42).

4. Latawce specjalne i... niezwykle

W przeglądzie konstrukcji nie może zabraknąć prac doświadczalnych i nierzadko nowatorskich, jeszcze na pewno nie wszędzie upowszechnionych,



Rys. 6-47. Latawiec dwuwirnikowy



Rys. 6-49. Szybolatawiec z ruchomym sterem wysokości:
a — jednoplatawiec, b — czteroplatowiec

ale interesujących ze względu na sposób działania i rozwiązania trudnych przeciw zadań. Nie wszystkie z przedstawionych tu latawców będą się nadały do bezpośredniego wykonania. Często brak wymiarów i konstrukcji podzespołów może być jedynie zachętą do własnych poszukiwań. Niektóre z latawców produkowane są jako gotowe wyroby fabryczne, stąd też brak danych o szczegółach, chronionych przez wytwórcę, a często opatentowanych czy po prostu zastrzeżonych.

Balon-latawiec można wykonać bardzo szybko (rys. 6-43). Składa się on z balona gumowego podłużnego kształtu, cienkiej deseczki balsowej (lub styropianowej wzmocnionej listewkami sosnowymi) i papierowej obejmy. To wszystko.

Nadmuchany balon umieszczamy w 1/3 długości w papierowej obejmie przytwierdzonej do skrzydła-deseczki. Rozpiętość skrzydła powinna wynosić 2/3 długości całkowitej balonika. Głębokość 75 mm. Do końcówki balonu przywiązujemy ogon z bibułkowymi kokardami. Uzda dwulinkowa przywiązana do skrzydła. Trzeba wyjaśnić, iż balon nie jest wypełniony gazem lżejszym od powietrza. Pełni on tylko funkcję kadłuba, jest podzespołem konstrukcyjnym, w którym wykorzystano powietrze do wypełnienia i usztywnienia elastycznej powłoki.

W niektórych krajach istnieją wykonane z tworzywa sztucznego fabrycznej produkcji latawce, których szkielec wypełniany jest powietrzem przed startem. Jest to konstrukcja bardzo wytrzymała i efektowna, bowiem producenci nadają swym latawcom ciekawe kształty (np. ptaków lub owadów).

Latawiec wirnikowy nr 1. Jest to jedna z atrakcyjniejszych konstrukcji latawców wirnikowych (rys. 6-44). Dwie łukowato wygięte płaszczyzny zamknięte są okrągłymi tarczami brzegowymi. Pod wpływem ruchu wirnik obraca się w nieruchomej ramie, wytwarzając siłę nośną, umożliwiającą utrzymanie się latawca w powietrzu. Prędkość obrotu płaszczyzn wirnika 1,7 razy przekracza prędkość wiatru. Im wiatr silniejszy, tym stateczniej latawiec wirnikowy utrzymuje się w powietrzu. Dzieje się tak wskutek zwiększania się prędkości obrotowej wirnika, który działa na cały układ jak giroskop.

Do budowy takiego latawca można wykorzystać tworzywa sztuczne lub drewno czy balsę. Niestety, brak jest dokładnych danych geometrycznych poza doświadczalnie określoną rozpiętością, wynoszącą około 500 mm.

Latawiec wirnikowy nr 2. Inny typ latawca wyposażonego w dwułopatowy wirnik nośny (podobnie jak śmigłowce) reprezentuje wirolatawiec (z ang. gyrokite) o bardzo prostej konstruk-

cji (rys. 6-45). Oryginalny latawiec budowany jest z balsy; jest on produkowany w Wielkiej Brytanii jako zestaw materiałowy.

Na belce kadłubowej umieszczony jest na metalowej ośce wirnik osadzony przegubowo (łopatki mogą w pewnym zakresie zmieniać kąty natarcia). Obrót łopat — w lewo, patrząc od tyłu kadłuba. W przedniej części kadłuba na dwóch beleczkach-wysięgnikach umieszczone są niewielkie płaszczyzny usztywniające i przeciwdziałające momentom pochodzącym od obracającego się wirnika. Na końcu belki stateczniki płytowe typu samolotowego. Uzda trójlinkowa zaczepiona jest do ramion wysięgnika i beleczki kadłuba.

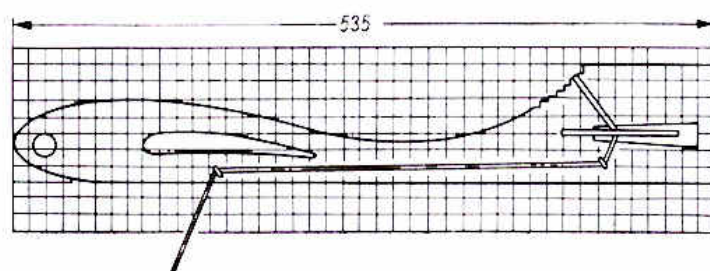
Niestety, również i do tego modelu brak informacji o wymiarach. Można jednak przypuszczać, że podany opis i szkic zachęci młodych konstruktorów do samodzielnych prac nad podobnym układem.

Latawiec wirnikowy nr 3. Konstruktor tego latawca wzorował się na istniejących wiropłatach, stąd też latawiec ma śmigłowcowe kształty (rys. 6-46). Na wysięgnikach belki kadłubowej umieszczone są dwa przeciwbieżne wirniki. W tylnej części kadłuba znajdują się dwa stateczniki.

Konstrukcja kadłuba kratownicowa z listewek sosnowych, pokryta papierem. Rusztowanie wysięgników bambusowe lub sosnowe. Łopatki wirników z balsy albo styropianu wzmocnionego dwustronnym oklejeniem cienką sklejką lotniczą (0,8 mm). Wymiary podzespołów pokazano na rysunku 6-48.

Latawiec dwuwirnikowy wymaga dużej dokładności wykonania, zwłaszcza jeśli idzie o wirniki i ich ustawienie. Na pewno pierwsze starty nie będą zadowalające. Dopiero po zdobyciu pewnego doświadczenia przy budowie i regulacji będziemy mogli powiedzieć, że nasz latawiec lata bardzo dobrze.

Szybolatawce. Określeniem tym można nazywać latawce, które sylwetką swoją bardziej przypominają modele szybowców niż latawce (rys. 6-49). Tymczasem ten właśnie typ latawca ma wiele cennych właściwości, które sprawiają, że szybolatawce budowane są chętnie i są wciąż ulepszane.



Rys. 6-50. Kadłub szybolatawca

Najnowszą konstrukcją szybolatawca jest całobalsowy tandem skonstruowany w Wielkiej Brytanii. Pozornie nie ma w nim rewelacji. Dwa skrzydła o dużym wzniosie zamocowano pasmami gumy do belki kadłubowej. W tylnej części przyklejono statecznik o dość dużej powierzchni — to wszystko (rys. 6-49a).

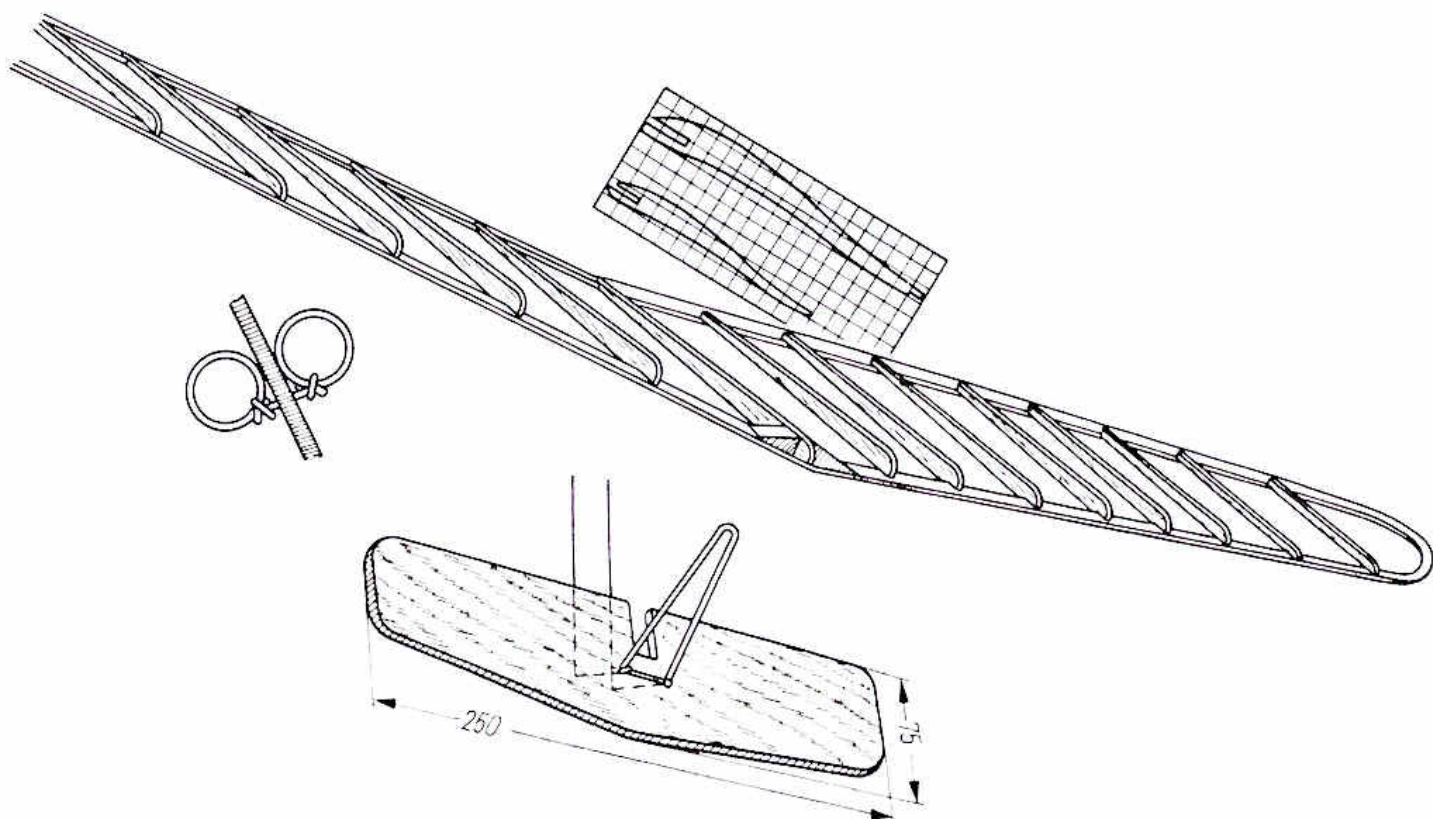
Latawiec holowany jest na lince zaczepionej do kadłuba tuż pod skrzydłami. Typowej uzdy nie ma. Dzięki odejmowanym płaszczyznom nośnym ułatwiony jest transport i regulacja.

Jeśli idzie o szczegóły, można tylko podać, że skrzydła, choć całkowicie sporządzone z deseczek balsowych, powinny być wzmocnione sosnowym dźwigarem (listwa 3×7 mm). To samo dotyczy belki kadłubowej, która w przypadku braku balsy

tawce tego typu, dzięki dużej doskonałości aerodynamicznej, mogą godzinami utrzymywać się nad miejscem startu, dopóki wieje wiatr. Dlatego też zaopatrzone latawiec w system ułatwiający przerwanie lotu.

Oryginalne szybolatawce konstrukcji amerykańskiej zbudowane były całkowicie z balsy. Nie wykluczone jest jednak zastąpienie tego drewna materiałami krajowymi i tworzywami sztucznymi. Na rysunku 6-49 oraz 6-51 przedstawiono dwie najciekawsze konstrukcje — jednopłatowca o prawie metrowej rozpiętości skrzydeł oraz czteropłatowca o nieco mniejszej rozpiętości.

Latawiec - makieta Tu-144. Pomysłowość konstruktorów latawców nie ma granic. Z chwilą pojawienia się naddźwiękowego radziec-



Rys. 6-51. Skrzydła i statecznik szybolatawca

może być zastąpiona rurą sklejkową o przekroju kwadratowym albo belką o kształcie litery „I”, sklejoną z trzech listewek sosnowych.

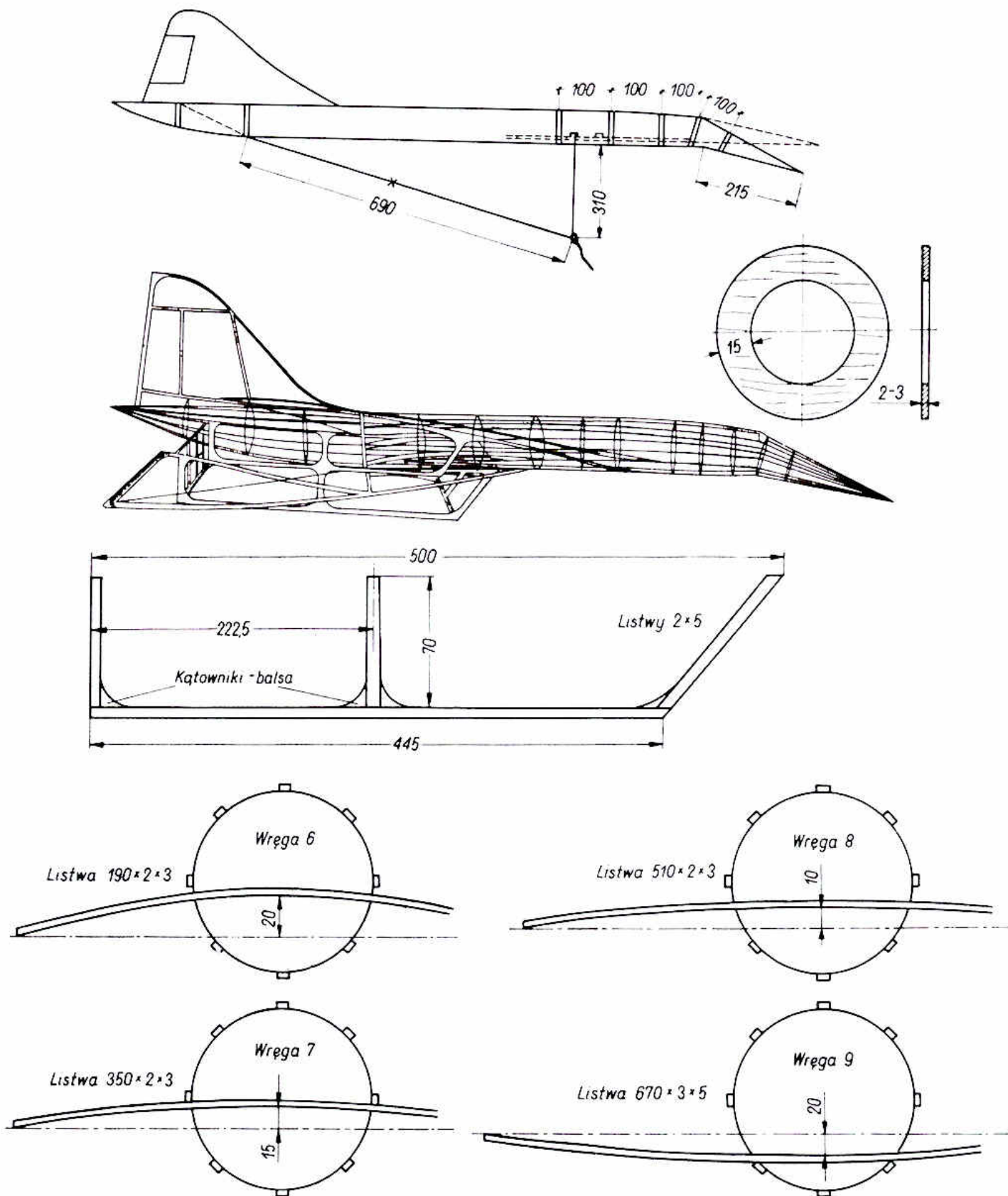
Warto nadmienić, że omawiany latawiec produkowany w zestawach materiałowych, wykorzystywany był do tworzenia „pociągu” złożonego z 3÷4 szybolatawców, zaczepionych do holu w kilkumetrowych odstępach.

Inny rodzaj szybolatawca ze skrzydłami profilowanymi, dwustronnie pokrytymi, pokazano na rysunku 6-49. Latawiec ten utrzymywany jest na jednej lince uwięzi, która współdziała ze sterem wysokości. Jeśli szarpniemy za linkę holowniczą, to jednocześnie wychylimy ster wysokości i latawiec posłusznie rozpocznie powrót na ziemię. Szybola-

kiego samolotu transportowego Tu-144 zbudowano makietę tego płatowca w postaci latawca. Konstrukcja makiety jest oczywiście złożona, tym bardziej jeśli chce się zachować przekrój kołowy kadłuba i inne szczegóły.

Wykorzystując pewne sugestie podane na rysunku 6-52 można z powodzeniem zbudować podobny latawiec o uproszczonej konstrukcji. Zamiast pełnego kadłuba wystarczy kadłub sylwetkowy.

Latawiec zbudował Fritz Wagner z NRD. Materiałem do budowy była balsa. Długość całkowita makiety około 1500 mm, rozpiętość skrzydeł około 800 mm. Rysunki podzespołów (rys. 6-52) orientują o sposobie zamocowania uzdy. Latawiec o sa-



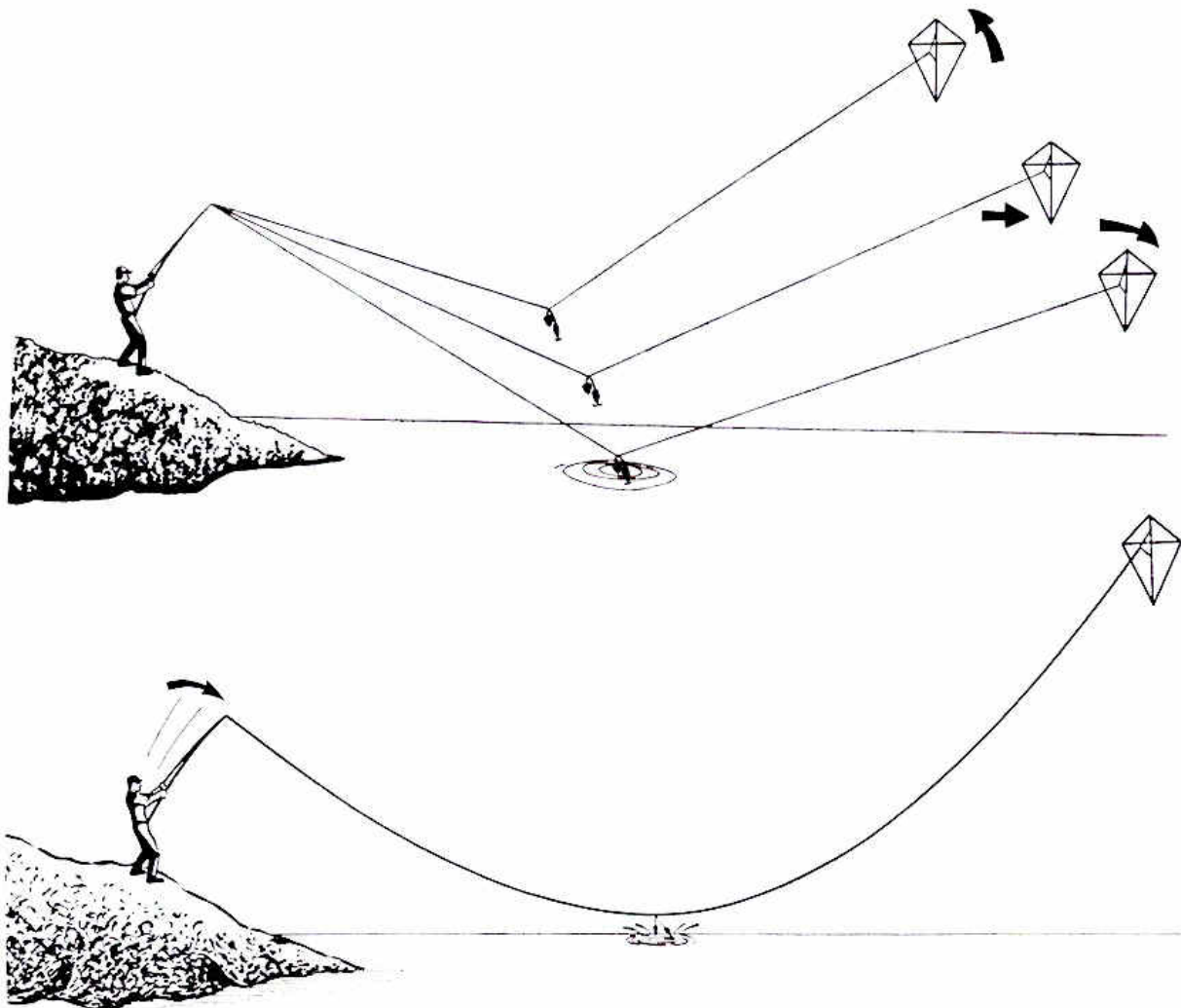
Rys. 6-52. Latawiec-makieta samolotu naddźwiękowego Tu-144

molotowych kształtach lata dobrze, ale raczej przy niezbyt silnym wietrze.

Latawiec rybacki. Od kilkuset lat znane są latawce rybackie Polinezyjczyków. Warto wiedzieć, że współcześnie (np. w USA), uprawiany jest sport wędkarski, którego entuzjaści wykorzystują latawce do rzucania przynęty na duże, nawet do 800 m odległości od brzegu (rys. 6-53). Linka uwięzi nawinięta jest na kołowrotek wędziska. Ry-

bak wypuszcza latawiec nad morze (udaje się to wyłącznie podczas bryzy lądowej, gdy wiatr wieje od strony lądu) na linie długości średnio 50÷100 m. Wielkość latawca zależy od ryby, jaką chce się złowić.

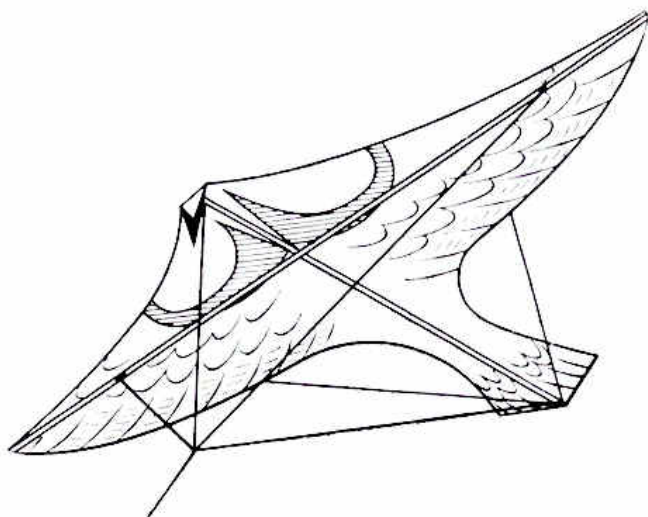
Latawiec o 1500 mm długości może udźwignąć około 1 kg żywca. Gdy latawiec powoli oddala się nad obrany rejon połowów, rybak, manewrując holem, obniża na tyle wysokość lotu latawca, że przy-



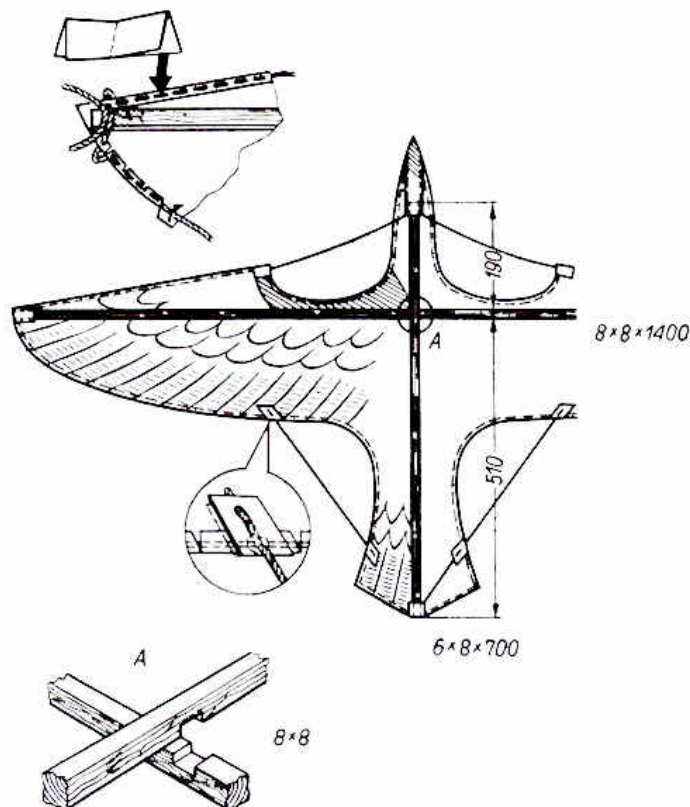
Rys. 6-53. Sposób połowu ryb za pomocą latawca-wędk

mocowana do linki halowniczej żyłka z przynętą (i odpowiednim obciążeniem) znajduje się w wodzie. Cała sztuka polega na takim manewrowaniu latawcem, aby nie wyciągnął przedwcześnie przynęty. Po złowieniu ryby obciążony nagle latawiec zniża swój lot; wówczas rybak musi szybko działać, aby wyciągnąć z wody zdobycz, a po chwili latawiec.

Zrozumiałe jest, że najlepszy nawet opis nie umożliwi złowienia najmniejszej płotki za pomocą latawca. Podajemy go jedynie jako ciekawostkę, wzbogacającą praktyczne zastosowanie latawców.



