a. Merlyn

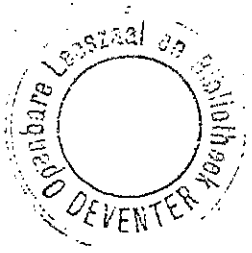
Het bouwen van
modelvliegtuigen

het bouwen van modelvliegtuigen

Helmut Drexler

624.13

624.13
Drex



KLUWER TECHNISCHE BOEKEN B.V. – DEVENTER - ANTWERPEN

783/79

Vertaling: Henk Leydens
Redactie: Ado Ladiges

ISBN 90 201 1041 1

Oorspronkelijke titel: „Baupraxis für RC-Flugmodelle"

©1976 Neckar-Verlag GmbH, Villingen-Schwenningen

©1978 van de Nederlandse vertaling bij Kluwer Technische Boeken B.V. - Deventer.

1e druk 1978

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Ondanks alle aan de samenstelling van de tekst bestede zorg, kan noch de redactie noch de uitgever aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade, die zou kunnen voortvloeien uit enige fout, die in deze uitgave zou kunnen voorkomen.

Woord vooraf

Met dit boek wil ik de vele modelvliegtuigbouwers bereiken, stimuleren en zo mogelijk behulpzaam zijn die al met succes modellen volgens bouwtekening of uit een bouwdoos gebouwd en gevlogen hebben en er in geïnteresseerd zijn bestaande constructies te wijzigen en eigen constructies te ontwerpen.

Maar voorzichtig, laat niemand meer hooi op zijn vork nemen dan hij tillen kan. Zo is het wijzigen van een bestaande constructie heel wat eenvoudiger uit te voeren dan het ontwikkelen van een geheel eigen constructie. Wie ervan uitgaat dat een eigen constructie de ideale mogelijkheid zou zijn om op goedkope wijze aan een modelvliegtuig te komen vergist zich. Een eigen constructie ontwikkelen is namelijk zelden goedkoper maar omdat men de benodigde materialen niet in de nodige afmetingen kan kopen zodat men meestal aanzienlijk meer moet aanschaffen, eerder veel duurder. De beginner raad ik dringend aan eerst maar eens ervaring met bouwdoosmodellen op te doen. Ook het geheel volgens tekening bouwen van een model is aan te bevelen. Alleen op die manier blijven u onnodige teleurstellingen bespaard.

Natuurlijk is het interessant een model volgens eigen constructie te bouwen en als kroon op het werk te zien vliegen. Maar men moet zich niet vergissen, met een handvol hout, wat gereedschap en een tube lijm komt men er niet. Een dergelijk project vergt een gedegen ontwerp. Men moet het met zichzelf eens worden welk soort modelvliegtuig het moet worden en hoe het gebruikt gaat worden. Daar ik er vanuit ga dat het om een radiobestuurd model zal gaan, moet ook eerst bepaald worden met welke functies het zal worden uitgerust. Wordt met al deze functies in redelijke mate rekening gehouden dan is men al van een deel van het succes verzekerd.

Daar sommige waarheden, ook al steunen die op de ervaring van anderen, vaak herhaald moeten worden wil een boek volledig zijn, is het ook voor mij niet mogelijk geweest herhalingen volledig uit te sluiten. Hoewel het boek op zichzelf staat en een afgerond onderwerp behandelt is

het toch min of meer een vervolg van mijn „Handboek voor modelpiloten". Ook met dit boek meen ik natuurlijk (evenmin als met het vorige) een belangstellende tot wereldkampioen om te kunnen scholen. Daartoe zijn andere schrijvers misschien beter in staat dan ik. Het is uitsluitend bedoeld een verstandige basis te zijn voor de modelbouwer.

Helmut Drexler

Inhoud

1. **Principes** 11
1.1 Hoe kan een (model)vliegtuig vliegen? 11
1.2 (Auto)stabiliteit 13
1.3 Sterkte 15

2. **Eigen constructies** 18
2.1 Plannen maken 18
2.2 Grondbegrippen 18
vleugeloppervlak 18
vleugelbelasting 19
slankheid 19
profiel 19
instelhoek 19
instelhoekverschil 19
invalshoek 19
zwaartepunt 19
liftmiddelpunt (drukpunt) 19
drukpuntsverschuiving 20

3. **Materialen; toepassing en bewerking** 21
Balsa 21
Abachi 22
Grenen 22
Beuken en essen 22
Berken en beuken triplex 22
Verenstaal 23
Ijzerdraad 23
Aluminiumpijp 23
Messingpijp 24
Aluminiumplaat 24
Duraluminium 24
Polystyreenschuim 24
Polyester- en epoxyhars 24
Transparante kunststoffen 25
Polyurethaanschuim 25

4. **De bouw van de romp** 26
4.1 Doosromp 26
De romphelling 28
4.2 Het bouwen van een doosromp 28
4.3 Op spanten gebouwde en beplankte romp 36
Voorbeelden van een op spanten gebouwde romp 37

4.4 Polyester- of epoxyromp 50
De mal 50
Verloren mal 50
Positieve mal 53
Negatieve mal 58
4.5 De cockpitkap 62
In de handel verkrijgbare kappen 62
Het maken van een cockpitkap in de oven 65
Uit hout vervaardigde kap 68
Kaprand 68
Bevestigen van de cockpitkap 70
4.6 Diversen 75
Bevestigen van de motorkap 75
Bevestigen van het luik van het tankcompartiment 75

5. De bouw van vleugels 78
5.1 Vleugels met ribben 78
Het maken van de ribben 80
Voor- en achterlijst 82
Hoofdligger 84
Vleugelhelling 86
Tweedelige vleugel, gedeeltelijk beplankt, zonder achterlijst 91
Eendelige vleugel, gedeeltelijk beplankt, met achterlijst 97
5.2 Houtverbindingen 105
5.3 Bevestigen van de vleugel aan romp 109
Vleugelsteunen 114
5.4 Jedelskyvleugels 116
Open Jedelskyconstructie 117
Alternatieve open constructie 122
Gesloten Jedelskyconstructie 130
Dubbele constructie 130
5.5 Schaalconstructie 130
Tweedelige vleugel zonder ligger, met vlakke onderkant 132
Tweedelige vleugel zonder ligger, met (half)symmetrisch profiel 136
Tweedelige vleugel met doorlopende ligger 139
Tweedelige vleugel met ligger en rolroeren 142
Eendelige vleugel met doorgaande ligger 149
5.6 Vleugels van polystyreenschuim 153
Het snijden van schuimvleugels 154
Schuimvleugel met voor- en achterlijst 158
Rolroeren aanbrengen 165
Schuimvleugel met ligger 172
Schuimvleugel zonder voorlijst 174
5.7 Het verbinden van vleugelhelften 176

6. De bouw van de staart 179
6.1 Kruisstaart 179
Uit latten samengestelde en bespannen staart 185
Uit latten samengestelde en beplankte staart 190
Stabilo met ribben en massief kielvlak 195
Balansroeren 200
6.2 T-staart 202
T-stabilo uit één stuk, met hoogteroer 202
Eéndelig T-stabilo als balanshoogteroer 205
Tweedelig balanshoogteroer voor T-staart 208
6.3 V-staart 210
6.4 Vastzetten van de staart 214
6.5 Balansrichtingroer 216

7. Landingsgestel 218

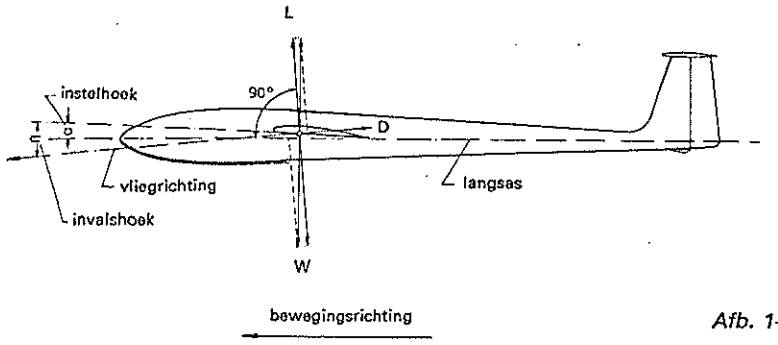
8. Drijvers 219

9. Opbergen en vervoeren 221

Alvorens een ontwerp te maken zal men eerst met de theorie vertrouwd moeten zijn. Schrik niet, het is niet mijn bedoeling een ingewikkelde verhandeling over aerodynamica en vliegtuigfysica af te steken. Om echter de kans op succes zo groot mogelijk te maken, moet men weten waarom een vliegtuig kan vliegen en welke krachten op het model inwerken.

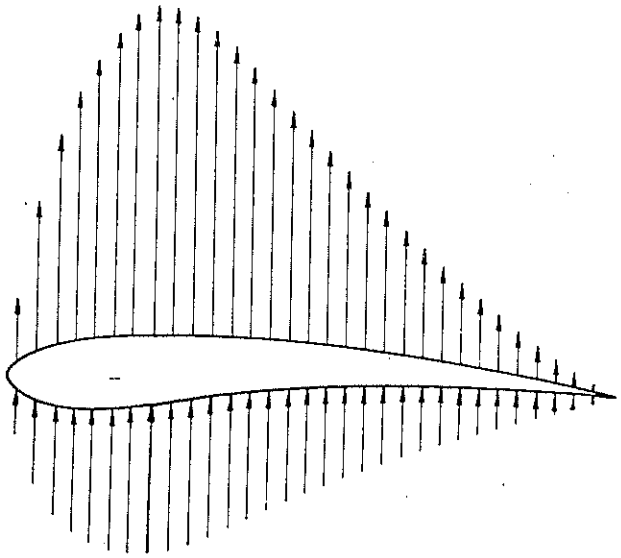
1.1 Hoe kan een (model)vliegtuig vliegen?

Slaat men op deze vraag een encyclopedie na, dan vindt men: **Vliegtuig,** luchtvaartuig zwaarder dan lucht dat een dynamische *opwaartse kracht* (lift) ondervindt als gevolg van de langs de vleugels stromende lucht. De vleugels maken een bepaalde hoek, de *instelhoek* met de bewegingsrichting. Wordt de instelhoek te groot dan neemt de opwaartse kracht, als gevolg van het ontstaan van luchtwervelingen, plotseling sterk af. Men zegt dan dat het model „overtrokken" is. Over de dynamische kracht kan men dan nog lezen:
Dynamische opwaartse kracht ontstaat aan een bewegend lichaam met een daartoe geschikte vorm, door stromingsverschillen tussen boven- en onderzijde als gevolg waarvan drukverschillen ontstaan (bijv. aan de vleugels van een vliegtuig). Zoals gebruikelijk in een encyclopedie is de tekst summier, maar het belangrijkste wordt gezegd.
Omdat modelvliegtuigen zwaarder zijn dan lucht kunnen ze alleen door het voor vleugels en stabilo gekozen profiel en de stand daarvan ten opzichte van de vliegrichting, tot zweven (zweefvliegmodellen) gebracht worden. Omdat de vleugel niet vlak op de romp ligt, maar een (positieve) instelhoek maakt met de langsas (dus aan de voorkant hoger ligt dan aan de achterkant) ontstaat aan de onderzijde van de vleugel een druk die een deel van de lift levert en de naar beneden gerichte kracht door het gewicht van het model tegenwerkt. Het stabilo heeft tot taak het model tijdens de vlucht door middel van de hefboomwerking van de romp in de juiste stand te houden. Voorwaarde voor een dergelijk gedrag van het model is dat zwaartepunt en instelhoekverschil juist worden aangehouden.
Op het model zijn voortdurend drie krachten werkzaam (afb. 1-1): het gewicht W (weight) dat het model naar beneden trekt, de weerstand D



Afb. 1-1.