Rys. 6-54. Latawiec-ptak



NA STARCIE

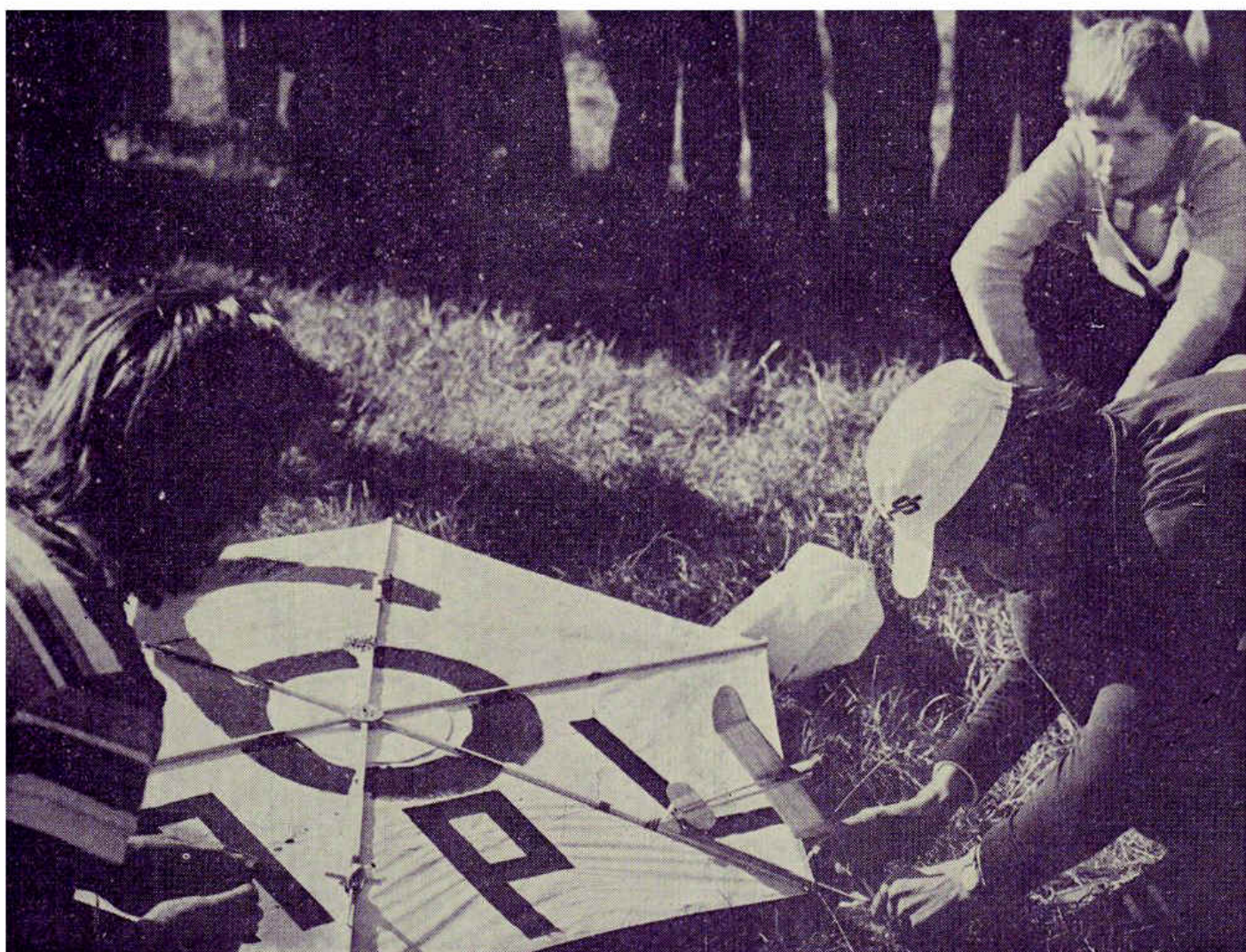
1. Pilotaż latawcowy

Konstruktor latawców z niecierpliwością oczekuje zakończenia prac warsztatowych, aby jak najszybciej móc przystąpić do prób w locie, aby wreszcie zaobserwować i przekonać się, co wart jest model, latawiec czy inny przedmiot, samodzielnie i nieraz z wielkim trudem zbudowany.

Przed zamierzonym startem latawiec należy

przede wszystkim dokładnie sprawdzić (rys. 7-1). Niektóre, większe konstrukcje są składane do transportu, a zatem wymagają starannego złożenia i również sprawdzenia. Kontrola, przed każdym zresztą startem, zapobiega różnym nieprzewidywanym sytuacjom.

Sprawdzamy przede wszystkim, czy płaszczyzna (lub płaszczyzny) latawca nie zwichrowała się, czy nie pękła listwa, pokrycie, czy wszystkie węzły są



Rys. 7-1. Przed każdym startem sprawdzamy dokładnie wszystkie podzespoły latawca

należycie zamocowane. Szczególnie ważne jest sprawdzenie, czy linki uzdy, wszystkie zaczepy i linka holownicza nie są przetarte lub wadliwie połączone. Ponadto sprawdzamy pomocniczy sprzęt startowy, czyli wyciągarki czy kołowrotki (rys. 7-2). Mechanizmy ich powinny działać bez zarzutu.

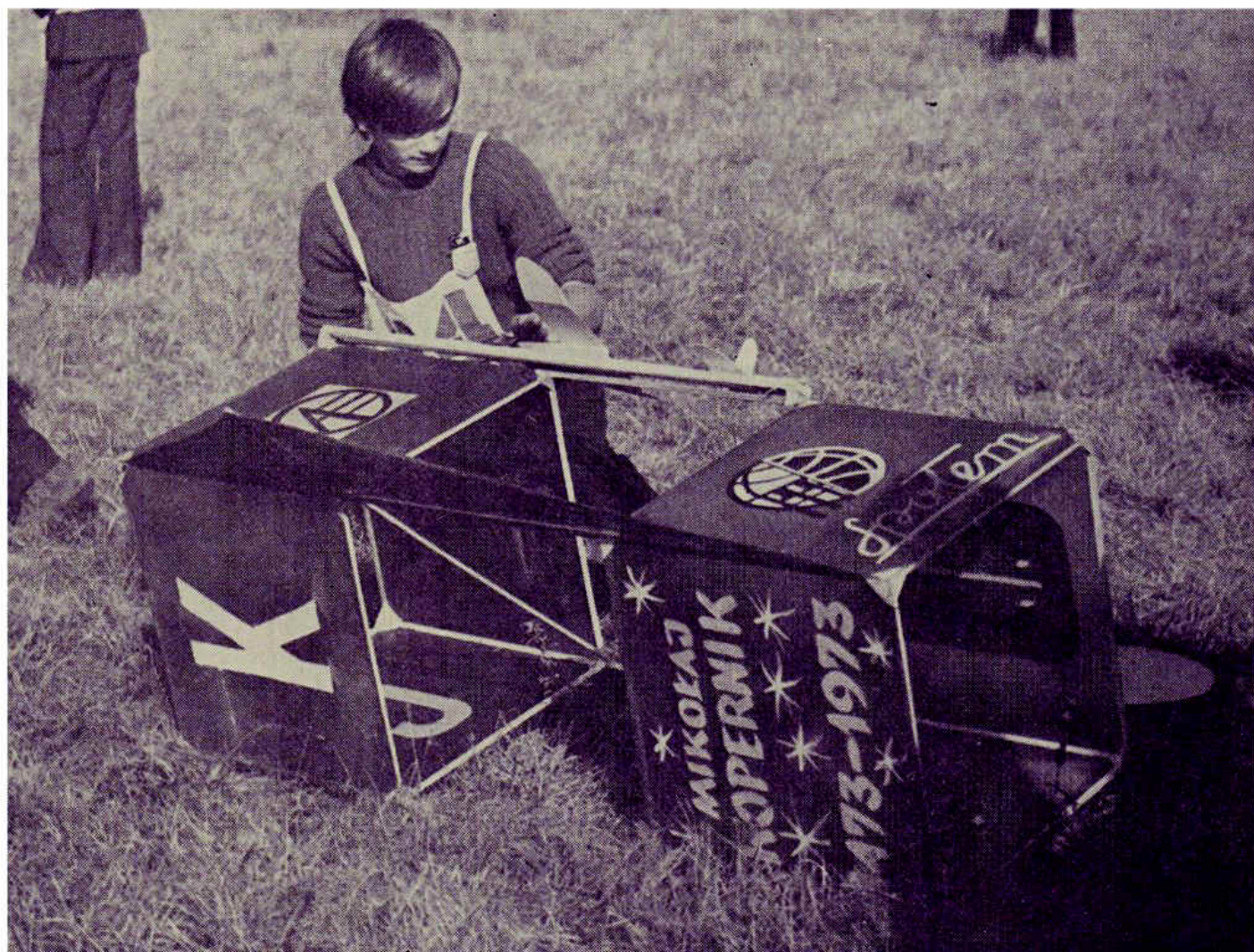
Jeśli wszystko zostało sprawdzone, można dopiero z pełną odpowiedzialnością rozpocząć oblatywanie. Mówimy o oblatywaniu wówczas, kiedy chcemy wypróbować dany latawiec, gdy nie znamy jeszcze jego własności lotnych. Dopiero po oblataniu latawca i regulacji możemy powiedzieć, że dysponujemy sprzętem wypróbowanym, zdolnym do lotu pokazowego, a nawet do zawodów.

Zanim jednak zobaczymy nasz latawiec w powietrzu, musimy dokładnie wyregulować uzdę (rys. 7-3). Musimy ustalić długość linek przednich i tylnych, aby płaszczyzna latawca miała najkorzystniejszy kąt natarcia, a poza tym, aby ognisko, czyli węzeł uzdy umieszczony był pod tzw. środkiem parcia (rys. 7-5).

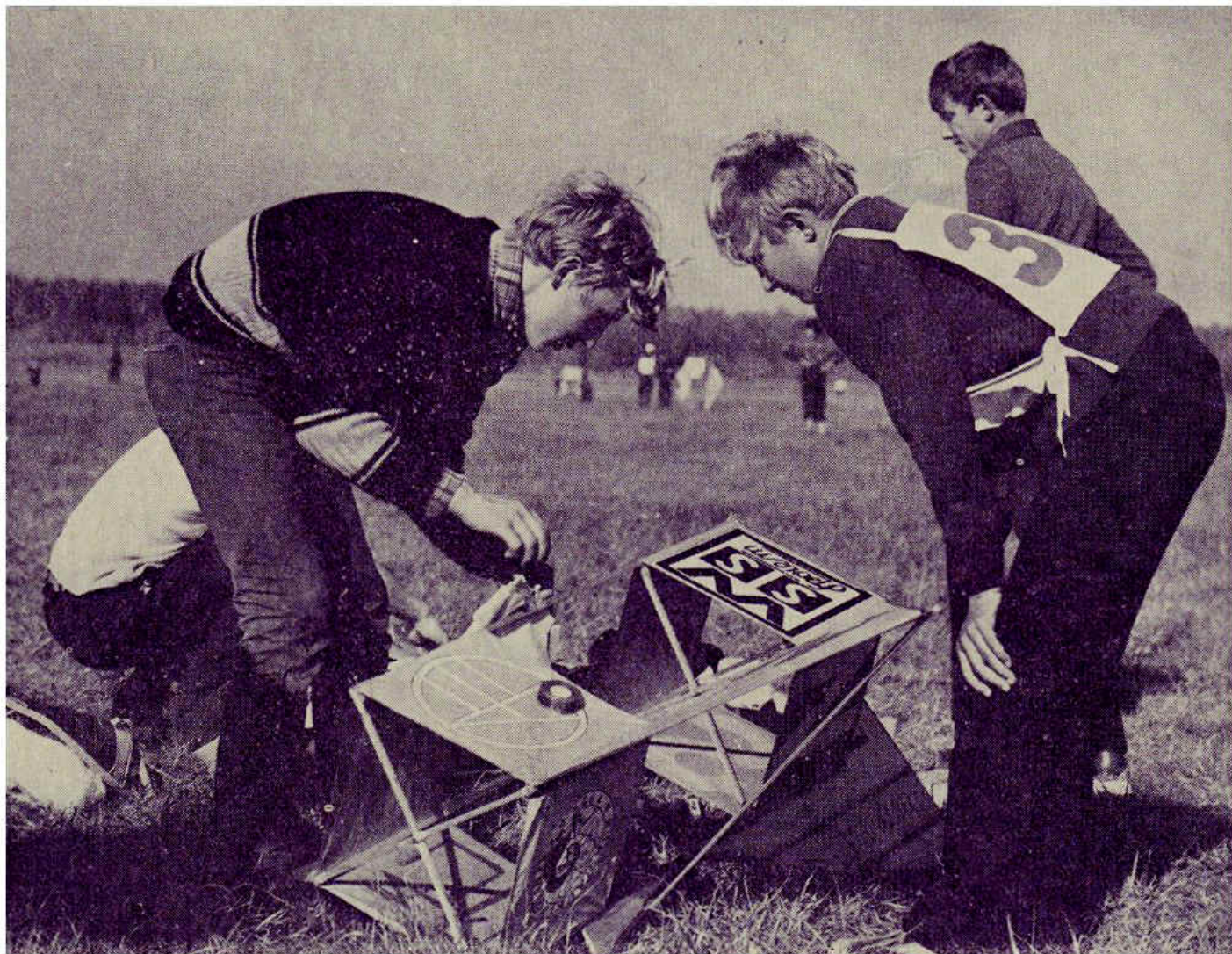
Kąt natarcia zmniejszamy przez skrócenie przednich linek uzdy, a powiększamy, przedłużając te same linki albo skracając linki tylne.

Środek parcia jest to pewien umowny punkt na płaszczyźnie nośnej, w którym przyłożona jest siła nośna (wypadkowa siły nośnej i oporu). Środek parcia w latawcach płaskich o niezbyt wymyślnych kształtach mniej więcej zgodny jest ze środkiem geometrycznym figury, w latawcach zaś o obrysie kwadratowym, kołowym i wielobocznym regularnym znajduje się w środku płaszczyzny. Trzeba jednak od razu wyjaśnić, że środek parcia zmienia swe położenie zależnie od kąta natarcia. Na płycie płaskiej o obrysie prostokątnym, ustawionej równolegle do kierunku strug powietrza, środek parcia znajduje się, jak powiedziano wyżej, w środku geometrycznym, a w miarę unoszenia przedniej krawędzi płytki środek parcia przesuwają się do przodu.

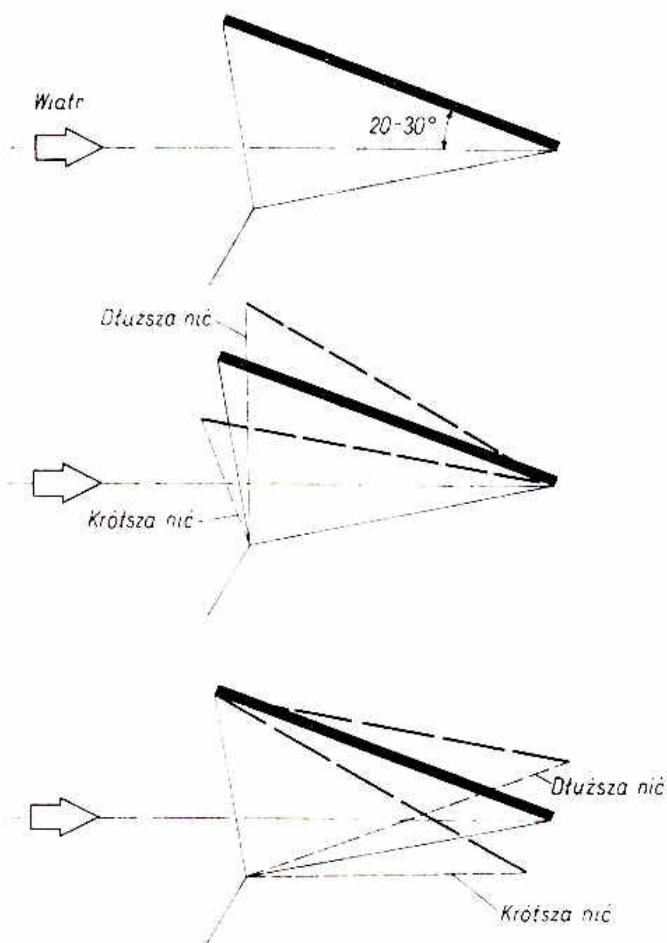
Przy kątach natarcia, jakie stosowane są w latawcach, można przyjąć, że środek parcia znajduje się w 1/3 głębokości (długości) płaszczyzny latawca, ale licząc od przodu. Pod tym miejscem powinien się znaleźć węzeł uzdy. Tu zostanie zaczepiona linka holownicza i siła, z jaką będziemy ciągnąć latawiec powinna być przeciwnie skierowana, aby przechodziła przez środek parcia. Co się stanie, jeśli nie spełnimy tego warunku? Latawiec będzie



Rys. 7-2. Szczegółnej troski wymagają urządzenia automatyczne i inne zabudowane na latawcu



Rys. 7-3. Jedną z ważniejszych czynności jest regulacja i dokładne połączenie linek uzdy



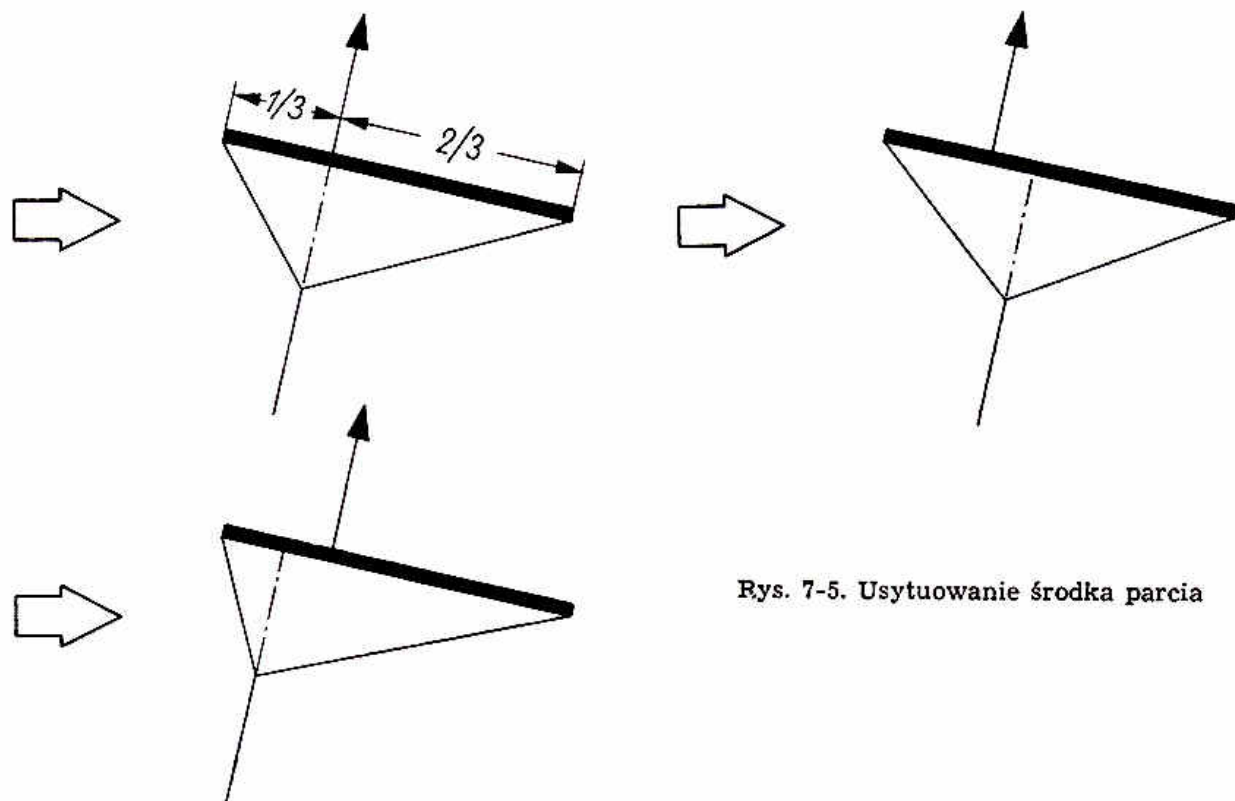
niestateczny na swej osi podłużnej. Oto dwa typowe przykłady.

Jeśli ognisko uzdy umieścimy przed środkiem parcia, czyli bardziej do przodu, to latawiec podczas lotu będzie usiłował zmniejszać kąt natarcia, a tor stanie się falisty. Jeśli natomiast ognisko uzdy znajdzie się poza środkiem parcia, latawiec zacznie zwiększać optymalny kąt natarcia i będzie ześlizgiwał się na boki. Oczywiście, przy nieznacznym ramieniu, jaki tworzy się między środkiem parcia a ogniskiem, można tym zjawiskom zaradzić, stosując dłuższy lub krótszy ogon. Możliwe to jest jednak tylko w niewielkim zakresie.

Latawiec z prawidłowo umieszczonym ogniskiem uzdy startuje bez najmniejszych trudności, a jego lot sprawia dużo radości.

Oto procedura startu. Latawiec wypuszczamy pod wiatr z początku na krótkim holu, stopniowo rozwijając go w miarę jak latawiec nabiera wyso-

Rys. 7-4. Regulacja linek uzdy



Rys. 7-5. Usytuowanie środka parcia



Rys. 7-6. Jeśli wszystko już przygotowane, możemy wyruszać na start



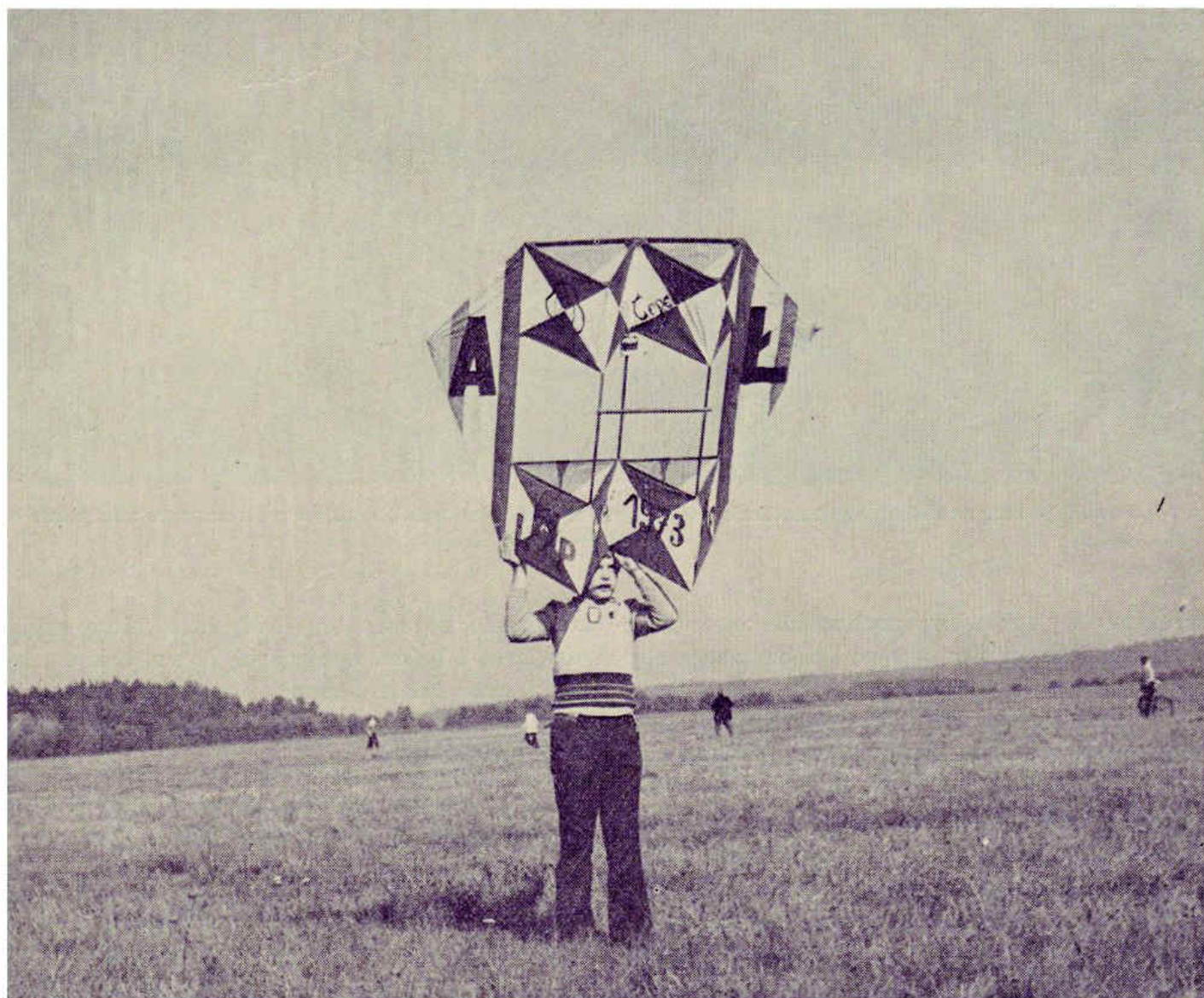
Rys. 7-7. Start rozpoczynamy na krótkiej lince holowniczej, stopniowo ją rozwijając

kości (rys. 7-7). Taki sposób startu jest najłatwiejszy. Niektórzy usiłują startować od razu przy całkowicie rozwiniętym holu. Powstaje tu jednak pewna trudność. Płaszczyzna latawca w początkowej fazie startu z ziemi ustawiona jest pod dużym kątem względem strumienia powietrza, a dopiero w miarę osiągnięcia wysokości kąt natarcia osiąga wartość optymalną. Taki start ma przebieg niejednokrotnie dramatyczny i może skończyć się zniszczeniem latawca.

Przy starcie z ręki, kiedy latawiec powoli wchodzi niejako w łożo wiatru i kiedy popuszczamy stopniowo hol, płaszczyzna latawca od razu ustawiona jest pod właściwym kątem. Wzlot latawca przebiega spokojnie bez zakłóceń i jesteśmy w stanie osiągnąć maksymalną wysokość przy całkowicie rozwiniętej lince holowniczej.

W czasie powrotu latawca na ziemię zwijamy równomiernie hol albo, korzystając z pomocy kolegi, ściągamy latawiec uchwytem przeznaczonym do szybkiego lądowania.

Jeszcze kilka słów o bezpieczeństwie na starcie (o możliwości porażenia ładunkami elektrostatycz-

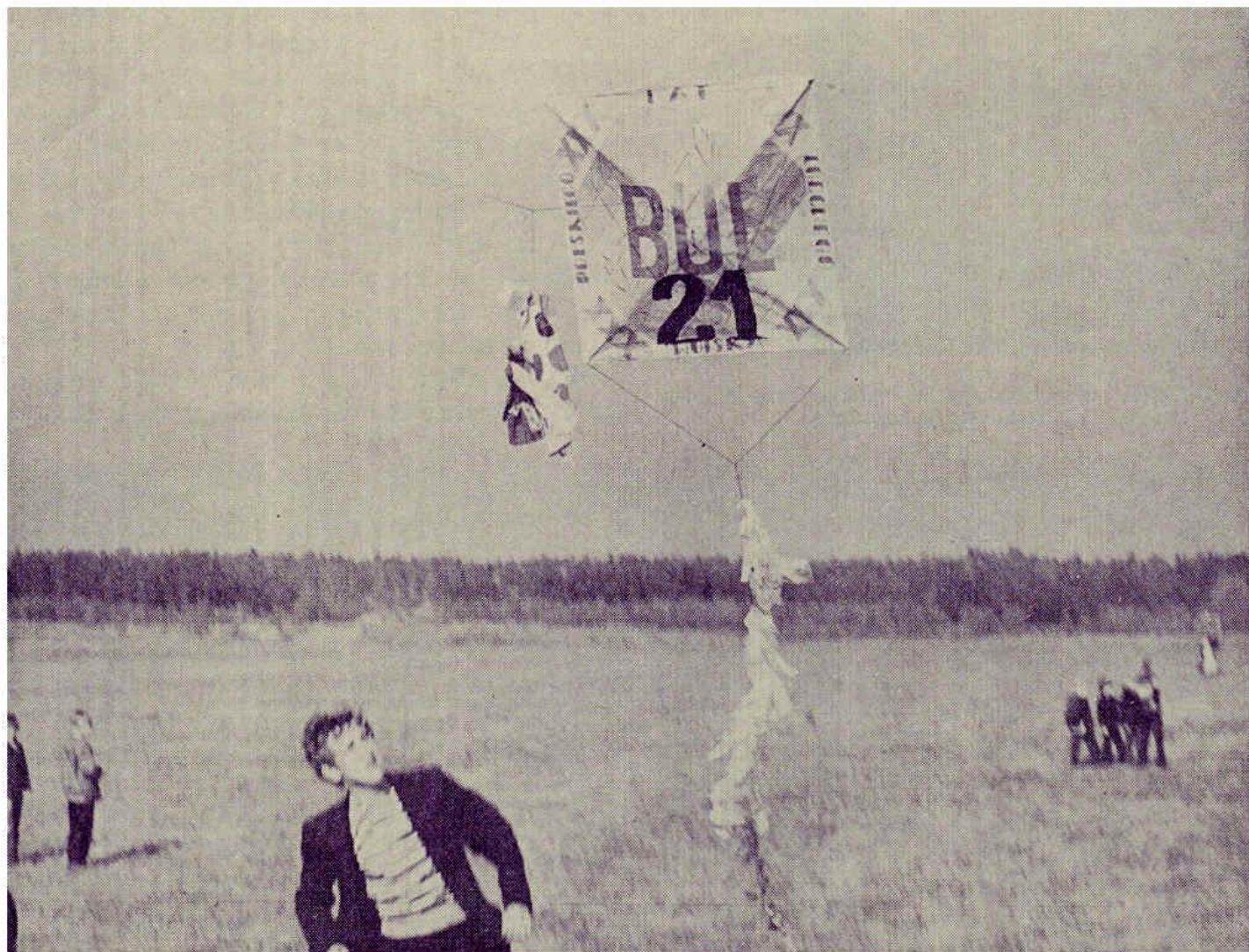


Rys. 7-8. Start z pełnej długości holu wymaga dużej wprawy

nymi wspomniano w innym miejscu). Zwracać zatem musimy uwagę na wybór miejsca startu, aby w pobliżu nie znajdowały się jakiegokolwiek powietrzne linie przesyłowe energii elektrycznej, linie telegraficzne i inne. Trzeba ponadto uważać, aby linka holownicza nie była pozostawiona na ziemi w stanie rozwiniętym (łatwo można się o taką, dość przecież wytrzymałą przeszkodę, przewrócić). Jeśli latawiec zerwie się z holu, a przypadek taki nie

ważny jest i dla latawców, chociaż latają one wyłącznie na uwięzi. Oczywiście, od zasady tej mogą być czynione wyjątki, na przykład na wielkich zawodach, które odbywają się często na lotniskach aeroklubowych pod specjalnym nadzorem osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo ruchu.

Ważna jest jeszcze sprawa zachowania ostrożności przy obsłudze latawca, naprawach doraźnych itp. W pośpiechu łatwo się skaleczyć, nawet nie-



Rys. 7-9. Powoli, jeszcze na dużym kącie natarcia, rozpoczyna się wzlot latawca. Z każdym metrem wysokości wiatr będzie coraz silniejszy

jest czymś wyjątkowym, powinniśmy się starać określić miejsce upadku latawca i odszukać go, aby zapobiec ewentualnym szkodom, które mógłby wyrządzić. Oczywiście, mały latawiec najmniejszej szkody nie robi, ale konstrukcja skrzynkowa o masie paru kilogramów może na przykład zatarasować ruch na uczęszczanej trasie.

Przy okazji uwaga dość ważna. Latawce, które zamierzamy budować mogą być bardzo małe lub bardzo wielkie, ale ich ciężar całkowity nie powinien przekraczać 5 kG. Co prawda przepis ten dotyczy modeli latających, a ma na celu uniknięcie zagrożenia dla ruchu statków powietrznych, jednak

koniecznie nożem, lecz linką holowniczą szybko rozwijaną z bębna wyciągarki, łatwo wbić drzazgę czy zetrzeć skórę z dłoni. Nie wolno lekceważyć najdrobniejszego nawet skaleczenia — to przykazanie podstawowe.

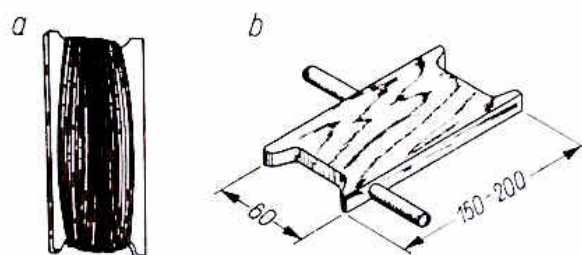
2. Pomocniczy sprzęt startowy

Latawiec, nawet najwspanialszy, pozostawiony sam sobie nie jest w stanie utrzymać się w powietrzu ani tym bardziej wystartować o własnych siłach. Do przeprowadzenia lotów niezbędny jest zatem określony zestaw, do którego oprócz latawca

należy linka holownicza. Hol, nawet najkrótszy, musi być zwijany i rozwijany. Aby czynność ta nie sprawiała kłopotu, nić, sznurek, linka, czy żyłka muszą mieć odpowiednie urządzenia, jak deseczki, zwijarki lub szpule, nigdy natomiast nie powinny być zwijane w rękę w kłębek, gdyż taka czynność grozi splątaniem holu, jest bardzo pracochłonna i po prostu niewygodna.

Deseczka - kołowrót. Najprostszym urządzeniem jest deseczka lub sklejka grubości około 20 mm, o rozmiarach 150 (200) × 60 mm, wycięta w kształcie szpuli z zaokrąglonymi wewnętrznymi brzegami (rys. 7-10a). Na taką deseczkę możemy nawinąć cienką linkę holowniczą, niezbyt długą. Podczas lotów trzymamy deseczkę w ręku jako uchwyt.

W celu usprawnienia rozwijania i zwijania linki możemy taką deseczkę zaopatrzyć w dwa drewniane kołki (rys. 7-10b), tworząc prymitywny kołowrót. Jeśli w lewej ręce trzymamy kołek usytuowany dokładnie na osi deseczki, to prawą ręką możemy ująć kołek zamocowany na skraju deseczki i obracać nim jak korba. Jest to sposób znacznie



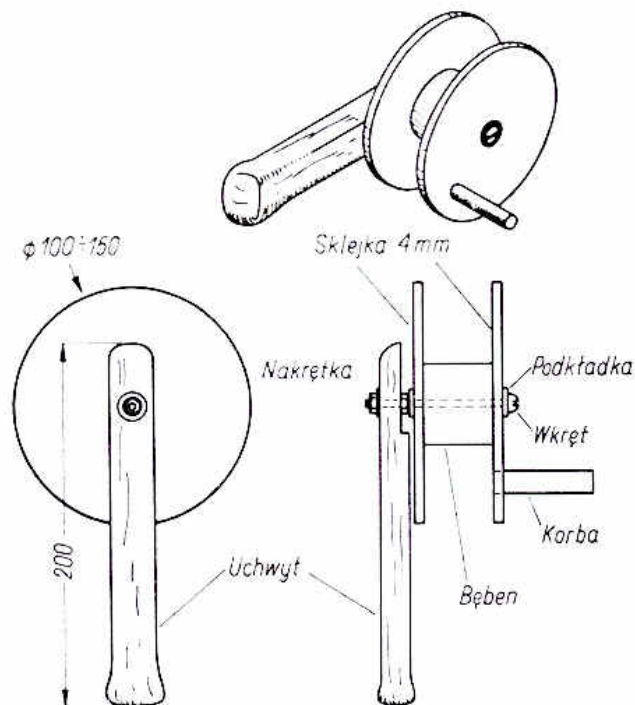
Rys. 7-10. Najprostsze kołowroty
a — deseczka z wycięciami, b — deseczka z uchwytem

wygodniejszy, ale wskazany raczej do startu latawców małych z niezbyt długim holem. Kołki-uchwyty osadzamy przy użyciu kleju na wpust w otworach deseczki.

Kołowrotek drewniany. Bardziej „zmechanizowanym” urządzeniem do zwijania holu jest kołowrotek drewniany. Składa się z bębna wykonanego z drewnianego cylindra, dwóch sklejkowych (4÷5 mm grubości) krążków i drewnianej korby. Bęben osadzony jest na metalowej osi, którą może być dłuższy wkręt z odpowiednimi podkładkami i nakrętkami. Oś bębna przymocowana jest do drewnianego uchwyty, pogrubionego nieco w miejscu przeznaczonym do trzymania w ręku.

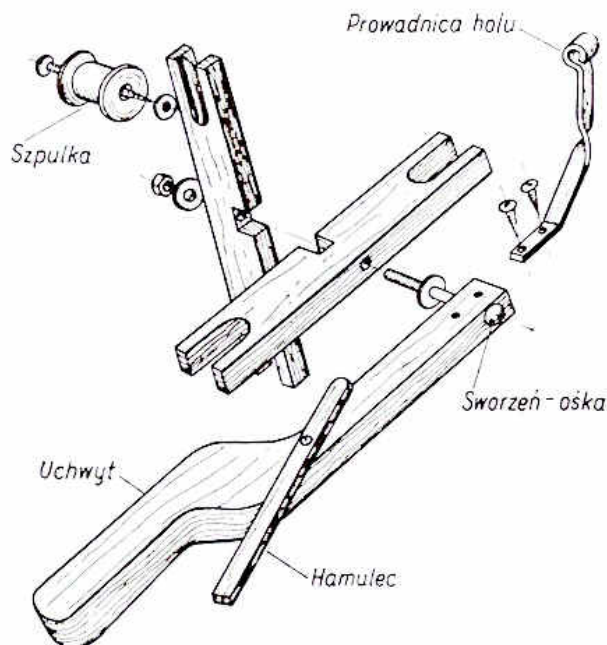
Przyrząd taki przyspiesza znacznie proces zwijania linki holowniczej. Rozmiary bębna zależą oczywiście od długości holu i jego grubości (rys. 7-11).

Kołowrotek z hamulcem. Do latawców lekkich średniej wielkości wygodny jest kołowrotek konstrukcji amatorów sportu latawcowego



Rys. 7-11. Kołowrotek drewniany

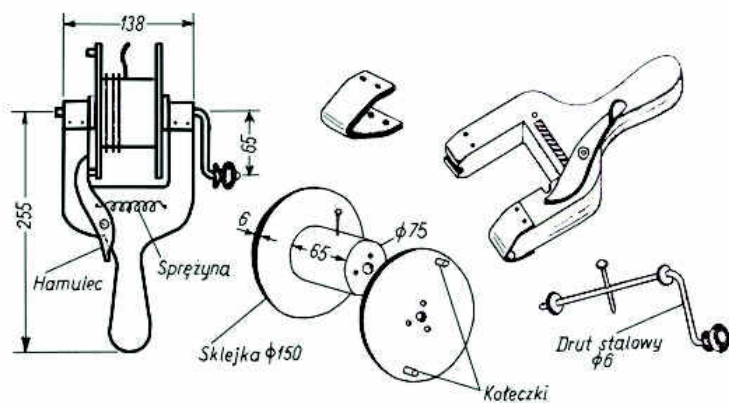
w Japonii. Zamiast bębna ma on dwie skrzyżowane deseczki ze szpulowymi nacięciami (rys. 7-12). Deseczki osadzone są na metalowej osi, przymocowanej do drewnianego uchwyty. Ramię korby tworzy szpulka od nici, przymocowana wkrętem do jednej z deseczek. Aby linka holownicza nie spadała z deseczek-zwijaka, w przedniej części przyrządu umieszczona jest prowadnica linki, wykonana



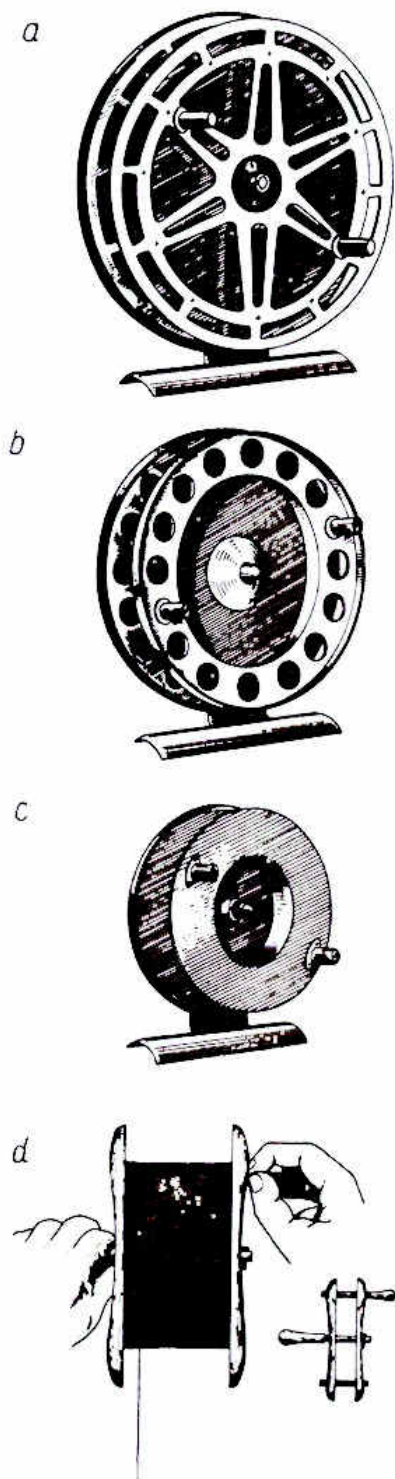
Rys. 7-12. Kołowrotek japoński z hamulcem

na z odcinka blachy. Przy uchwycie znajduje się niewielka dźwignia — listwa drewniana, która pełni funkcję hamulca. Urządzenie nieskomplikowane, a w praktyce bardzo użyteczne.

Podobny kołowrotek z hamulcem, przystosowany do startu latawców wysokościowych, pokazano na rysunku 7-13.



Rys. 7-13. Kołowrotek bębnowy z hamulcem

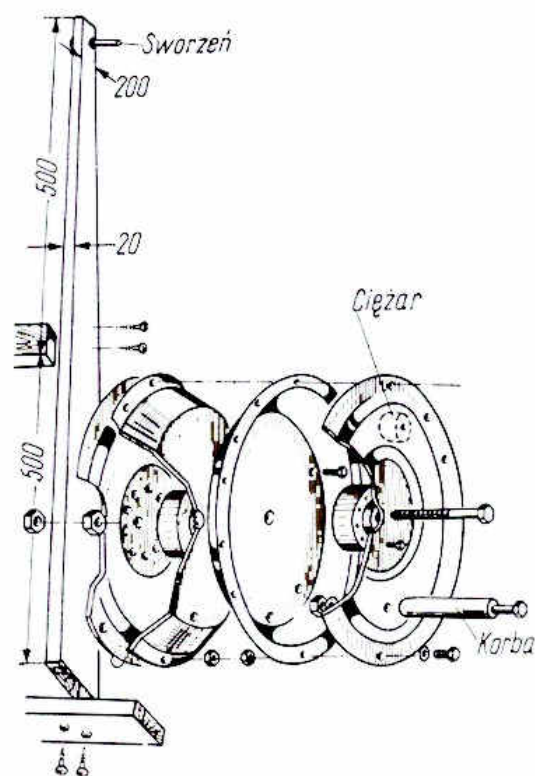


Rys. 7-14. Typowe kołowrotki rybackie, które mogą być wykorzystane przy małych latawcach

Kołowrotki rybackie. Do puszczenia latawców małych stosowane są często fabryczne kołowrotki rybackie, zwykłe i spinningowe. Trzeba pamiętać, że pojemność bębna kołowrotka rybackiego jest stosunkowo niewielka, toteż nawijana nań dłuższa linka nie powinna być zbyt gruba. Bęben kołowrotka rybackiego można powiększyć, dodając dwie metalowe tarcze o większej średnicy (rys. 7-14).

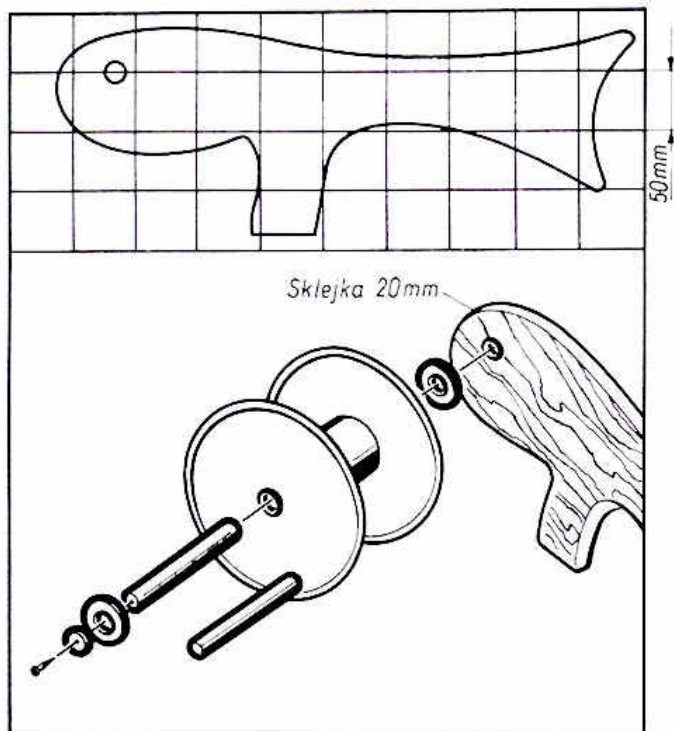
Kołowrotek metalowy z wysięgnikiem. Modelarze bardziej zaawansowani w pracach z metalem mogą wykonać kołowrotek z metalowym bębnem. Materiałem jest duraluminium albo zużyte podzespoły różnych urządzeń mechanicznych.

Konstrukcja kołowrotka pokazana jest na rysunku 7-15. Uwagę zwraca przeciwciężar, zabudowany w tarczy bębna, i wysięgnik metrowej długości wyposażony w oczkową prowadnicę linki holowniczej. Wysięgnik spełnia jeszcze jedną funkcję, służy mianowicie do manewrowania latawcem, w ograniczonym oczywiście zakresie. Wysięgnik wyposażony jest w uchwyt do trzymania i podpórkę biodrową do wygodnego oparcia przyrządu podczas pracy.



Rys. 7-15. Kołowrotek metalowy z wysięgnikiem

Kołowrotek z kolbą. W przypadku małych latawców wygodny jest kołowrotek drewniany, którego bęben osadzony jest nie, jak uprzednio opisano w uchwycie ręcznym, lecz w swego rodzaju oparciu, przypominającym kolbę karabinową (rys. 7-16). Podczas zwijania holu opieramy

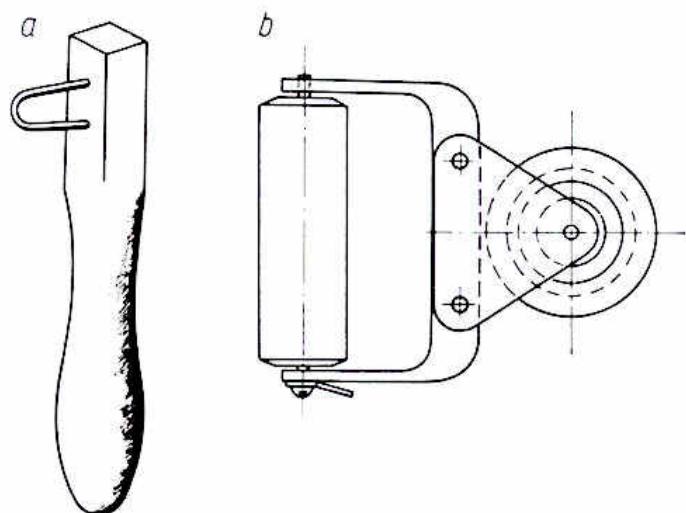


Rys. 7-16. Kołowrotek z kolbą

kolbę o ramię, jednocześnie trzymając ją za uchwyt, a drugą ręką operujemy korbą.

Uchwyt do ściągania latawca. Do szybkiego sprowadzenia latawca na ziemię bez potrzeby zwijania holu służy prosty i wygodny przyrząd. Jest nim uchwyt zaopatrzony w metalową pętlę. Na rysunku 7-17 pokazano najprostsze rozwiązanie uchwytu, co nie wyklucza wykonania go z jednego odcinka drutu czy taśmówki.

Aby latawiec zmusić do powrotu na ziemię, przewlekamy linkę holowniczą przez pętlę uchwytu i trzymając uchwyt silnie w rękę biegniemy w stronę unoszącego się nad nami latawca. Koniec holu utrzymywany jest przez pomocnika albo też zakotwiczony w ziemi. Latawiec ściągany zniża się do niezbędnej wysokości; jeśli pobiegniemy trzymając uchwyt w kierunku przeciwnym, latawiec



Rys. 7-17. Uchwyty do ściągania latawca
a — z oczkiem, b — z rolką

wzniesie się z powrotem na osiągniętą pierwotnie wysokość.

„Listonosz”. „Listonoszem” nazywamy urządzenie, umożliwiające wyniesienie na określoną wysokość, po rozwiniętym holu, pewnego ładunku, na przykład modelu szybowca, spadochronu czy ulotek.

Istnieje wiele rozwiązań listonoszy. Najprostszym urządzeniem ułatwiającym zapoznanie się z zasadą działania, jest kartka papieru zeszytowego złożona wzdłuż, a następnie w przedniej części odgięta jak kołnierz ku górze (rys. 7-18). Jeśli tak złożoną kartkę, niby „telegram”, zawiesimy na linie holowniczej, to pod wpływem wiatru dmuchającego w wystającą zakładkę, będzie ona poruszać się po linie coraz wyżej. Do zrzucenia kartki z linki niezbędne jest przywiązanie do holu małego kołeczka-hamulca. Odgięta część „telegramu” z chwilą dotknięcia kołeczka zsunie się ze swego torowiska, opadając do ziemi.

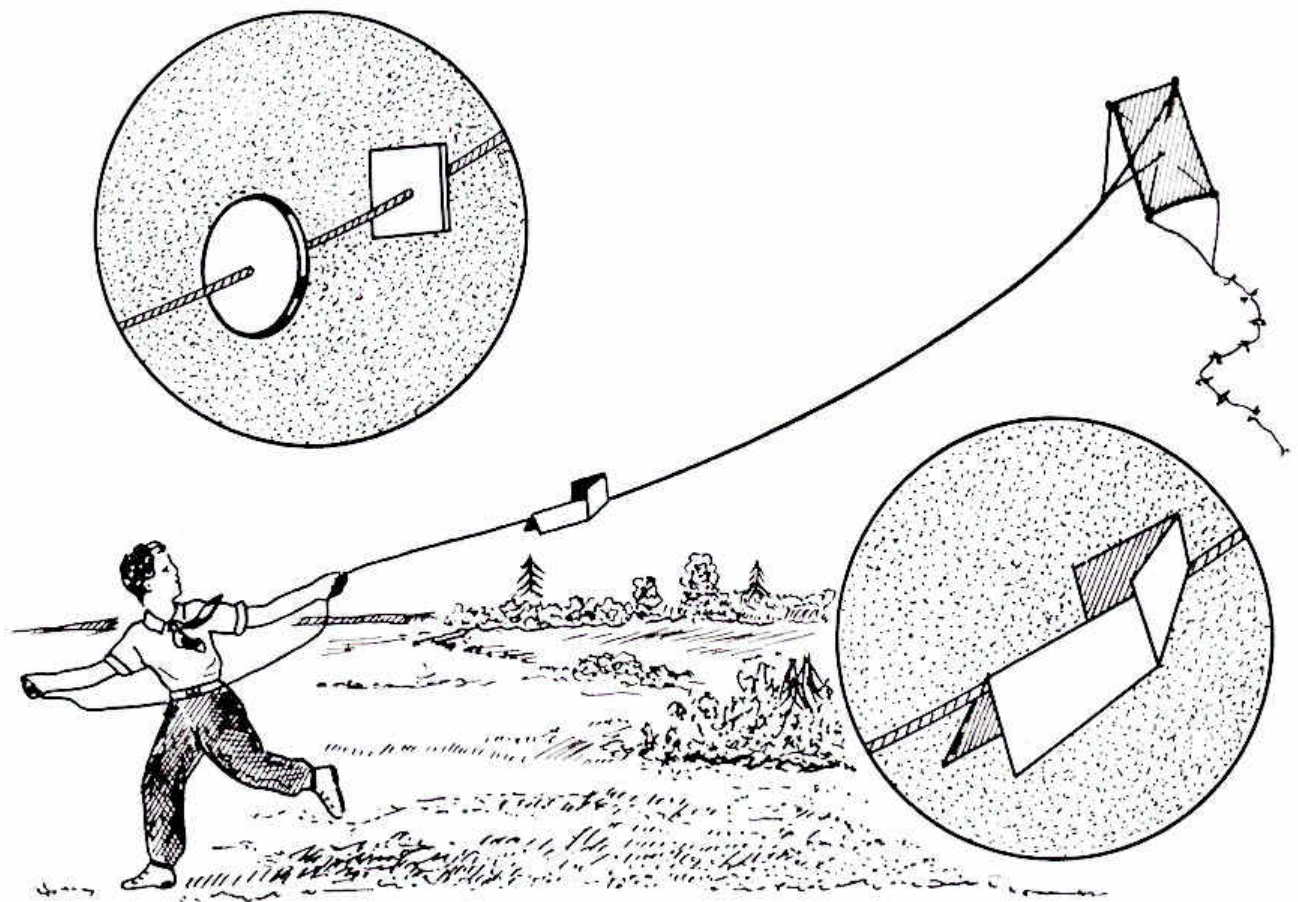
Na podobnej zasadzie budowane są bardziej sprawne przyrządy. Na rysunku 7-19 pokazano jeden z nich, wykonany z drutu o średnicy 1,5—2,5 mm. Listonosz metalowy składa się z wieszaka i haka-zaczepu. Konstrukcję pokazano na rysunku.

Oczywiście, sam przyrząd nie nadaje się do użytku. Do wciągnięcia go po holu potrzebny jest żagiel lub model spadochronu (rys. 7-20). Czasza papierowa lub sklejona z folii polietylenowej zaczepiona do zaczepu wynosi listonosza do wysokości określonej kołkiem hamulcowym. Tutaj wystający haczyk uderza o kołek i cofając się do tyłu zwalnia zaczep spadochronu, który samodzielnie opada ku ziemi, a listonosz wraca również po linie holowniczej na miejsce startu.