(drag) die het model in zijn voorwaartse beweging belemmert en de opwaartse kracht of lift (L) die de invloed van het gewicht tegenwerkt. In de afbeelding is het model van rechts naar links in beweging of wordt het (wat op hetzelfde neerkomt) door de van links komende luchtstroom getroffen. De aanstromende lucht treft de hellende vleugel onder een hoek (a, de instelhoek) en deelt daaraan de lift L en weerstand (D) mee.
Als het vleugelprofiel niet symmetrisch is, maar aan de onderzijde recht of hol, ontstaat ongeveer een derde van de lift aan de onderzijde terwijl het resterende deel van de lift aan de bovenzijde ontstaat (afb. 1-2). Dit komt doordat de langs het profiel stromende lucht zich aan de voorkant (neus) van de vleugel splitst en aan de achterrand weer bij elkaar komt. Daar echter de weg langs de bovenzijde langer is dan de weg langs de

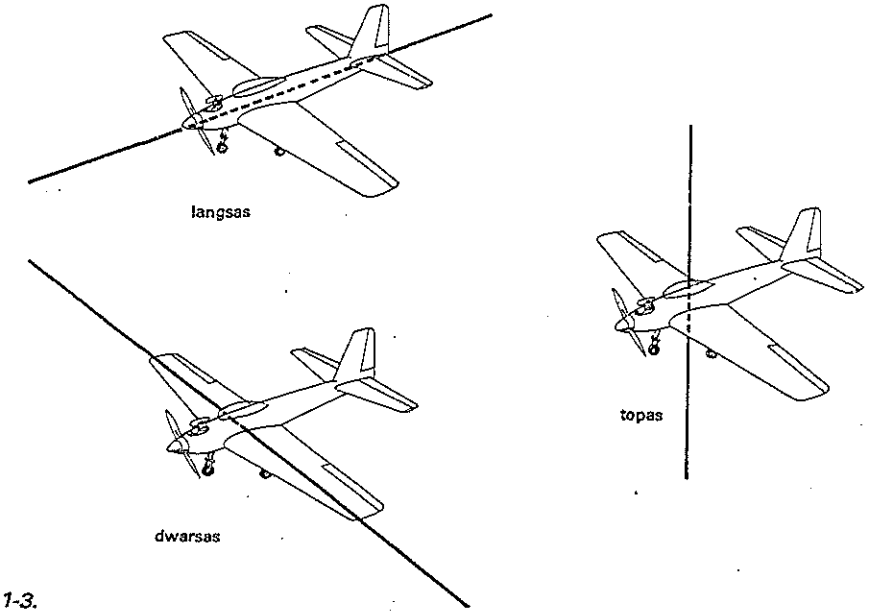


Afb. 1-2.

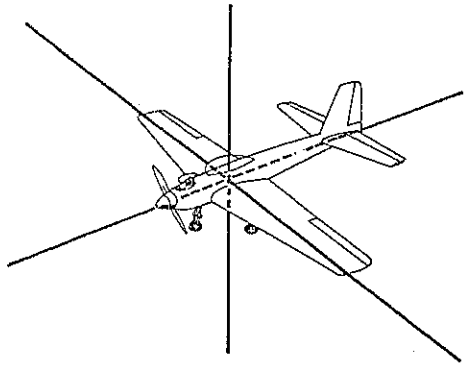
onderzijde, moet de lucht aan de bovenzijde sneller stromen dan aan de onderzijde van het profiel om „op tijd" aan de achterrand te arriveren. Terwijl onder de vleugel als gevolg van de instelhoek overdruk ontstaat, treedt aan de bovenzijde door de versnelling van de lucht een onderdruk op. Beide, overdruk en „zuigkracht", leveren samen de opwaartse kracht.

1.2 (Auto)stabiliteit

Richt een model zich na een windstoot die het uit de normale stand bracht of na een bewust gevlogen bocht zonder invloed van buiten weer op, dan is het (auto)stabiel. Een instabiel model zal, als het eenmaal uit zijn stand is gebracht, zonder invloed van buiten gaan tollen of neerstorten.
Een modelvliegtuig heeft als elk ander vliegtuig, drie bewegingsmogelijkheden, die we assen noemen (afb. 1-3): de langsas, dwarsas en topas. De assen snijden elkaar in het zwaartepunt (afb. 1-4) waaromheen het model zich tijdens de vlucht in elke richting kan draaien. Omdat de langsas de as voor de dwarsstabiliteit is kan een met *rolroeren (aillerons)* uitgerust model door middel van die roeren *om de langsas draaien (rollen).*
De *dwarsas* vormt de bewegingsas voor de langsstabiliteit en met uitsla-

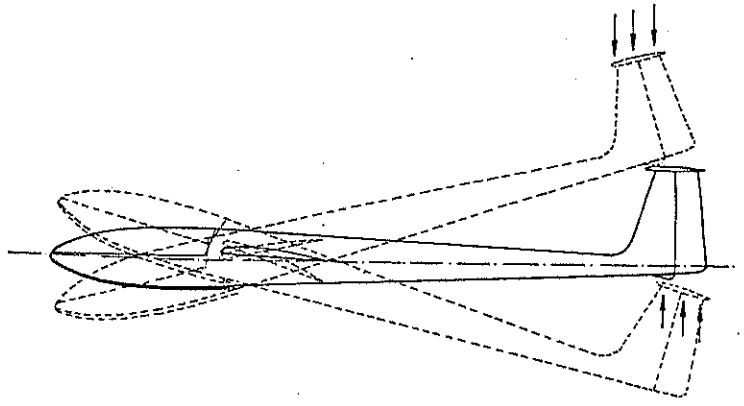


Afb. 1-3.

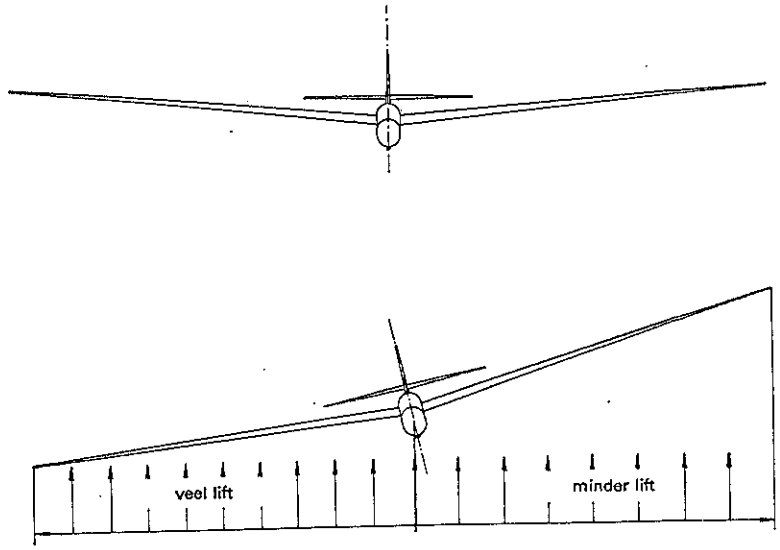


Afb. 1-4.

gen van het *hoogteroer* kan de stand van het model om de *dwarsas* worden gewijzigd *(stijgen of dalen). De topas* vormt de as voor de richtingsstabiliteit en door het *richtingroer* uit te slaan kan het model een *bocht* vliegen *(gieren).* De vluchtstabiliteit om top- en langsas (dus richtings- en dwarsstabiliteit) moeten bij radiobestuurde modellen, omdat deze snel op de uitslagen van richtingroer en rolroeren moeten reageren, vrij gering gehouden worden. De stabiliteit om de dwarsas (langstabiliteit) moet echter groot zijn. Zonder deze zou redelijk vliegen eenvoudig onmogelijk zijn.
De *langsstabiliteit* wordt voornamelijk bepaald door de grootte van het stabilo en de afstand tussen de achterrand van de vleugel en de neus van het stabilo, die het twee- tot drievoudige van de gemiddelde breedte van de vleugel (koorde) moet bedragen omdat het stabilo met behulp van de hefboom tussen zwaartepunt en stabilo, bewegingen om de dwarsas stabiliseert en daarmee tot terugkeer naar de normale stand dwingt (afb. 1-5).



Afb. 1-5.



Afb. 1-6.

De *dwarsstabiliteit,* dus de stabiliteit om de langsas wordt hoofdzakelijk door V-stelling (afb. 1-6) verkregen. Brengt een windstoot de vleugel uit de horizontale stand dan gaat dit gepaard met een beweging die het model zijwaarts laat afglijden. Zonder V-stelling zou het model in duikvlucht overgaan. Met een voldoend grote V-stelling is dit niet mogelijk omdat de horizontale vleugelhelft meer lift levert dan de schuin staande vleugelhelft (afb. 1-7), zodat het model zich weer opricht.
De *richtingsstabiliteit* om de topas wordt bereikt door een voldoend groot kielvlak dat evenals het stabilo een voldoend grote afstand tot het zwaartepunt moet hebben. Tevens oefent vooral de pijlvorm van de vleugels een richtingsstabiliserende invloed uit. Deze berust er op dat de vleugelhelft die haaks op zijn neus door een luchtstroom getroffen wordt een grotere weerstand ondervindt dan de andere helft. Naarmate de pijlvorm spitser is, zal dit verschil, en dus ook de kracht die probeert de romp in de stroomrichting te duwen, groter zijn.

1.3 Sterkte

De bouw van het model, dus ook de toepassing ervan (zweefvliegtuig, motorzweefvliegtuig, kunstzweefvliegtuig, motormodel of kunstvluchtmodel enz.) begrenst, zelfs wanneer alle mogelijkheden optimaal benut worden, al te hoog gestelde eisen aan de sterkte. In principe moeten we om goede prestaties te bereiken bij alle modelvliegtuigen maar zeker bij

alle varianten van het zweefvliegtuig, het gewicht zo laag mogelijk houden.
Het hellingzweefvliegen, waarbij het model onder invloed van matige tot sterke wind aan zeer grote belastingen wordt blootgesteld, vergt speciale modellen die tegen deze manier van vliegen bestand zijn. Hellingzwevers moet men snel kunnen vliegen en desnoods ook hard landen zonder dat daarbij alles meteen kapot gaat, daarom worden ze bijzonder stevig gebouwd. Het daardoor hogere gewicht sluit thermiekvliegen natuurlijk uit.
Ook de voor wedstrijden gebruikte kunstvluchtzwevers behoren tot de zwaar belaste modellen. Deze modellen vliegen immers zonder motor en moeten voor elke figuur, door met het hoogteroer eerst een duikvlucht in te zetten, de nodige snelheid krijgen. Het thermiekzweefvliegtuig schijnt een uitzondering te zijn. Dit wordt bijzonder licht gebouwd, het liefst spaart men van elke druppel lijm nog de helft uit en in plaats van een of ander bespanmateriaal met een gewicht van 25 g/m^2 kiest men materiaal van slechts 12 of 17 g/m^2.
Het zo bijzonder licht gebouwde model wordt gestart, bereikt een thermiekbel en stijgt en stijgt. Het enthousiasme van de piloot kent geen grenzen tot het model steeds kleiner wordt en alle pogingen om het door tegensturen uit de thermiek te halen mislukken. Wat kan er nu nog uitkomst bieden? Een tolvlucht; of moet het met het hoogteroer geprobeerd worden? Nu wordt de te lichte constructie een nadeel. Wordt het model iets zwaarder belast dan breekt het vrijwel zeker een vleugel en wat resteert is een hoopje puin.
De som van deze overwegingen is dat een thermiekzwever wel licht moet zijn als het tot prestaties moet komen, maar dat ook een zweefvliegtuig stevig genoeg moet zijn om tegen eventuele buitengewone krachten opgewassen te zijn. Voor motormodellen gelden dezelfde richtlijnen als voor zweefvliegmodellen. Zo kritisch als bij een zweefvliegtuig is het gewicht van een motormodel echter niet omdat zweefeigenschappen maar in beperkte mate vereist worden en een motor de voortstuwing verzorgt. De in vergelijking met een zweefvliegtuigmodel geringe spanwijdte van het motormodel en het doorgaans dikkere profiel maken een motormodel toch al wat steviger. Dat kan het model er echter ook niet voor beschermen dat bij te grote belasting de vleugel breekt. Zoals we zien is de belastbaarheid van modelvliegtuigen in elk opzicht een relatief begrip.
Nu we het toch over de sterkte hebben maak ik graag van de gelegenheid gebruik om op een verkeerde opvatting te wijzen waaraan vooral beginners of minder ervaren modelbouwers zich bezondigen. Deze modelbouwers verkeren in de mening dat balsaconstructies onvoldoende sterk zijn waardoor een grote kans op breuk zou bestaan. Daarom ver-

sterken ze hun model op alle mogelijke plaatsen met triplex of polyesterhars met glasweefsel.
Deze gedachtengang is echter verkeerd. Versterkingen maken het model zwaarder en een groter gewicht draagt bij tot een grotere snelheid en dus tot hardere landingen. De kans op breuk wordt er uiteindelijk zelfs groter door. Doorgaans kan men er beter op vertrouwen dat de constructeur voldoende ervaring in het ontwikkelen van modellen heeft, dat is namelijk echt wel het geval. Geen fabrikant zal een model of tekening leveren waarmee hij zich slechts belachelijk kan maken.

2. Eigen constructies

2.1 Plannen maken

Voor een beginnend constructeur van modelvliegtuigen is het niet eenvoudig en verdient het ook beslist geen aanbeveling onmiddellijk met een geheel eigen constructie te beginnen. Beter is zich eerst grondig in bestaande constructies te verdiepen. Zo kan men bijvoorbeeld zonder veel problemen en aan de hand van beschikbare bouwtekeningen een uiterlijk geheel nieuw model opbouwen mits men de profielen van vleugel en staart, de afstand tussen vleugels en staart, instelhoek, zwaartepunt, spanwijdte en V-stelling nauwkeurig overneemt. De vorm van de romp kan dan zonder meer gewijzigd worden.
Ook is het geen probleem een bestaand zweefvliegmodel met normale staart (dus met stabilo en kielvlak) om te bouwen tot een model met T- of V-staart. Door de vleugels ook nog van rolroeren te voorzien kan het oorspronkelijk zeer „tamme" model in een uiterst wendbaar en snel model worden gewijzigd. De liefhebbers van motorvliegen kunnen hun oude trainer waarvan de vleugel een profiel met rechte onderzijde heeft, door een nieuwe vleugel met symmetrisch profiel en met rolroeren aan te brengen tot een kunstvluchttrainer ombouwen. Zo komt dan ook dat model eindelijk weer eens in gebruik.
Een betrekkelijk grote kans op succes hebben constructies die qua afmetingen, vleugeloppervlak, vleugelbelasting, profiel en instelhoekverschil met beproefde constructies overeenkomen.

2.2 Grondbegrippen

Het *vleugeloppervlak* wordt berekend in vierkante decimeters (1 dm^2 = 10 × 10 cm = 100 cm^2). Om het vleugeloppervlak van het model te berekenen worden van vleugel en van stabilo de breedte vermenigvuldigd met de spanwijdte; voor zover het om rechthoekige vlakken gaat. Is het vlak niet rechthoekig dan moet eerst de gemiddelde breedte bepaald worden. Deze wordt dan vermenigvuldigd met de spanwijdte (afb. 2-1). Om het totale vleugeloppervlak van een model te bepalen moeten natuurlijk de oppervlakken van beide vleugel- en stabilohelften bij elkaar worden opgeteld.

Afb. 2-1.

De *vleugelbelasting* wordt berekend in g/dm². Om de vleugelbelasting te bepalen wordt de totale massa van het model gedeeld door het totale vleugeloppervlak. Heeft een model een massa van 1800 g en een vleugeloppervlak van 61 dm², dan bedraagt de vleugelbelasting 1800/61 = 29,5 g/dm².

De *slankheid* is de verhouding tussen de zijden van de vleugel. Deelt men de spanwijdte van de vleugel door de grootste breedte (koorde), dan verkrijgt men de slankheid.

Het *profiel* is de vorm van de dwarsdoorsnede van de vleugel.

De *instelhoek* is de hoek die de vleugel maakt met de langsas van de romp.

Het *instelhoekverschil* is het verschil tussen de instelhoeken van vleugel

n stabilo.

e *invalshoek* is de hoek waaronder het vleugelprofiel door de lucht-

oom wordt getroffen. Terwijl de instelhoek vast is kan de invalshoek,

door veranderingen in luchtstroming, veranderen. Bij vliegen in stil-

nde lucht zijn instelhoek en invalshoek gelijk.

waartepunt (of massamiddelpunt) is het punt waar een lichaam on-

eund moet worden om noch door rechtlijnige noch door draaibe-

gen aan de invloed van de zwaartekracht toe te geven. Het zwaar-

speelt bij de modelvliegtuigbouw een zeer belangrijke rol.

het model in het zwaartepunt ondersteund, dan moet het theore-

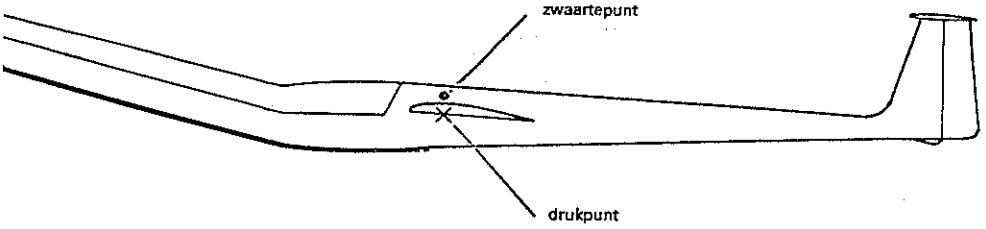
evenwicht zijn. In de praktijk wordt het echter zo uitgewogen dat

vorens iets zwaarder is. Het „zwaartepunt" van zo'n model is dan

nlijk niet meer het „echte" zwaartepunt.

ydepunt (of drukpunt) ligt bij modelvliegtuigen met symme-

rie op ongeveer een derde van de profielbreedte van vleugel-



3. Materialen; toepassing en bewerking

Om bij een zo laag mogelijk gewicht een zo groot mogelijke sterkte te bereiken moet de (model)vliegtuigbouwer kiezen uit een groot aantal uiteenlopende materialen. De in de modelvliegtuigbouw gebruikte materialen zijn o.a. balsa, abachi-, grene-, berke- en essehout. Berken en beuken triplex; verenstaal- en ijzerdraad, aluminium en messing pijp, staf, draad en plaat; kunststoffen als polystyreenschuim (PS-schuim, Styropor) en andere schuimen, polyester- en epoxyhars; glasweefsel en glasmat en alleflei lijmsoorten en plakmiddelen.

Balsa. Modelvliegtuigbouw zonder balsahout is ondenkbaar. Dit bijzonder lichte en gemakkelijk te bewerken, uit Zuid-Amerika afkomstige hout wordt voor ribben, spanten, voor- en achterlijsten, tipblokken en beplankingen en alle mogelijke opvul- en vormstukken gebruikt.
Balsa is leverbaar van zeer zacht (en licht) tot relatief hard (en zwaar). Alleen al door dit op de juiste wijze te benutten, door hard balsa toe te passen voor dragende delen, middelhard voor voor- en achterlijsten, middelzacht voor beplankingen en zacht balsa voor tipblokken en dergelijke te gebruiken, kan het gewicht van het modelvliegtuig aanzienlijk worden verminderd. Balsahout is in de vakhandel verkrijgbaar in allerlei vormen: latten, blokken, plankjes, fineer enz.
Balsa wordt bewerkt met een scherp balsames, met de balsaschaaf en met middelgrof tot fijn schuurpapier dat voor vlakschuren het best op een schuurblok gebruikt kan worden. Balsahout wordt gelijmd met speciale lijmsoorten met vrij korte hardingstijd (polystyreenlijm) of, als een bijzonder sterke verbinding gewenst is met witte houtlijmen (polyvinylacetaat- of kortweg PVA-lijmen) die weliswaar trager harden en waarbij het hout moet worden geklemd; maar die door het grotere waterbestanddeel dieper in het hout dringen en zo een bijzonder stevige verbinding geven. Ook sommige cyano-acrylaatlijmen die voor hout geschikt zijn geven een sterke verbinding, en bovendien in zeer korte tijd. Moeten metalen aan balsa worden gelijmd, dan moet een epoxylijm worden gebruikt. Grote te lijmen oppervlakken moeten met witte houtlijm of contactlijm worden behandeld. Contactlijmen hebben het voordeel dat de met lijm ingesmeerde delen na ca. 10 minuten samengedrukt kunnen worden en direct stevig hechten. Het werkstuk kan onmid-

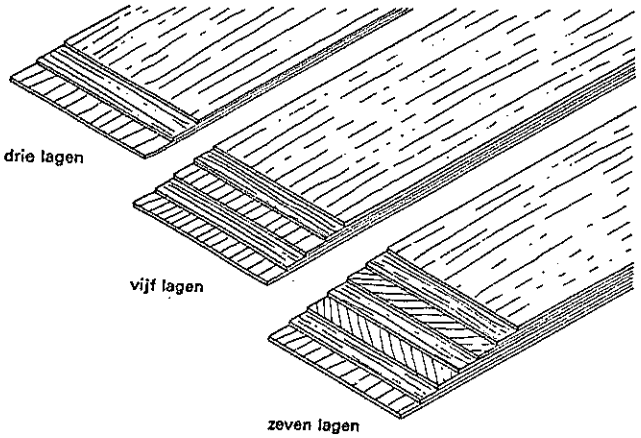
dellijk verder bewerkt worden. Het bezwaar is dat verkeerd samengevoegde delen niet meer verschoven kunnen worden.

Abachi. Het betrekkelijk brosse en iets zwaardere, maar goed bewerkbare abachihout wordt net als balsa voor de beplanking van hardschuimvleugels en -staarten en voor het vervaardigen van ribben toegepast. In de modelvliegtuigbouw speelt het echter geen bijzonder grote rol. Omdat abachi wat harder is dan balsa laat het zich met een figuurzaag met het juiste zaagje bijzonder goed bewerken. Bij gebruik van een mes, al is dit nog zo scherp, splijt het echter gauw. De nabewerking geschiedt met mes, schaaf en een schuurblok. Abachi wordt als balsa verlijmd.

Grenen. Latten van grenehout zijn in allerlei afmetingen leverbaar, ze worden speciaal voor zwaar belaste onderdelen als vleugelliggers en rompgordingen gebruikt. De „normale" houtbewerkingsgereedschappen als zagen, schaven, raspen en vijlen kunnen voor de bewerking van grenen gebruikt worden. Daar grenen vaak vrij veel hars bevat moet het voor het lijmen of schilderen vaak afgenomen worden met bijv. thinner of aceton.

Beuken en essen. Beuken en essen latten worden vooral gebruikt om er motordragers uit te maken. Ze zijn leverbaar in afmetingen van 5 × 5 tot circa 10 × 15 mm. Beuken en essen worden als grenen bewerkt.

Berken en beuken triplex. Triplex, een oneven aantal lagen kruislings op elkaar gelijmd fineer (afb. 3-1) is weliswaar alleen al door de lijmlagen aanzienlijk zwaarder dan balsa, maar het is dan ook veel en veel sterker. Beuken triplex is leverbaar in vanaf 0,4 mm (3 tot 7 lagen) en wordt gebruikt om er zwaar belaste rompspanten (3–5 mm), landingsgestelbeplatingen (1,5–3 mm) en aansluit- of bevestigingsribben (3–5 mm dik) uit te vervaardigen. Berketriplex is lichter, bestaat meestal uit 3 lagen en wordt gebruikt om er niet al te zwaar belaste spanten en ribben uit te vervaardigen. De bewerking van triplex is als die van grenen, beuken en essen.

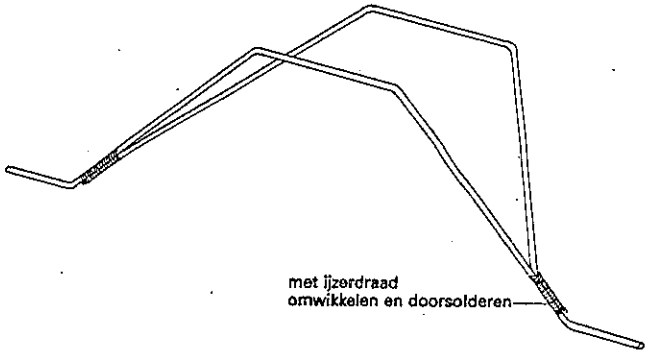


Afb. 3-1.

Verenstaal. Verenstaaldraad is in dikten van 0,2 tot ca. 5 mm verkrijgbaar. Het wordt o.a. gebruikt om er landingsgestellen, staartsteunen en spandraden voor vleugels, staartstukken, starthaken en achterrandversteviging van te maken. De bewerking van staaldraad is een hoofdstuk apart. Gaat het om staaldraad met een dikte tot ca. 2 mm dan zal een goede zijkniptang voor het knippen van de draad afdoende zijn. Dikker draad wordt of op de gewenste plaats rondom met een driekante vijl ingevijld tot het zich gemakkelijk laat breken of doorgezaagd, maar dan moet u wel een heel hard zaagblad met fijne tanden gebruiken. Wie over een slijpmachine beschikt heeft het aanzienlijk gemakkelijker omdat daarmee de draad kan worden doorgeslepen. Pas wel op dat de draad niet te heet wordt, dan zijn hardheid en veerkracht verdwenen. Dus regelmatig in koud water koelen. Ook de nabewerking die anders met vijl en schuurlinnen gebeurt, is op een slijpsteen aanzienlijk gemakkelijker uit te voeren. Moet verenstaal worden vastgelijmd, dan is dat alleen mogelijk met cyano-acrylaat- of epoxylijm.

IJzerdraad. IJzerdraad is een zachte, dunne draadsoort die zich, omdat de soort die wij gebruiken verzinkt is, makkelijk laat solderen. IJzerdraad wordt hoofdzakelijk voor versteviging van soldeerplaatsen in staaldraadconstructies gebruikt.

Aluminiumpijp. Aluminiumpijp wordt o.a. gebruikt voor de stangen voor rolroeren en voor vleugelsteunen. Het wordt bewerkt met de



Afb. 3-2.

metaalzaag, met de figuurzaag (met metaalzaagje), vijl en natuurlijk schuurlinnen of -papier. Aluminiumpijp kan, als alle metalen, alleen met epoxy- of cyano-acrylaatlijm gelijmd worden.

Messingpijp. Messingpijp wordt gebruikt bij vleugelbevestigingen, tuimelaars, afstandsbusjes bij het inbouwen van servo's en tal van andere doeleinden. Het wordt op dezelfde wijze bewerkt als aluminiumpijp; ook het lijmen gebeurt met dezelfde middelen. Moet een verbinding tussen messing en messing of tussen messing en een ander soldeerbaar metaal gemaakt worden, dan is in plaats van lijmen ook solderen mogelijk.