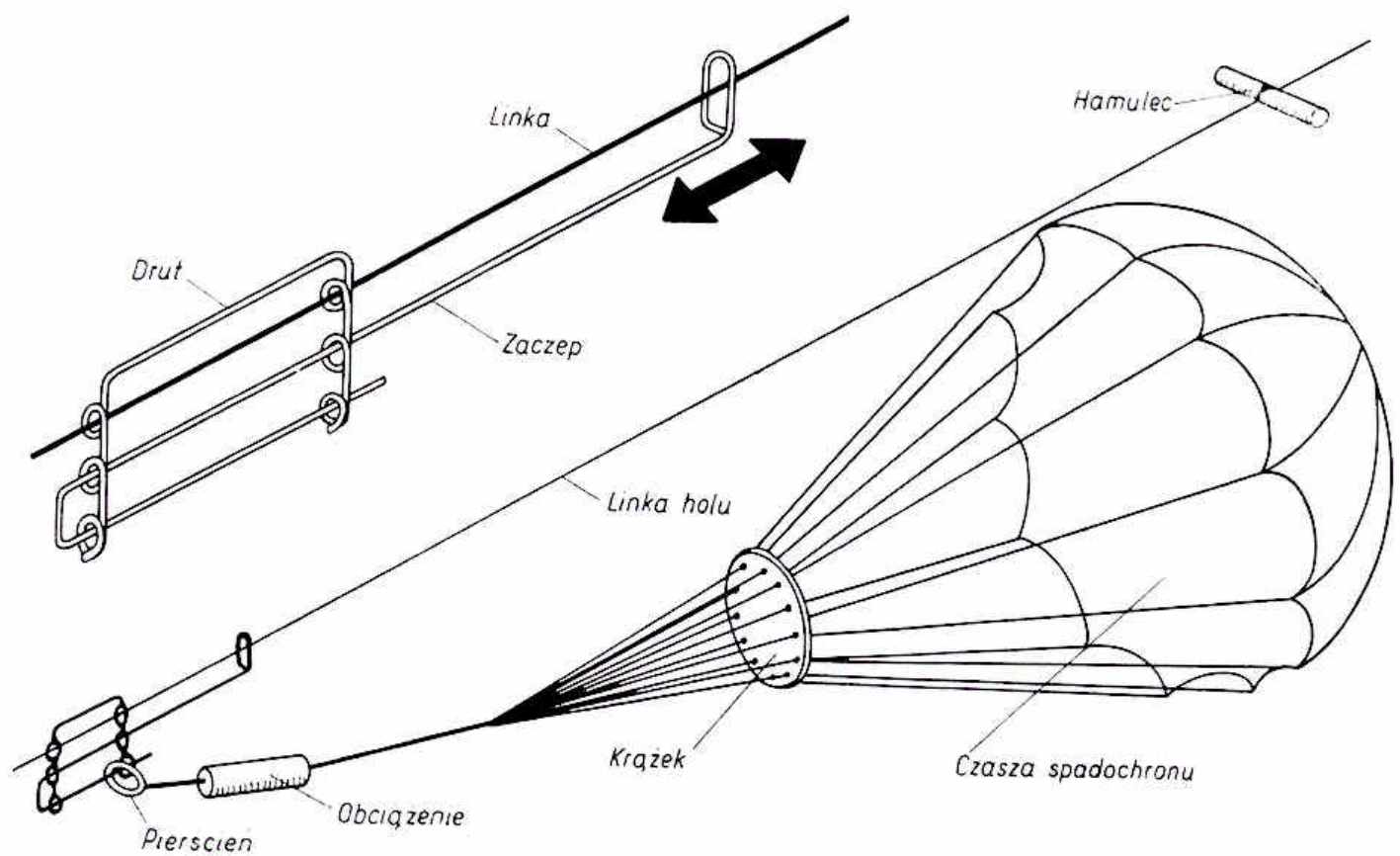
Listonosz wykonany częściowo z drewna i drutu należy do najpopularniejszych urządzeń. Konstrukcję tę pokazano na rysunku 7-21. Skrzydłowy albo inaczej żaglowy typ listonosza pokazano na rysunku 7-22. Ten typ listonosza wymaga dodatkowej automatyzacji. Do wyniesienia ładunku niezbędna jest duża powierzchnia żagla, ale aby listonosz taki wrócił z powrotem, trzeba żagiel zwinać lub też złożyć jego dwie części. Wówczas, nie stawiając dużego oporu w powietrzu swoimi płaszczyznami, listonosz wróci na miejsce startu.

Uwaga: nie wolno zrzucać jakichkolwiek przedmiotów nie zaopatrzonych w spadochron lub taśmę zwalniającą prędkość opadania. Wyjątkiem są małe modele latające. Musimy być pewni, że ładunek latawcowy spadając nie spowoduje strat, nikogo nie zrani ani nie uszkodzi zabudowań.

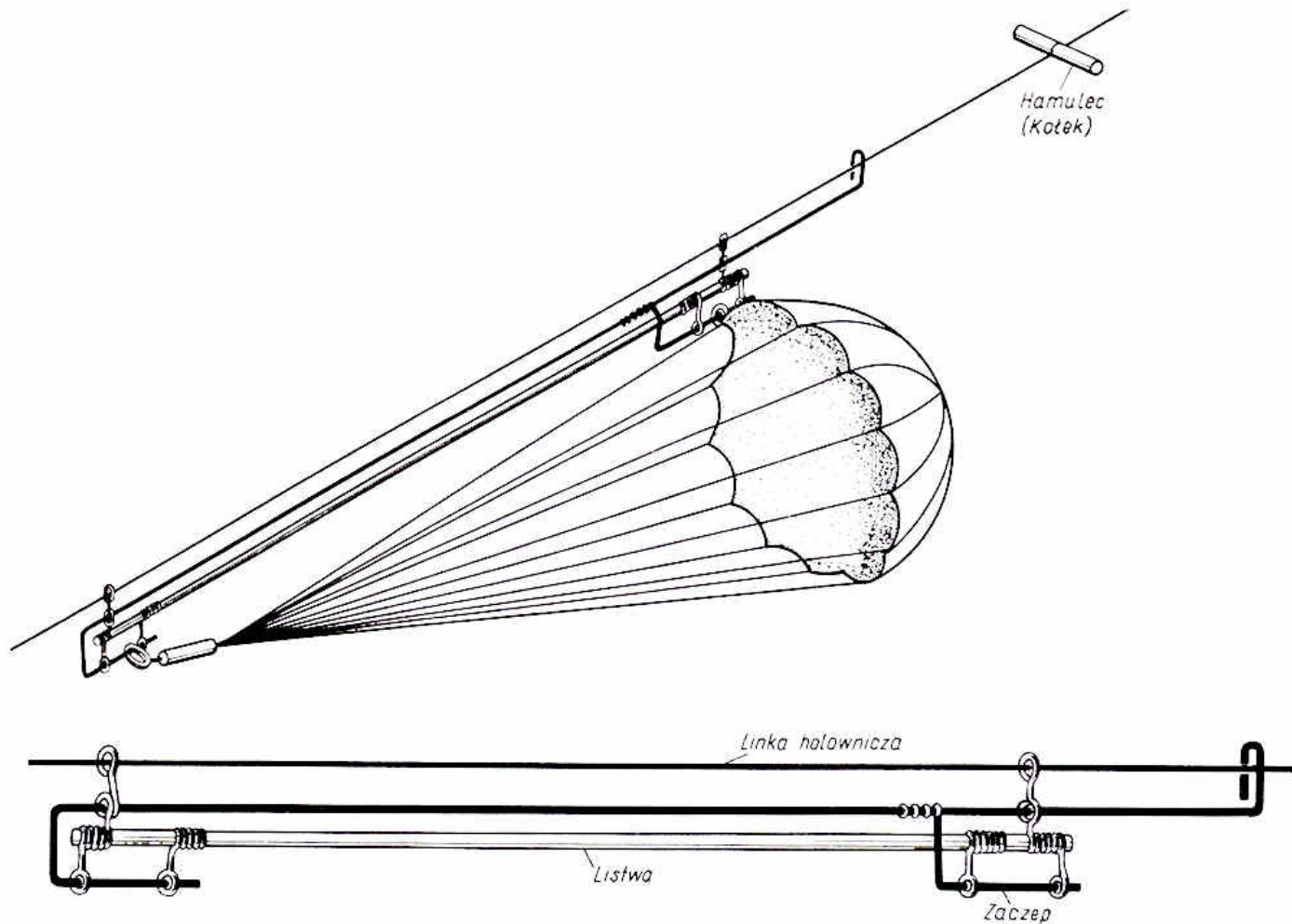
Warto również dodać, że na zawodach latawcowych oceniana jest „mechanizacja”, a m. in. sprawne działanie oraz konstrukcja listonoszy. Nierząd-



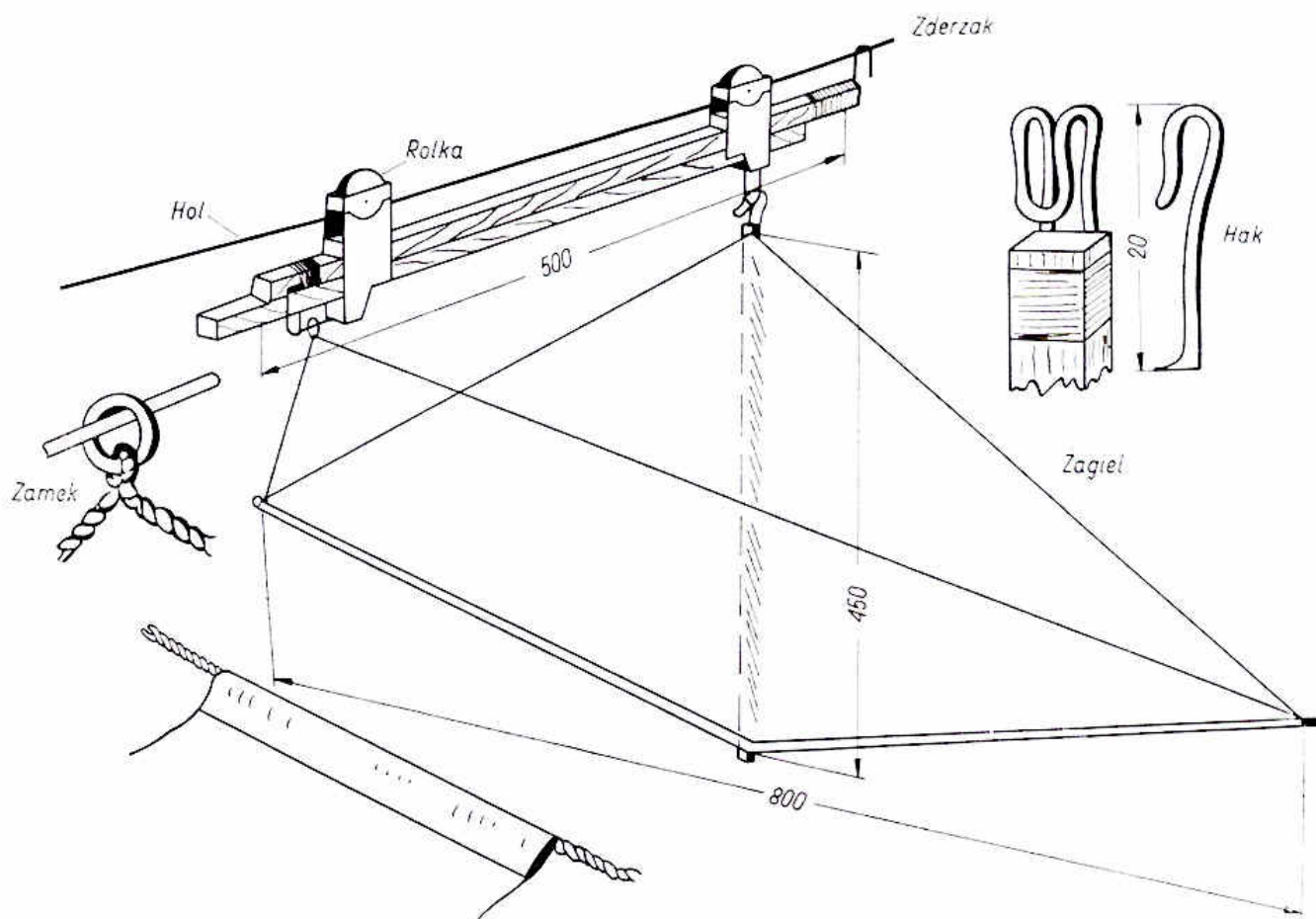
Rys. 7-18. Najprostszy listonosz-telegram z kartki papieru



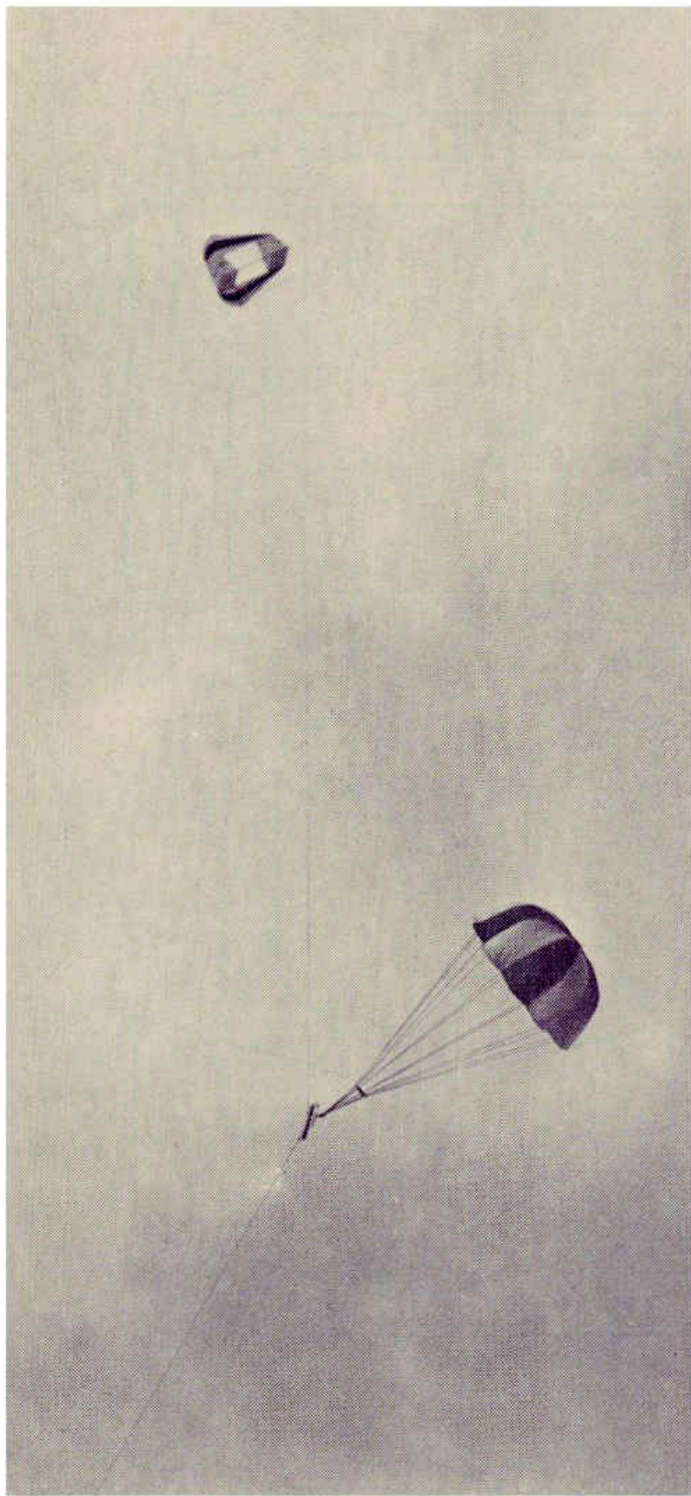
Rys. 7-19. Listonosz konstrukcji metalowej



Rys. 7-21. Inna konstrukcja listonosza



Rys. 7-22. Listonosz ze skrzydłem-żagiel

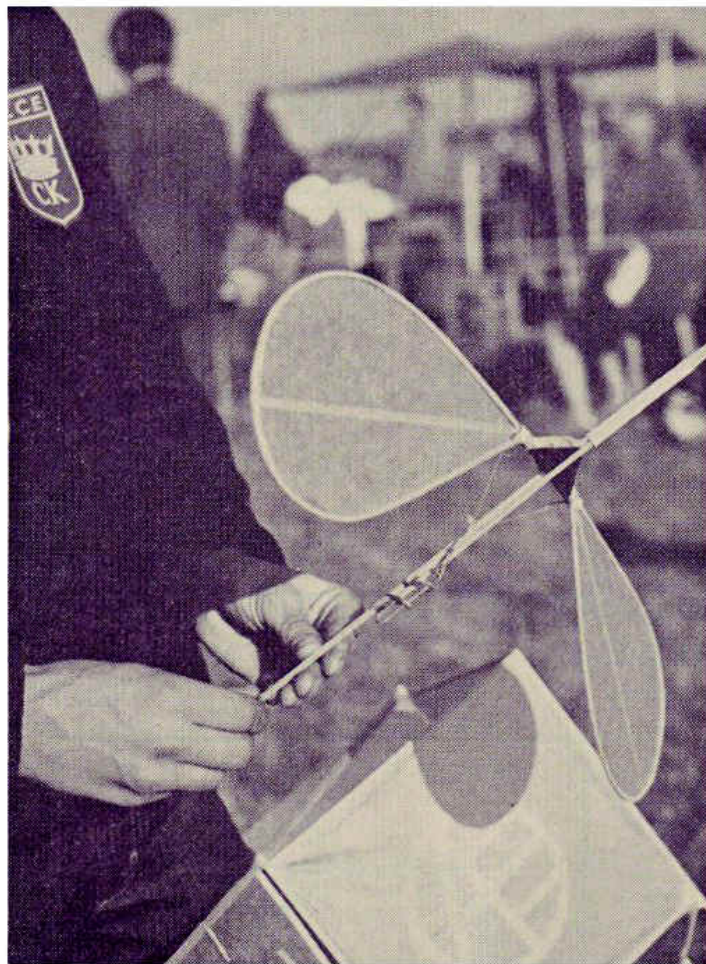


Rys. 7-23. Spadochron wędruje po linie holowniczej w górę aż do pułapu latawca. Tam nastąpi zwolnienie zaczepu i spadochron będzie opadał samodzielnie ku ziemi

ko prowadzone są zawody na celność lądowania modeli spadochronów zrzuconych z latawców z zadanej wysokości. Podobnie jak na prawdziwych zawodach spadochronowych, trzeba trafić w sam środek niedużego kręgu, wyrysowanego na ziemi.

3. Z doświadczeń warsztatowych i startowych

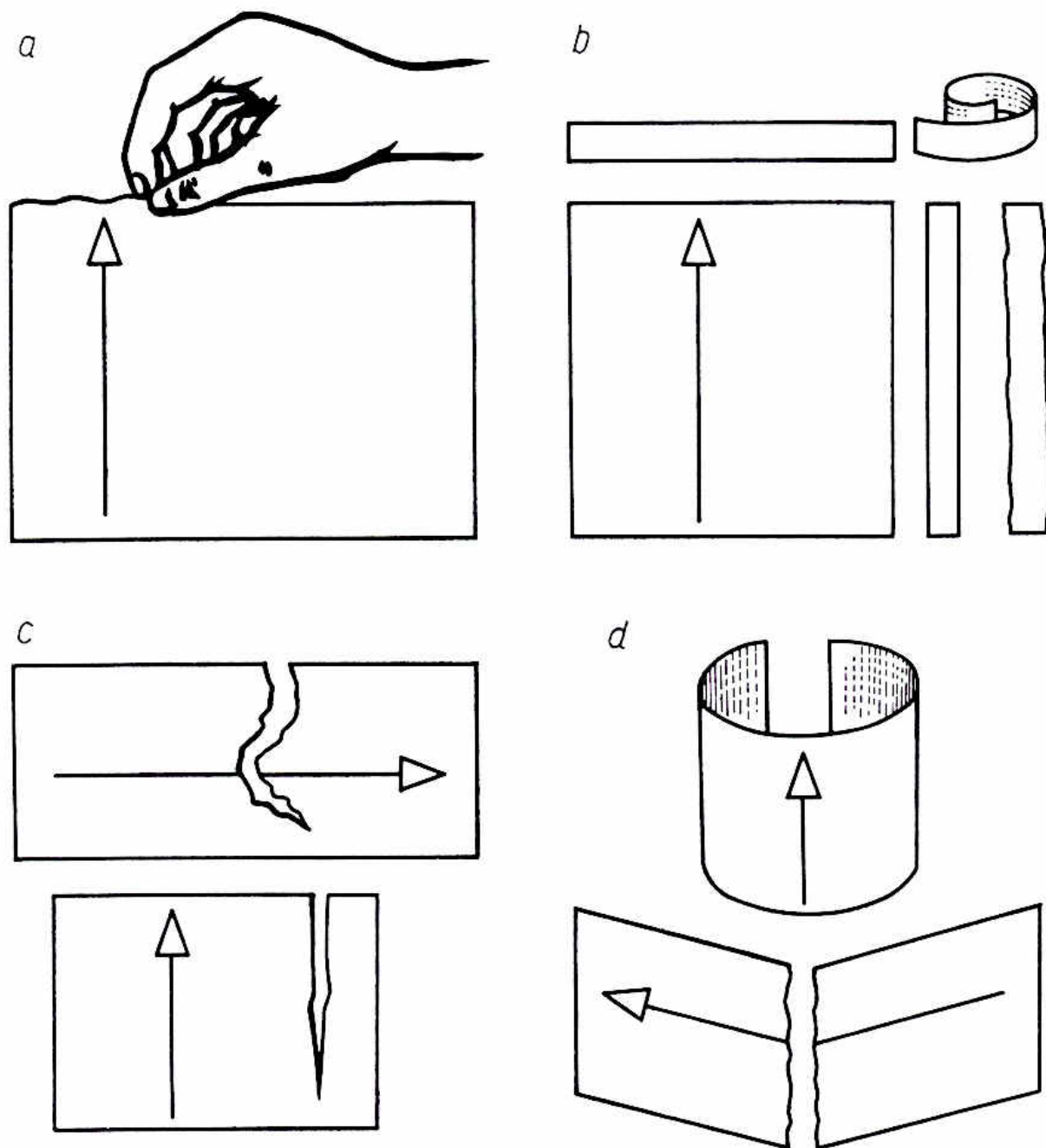
Obróbka papieru. Umiemy rozróżniać papier cienki od grubego, potrafimy na pewno ocenić, który jest lżejszy i bardziej wytrzymały na



Rys. 7-24. Listonosz latawcowy, którego żagiel zastąpiono oryginalnymi składanymi skrzydełkami

rozdarciu. Warto jeszcze wiedzieć, że każdy papier ma określony kierunek „słoi”. Jeśli spróbujemy rozedrzeć dowolny arkusik papieru, stwierdzimy że w jedną stronę można go z łatwością rozedrzeć, natomiast w drugą udaje się to z pewnym oporem. Okazuje się przy tym (zwłaszcza przy pokrywaniu płaszczyzn latawca czy innych powierzchni nośnych), że kierunek słoi ma duże znaczenie dla wytrzymałości pokrywanej konstrukcji. Trójkątny szkielet latawca pokryty papierem, którego słoje usytuowane są równolegle do osi kadłuba, przy najmniejszym naprężeniu, czy skręceniu szkieletu popęka na krawędziach rozpórek. Jeśli natomiast papier przykleimy słojami prostopadle do osi kadłuba, takie pokrycie wytrzyma znacznie większe naprężenia i jednocześnie usztywnia konstrukcję.

Słistość papieru trudno wykryć „na oko”. Istnieje kilka sposobów określania kierunku słoi (rys. 7-25). Bierzymy kartkę badanego papieru i przeciągamy dwa jej brzegi między paznokciami dwóch palców: dużego i wskazującego (rys. 7-25a). Jeśli papier po takiej operacji sfałduje się z danej strony, oznacza to, że słoje biegą prostopadle do badanej krawędzi. Druga metoda polega na próbie rozdarcia arkusika (rys. c). Otóż łatwiej rozedrzeć papier wzdłuż uwarstwienia niż w poprzek. Rozdarcie w poprzek charakteryzuje się wyraźnym

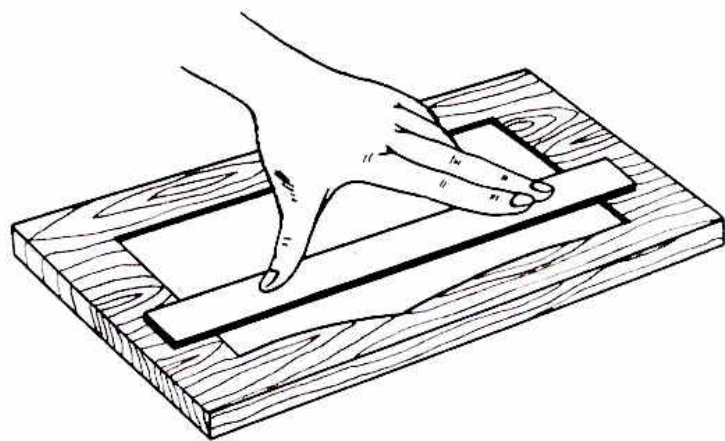


Rys. 7-25. Różne metody sprawdzania słoistości papieru

zakrzywieniem i postrzępieniem szczeliny, podczas gdy wzdłużne tworzy szczelinę prawie gładką. Jeszcze inny sposób polega na wycięciu z badanego papieru dwóch pasek (rys. b). Paski te zwilżamy wodą za pomocą gąbki i po pewnym okresie czasu stwierdzamy iż jeden pasek szybko się zwinął, jak wąż, podczas gdy drugi nieznacznie tylko został wygięty. Otóż wilgotny papier zwinia się w poprzek uwarstwienia. Uwarstwienie kartonu czy cienkiej tektury łatwo sprawdzić, zaginając półkolistą badany arkusik (rys. 7-25d). Otóż karton łatwiej można wygiąć w poprzek słoików niż wzdłuż. Wygięcie wzdłużne grubszej tektury powoduje pęknięcie arkusza.