Aluminiumplaat. Uit aluminiumplaat worden o.a. beplatingen voor motor en landingsgestel gemaakt. Bovendien is aluminium heel geschikt om er speciale roertuimelaars uit te maken. Hoewel dun aluminiumplaat geknipt kan worden, gelden voor het bewerken van dikkere plaat dezelfde bewerkingsmethoden als voor aluminiumpijp. Behalve met de genoemde lijmsoorten kunnen we voor metaalplaat, als het om niet zwaar belaste lijmplaatsen en/of grote oppervlakken gaat, ook contactlijm gebruiken.

Duraluminium. „Dural" is een harde, sterke en veerkrachtige aluminiumlegering. Als plaat wordt het o.a. gebruikt om er het landingsgestel en vleugeltongen uit te vervaardigen. Het wordt met figuurzaag, vijl en schuurlinnen bewerkt. Moet duraluminium met een ander materiaal verlijmd worden, dan moeten daarvoor de reeds genoemde „metaallijmen" gebruikt worden.

Polystyreenschuim. Het vaak met de merknamen Styropor of Tempex aangeduide PS-schuim is een bijzonder lichte kunststof die voornamelijk gebruikt wordt om er met balsa of abachi beplankte vleugels en staartvlakken uit te vervaardigen. Het wijkt in bewerking sterk af van de eerder genoemde materialen. Weliswaar kan het met zaag, mes, vijl en schuurpapier bewerkt worden, maar knippen en op maat snijden gaat het best met een hittedraad. Voor het lijmen mogen uitsluitend lijmsoorten worden gebruikt die het materiaal niet aantasten. Hierbij blijken vooral witte houtlijm, speciale contactlijmen en epoxylijmen goed te voldoen.

Polyester- en epoxyhars. Polyester- en epoxyhars worden in de modelvliegtuigbouw in combinatie met glasvezel of glasmat (die de nodige treksterkte geven) gebruikt om er rompen, motorkappen en wielkappen uit te maken en voor versteviging van houten rompen en vleugelmiddenstukken.

Transparante kunststoffen. Polymethylmethacrylaat (PMMA) is meer bekend onder allerlei merknamen (Perspex, Plexiglas, Acrylaat, Vedril, Astralon) en is een onder invloed van warmte vervormbare, vaak glashelidere kunststof, o.a. gebruikt om er cockpittkappen uit te maken. Cellulose-acetobutyraat (CAB) wordt voor dezelfde doeleinden toegepast. Celluloid (cellulosenitraat) is in principe ook toepasbaar, maar deze „kunststof van het eerste uur" is (gelukkig) grotendeels verdrongen vanwege enorme brandbaarheid.

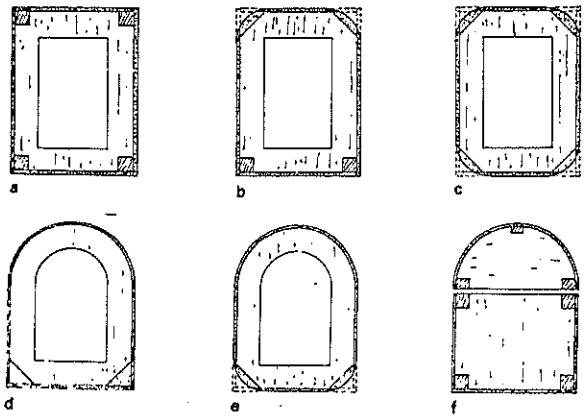
Polyurethaanschuim. PU-schuim (Rohacell) is evenals polystyreenschuim een hardschuim, maar onderscheidt zich daarvan o.a. door een grotere bestendigheid tegen oplosmiddelen. Het is ongevoelig voor alle gangbare lijmsoorten, verven, lakken en brandstoffen, is druk- en vormvast en bestand tegen temperaturen tot 180 °C.
Dit materiaal is bijzonder licht en wordt in verschillende dichtheden (30, 50 en 70 kg/m^3) in de vorm van platen (1—60 mm dik) geleverd.
Het kan met het mes en hittedraad en met boor-, frees- en schuurmachines bewerkt worden.

4. De bouw van de romp

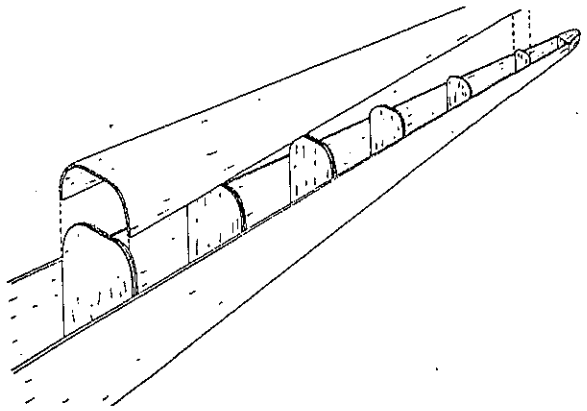
De romp van een modelvliegtuig kan op verschillende manieren worden gebouwd; als doosconstructie met enkele hulpspanten, uit spanten met een bespanning of beplating, uit een met hout bekleed blok hardschuim of uit polyester met glasweefsel om maar enkele mogelijkheden te noemen. Gewijzigde of geheel nieuwe constructies zullen altijd blijven verschijnen. Constructieve wonderen bij de bouw van een romp mag men echter nog nauwelijks verwachten omdat men zich, wil men niet voor onaangename verrassingen komen te staan, aan bepaalde regels moet houden.
Zo moet alleen al met het oog op het zwaartepunt, alles wat achter dat zwaartepunt ligt zo licht mogelijk gehouden worden. De sterkte mag daarbij overigens niet uit het oog verloren worden. Dat is weliswaar tegenstrijdig, maar heeft zijn redenen.

4.1 Doosromp

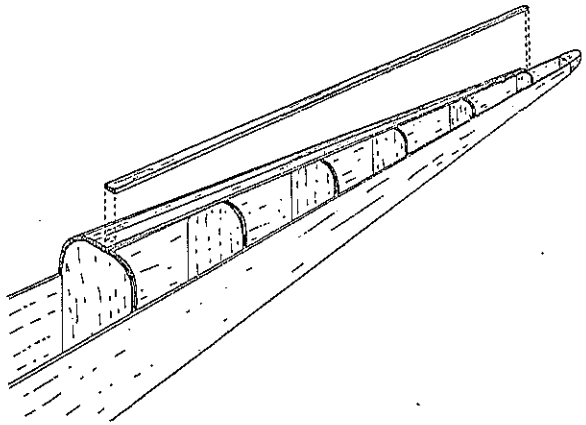
Wellicht niet de elegantste, maar in ieder geval de eenvoudigste is de doosromp, die meestal een rechthoekige doorsnede oplevert. Met weinig werk kan men echter ook een doosromp een wat eleganter aanzien geven. Afb. 4-1 laat enkele dwarsdoorsneden van doosrompen zien: in a



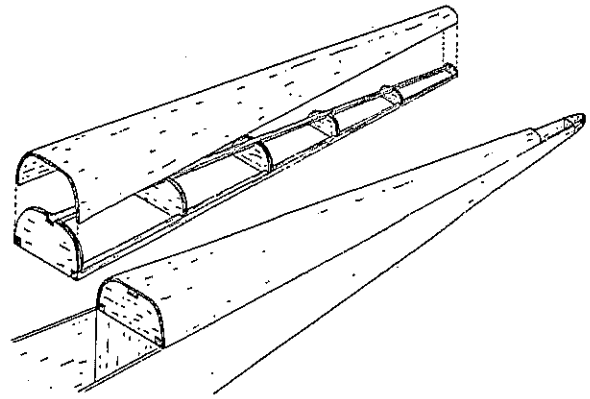
Afb. 4-1.



Afb. 4-2.



Afb. 4-3.



Afb. 4-4.

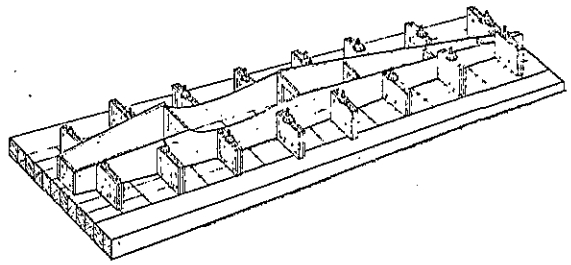
en b zijn enkele rompdoorsneden geschetst die op alle vier hoeken met latten verstevigd zijn. Dergelijke verstevigingen zijn uit het oogpunt van sterkte in grotere modellen natuurlijk nuttig. Een andere reden om latten in de hoek te lijmen is de mogelijkheid de romp een fraaier uiterlijk te geven.
Neemt men namelijk in plaats van vierkante, driekante latten, dan kan men de hoek mooi afronden (b, c en e), waardoor het „bonkige" uiterlijk van een doosromp aanzienlijk verbeterd wordt. Ook een aan de bovenzijde ronde romp (d, e en f) verandert het uiterlijk sterk.
Het ronde gedeelte van de romp kan worden vervaardigd uit een strook niet te hard balsahout waarvan de draad dwars op de spanten, dus in de lengte van de romp moet lopen. Deze wordt aan de buitenzijde wat bevochtigd (waardoor het hout vanzelf omkrult) en daarna nauwkeurig pas gemaakt (afb. 4-2).
Een andere methode is geschetst in afb. 4-3. De ronding ontstaat door op de spanten tapse balsastroken te lijmen en deze vervolgens glad te schuren (het geheel lijkt op de „gangen" van een schip). Hoewel deze constructie door de grotere hoeveelheid lijm wel iets zwaarder wordt, draagt ze aanzienlijk bij tot de sterkte van de romp.
Eveneens gedeeltelijk rond, maar afwijkend van bouw, is de romp waarvan de doorsnede is geschetst (afb. 4-1f). De romp is hier uit twee delen opgebouwd; een onder- en een bovenstuk (afb. 4-4).

De romphelling

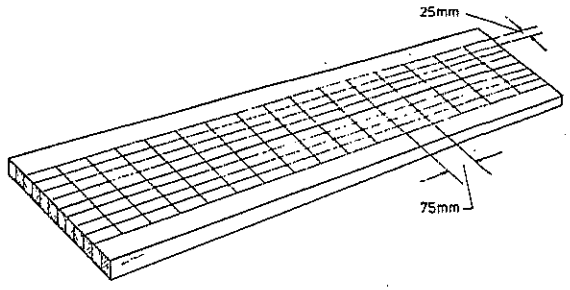
Om een rechte romp te bouwen is een romphelling onontbeerlijk. De volgende afbeeldingen tonen een gemakkelijk zelf te maken helling (afb.4-5). Een dergelijke helling bestaat uit een voldoend grote, stijve grondplank, die in vakken van 75 × 25 mm wordt verdeeld (afb. 4-6). Vervolgens worden op alle snijpunten van de lijnen gaten in de grondplank geboord voor de bouten die daar later door gestoken worden (afb. 4-7). Op deze bouten die ca. 150 mm lang moeten zijn, worden vervolgens uit latten en triplex vervaardigde klosjes geschoven (afb. 4-8) die met sluitringen en (vleugel)moeren worden vastgezet. Om het geheel aan de breedte van de romp te kunnen aanpassen kunnen de schroefbouten in de grondplank verzet worden terwijl, nadat de moeren zijn losgedraaid, men de hellingklossen zo kan schuiven dat ze tegen de romp aansluiten.

4.2 Het bouwen van een doosromp

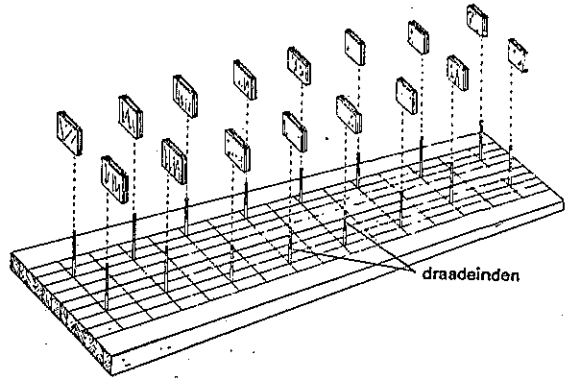
In de afb. 4-9 t/m 4-16 is de bouw van een eenvoudige doosromp geschetst. De bouw wordt begonnen door de beide op maat gemaakte zijkanten zo op de bouwplank te leggen dat ze een linker en een rechter



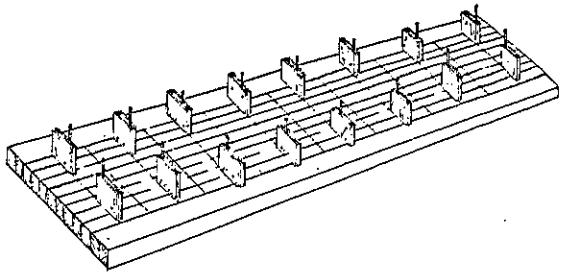
Afb. 4-5.



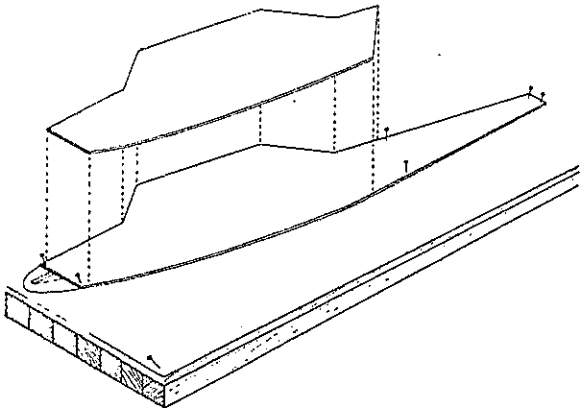
Afb. 4-6.



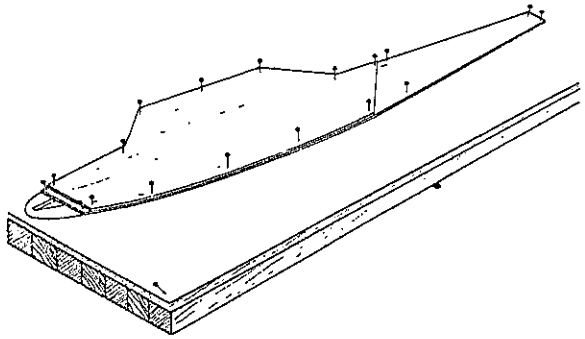
Afb. 4-7.



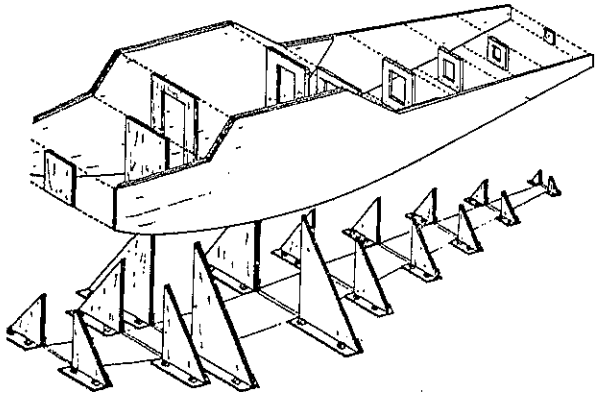
Afb. 4-8.



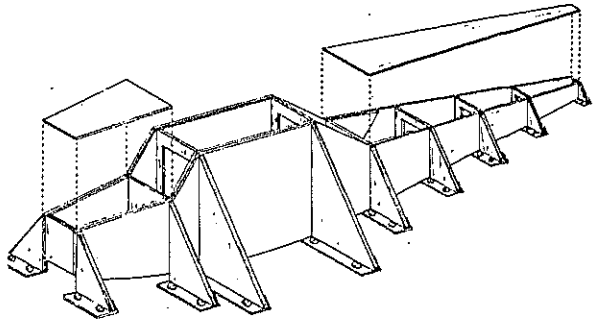
Afb. 4-9.



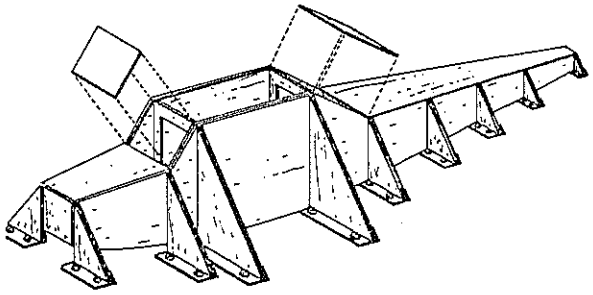
Afb. 4-10.



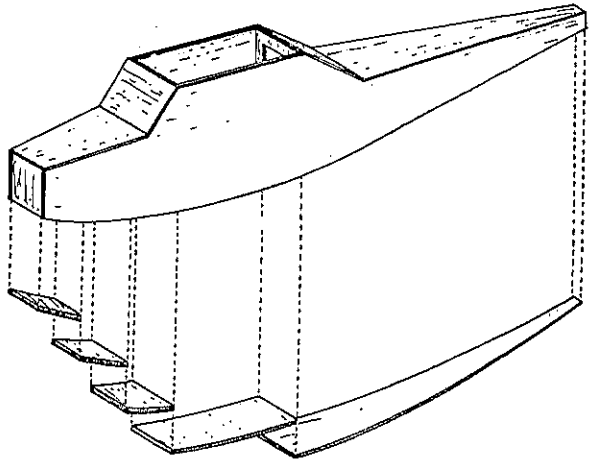
Afb. 4-11.



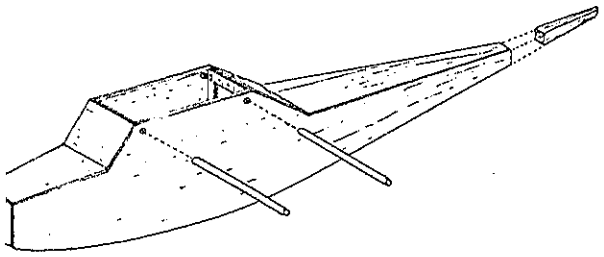
Afb. 4-12.



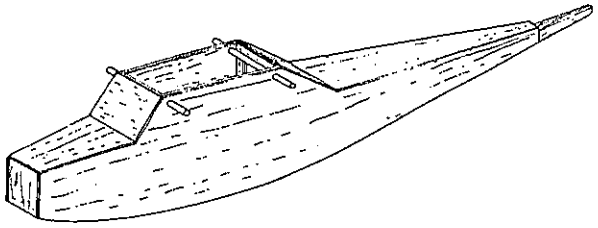
Afb. 4-13.



Afb. 4-14.



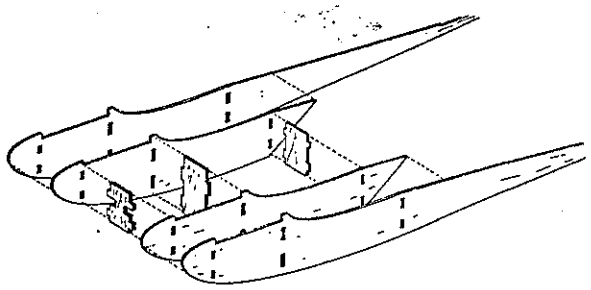
Afb. 4-15.



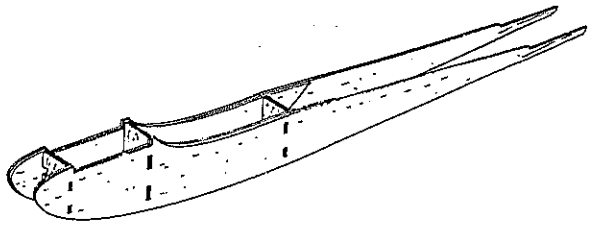
Afb. 4-16.

zijde vormen. Op deze zijkanten worden nu de verstevigingen gelijmd die, tot de lijm uitgehard is, met spelden op hun plaats gehouden worden (afb. 4-9 t/m 4-10).
Terwijl de zijkanten harden is er tijd om de rompspanten uit te zagen en voorbereidingen te treffen om de romp samen te bouwen. Ook hier verdient het gebruik van een soort helling aanbeveling. Deze bestaat uit wat stukjes triplex met een haakse zijde die aan een hoeksteuntje geschroefd worden waardoor ze op de bouwplank geschroefd kunnen worden. De steunen worden op de bouwtekening zo langs het bovenaanzicht van de romp opgesteld dat ze steeds aan weerszijden van een spant staan (afb. 4-11).
Tussen de hellingsteunen worden nu de zijkanten van de romp samen met de met lijm ingesmeerde spanten opgesteld en onmiddellijk gericht. Vervolgens wordt het achterste deel van de bodem vastgelijmd en met spelden gefixeerd. Waar later de tank komt lijmen we de huid slechts met een paar druppeljes lijm vast. Hij moet er later zonder haken breekwerk weer af kunnen. Vóór de romp voor verdere bewerking van de onderkant uit de helling genomen wordt moet eerst nog de beplating op de romp worden gelijmd (afb. 4-13) en met spelden vastgezet.
Vervolgens wordt de onderkant van de romp gelijmd. Zoals uit afb. 4-14 blijkt is de nerf van de bodem aan de voorzijde dwars gekozen om het beter in vorm te kunnen buigen. Haaks op de draad buigt hout het best, terwijl het in de richting van de draad het stijfst is. Ook wordt aan de

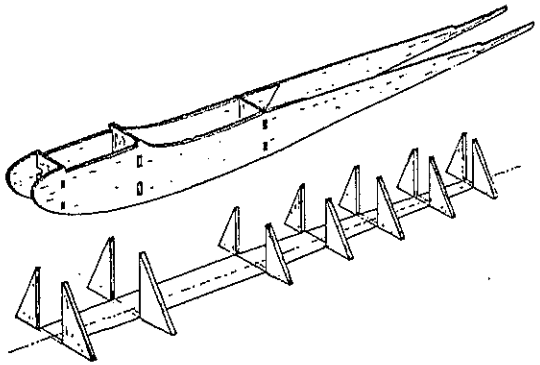
achterzijde van de romp een eindklos gelijmd en worden de pennen voor de vleugelbevestiging pas gemaakt (afb. 4-15) maar nog niet vastgelijmd.
Pas als alle lijm uitgehard is wordt de romp met middelfijn tot fijn schuurpapier gladgeschuurd. Nu kunnen de pennen voor de vleugelbevestiging worden vastgelijmd (afb. 4-16).
In de nu volgende afbeeldingen is de bouw van een romp weergegeven die eigenlijk maar weinig van de vorige afwijkt. Niettemin is het een romp die een andere vorm heeft en ook wordt bij deze romp een vleugel met een min of meer symmetrisch profiel toegepast waarmee bij het bevestigen van de vleugel op de romp rekening moet worden gehouden. Halfsymmetrisch is een term die in dit verband weliswaar ingeburgerd, maar eigenlijk onjuist is. Een vleugel kan natuurlijk alleen een symmetrisch of een asymmetrisch profiel hebben.
De bouw wijkt in zoverre van de beschreven romp af dat de voorste spanten (triplex) niet alleen tegen, maar gedeeltelijk ook in de zijkanten worden gelijmd (afb. 4-17 en 4-18). De tegen de triplex spanten gelijmde zijkanten worden om te drogen en voor verdere bewerkingen in de bouwhelling opgesteld (afb. 4-19), waar dan ook de achterste spanten (balsa) en het eindstuk (balsa) worden vastgelijmd (afb. 4-20).
Vervolgens worden de achterste bovenplaat van de romp (afb. 4-21), de



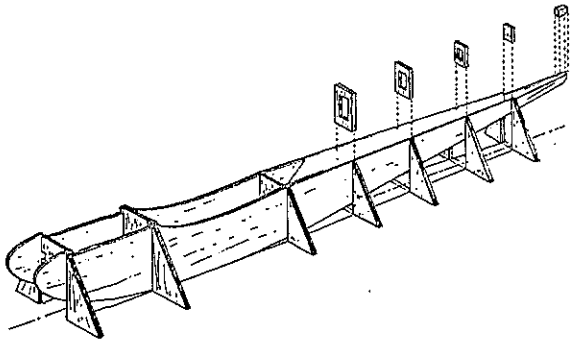
Afb. 4-17.



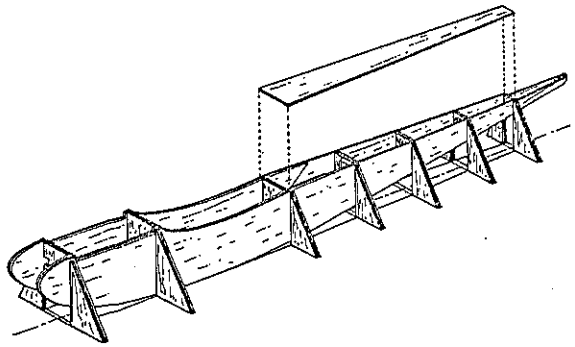
Afb. 4-18.



Afb. 4-19.

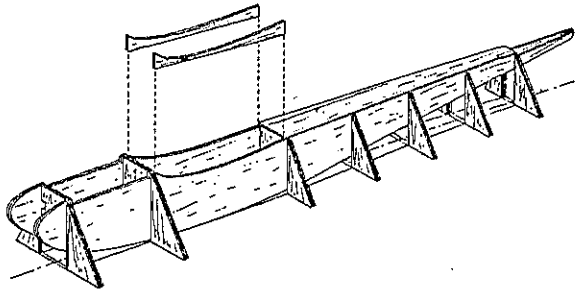


Afb. 4-20.

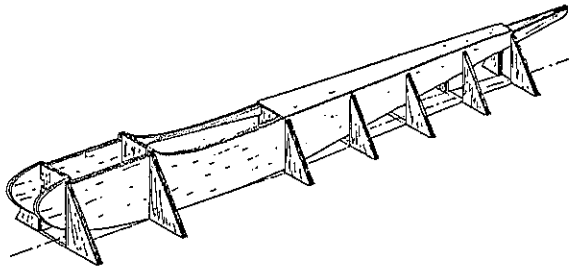


Afb. 4-21.