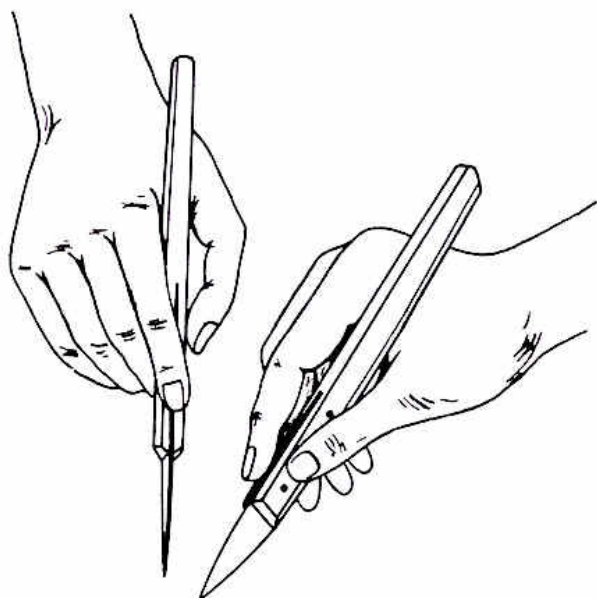
Cienki papier tniemy nożyczkami po wykreśl-

nej linii ołówkowej. Lepiej jednak opanować umiejętność cięcia papieru każdej grubości za pomocą noża. Do cięcia papieru niezbędny jest ostry nóż i podkładka z grubej tektury, sklejk albo deski oraz liniał i węgielnica. Te dwa ostatnie przyrządy powinny być metalowe. Przy liniale drewnianym nie można prowadzić noża, gdyż zawsze powoduje to uszkodzenie liniału, a linia cięcia nie będzie prosta. W czasie cięcia papieru (lub kartonu) przytrzymujemy silnie równomiernie liniał trzema palcami lewej ręki w ten sposób, aby palce były oddalone od brzegu liniału o około 10 mm (rys. 7-26). Ważne jest również poprawne trzymanie noża, tak aby uniemożliwić zarówno skaleczenie się, jak i zniszczenie materiału (rys. 7-27).



Rys. 7-26. W taki sposób należy utrzymywać liniał metalowy przy cięciu papieru, kartonu i tektury

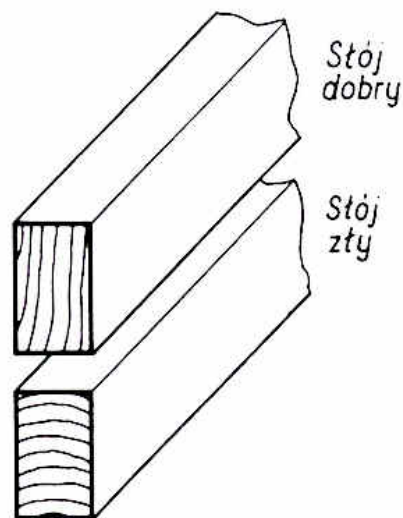
Jeśli tnijemy grubszy papier nie starajmy się go przeciąć jednym przeciągnięciem noża. Lepiej kilkakrotnie przeciągnąć ostrzem po oznaczonej linii, wówczas bez niepotrzebnego wysiłku uzyskamy



Rys. 7-27. Poprawny i bezpieczny sposób trzymania noża przy cięciu materiałów papierowych

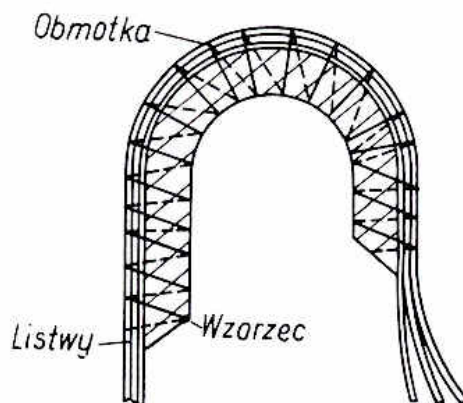
ten sam efekt. Zbyt silny nacisk noża może spowodować przesunięcie liniału, a zatem i skrzywienie linii cięcia.

Obróbka części drewnianych. Przy doborze listew i beleczek drewnianych ważne jest sprawdzenie kierunku słoja. Jeśli słoje biegą w poprzek, jeśli listwa ma sęki lub jest skrzywiona, to taki materiał nie nadaje się do wykorzystania (rys. 7-28). Często zdarza się, że nie ma listewek o potrzebnym przekroju. Wówczas poleca się łączenie listewek o wymiarach mniejszych (np. z 3 listewek 3×3 mm można skleić jedną 3×9 mm). Tam, gdzie zależy nam na lekkości i dużej wytrzymałości, stosujemy podłużnice czy dźwigary złożone z dwóch pasów sosnowych oklejonych jedno- lub dwustronnie sklejką. Sposób ten jest praktykowany w technice lotniczej i w modelarstwie.



Rys. 7-28. Listwa o prawidłowym słoju

Przed sklejeniem dwóch listew czy beleczek niezbędne jest właściwe sklinowanie obu części. Dobre sklinowanie ma stosunek 1 : 15 (rys. 7-30). Listwy po sklejeniu owijujemy, zwój przy zwoju, cienką szarą nicią, smarując obmołkę klejem. Takie po-

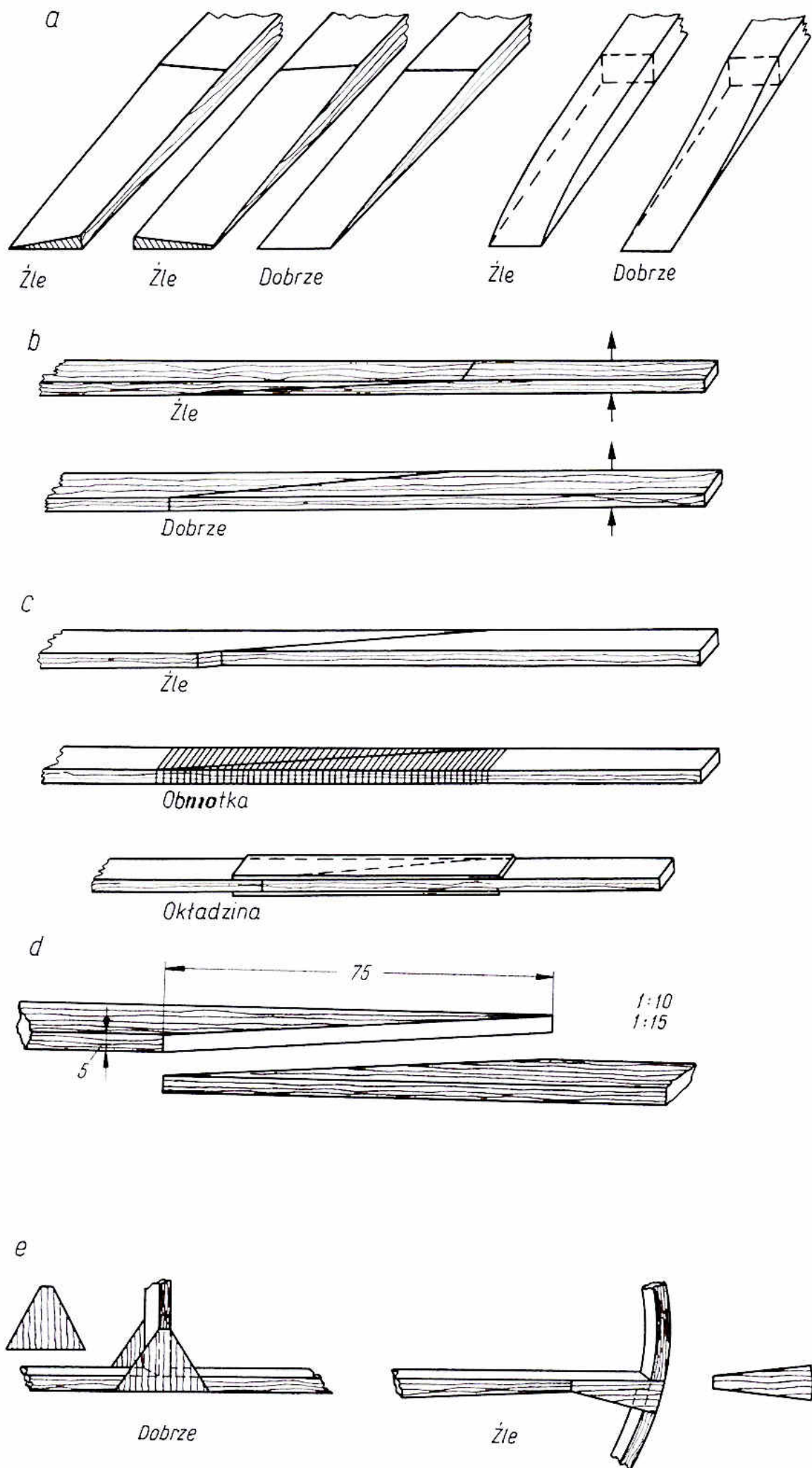


Rys. 7-29. Lamelowanie, czyli sklejenie listew na wzorcu

łączenie jest dostatecznie wytrzymałe. Obmołkę można zastąpić dwiema okładzinami z cienkiej skleiki, ściśniętymi klamkami fotograficznymi aż do całkowitego wyschnięcia kleju.

Miejsca klejone oczyszczamy niezbyt drobnym szklakiem, zwracając uwagę, aby obie płaszczyzny przylegały do siebie jak najdokładniej. Spoinę trzeba zawsze ścisnąć do wyschnięcia paskiem gumy, nićmi, ściskami stolarskimi lub klamkami.

Pozostaje jeszcze jedna sprawa: czy warto samodzielnie ciąć listwy z większej deski? Otóż bez odpowiedniej wprawy w operowaniu piłką i strugiem, cięcie listew o bardzo małych przekrojach, może sprawić poważne trudności w uzyskaniu prostych listewek, nadających się do budowy latawców. Samodzielne cięcie opłaca się przy grubych przekrojach, przy tym lepiej czynność tę wykonać za pomocą pił mechanicznych niż ręcznie. Przy okazji trzeba zwrócić uwagę, że do cięcia bardzo cienkich listew niezbędne są odpowiednie piły, gdyż zwykle



Rys. 7-30. Sposoby łączenia listew i beleczek drewnianych

a — niewłaściwe i poprawne sklinowanie listwy, b — listwę należy ścinać wzdłuż szerszej krawędzi, c — przykłady połączeń obmotką, nicianą i okładziną

powodowałyby niezmiernie duże straty materiałowe.

Wybór listew i beleczek przygotowanych przez wyspecjalizowany zakład jest dość duży i jest możliwość odpowiedniego dostosowania wymiarów do każdej konstrukcji latawcowej.

Typowe wymiary listew sprzedawanych w sklepach CSH:

listwy z drewna liściastego

4×20×500 mm	25×100×200 mm
8×20×250 mm	10×100×300 mm
10×20×250 mm	15×100×300 mm
10×50×200 mm	20×100×300 mm
15×50×200 mm	25×100×300 mm
20×50×200 mm	4×20×1000 mm
10×100×200 mm	8×20×1000 mm
15×100×200 mm	10×20×1000 mm
20×100×200 mm	

listwy z drewna iglastego

10×25×1000 mm	20×50×1000 mm
10×30×1000 mm	35×35×200 mm
15×30×1000 mm	40×40×200 mm
20×20×1000 mm	10×50×200 mm
25×25×1000 mm	15×50×200 mm
30×30×1000 mm	10×100×500 mm
20×40×1000 mm	20×50×200 mm
10×50×1000 mm	12×100×500 mm
15×50×1000 mm	

Listwy z drewna lipowego

4×20×500 mm	10×20×1000 mm
8×20×250 mm	4×15×1000 mm
10×20×250 mm	6×15×1000 mm
10×50×200 mm	4×15×500 mm
15×50×200 mm	8×15×1000 mm
20×50×200 mm	8×15×500 mm
10×100×200 mm	10×15×1000 mm
15×100×200 mm	10×15×500 mm
20×100×200 mm	12×15×1000 mm
25×100×200 mm	12×15×500 mm
10×100×300 mm	15×15×1000 mm
15×100×300 mm	15×18×500 mm
20×100×300 mm	15×20×1000 mm
25×100×300 mm	15×20×500 mm
4×20×1000 mm	15×22×1000 mm
8×20×1000 mm	15×25×1000 mm

Obróbka tkaniny. Tkaninę znacznie trudniej jest formować niż papier czy tworzywa sztuczne. Aby wyciąć odpowiedniej wielkości pas z tkaniny, można czynność tę ułatwić, napinając tkaninę najpierw na równym stole i rysując kredą potrzebny obrys. Ciąć trzeba ostrymi nożyczkami. Aby brzegi tkaniny, przygotowanej na pokrycie

latawca, nie strzępiły się, robimy zakładkę, której nie musimy zszywać — wystarczy jej brzegi posmarować klejem szybko schnącym.

Przy pokrywaniu większych powierzchni warto pamiętać, że bardziej wytrzymałe będzie pokrycie zszyte z pewnej liczby klinów czy sektorów niż pokrycie wykonane z jednego kawałka. W przypadku rozdarcia jednolitego pokrycia od razu tracimy całe pokrycie, natomiast uszkodzenie zszytego z odcinków (jak np. czasza spadochronu — z klinów), wymaga wymiany tylko jednego — uszkodzonego odcinka.

Niektóre gatunki tkanin trzeba przed wykorzystaniem ich na pokrycie uprać i odprasować.

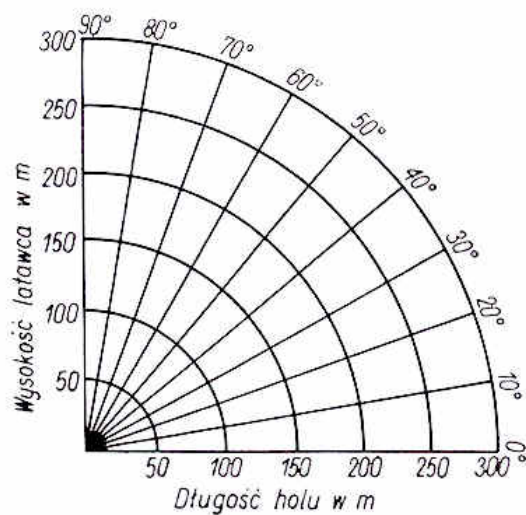
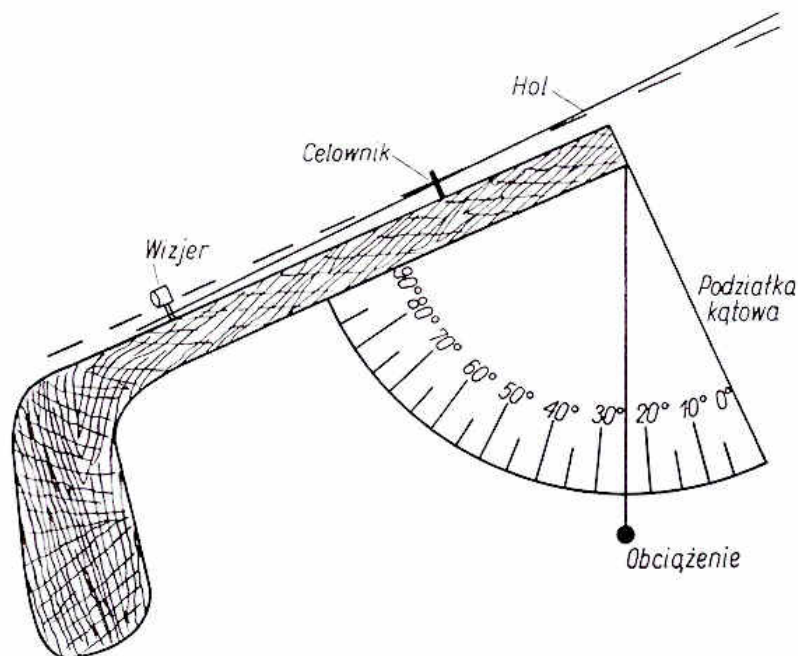
Wysokościomierz. Podczas prób z latawcami, nawet najprostszej konstrukcji, chemy wiedzieć, jaką wysokość uzyska nasz latawiec. Najprostszy wysokościomierz można wykonać ze zwykłego szkolnego kątomierza przymocowanego do listewki drewnianej zaopatrzonej w celownik i tzw. pion (rys. 7-31a). Celując w stronę latawca znajdujemy na kątomierzu kąt, pod którym ustawiona jest linka uwieży, a znając jej długość od razu odczytujemy na przygotowanej tablicy wysokość w metrach.

Inny rodzaj wysokościomierza, ustawionego na drewnianej tyczce-statywie pokazano na rysunku 7-31b. I ten przyrząd umożliwia pomiar kąta holowania, natomiast wysokość odczytujemy z wykresu naklejonego na szerszej ściance przyrządu. Konstrukcja wysokościomierza — drewniana.

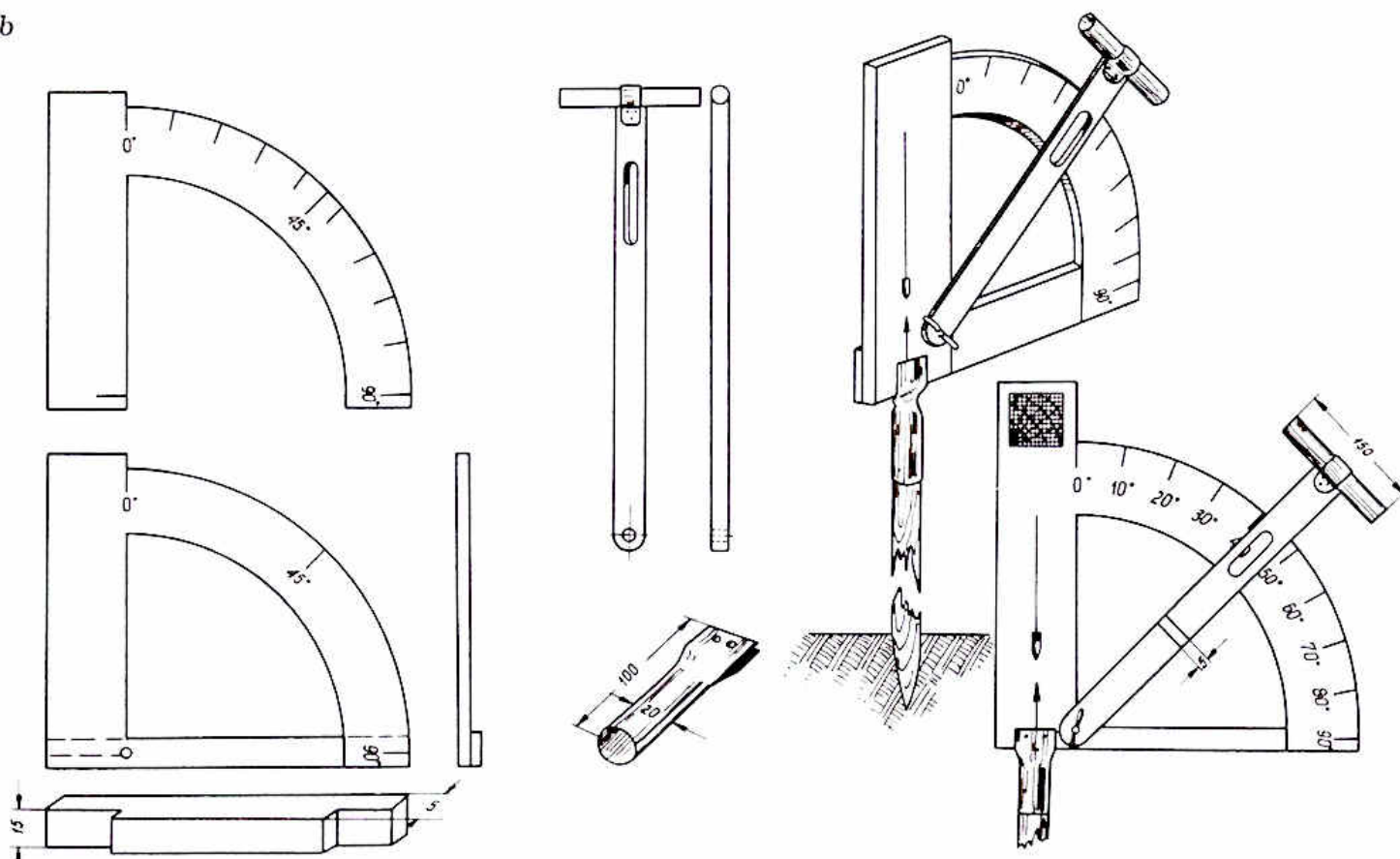
Jeszcze jedno rozwiązanie wysokościomierza pokazano na rysunku 7-32. Przyrząd ten ma tę zaletę, że od razu umożliwia odczyt na wyskalowanej odpowiednio tarczy.

Budowa pistoletu pomiarowego jest bardzo prosta. Uchwyt modelujemy z kawałka drewna lipowego lub innego podobnego. Listwę kierunkową łączymy z uchwytem za pomocą dwóch wkrętów M3 z nakrętkami. Tarczę wycinamy ze sklejki lotniczej odpowiedniej grubości. Tarczę tę przyklejamy albo przykręcamy do listwy kierunkowej. Samą skalę, nacechowaną zgodnie z kątami przyjętymi na rysunku, wykonujemy z brystolu. Gotowy element przyklejamy do tarczy przyrządu. Strzałkę wykonujemy z blachy duraluminiowej lub mosiężnej o grubości 1÷1,5 mm. Okrągła tarcza u nasady strzałki służy jednocześnie za tarczę hamulcową. Po nawierceniu otworu o średnicy 4 mm strzałkę łączymy z listwą kierunkową za pomocą wkrętu M4. Obowiązuje tu jednak zasada, że strzałka musi się luźno poruszać na swojej osi. Aby umożliwić obrót śruby w czasie ruchu strzałki, należy po odpowiednim wyregulowaniu spunktować koniec wkrętu kroplą bezbarwnego lakieru nitro.

a



b



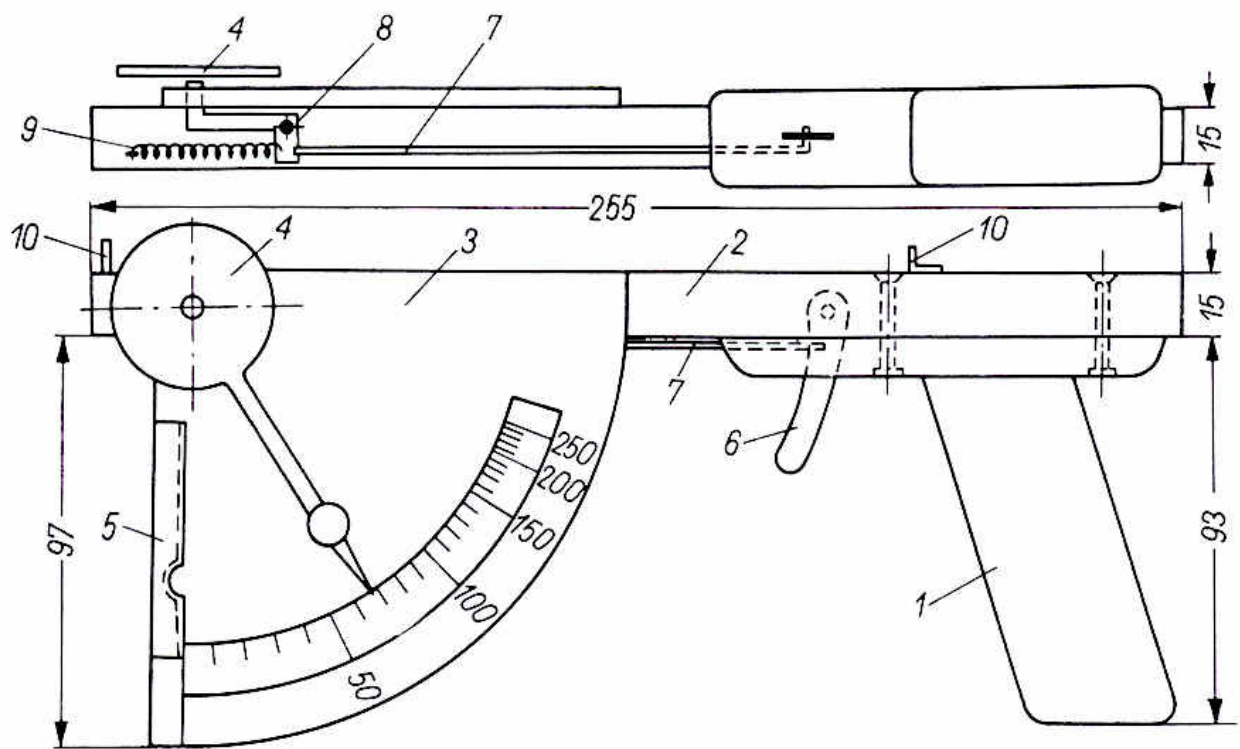
Rys. 7-31. Wysokościomierz latawcowy

Część urządzenia wykonana została po to, aby uniemożliwić wychylenie się strzałki poza tarczę. Zabezpieczenie takie wykonujemy z blachy lub drewna i zależnie od użytego materiału — przykręcamy lub przyklejamy do tarczy. Język spustowy musimy wypilować z blachy duraluminiowej o grubości 2 mm. Pręt łączący wykonujemy z drutu stalowego średnicy 1 mm. Prętem tym łączymy ze sobą język spustowy z klockiem hamulcowym. Przyrządy celownicze wykonujemy z kątownika duraluminiowego (lub odpowiednio wygiętej blaszki) i kawałka drutu o odpowiedniej średnicy.

Kształt i wymiary pistoletu pomiarowego nie są w żadnym przypadku wiążące.

Przy budowie należy zwrócić uwagę na właściwe połączenie części ze sobą. Punkt podziałki przyrządu musi się znajdować pod kątem 90° w stosunku do listwy celowniczej.

Wiatromierz. Do sprawnego określania prędkości wiatru niezbędny jest na miejscu startu przyrząd pomiarowy. Najprostszy wiatromierz ma kształt płytki odchylanej pod pewnym kątem zależnie od prędkości wiatru.