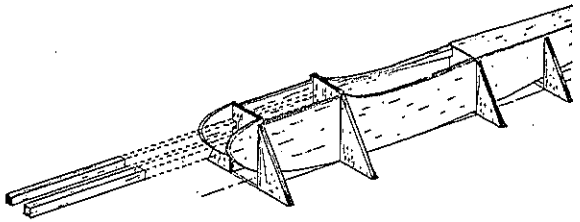
versteviging voor het bevestigingsvlak van de vleugel (afb. 4-22 en 4-23) en de motordrager (afb. 4-24) vastgelijmd. Het luik voor het tankcompartiment wordt op slechts enkele plaatsen vastgelijmd omdat dit later weer afgenomen moet kunnen worden (afb. 4-25 en 4-26).
Nu worden de pennen voor het bevestigen van de vleugel pas gemaakt (afb. 4-27) maar nog niet vastgelijmd. Eerst wordt nog de bodem vastge-



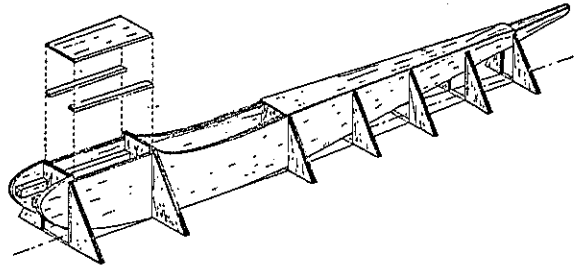
Afb. 4-22.



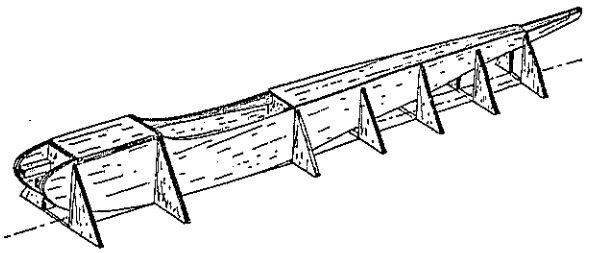
Afb. 4-23.



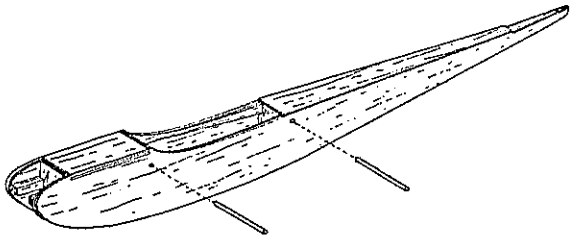
Afb. 4-24.



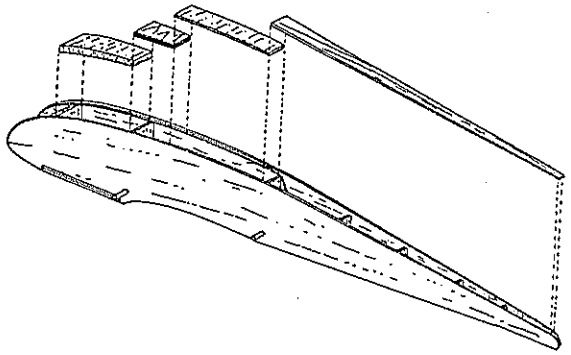
Afb. 4-25.



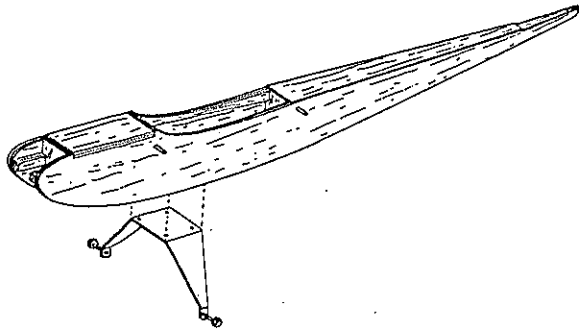
Afb. 4-26.



Afb. 4-27.



Afb. 4-28.

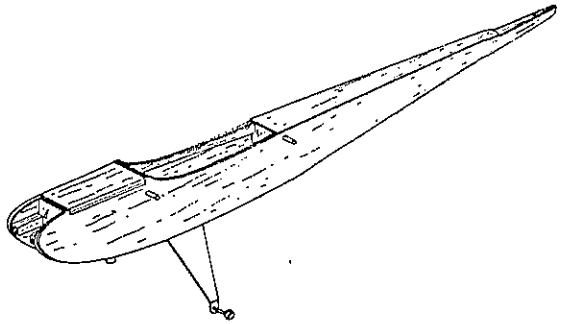


Afb. 4-29.

lijmd (afb. 4-28) en, als de lijm hard is, de romp met schuurpapier glad geschuurd. Is de romp helemaal glad geschuurd, dan kunnen de pennen worden bevestigd en kan het landingsgestel pasklaar worden gemaakt (afb. 4-29 en 4-30).

Op spanten gebouwde en beplankte romp

Net echt en ook in de modelbouw, althans bij de bouw van schaalmodellen gebruikelijk, is de op spanten gebouwde romp. In vergelijking met de

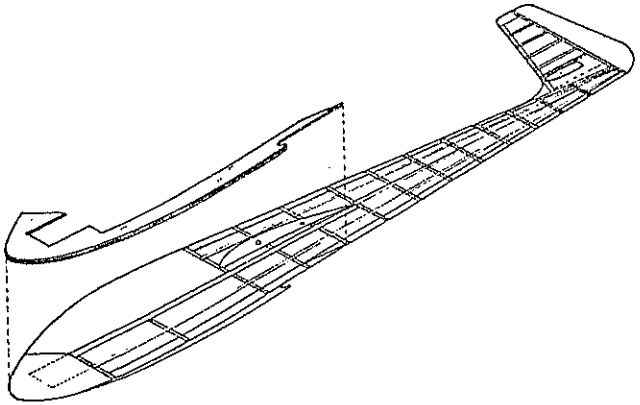


Afb. 4-30.

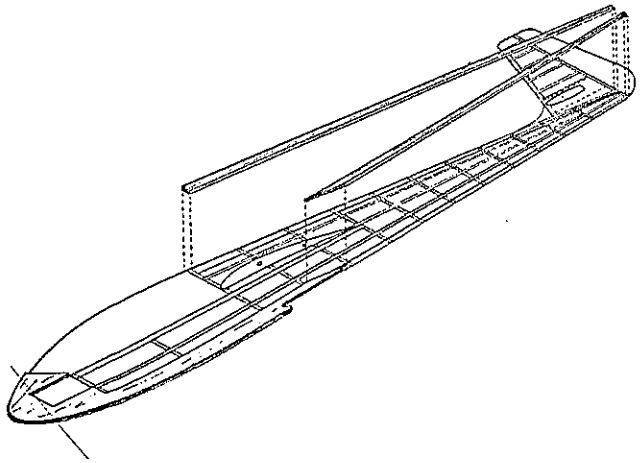
doosromp is een op spanten gebouwde romp die later bespannen of beplankt wordt, aanzienlijk ingewikkelder. Wel maakt deze constructie het mogelijk een bijzonder elegante vorm met gecompliceerde dwarsdoorsneden te bouwen. Een romp met een dergelijke doorsnede (ongeacht of deze ovaal of veelhoekig is) valt niet zoals een doosromp op een vlakke ondergrond op te bouwen. De beste methode om een dergelijke romp zonder wringen te bouwen is twee helften te maken die later op elkaar gelijmd worden.

Voorbeelden van een op halve spanten gebouwde romp

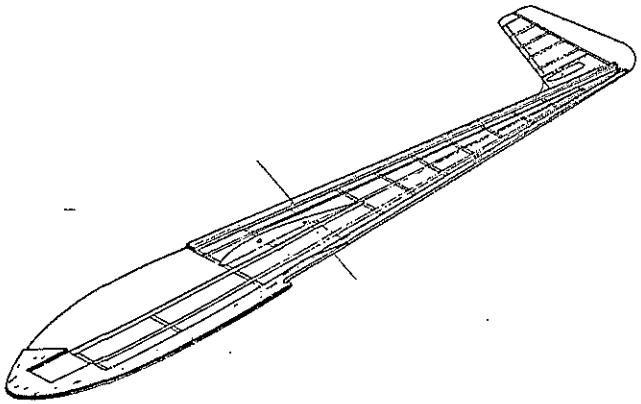
De afbeeldingen 4-31 t/m 4-46 laten de bouw zien van een op spanten gebouwde romp voor een zweefvliegmodel. Om een romp zonder wringing te krijgen wordt de romp hier in twee helften gebouwd. Hoewel er in de afbeeldingen geen bouwplank is getekend moet deze romp natuurlijk wel op een bouwplank gemonteerd worden.
Op de met plasticfolie afgedekte bouwtekening, die op de bouwplank is vastgezet, wordt om te beginnen de pas gemaakte en glad geschuurde voorste triplex kielspant vastgezet. Deze verstevigt het voorste deel van de romp tot ongeveer ter hoogte van de vleugel en dient tevens als schaats. Tevens worden de bovenste en onderste rompgordingen (grenen latten) met spelden vastgezet (afb. 4-31 t/m 4-33). Vervolgens worden loodrecht hierop de pasklaar gemaakte halve spanten gezet en uitgericht (afb. 4-34). Om de vereiste stevigheid te krijgen en tevens aan de staart gewicht te besparen worden de eerste 4 tot 6 spanten uit triplex en alle overige spanten uit balsa vervaardigd. In tegenstelling tot de kielspant die we het best uit beuken triplex kunnen maken, mogen de overige spanten uit berken triplex vervaardigd worden (iets lichter en goedkoper).



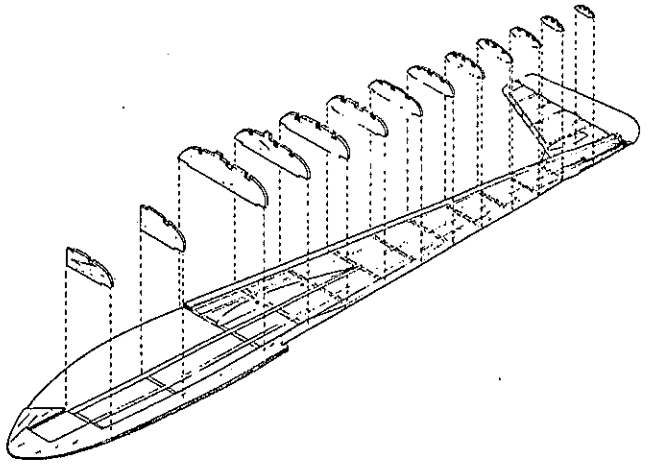
Afb. 4-31.



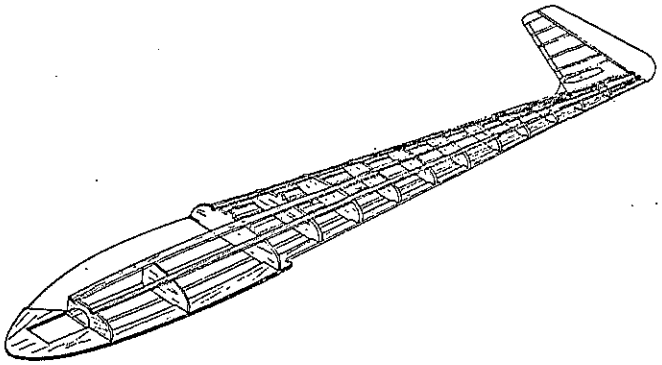
Afb. 4-32.



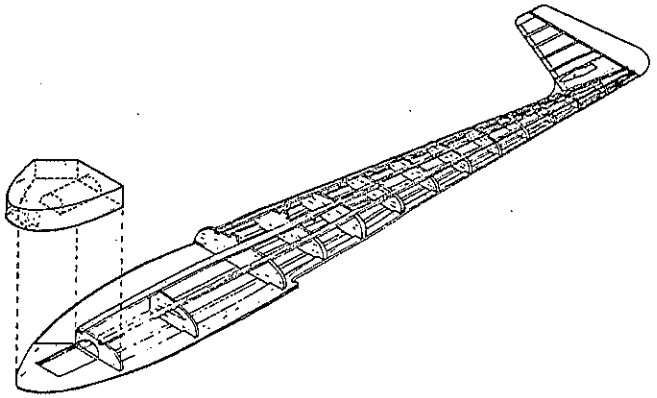
Afb. 4-33.



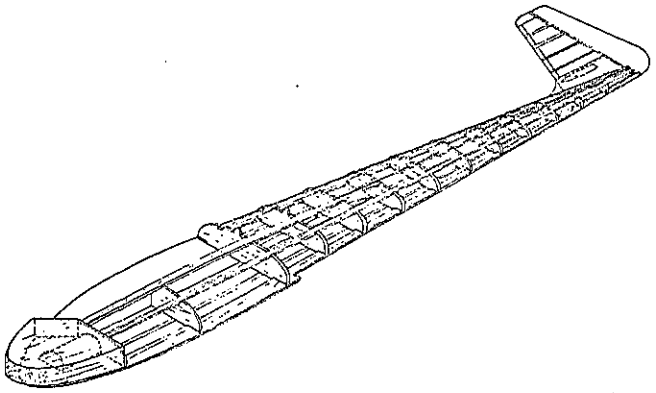
Afb. 4-34.



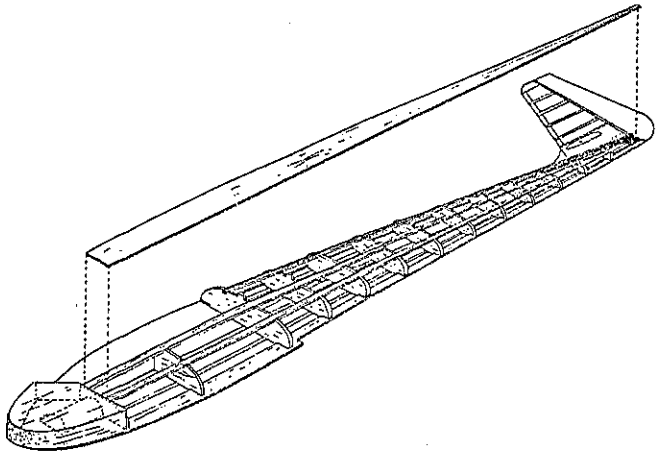
Afb. 4-35.



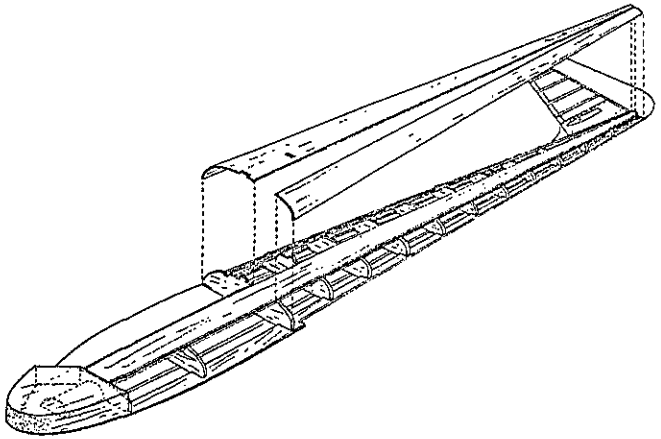
Afb. 4-36.



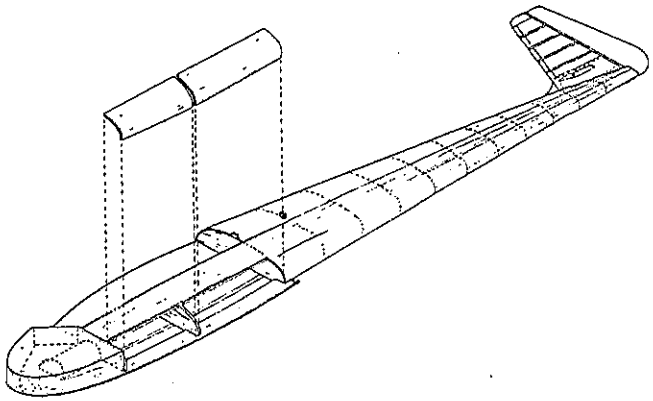
Afb. 4-37.



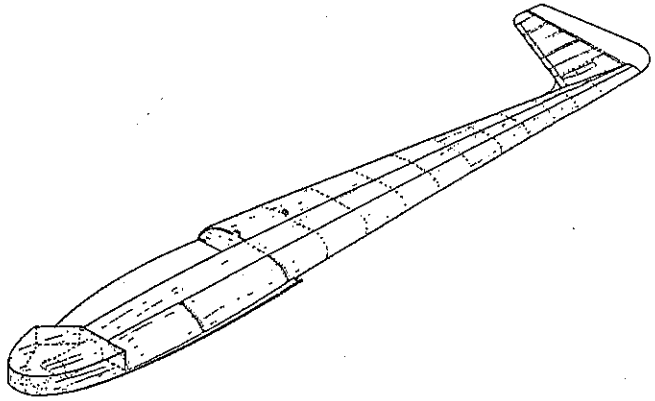
Afb. 4-38.



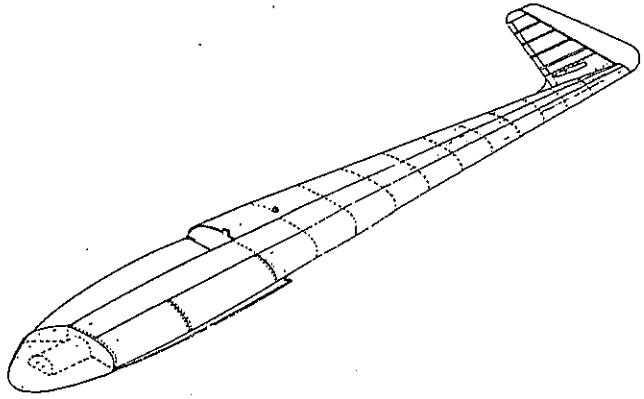
Afb. 4-39.



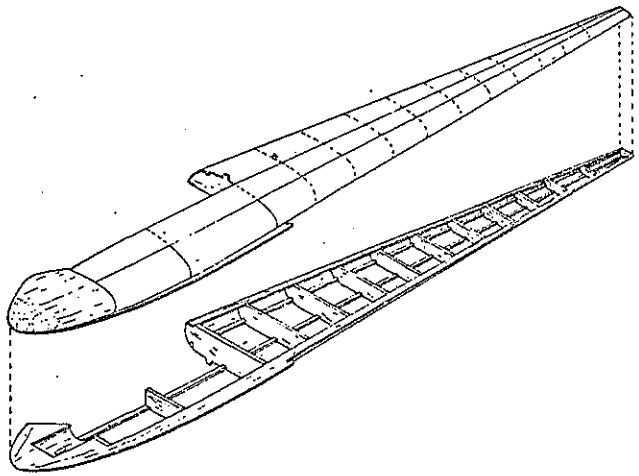
Afb. 4-40.



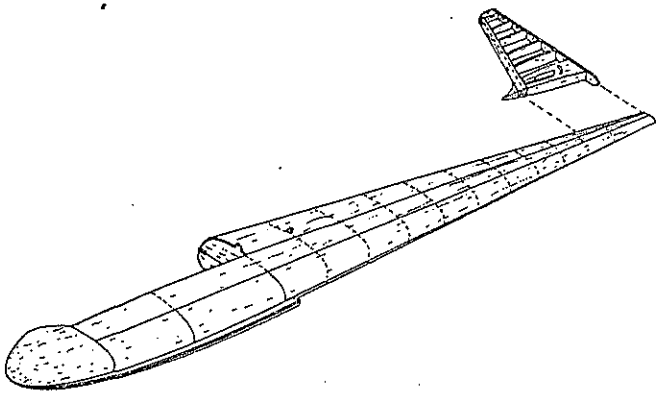
Afb. 4-41.



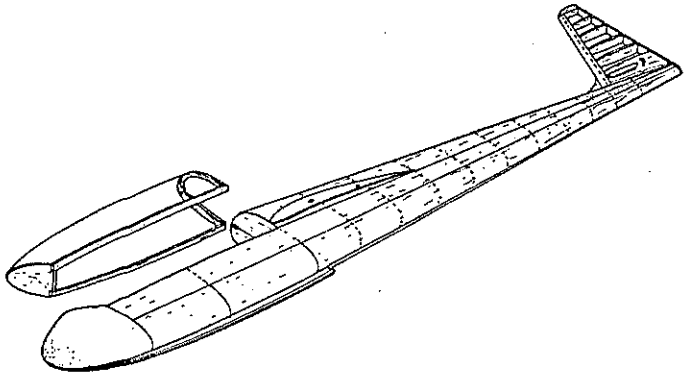
Afb. 4-42.



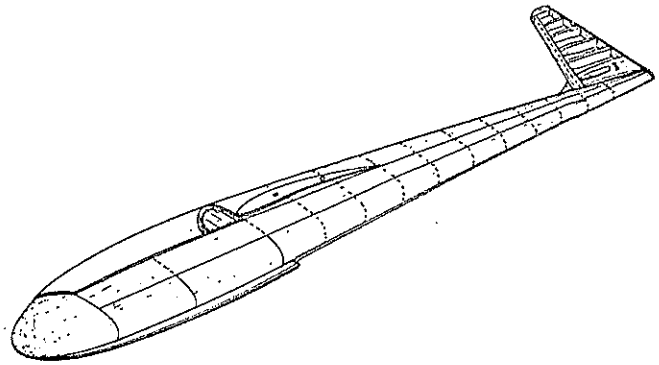
Afb. 4-43.



Afb. 4-44.

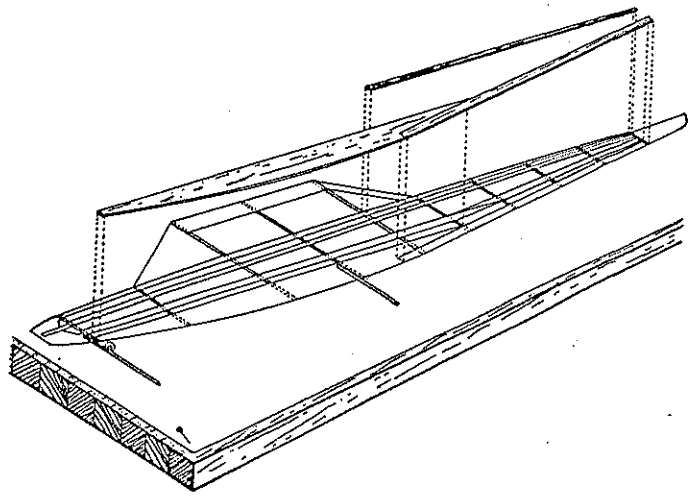


Afb. 4-45.

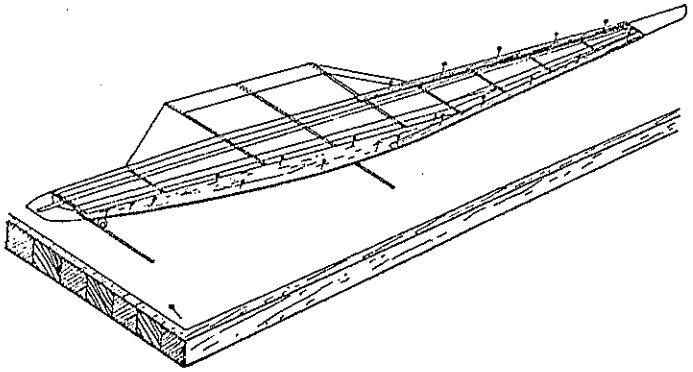


Afb. 4-46.

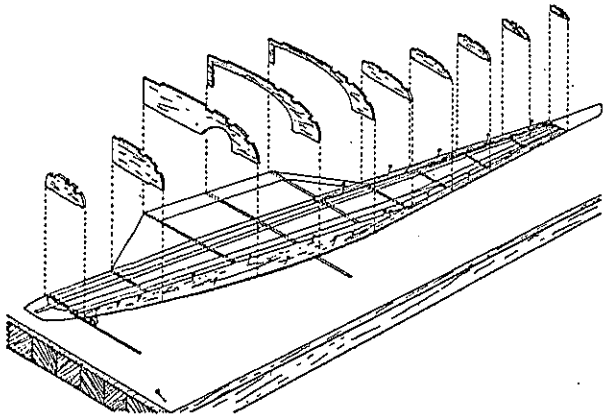
Verder worden alle overige gordingen (afb. 4-35, het uitgeholde neusblok (afb. 4-36 en 4-37), en de beplanking (afb. 4-38 t/m 4-41) vastgelijmd en met spelden vastgezet. Is de lijm hard, dan wordt de romphelft van de bouwplank genomen en krijgt het neusblok met de balsaschaaf zijn globale vorm (afb. 4-42). De bouw van de tweede romphelft geschiedt (spiegelbeeldig) op dezelfde wijze als die van de eerste helft. Is ook hiervan de lijm hard en het neusblok globaal in vorm dan kunnen beide helften op elkaar gelijmd worden (afb. 4-43). Dit dient bijzonder zorgvuldig te gebeuren omdat de romp absoluut niet mag wringen.
Na het pasmaken en het op de plaats lijmen van kielvlak, aansluitribben en cockpit-kap (afb. 4-44 t/m 4-46) is de bouw van de romp vrijwel klaar. De afbeeldingen 4-47 t/m 4-67 laten de bouw zien van een romp voor een motormodel. Daar de bouw hiervan overeenkomt met die van de romp voor een zweefvliegtuig, is verdere toelichting overbodig.