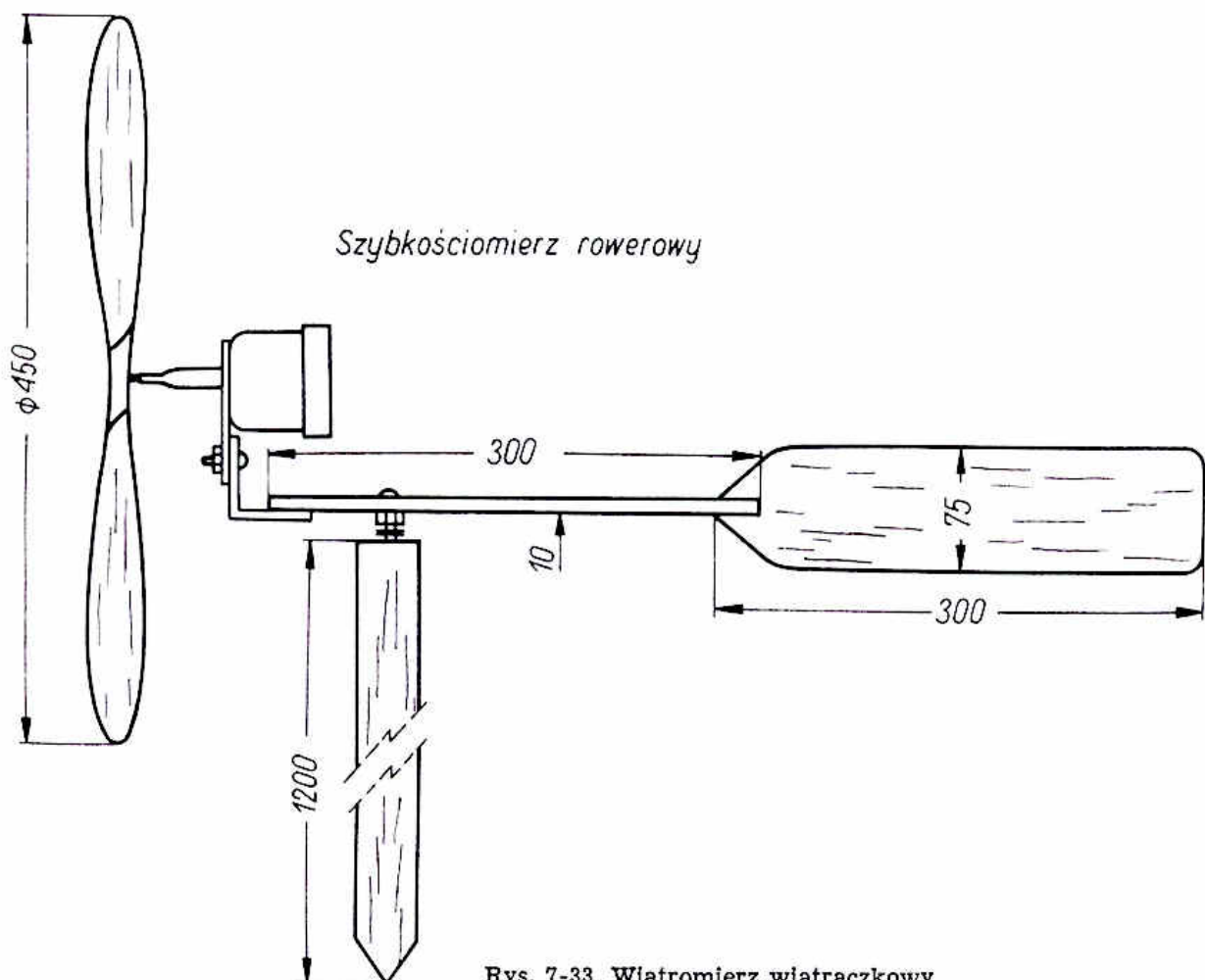


Rys. 7-32. Pistolet pomiarowy

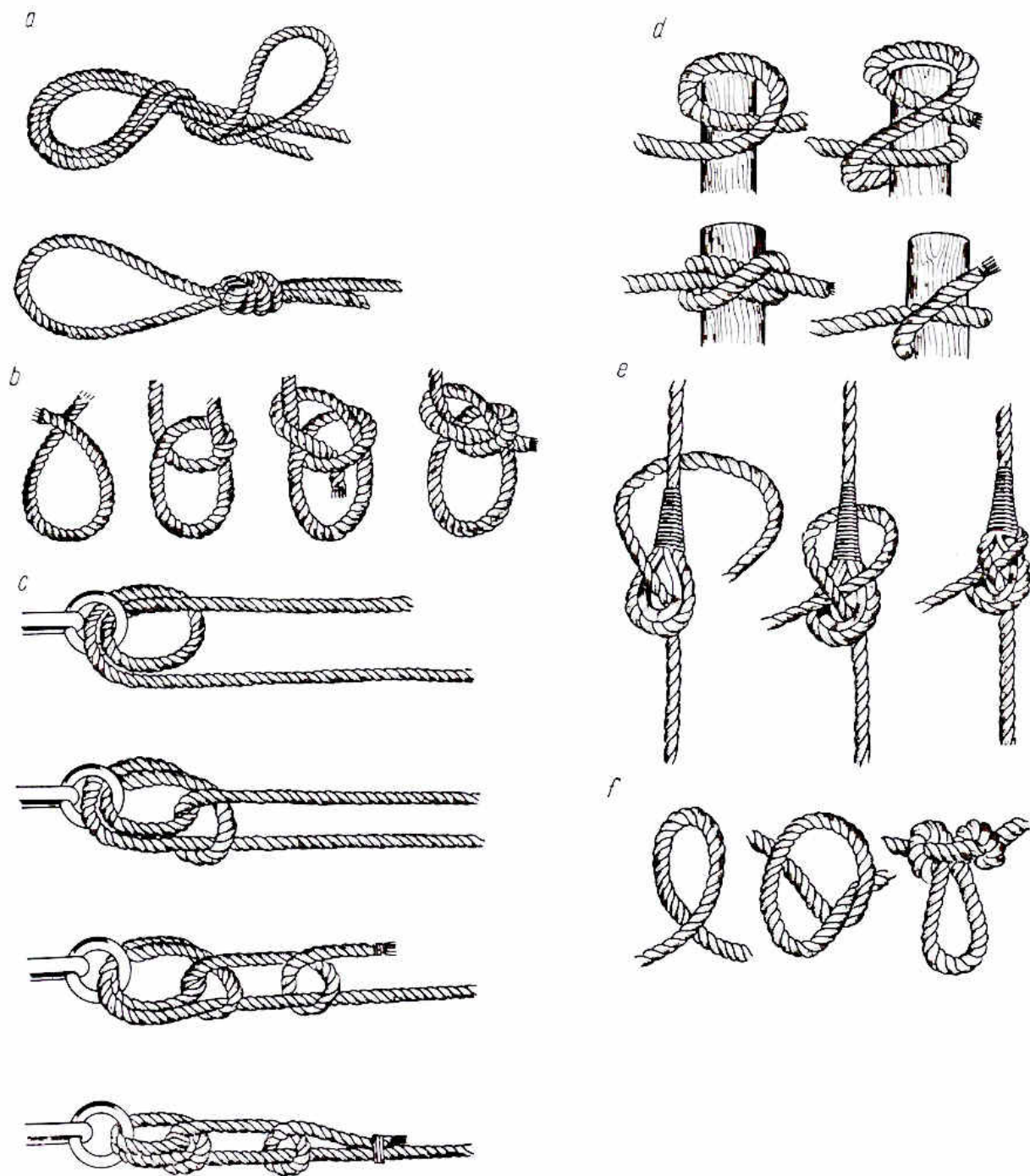
Inny typ wiatromierza można zbudować, wykorzystując prędkościomierz roweru lub motoroweru, osadzając na ośce śmigło modelarskie o średnicy 450 mm i skoku 1040 mm (rys. 7-33). Prędkościomierz umieszczony jest obrotowo na metalowym wysięgniku, który wraz z płaszczyzną pionową

nową tworzy system umożliwiający automatyczne ustawianie się śmigła pod wiatr. Całość osadzona jest na odpowiedniej długości statywie prętowym.

Przed wykorzystaniem na starcie przyrząd powinien być sprawdzony. Jego wskazanie trzeba porównać ze wskazaniami fabrycznego przyrządu



Rys. 7-33. Wiatromierz wiatraczkowy



Rys. 7-34. Tabela praktycznych węzłów stosowanych w sporcie latawcowym

i ewentualnie zaznaczyć na szkle obudowy poprawione wartości, przyklejając przylepcem papierową tarczę.

Węzły. W czasie budowy i obsługi latawców będziemy mieli do czynienia z niemi, sznurkami i linkami różnej grubości, sporządzonymi z rozmaitych tworzyw. Jedne będą przy tym gładkie, inne splecione, a jeszcze inne rozciągliwe jak guma. Często trzeba będzie połączyć linkę grubą z cienką

albo zawiązać żyłkę stylonową tak, aby wiązanie się nie rozluźniło ani nie pękło.

Na rysunku 7-34 zestawiono różne połączenia linowe możliwe do wykorzystania. Szczególnie ważne są połączenia linek z drewnianymi lub metalowymi podzespołami latawca (rys. 7-34c, d). Zwrócić warto uwagę na wiązanie linek stylonowych; wykorzystujemy tutaj doświadczenia marynarzy i rybaków-wędkarzy (rys. 7-34e, f).

LATAWCONAUTYKA

Dawne, bojowe latawce zamieniono współcześnie na godny uwagi sprzęt sportowy. Oczywiście nikt dziś nie próbuje wznosić się w koszu podwieszonym pod zespołem latawcowym, natomiast modne są wzloty na niezbyt dużą wysokość na latawcach holowanych za motorówką. Sport ten rozwinięli narciarze wodni. Stosowane są latawce płaskie wieloboczne, a od 1972 r. króluje w tym sporcie miękkołat Rogallo. W USA do końca 1973 r. zarejestrowano ponad 4500 takich startów.

Fakt, że sport ten uprawiany jest w ZSRR i USA, Francji i innych krajach, a czynione są próby również i w Polsce, nie oznacza zupełnie, iż jest to już dziedzina równie popularna co żeglarsstwo czy jazda na nartach wodnych.

W dotychczasowych konstrukcjach latawców człekośnych występują pewne specyficzne cechy, których nieznajomość może rozczarować potencjalnego konstruktora-amatora, a nawet narazić go na niebezpieczeństwo podczas prób użytkowania samodzielnie sporządzonego sprzętu.

Latawiec-miękkołat na przykład typu Rogallo ma stateczny podłużnie układ, tak że nawet po wypuszczeniu sterownicy z rąk narciarza wodny podwieszony pod takim latawcem holowanym za motorówką nie traci równowagi. Zaletą miękkołata jest łatwość przewozu, składania i rozkładania.

Do wad należy marszczenie się powłoki przy małych kątach natarcia, wrażliwość miękkołata na turbulentne porywy powietrza często obserwowane w pobliżu podłoża. Następnie przy większych obciążeniach skrzydła albo przy niedostatecznie sztywnym szkielecie występuje niekorzystna deformacja powłoki wywołana wygięciem belek krawędzi natarcia *).

Stosunkowo mała doskonałość aerodynamiczna jest następną wadą miękkołata. Doskonałość nie

przekracza 4, a kąt lotu ślizgowego dochodzi do 20° , co utrudnia start holowany i lądowanie.

Gorzej jeszcze przedstawia się sytuacja w przypadku stosowania do lotów holowanych latawców o obrysach deltoidalnych, których doskonałość wynosi około 2. W przypadku zerwania się linki holowniczej, nagłego odłączenia jej lub przzerwania pracy silnika motorówki holującej, narciarz nieuchronnie wpada do wody (co prawda, loty odbywają się przeważnie na wysokości kilku metrów, ale są wyczynowcy, którzy latają na wysokości $20 \div 30$ m).

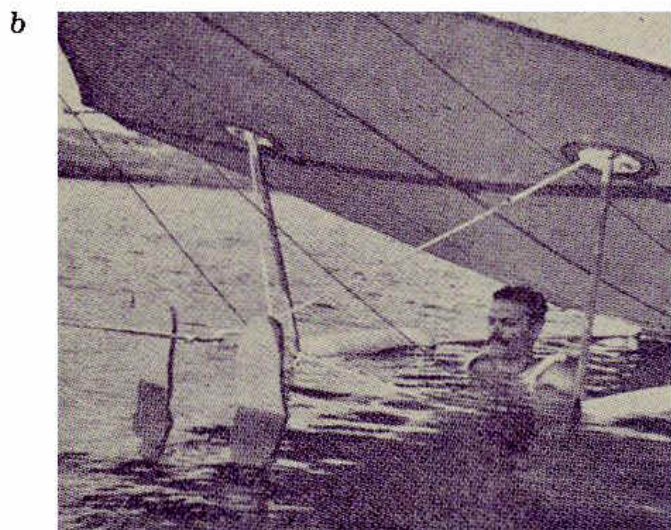
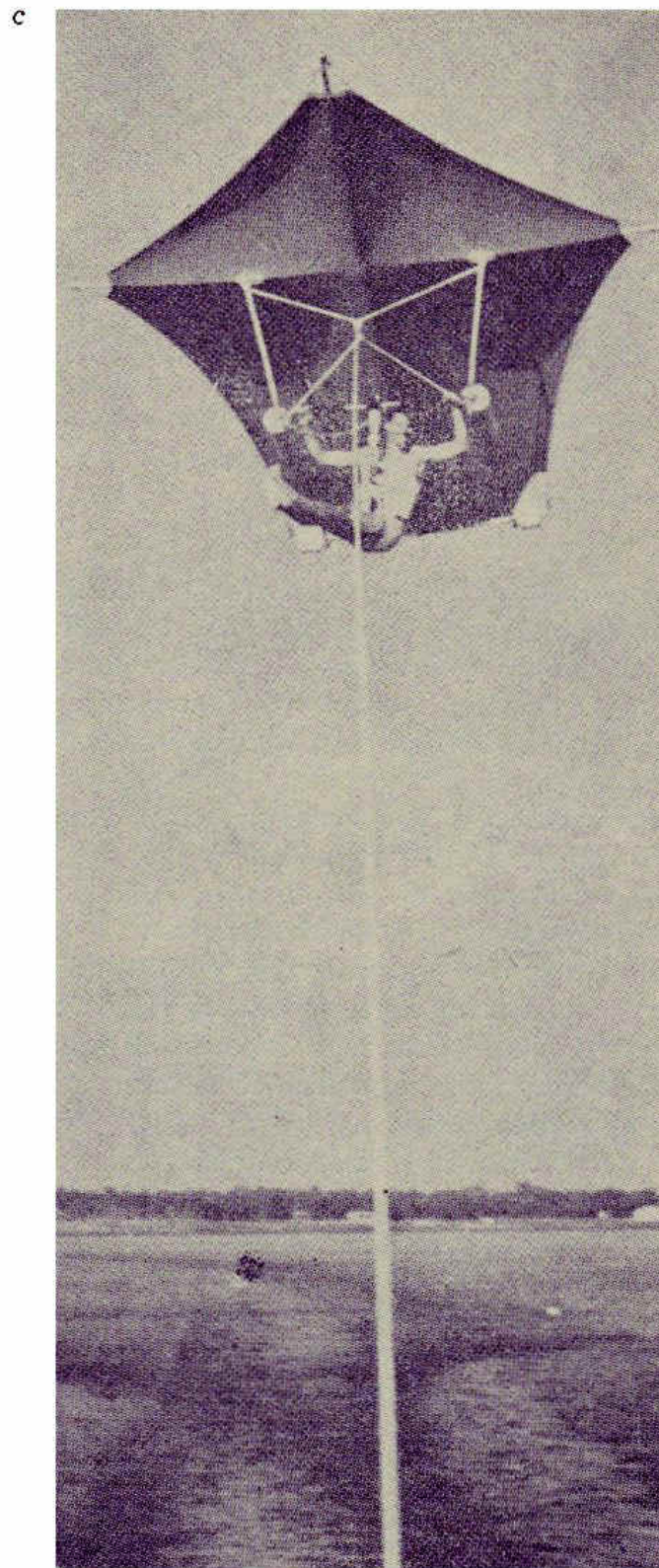
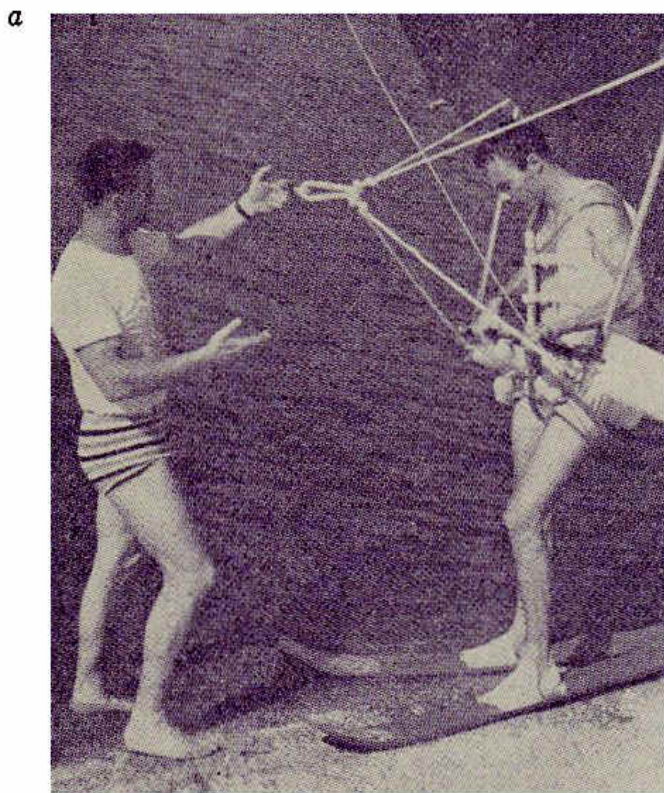
Po tym niezbędnym wprowadzeniu warto zapoznać się z konstrukcją typowego sportowego latawca, wypróbowanego przez sportowców ZSRR.

Jednym z inicjatorów lotów na miękkołatach jest Michaił Hochberg, pracownik naukowy Instytutu Fizyki i Akademii Nauk ZSRR, mistrz sportu w jeździe na nartach wodnych.

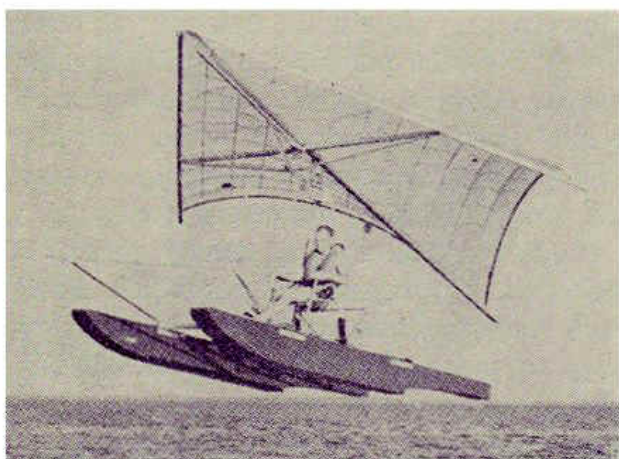
Na rys. 9-4 pokazano miękkołat typu Rogallo, na którym Hochberg wykonuje swe loty — holowany za motorówką. Materiałami do budowy są rurki duraluminiowe (marki D16T) o średnicy $35 \div 40$ mm i grubości ścianek 1 mm oraz mocna tkanina nierozciągliwa (typu Dacron) o masie jednostkowej 150 g/m^2 . Rozwinięcie skrzydła pokazano na rysunku. Szyte ono jest specjalnym szwem żaglowym, przy użyciu nici nylonowych lub kapronowych. Materiał powinien być tak przygotowany do szycia, aby na powierzchni wewnętrznej płata nie było szwów ustawionych w poprzek kierunku ruchu skrzydła. Wszystkie kieszenie i zasewki na rurki oraz na wkładki usztywniające są naszywane na zewnątrz płata, czyli od strony górnej. W celu zwiększenia wytrzymałości rurowych dźwigarów, do ich wnętrza wciśnięte są drewniane pręty o cylindrycznym kształcie, długości $200 \div 300$ mm.

Uchwyt-sterownica wykonany jest z rurek średnicy $25 \div 30$ mm, o grubości ścianek 2 mm. Przy-

*) Opinia dr inż. Jerzego Wolfa z Instytutu Lotnictwa w Warszawie.



Rys. 9-1. Narciarze wodni stosują latawce holowane za motorówką
a — zakładanie uprzęży, b — przed startem, c — już w powietrzu

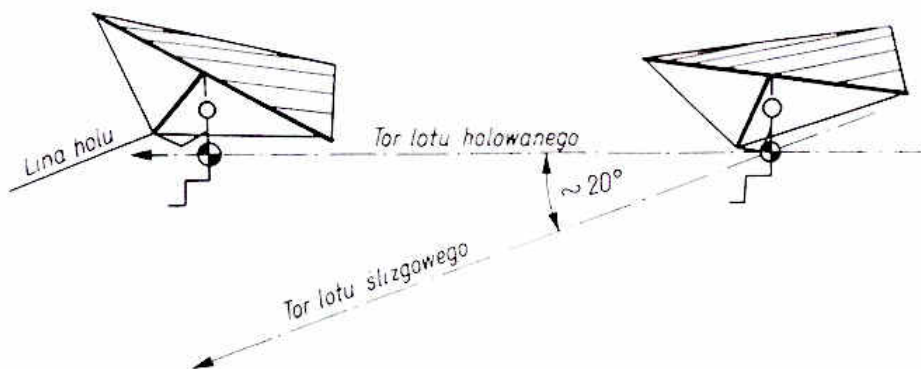


Rys. 9-2. Latawiec-miękkopłat Rogallo z pływakami

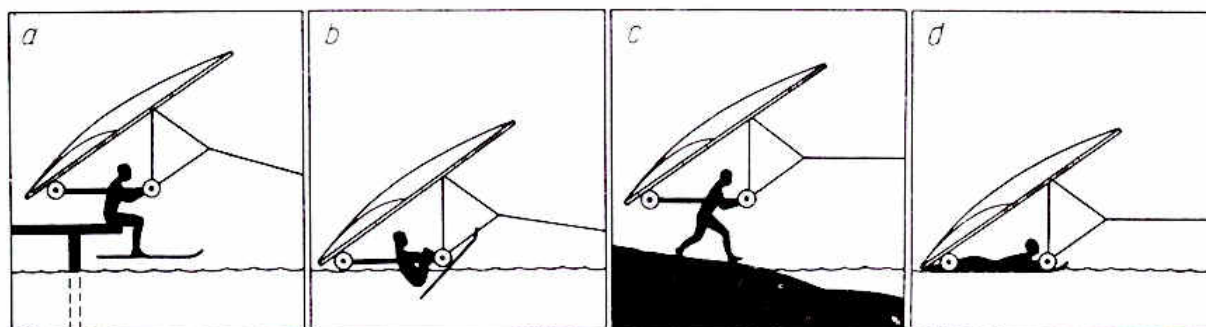
mocowany jest on do skrzydła za pomocą łącznika i sznura z tworzywa sztucznego (nierozciągliwego). Skrzydło latawca jest rozbiegane. Aby je zdemonstrować, wystarczy wyjąć sworznie ramy i jeden

kości, aby podczas lotu łokcie pilota znajdowały się powyżej uchwytu na wysokości 100÷150 mm.

Jeśli płat jest już gotowy, można rozpocząć próby w locie. Oczywiście, ostrożność jest tu jak naj-



Rys. 9-5. Porównanie toru lotu latawca holowanego i w locie ślizgowym

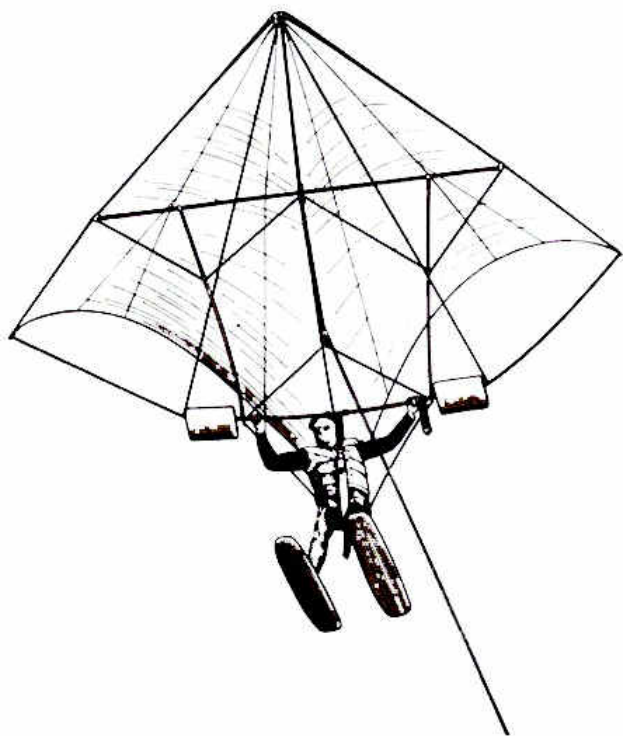


Rys. 9-6. Różne metody startu z wody przy posługiwaniu się latawcami
a — ze skoczni, b — z zanurzenia, c — z rozbiegu, d — z pozycji leżącej

sworzeń uchwytu. Położenie uchwytu można regulować, zmieniając długość cięgieł sznurowych, zależnie od indywidualnych cech fizycznych narciarza wodnego. Siodełko podwieszone jest do płata w miejscu zamocowania uchwytu, na takiej wyso-

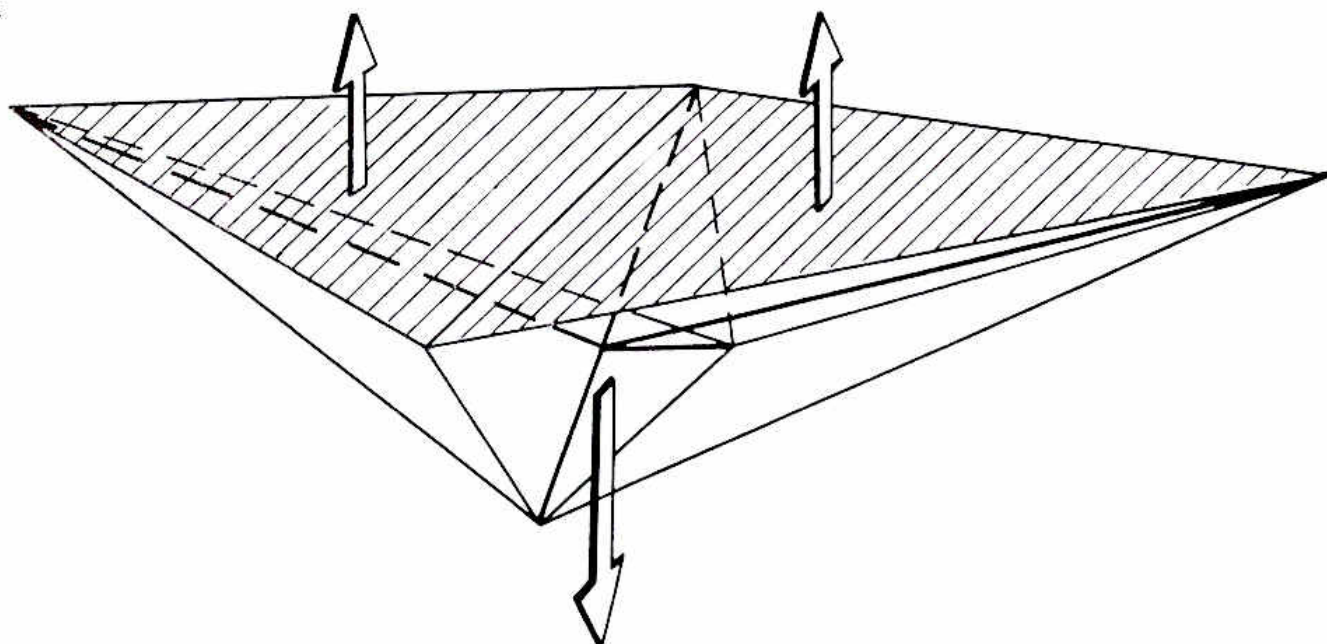
bardziej wskazana, stąd też pierwsze próby mistrz Hochberg radzi prowadzić nad wodą. Do pierwszego startu podwiesza się siodełko nie do centralnej części skrzydła, lecz w środku uchwytu. W tym przypadku latawiec poleci statecznie na holu, oczywiście bez możliwości sterowania przez pilota (tym lepiej, bo wyeliminowane będą błędy pilotażu, a zachowane będzie bezpieczeństwo prób). Loty latawców tego typu są popularną odmianą sportu motorowodnego w ZSRR. Do pierwszych prób linka holownicza przymocowana jest w trzech punktach do skrzydła latawca: w centralnej części skrzydła i w dwóch miejscach uchwytu, w ten sposób, aby boczne cięgła ustawione były w jednej płaszczyźnie z dolnymi cięgłami. Przy starcie z wody za motorówką płynącą z prędkością do 35 km/h (mówimy o starcie na nartach wodnych!) można utrzymywać się na powierzchni wody, nie wzlatując w powietrze.

Po płynnym zwiększeniu prędkości motorówki holującej można wzlatywać na niewielką wysokość, wyrównując nieznaczne zakręty przemieszczaniem masy ciała na prawą lub lewą rękę. Dopiero po opanowaniu tego rodzaju manewrów można przesiąść się na siodełko zawieszone pod środkową częścią płata i trzymając uchwyt sterować latawcem. Jeśli narciarz chce wznieść się, odpycha

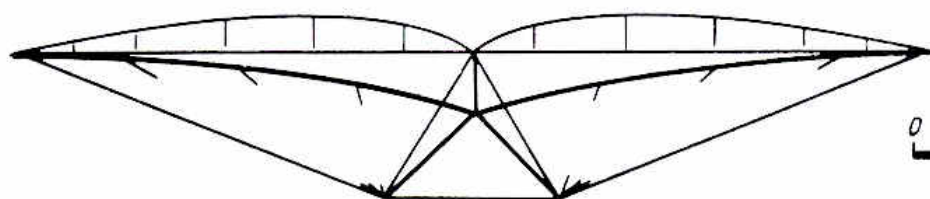
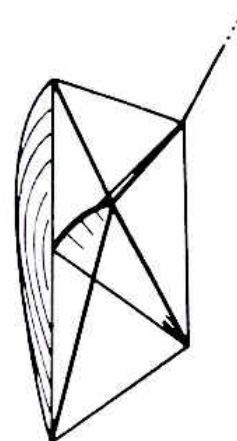
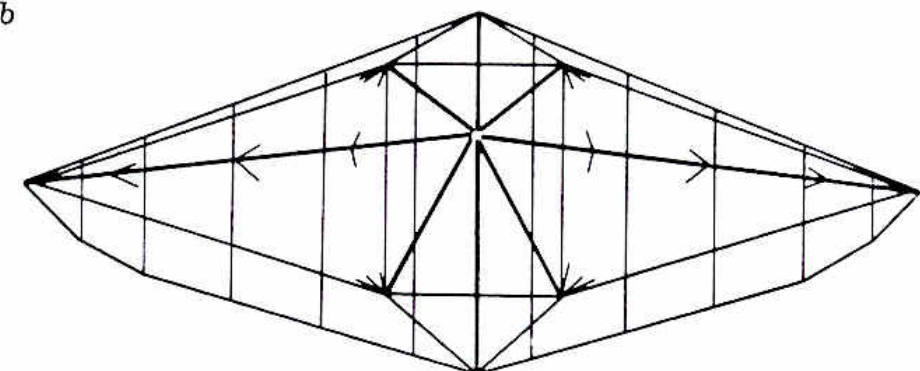


Rys. 9-7. Na holu za motorówką pod skrzydłem latawca typu Rogallo

a



b



Rys. 9-8. Latawiec o skrzydłach sprężystych

a — zasada struktury, b — skrzydło doświadczalne odpowiednio zmniejszone może pełnić funkcje latawca, pokazane na rysunku przewidziane do lotów załogowych

uchwyt sterowniczy od siebie, zwiększając tym samym kąt natarcia płata; w celu zniżenia przyciąga uchwyt sterowniczy do siebie (a więc odwrotnie niż w normalnych szybowcach czy samolotach). Zakrety wykonuje przemieszczając ciało na lewą lub prawą rękę. Jeśli linka holownicza zwisając nie

ciągnie latawca, narciarz może się w każdej chwili odcepić od holu i wykonać lot ślizgowy do samej powierzchni wody. Zaczep holowniczy jest tak skonstruowany, że odcepienie się następuje automatycznie. Niezbędne jest jednak natychmiastowe „oddanie” steru, aby nie stracić prędkości.

GRY I ZABAWY LATAWCOWE

Latawiec, poza wszystkimi już wymienionymi w tej książce zaletami, ma chyba jeszcze jedną najważniejszą: można się nim po prostu doskonale bawić! Wiedzą o tym nauczyciele. Stąd też na zajęciach zabawowych z dziećmi z niższych klas szkoły podstawowej uprawiane są gry i zabawy z latawcami. Dlatego też opiekunowie świetlic, kółek zainteresowań technicznych, kierownicy zajęć pozalekcyjnych, zespołów podwórkowych, wychowawcy obozów kolonijnych, jak i zuchowych-harcerskich, posługują się latawcem w celu uatrakcyjnienia zajęć, zdając sobie sprawę, iż dzieci lubią zabawy z latawcami.

W rozdziale tym podano przykłady zabaw latawcowych.

1. Defilada

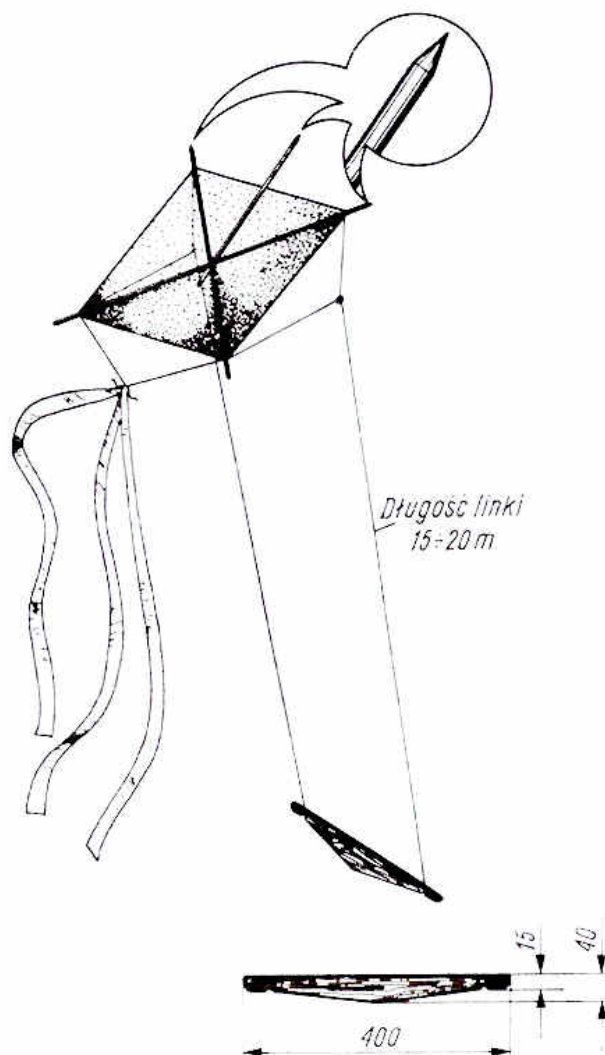
Na zakończenie kolonii letnich czy obozów harcerskich organizowane są prawie zawsze pokazy. „Piloci latawcowi” mają tu okazję do zademonstrowania sprawności swoich małych statków powietrznych. Interesująca jest defilada grupy 15–20 dzieci, z których każde utrzymuje latawiec na krótkiej 2–3 m linie holowniczej. Oczywiście, aby latawce prezentowały się w całej swej okazałości, cała grupa musi biec, ale niezbyt szybko, tak aby latawce unosiły się w powietrzu. Przed „oficjalnym” występem niezbędne jest przeprowadzenie kilku prób w celu ustalenia najkorzystniejszej odległości między członkami zespołu, tak aby latawce nie przeszkadzały sobie wzajemnie, oraz właściwej prędkości holowania. Defiladę latawcową można podzielić dwójkami, a nawet czwórkami. W celu przedłużenia pokazu dzieci mogą holować latawce ustawiając się w długą kolejkę.

Jeśli każdy latawiec sporządzony został z barwnego pokrycia i zaopatrzony w równie kolorowy

ogon bibułkowy, defilada taka na długo pozostanie w pamięci widzów jako jedno z bardziej interesujących widowisk.

2. Walka powietrzna

Zabawa od dawna znana doskonale dzieciom w krajach Dalekiego Wschodu może być prowadzona i u nas w nieco unowocześnionej formie przy użyciu dwóch latawców. Walka powietrzna (zwy-



Rys. 10-1. Latawiec płaski do walki powietrznej

cięża ten zawodnik, którego latawiec jest bardziej wytrzymały i który jest lepszym pilotem latawcowym) polega na strąceniu latawca przeciwnika przez odpowiednie manewrowanie linkami uwięzi. Latawiec do walki powietrznej powinien mieć dwie linki holownicze zakończone orczykiem-uchwytem sterowniczym. W najprostszej swej formie są to latawce płaskie, które mają dodatkową listwę, jakby „taran”, przymocowaną do przedniej krawędzi i skrzyżowania przedłużonych listewek szkieletowych (rys. 10-1).

Dwa latawce przeznaczone do walki muszą mieć identyczną długość linek holowniczych. Orientacyjnie można podać, że długość orczyka sterowniczego nie powinna przekraczać 400 mm. Tego rodzaju latawcem można manewrować dość swobodnie pod warunkiem, że zostanie nieco skrócony ogon. Długość ogona można ustalić doświadczalnie.

Dwaj zawodnicy po wypuszczeniu latawców, ustawiają się w kole (oznaczonym, np. białym paskiem na trawie) o średnicy nie przekraczającej 1 m i rozpoczynają walkę, pilnie bacząc, aby nie przekroczyć granicy koła. Latawce powinny mieć przy tym odrębne barwy lub numery, aby widzowie mogli je odróżnić. Zwycięża ten zawodnik, który zmusi latawiec przeciwnika do lądowania.

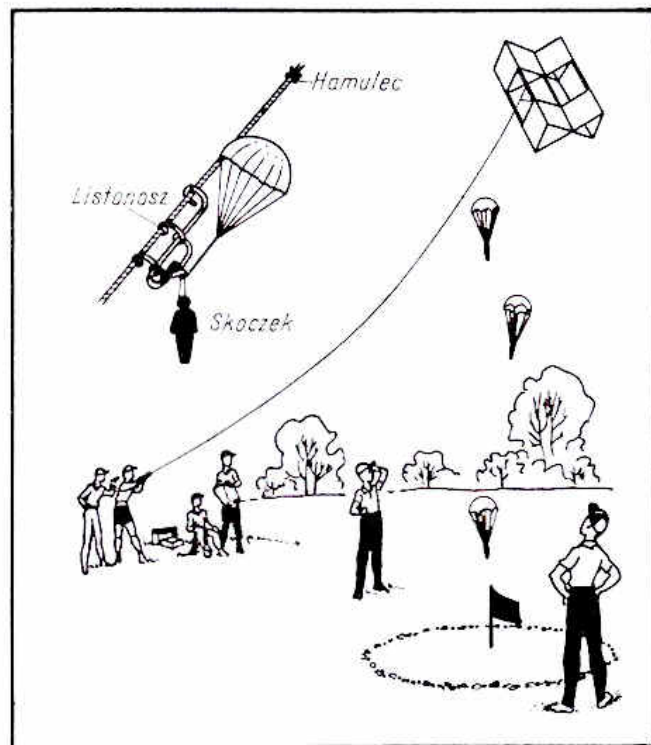
Zwykle decydujący jest pierwszy celny atak: po rozdarciu pokrycia latawiec ma już gorsze własności lotne i trudniej jest nim manewrować. Jeśli latawiec przeciwnika straci ogon, szanse jego na odzyskanie przewagi są nieznaczne.

Do walki powietrznej stosowane są latawce najprostszej konstrukcji, takie, które łatwo można naprawić czy też szybko wykonać od nowa.

3. Desant spadochronowy i szybowcowy

Zabawa polega na takim usytuowaniu latawca, aby za pomocą „listonosza” można było wynieść model spadochronu z obciążeniem i zrzucić go jak najbliżej określonego celu. Celem może być krąg o średnicy 1÷2 m z zatknietą w środku flagą lub też z krzyżem utworzonym przez dwa pasy białego materiału. Zwycięża ten zawodnik, którego spadochron wyląduje możliwie najbliżej środka kręgu. Zadanie to wcale nie jest łatwe, trzeba bowiem umieć ocenić prędkość wiatru i jego kierunek, a w związku z tymi czynnikami, ustalić odpowiednią wysokość, z której następuje wyrzucenie modelu spadochronu (rys. 10-2).

Zamiast spadochronów można podwieszać do „listonosza” niewielkie, do 1000 mm rozpiętości skrzydeł, modele szybowców. Warto pokusić się o taką regulację, aby szybowce, po odczepieniu się i wykonaniu lotu ślizgowego (czy też wiązanki

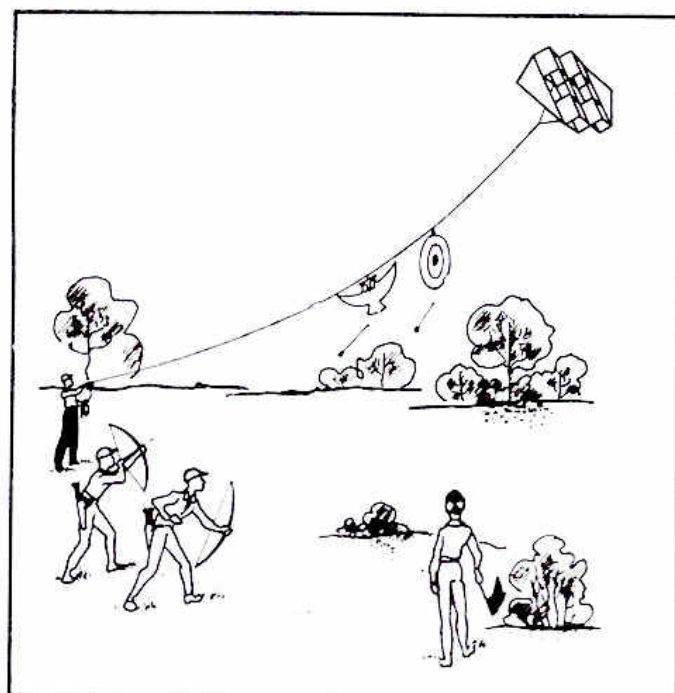


Rys. 10-2. Desant powietrzny

akrobacji) lądowały w określonym miejscu, np. w prostokącie o wymiarach 2×5 m, wyraźnie oznakowanym (np. piaskiem, drobnymi kamykami lub kredą).

4. Powietrzna tarcza

Za pomocą „listnosza” można wyholować na ustaloną niewielką wysokość (10÷15 m) tarcze strzeleckie sporządzone z drewnianej, listewkowej cienkiej ramy pokrytej papierem. Do takich tarcz (rys. 10-3) mogą strzelać z łuku poszczególni gra-



Rys. 10-3. Powietrzna tarcza

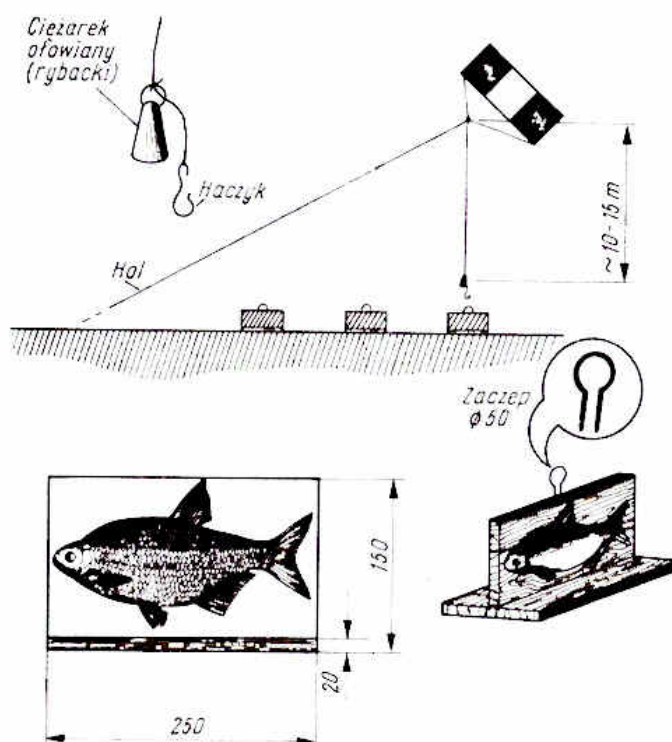
cze-zawodnicy, zachowując oczywiście ostrożność przyjętą na wszystkich strzelnicach: podczas strzelania przedpole musi być zupełnie puste, chronione przed przypadkowymi przechodniami!

5. Zawody mistrzów połowów

Jedną z ciekawszych gier, prowadzoną zwykle za pomocą wędki i celów łowieckich — sztucznych ryb umieszczonych na suchej powierzchni ziemi, są zawody mistrzów połowów. Rybacy doświadczeni w tego rodzaju grach sprawdzają swe umiejętności, a piloci latawców mogą za przykładem mieszkańców wysp polinezyjskich zaprząć do współpracy małe, płaskie latawce.

Do uzdy należy przywiązać linkę wysięgnikową długości około 5÷10 m, zaopatrzoną w chwytak, czyli haczyk wykonany z drutu o średnicy 1,5÷2 mm. Haczyk musi być obciążony niewielkim ciężarkiem, tak aby po wypuszczeniu latawca linka utrzymywała się nad ziemią. Manewrując linką holowniczą, tzn. ściągając ją lub rozwijając, zawodnik może zmienić kierunek położenia latawca i haczyka (rys. 10-4).

Jeśli na polu o wymiarach 5×5 m ustawimy figury-sylwetki ryb, sporządzone ze sklejk lub tek-



Rys. 10-4. Połów ryb

tury, umieszczone na podstawkach oraz zaopatrzone w druciane zaczepy, to mamy możliwość ich chwytania.

Aby zadanie nie wydawało się zbyt łatwe, poszczególne figury w liczbie 10÷15 ustawiamy w różnych miejscach pola imitującego łowisko. Biorący udział w grze ma za zadanie „wyłowić”

jak największą liczbę ryb w określonym czasie, np. w ciągu 30÷60 sekund. Zawodnicy łowią ryby pojedynczo, tak aby jeden drugiemu nie przeszkadzał. Można zamiast liczby złowionych figur, wprowadzić klasyfikację ryb od małych do największych, oznaczonych liczbami określającymi ciężar danej ryby. Kto w określonym czasie złowi najwięcej kilogramów, ten zwycięża i zostaje mistrzem połowów latawcowych.

Figury ryb należy wycinać z jak najłżejszego tworzywa, aby zbytnio nie osłabiać zdolności manewrowych i udźwigu latawca. Jeśli zatem wykonujemy sylwetki ze sklejk, drewna czy tektury, wystarczy wyciąć sam obrys pokrywając całość papierem. Bardzo pomocne jest tutaj piankowe tworzywo sztuczne, dostatecznie wytrzymałe i lekkie. Sylwetki styropianowe mogą być wycinane jako pełne z grubego nawet arkusza (do 50 mm). Wykorzystać można do tego niepotrzebne opakowania (pudelka), coraz częściej sporządzane z tworzywa piankowego.

6. Halo! Czy mnie rozumiesz?

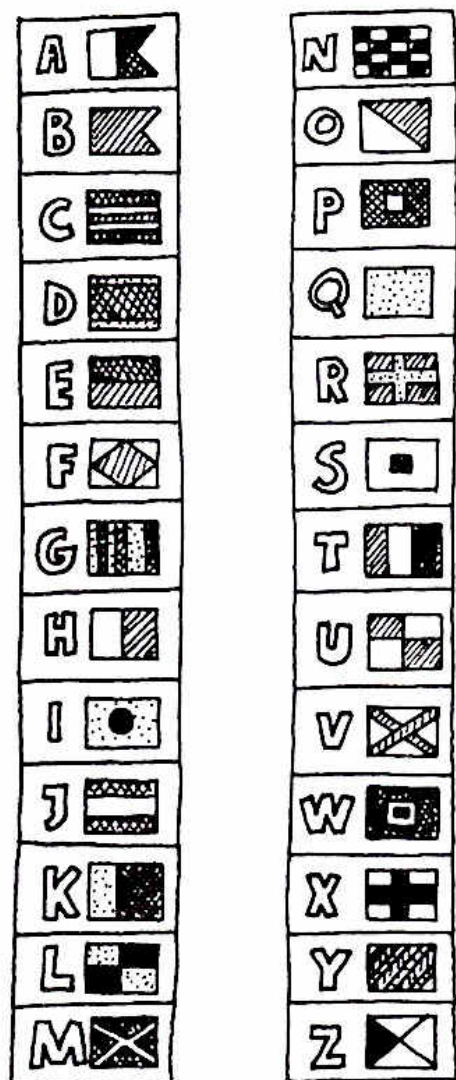
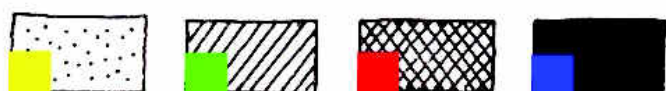
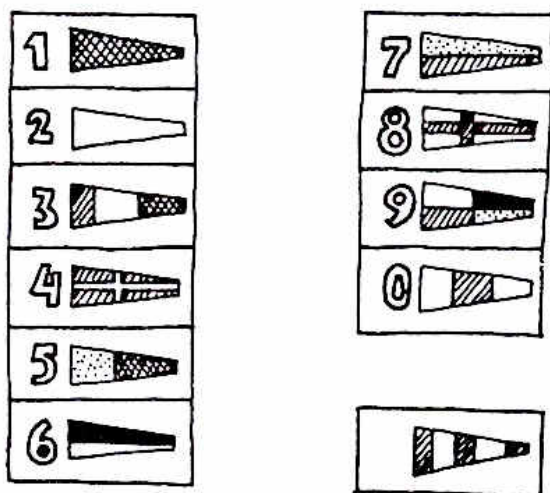
Latawiec utrzymywany na linie holowniczej jest doskonałym, jak by to powiedzieć, masztem do flag sygnalizacyjnych. Już przy kilkunastometrowej długości holu sygnały są dobrze widoczne nawet z dużej odległości.

Na kolonii czy obozie harcerskim mogą w ten sposób porozumiewać się poszczególne zastępy, biorące udział w grach terenowych.

Flagi sygnałowe, standardowe lub też specjalnie przygotowane, tworzące umowny własny szyfr, wypuszcza się przy użyciu listonosza po linie holowniczej. Po osiągnięciu pełnej wysokości flaga sygnałowa może tam pozostać albo też po zwolnieniu zaczepu listonosza, wrócić na ziemię.

Z sygnalizacji tego rodzaju mogą korzystać wodniacy ćwiczący się w łączności wizualnej. Wyniesienie flagi sygnałowej (czy też zespołu flag) umożliwia na przykład szybkie przekazanie z lądu niezbędnej informacji załogom łodzi pływających po dużym jeziorze. Nie muszą to być sygnały związane tylko z zabawą. Jakże często szybko przekazana wiadomość o nadciągającym sztormie może uchronić załogi kajaków, łódek czy jachtów przed groźnym, nagłym zwiększeniem się prędkości wiatru. W ten sam sposób można sygnalizować niebezpieczeństwo pożaru.

Na rysunku 10-5 zestawiono chorągiewki kodu marynarskiego od A do Z oraz przykład umownych haseł możliwych do praktycznego wykorzystania. Wciągnięcie flagi kodu jako pierwszej oznacza, że następne, kolejne flagi należy czytać jako litery lub cyfry, a nie informacje i polecenia.



Rys. 10-5. Kod marynarski

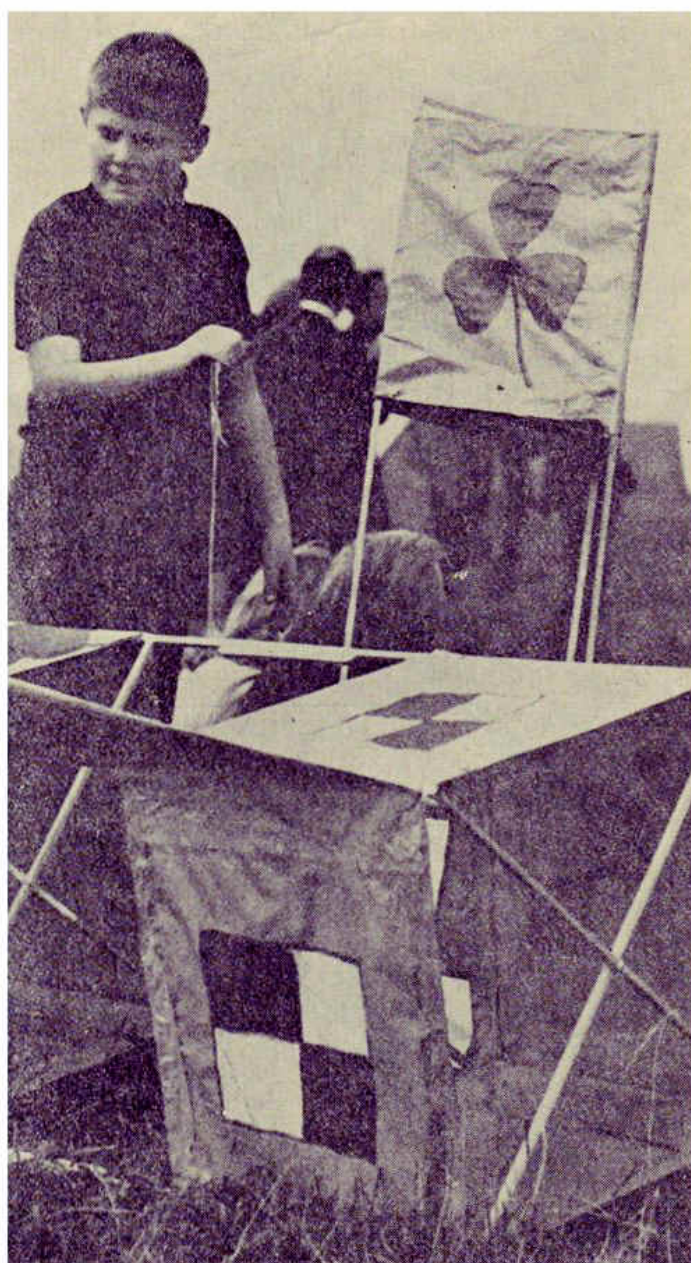
7. Sokole oko

Płaszczyzna latawca może być wykorzystana do gry polegającej na odczytaniu jak największej liczby znaków czy symboli.

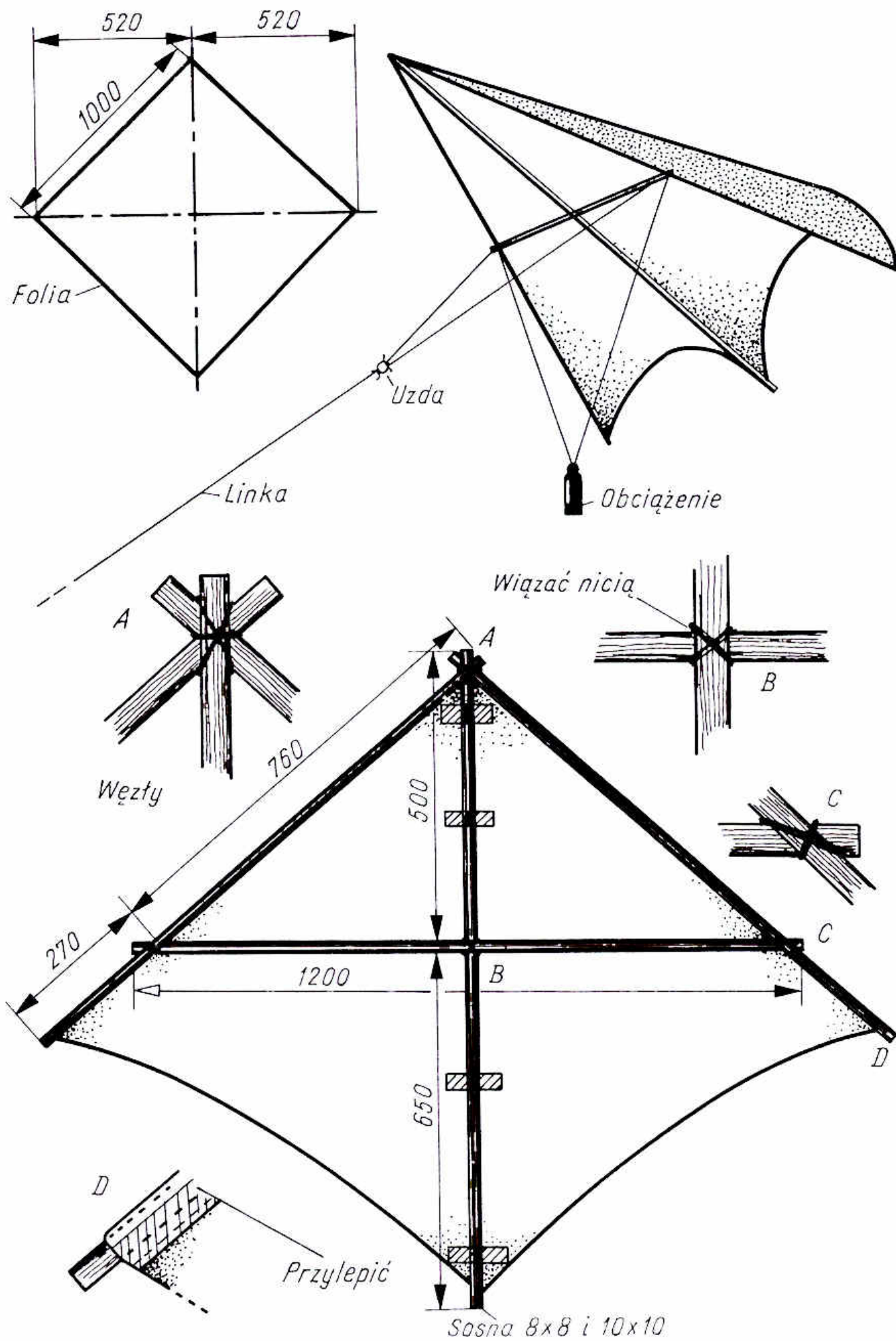
Odpowiednio oznakowany latawiec wypuszczamy na wysokość około 50 m, a uczestnicy konkursu „sokole oko” starają się odczytać i zapisać jak największej zaobserwowanych symboli. Oczywiście, posługiwanie się przyrządami optycznymi nie jest w tym przypadku pożądane. Zwycięza ten zawodnik (lub grupa zawodników), który odczytał największą liczbę symboli. Wygodnie jest posługiwać się przygotowaną wcześniej tablicą z wykreślonymi symbolami. Mając kilka tablic sporządzonych z cienkiego papieru można zmieniać dowolnie program zadania. Tablicę przykleja się taśmą samoklejącą w kilku miejscach do pokrycia. Zawodnicy nie powinni znać podanych do odczytania symboli.

8. Kto pierwszy?

Na otwartej przestrzeni odmierzymy odległość 100 m, wyraźnie zaznaczając punkty startu i mety.



Rys. 10-6. Przed rozpoczęciem konkursu



Rys. 10-7. Latawiec transportowy

Gra polega na pokonaniu w jak najkrótszym czasie tego odcinka. Bieg z holowanym latawcem płaskim lub skrzynekowym nie jest łatwy. Trzeba ustalić doświadczalnie taką długość holu i prędkość biegu, aby latawiec nie zbaczał z kierunku i zbyt nie wznosił. Zawodnicy biegają pojedynczo; komisja zapisuje czas odmierzanym sekundomierzem od startu do chwili przekroczenia linii mety. Zwycięża ten zawodnik, który przebiegł 100 m w jak najkrótszym czasie, z latawcem utrzymującym się cały czas w powietrzu. Lądowanie latawca, zerwanie holu lub przewrócenie się biegającego wykluczają zawodnika z rozgrywek.

9. Transport powietrzny

Latawiec zaopatrujemy w dwie dodatkowe linki (umieszczając je pod środkiem parcia), do których przywiązujemy druciany hak-zaczep. Oprócz tego przygotowujemy ładunki o różnej masie, na przykład od 10 do 500 g. Ładunki najlepiej sporządzić w postaci cylindrycznych papierowych rurek wypełnionych odcinkami metalu. Masę każdego ładunku wyraźnie tuszem lub farbą wypisujemy na powierzchni rurki. Poszczególne ładunki wyposażone są w druciane uchwyty umożliwiające połączenie z haczykiem latawca.

Każdy ze zgłoszonych zawodników otrzymuje ładunek o jednakowej masie. Konkurs rozpoczyna się od obciążenia najlżejszym ładunkiem, przechodząc do coraz to cięższych, podobnie jak na zawodach lekkoatletycznych w podnoszeniu ciężarów. Zwycięża ten zawodnik, którego latawiec uniosł najcięższy ładunek. Może się oczywiście okazać, iż latawce są bardzo sprawne i przygotowane ładunki są zbyt małe. Wówczas istnieje możliwość podwieszania dwóch lub trzech ładunków przygotowanych przez organizatora konkursu. Jeśli większa liczba zawodników osiągnęła maksimum, tzn. latawce uniosły największe ładunki pojedynczo, rozgrywkę ostateczną przeprowadza się w dodatkowym locie, podwieszając zwiększoną liczbę ładunków.

Przed rozpoczęciem konkursu trzeba wyraźnie określić, do jakiej wysokości mają się wznosić latawce. Może się bowiem zdarzyć, że ktoś będzie zdania, iż wystarczy, aby ładunek został uniesiony tuż, tuż nad ziemią. Należy zatem ustalić jednakową długość holu dla wszystkich zawodników, ogłaszając na przykład, że aby lot z obciążeniem został uznany, hol powinien znajdować się pod kątem około 45° do poziomu.

Latawiec transportowy może mieć dowolną konstrukcję. Na rysunku 10-7 podano przykład kon-

strukcji latawca z elastycznym pokryciem płaszczyzny nośnej. Płaszczyzna latawca wykonana jest z cienkiej, elastycznej i przezroczystej folii polietylenowej. Do tego celu można użyć torbę z cienkiej folii takich rozmiarów, aby po rozcięciu mogła pokryć całe skrzydło latawca. Można niezbędną ilość materiału złożyć z dwóch części wzajemnie sklejonych taśmą samoklejącą.

Szkielet latawca wykonujemy z listew sosnowych (lub z drewna liściastego) o podanych na rysunku wymiarach. Na rysunku pokazano także sposób łączenia poszczególnych listew za pomocą nici (np. kordonka) posmarowanej klejem — dla wzmocnienia węzła. Potrzebne są dwie listwy o długości 1030 mm oraz jedna listwa — 1200 mm i jedna — 1150 mm.

Pokrycie z folii przyklejamy taśmą tylko do dwóch przednich krawędzi oraz do środkowej listwy podłużnicy. Paski folii tworzące, jak widać na rysunku, zamocowanie pokrycia, przyklejamy do listwy środkowej. Pokrycie między listwami nie jest naciągnięte, zwisa luźno. Podczas holowania latawca pokrycie się wybrzusza.

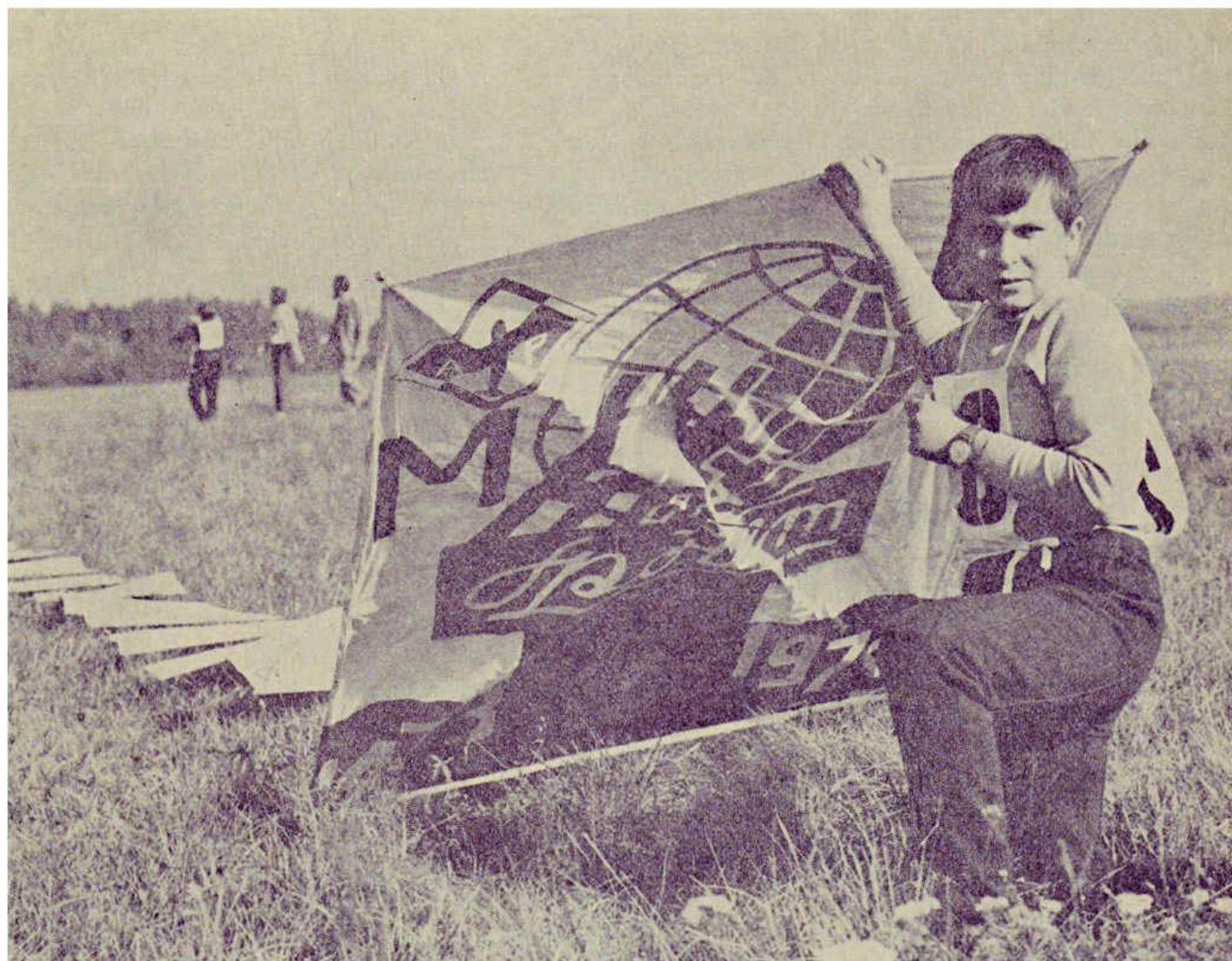
Linki uzdy przywiązane są do listwy poprzecznej. Zakończone są one pętlą drucianą, do której przywiązujemy linkę holowniczą długości 50÷100 m. Zakończeniem pracy przy latawcu jest zamocowanie obciążenia. Do poprzeczki dowiązujemy dwie mocne nici długości 1500 m, a na nich umocowujemy odpowiedni ciężarek. W razie silnego wiatru konieczne jest zwiększenie obciążenia.

Omówiony latawiec można holować nawet za motorówką. Obciążenie ustalamy zależnie od prędkości wiatru lub prędkości holowania.

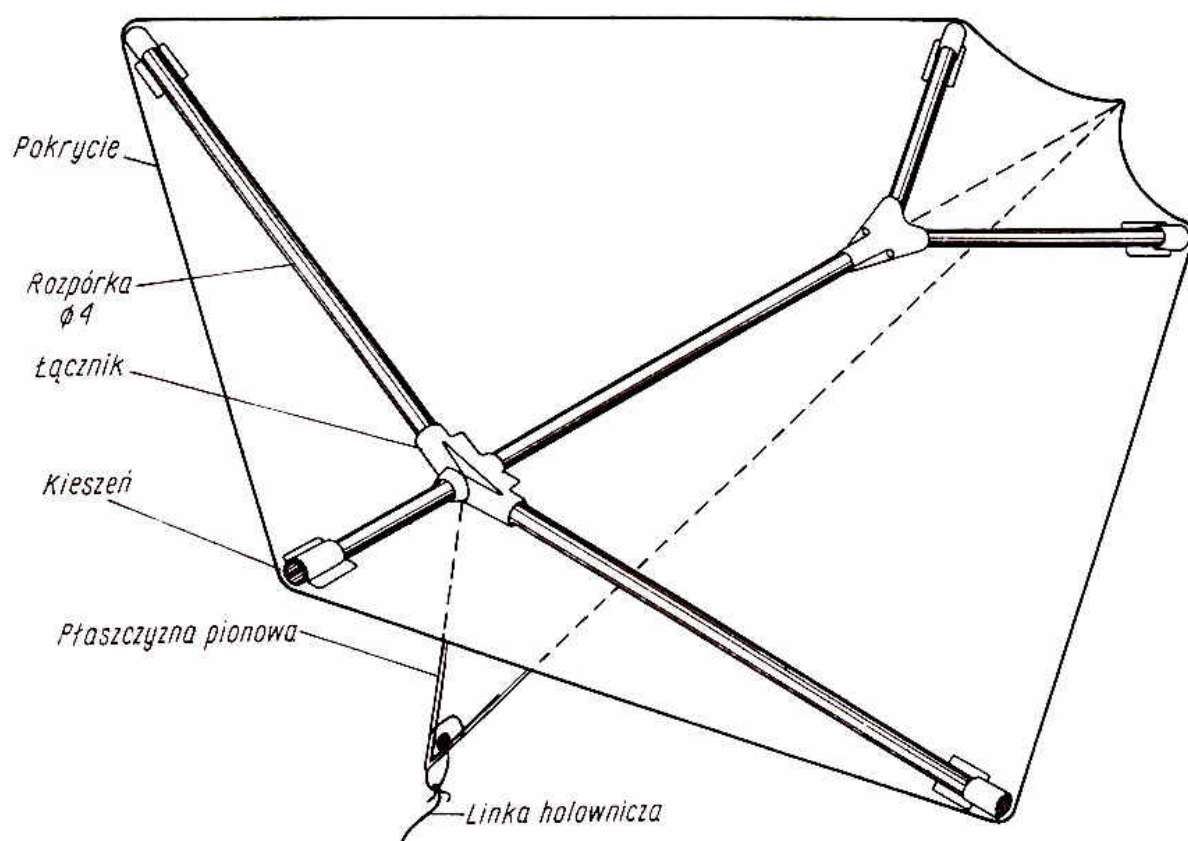
10. Konkurs sprawnych rąk

Konkurs ten przeznaczony jest dla najmłodszych zawodników. Można wykorzystać latawce wykonane przez starszych kolegów albo posługiwać się gotowymi konstrukcjami.

Dwa rodzaje latawców składanych produkują w kraju zakłady spółdzielcze. Pierwszy rodzaj to latawiec płaski o rozpiętości 800 mm z polietylenowym pokryciem z drewnianymi o kołowym przekroju rozpórkami i podłużnicami łączonymi za pomocą specjalnych łączników sporządzonych z tworzywa sztucznego. Latawce te można bardzo szybko złożyć i wypuszczać za pomocą malej nawijarki ze stylonową linką holowniczą (sprzedawanej łącznie z latawcem). Na przezroczystej powierzchni la-



Rys. 10-8. Za chwilę — start



Rys. 10-9. Latawiec składany

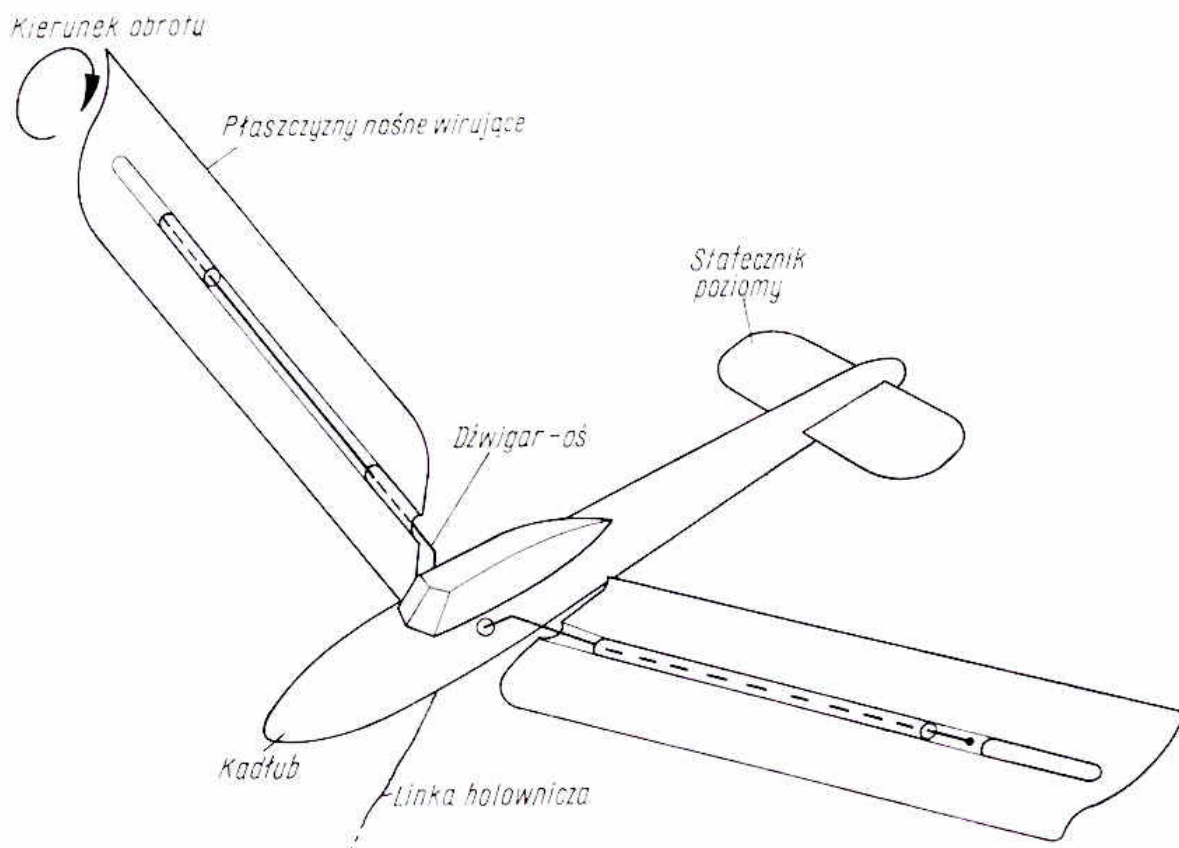
tawca nadrukowana jest sylweta samolotu, co bardzo efektownie wygląda, gdy latawiec znajduje się w powietrzu (rys. 10-9).

Drugim latawcem produkowanym przemysłowo jest konstrukcja składana z wirującymi płaszczyznami nośnymi. Poszczególne podzespoły wykonane są z cienkiego i lekkiego tworzywa sztucznego. Podczas ruchu obracają się dwa wirniki, wytwarzające siłę nośną zdolną do utrzymania latawca na holu. Ten latawiec także może być stosowany do konkursów zręcznościowych. Podczas składania

krótkie wyjaśnienie i pokaz prawidłowego składania, wykonane przez organizatora konkursu.

Zawody przeprowadza się dwuetapowo. Pierwszy etap to złożenie modelu w określonym czasie, np. 10 minut, drugi zaś to start, lot do pełnej długości linki holowniczej, a następnie zwinięcie holu zmuszające latawiec do lądowania. Na czynności te powinien być przeznaczony określony czas.

Wbrew pozorom zadanie wcale nie jest łatwe dla najmłodszych oraz dla tych, którzy nigdy nie brali udziału w podobnym konkursie.



Rys. 10-10. Latawiec z wirującymi płaszczyznami nośnymi

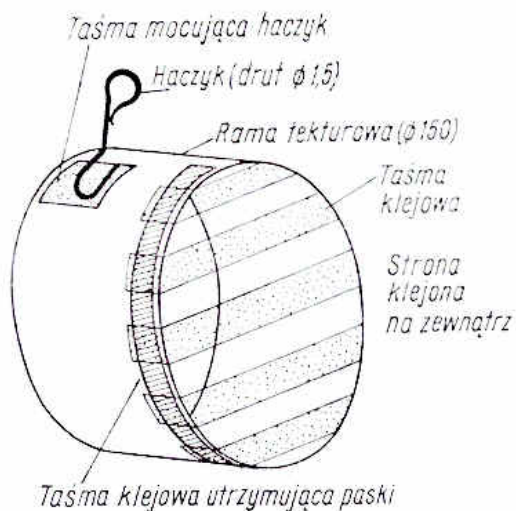
skrzydeł-wirników należy zwracać uwagę, aby oba skrzydła były prawidłowo założone, zgodnie z oznaczeniami naniesionymi przez producenta oraz aby obracały się swobodnie na drucianej osi-dźwigarze. Łatwo to sprawdzić ujmując latawiec pod kadłubem i poruszając cały model kilkakrotnie do przodu i do tyłu. Pod wpływem ruchu oba wirniki powinny się swobodnie obracać (rys. 10-10).

Konkurs polega na tym, że liczony jest czas przygotowania latawca do startu. Każdy zawodnik otrzymuje zapakowany latawiec (opakowaniem fabrycznym jest torba polietylenowa albo pudełko kartonowe) i na sygnał sędziego rozpoczyna składanie modelu. Czynność tę powinno poprzedzić

11. Sondaż atmosfery

W każdej miejscowości mamy powietrze bardzo czyste albo mniej lub więcej zanieczyszczone. Zanieczyszczenia płyną z kominów fabrycznych oraz z palenisk domów mieszkalnych.

Za pomocą prostego doświadczenia możemy wykryć stan zanieczyszczenia powietrza; umieszczamy na latawcu niewielki przyrząd pomiarowy, w postaci kartonowej albo drewnianej ramki, z naklejonymi kilkoma paskami taśmy samoklejącej, umieszczonymi stroną klejącą na zewnątrz. Ramka zaopatrzona w zaczep może być podwieszona na nici pod płaszczyzną latawca (rys. 10-11).



Rys. 10-11. Urządzenie do sondażu atmosfery

Wypuszczamy latawiec nad badanym terenem i utrzymujemy go przez pewien czas (ok. 15÷20 minut) na stałej wysokości. Następnie ostrożnie ściągamy latawiec na ziemię, uważając, aby podczas lądowania nie uległ zabrudzeniu przyrząd pomiarowy, po czym kładziemy przyrząd na arkuszu białego, czystego papieru. Wszystkie zanieczyszczenia złowione w powietrzu przykleją się za pośrednictwem kleju zawartego na taśmie do papieru. Korzystając ze szkła powiększającego (ok. 4÷10-krotnie) wykryjemy różnej wielkości drobiny pyłów zanieczyszczających powietrze. Kto wie, czy nasza zabawa nie będzie pomocna w pracach prowadzonych w naszym kraju nad ochroną środowiska naturalnego, a więc i powietrza.

Książki

- Elsztein P.*: Duża książka o małych samolotach. PWLD „Nasza Księgarnia”, Warszawa 1956
- Elsztein P.*: Idziemy na start. MON, Warszawa 1953
- Elsztein P.*: Latawce. Zbiór planów MON, Warszawa 1965
- Elsztein P.*: Szkoła małego lotnictwa. Biblioteka Ligi Lotniczej. Prasa Wojskowa, Warszawa 1950
- Elsztein P.*: Zagadki lotu. WNT, Warszawa 1965
- Elsztein P.*: Zarys dziejów modelarstwa lotniczego. MON, Warszawa 1970
- Hart C.*: Kites — An Historical Survey. Faber and Faber, London 1967
- Glazer S.*: Na ziemi, w niebiesach i na morze. Izd. CK Mołodaja Gwardia, Moskwa 1969
- Iwannikow D.A.*: Wozduschnyje zmiej. Izd. Dietskij Mir, Moskwa 1958
- Leti model. DOSAAF, Moskwa 1969
- Kopcewicz T.*: Fizyka atmosfery. PWN, Warszawa 1956

Proházka V.: Stavime draky. Praha 1958

Schier M., Schier W.: Wakacje z latawcem. 5 tygodni zabawy z latawcami i balonami. WKŁ, Warszawa 1964

Siemieński M.: Nie trać czasu. Horyzonty, Warszawa 1972

Czasopisma

- Skrzydłata Polska
- Modelarz
- Horyzonty Techniki dla dzieci
- Młody technik
- Modelist-Konstruktor (w jęz. ros.)
- Tiechnika mołodioży (w jęz. ros.)
- Junyj tiechnik (w jęz. ros.)
- Krylia Rodiny (w jęz. ros.)
- Letecký Modelář (w jęz. czeskim)
- Křydla Vlasti (w jęz. czeskim)
- Popular Mechanics (w jęz. ang.)
- Modellbau Heute (w jęz. niem.)