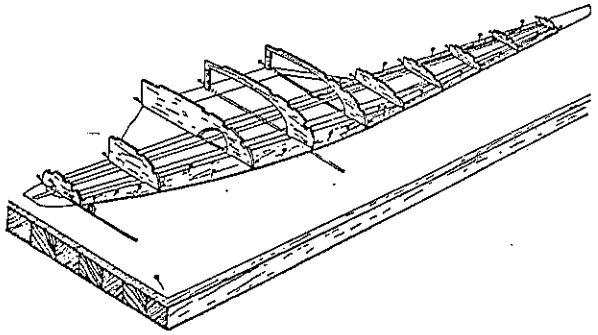
Afb. 4-47.



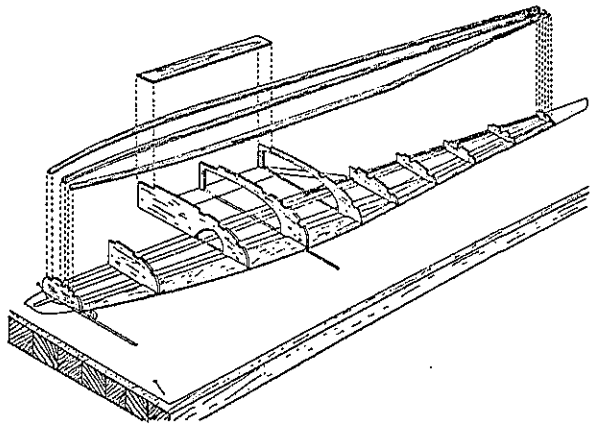
Afb. 4-48.



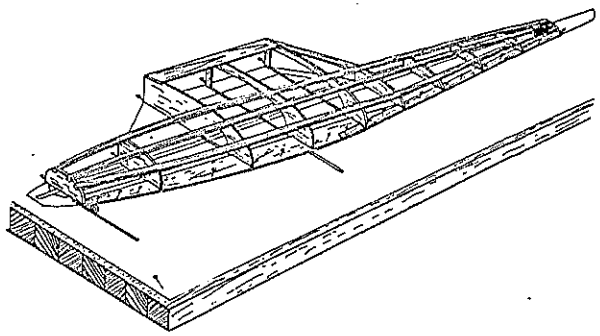
Afb. 4-49.



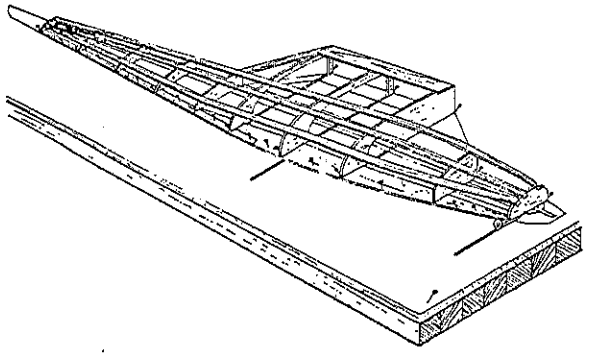
Afb. 4-50.



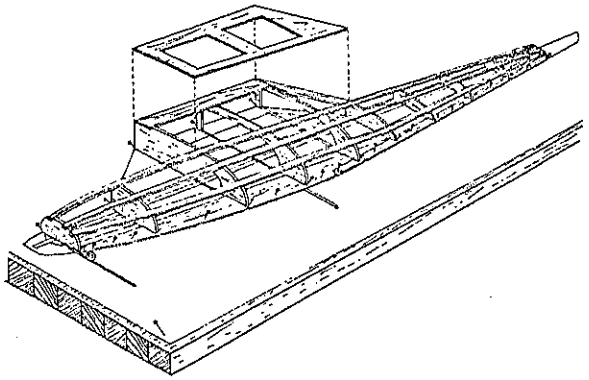
Afb. 4-51.



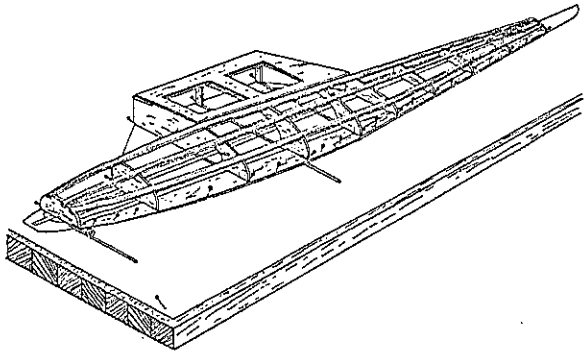
Afb. 4-52.



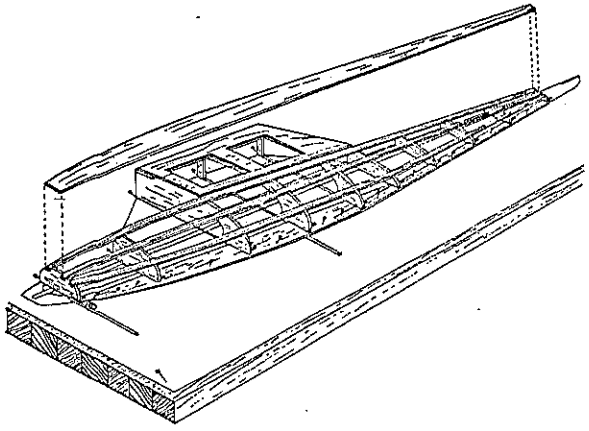
Afb. 4-53.



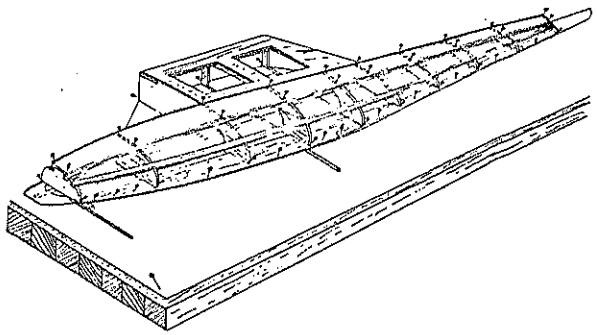
Afb. 4-54.



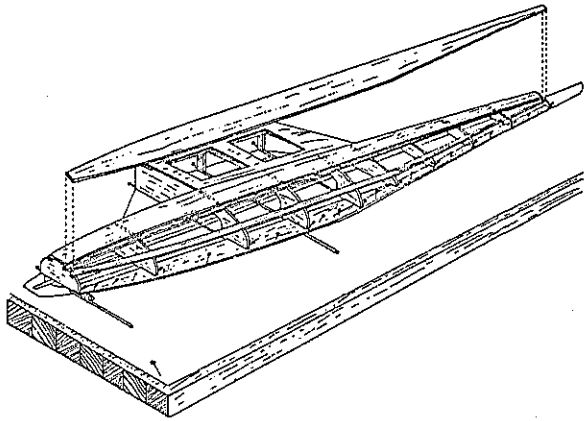
Afb. 4-55.



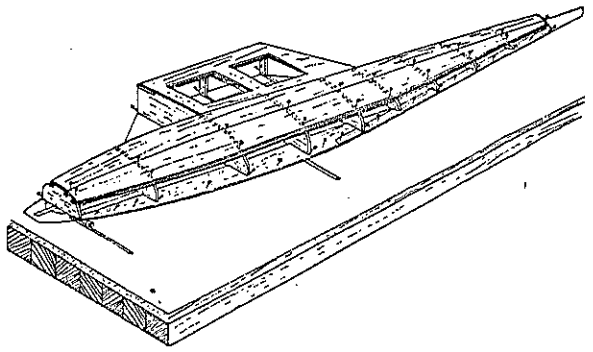
Afb. 4-56.



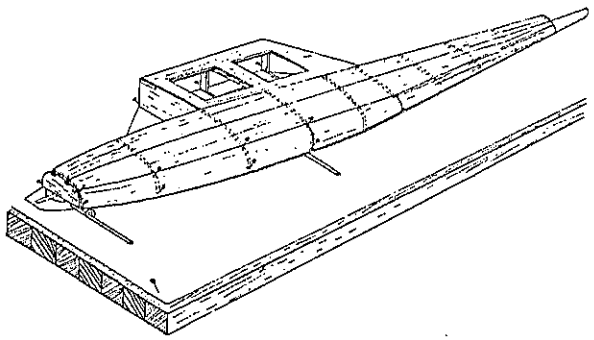
Afb. 4-57.



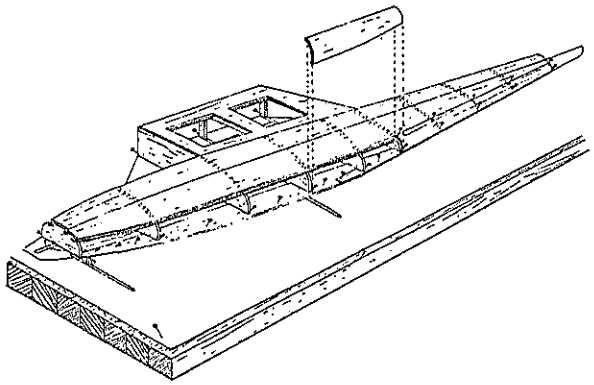
Afb. 4-58.



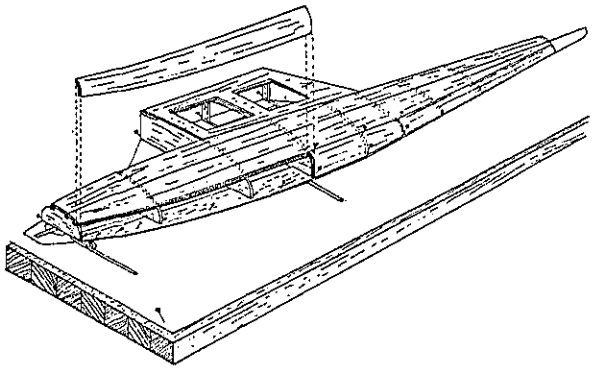
Afb. 4-59.



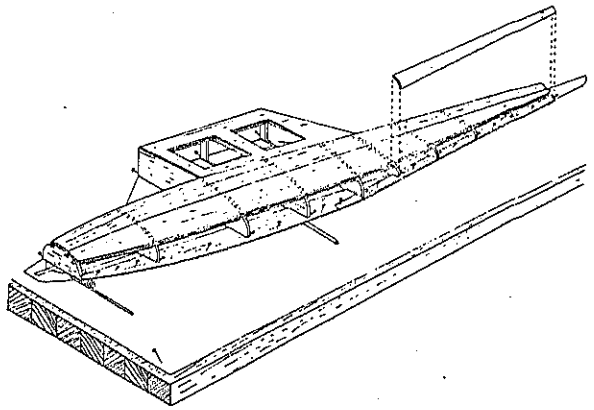
Afb. 4-60.



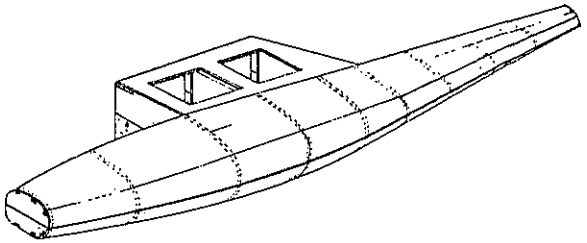
Afb. 4-61.



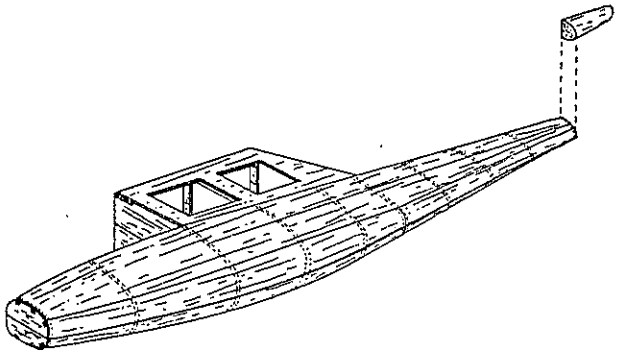
Afb. 4-62.



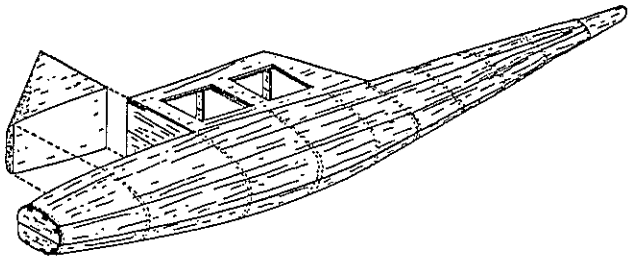
Afb. 4-63.



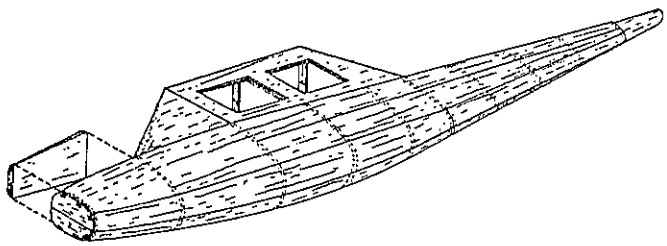
Afb. 4-64.



Afb. 4-65.



Afb. 4-66.



Afb. 4-67.

4.4 Polyester- of epoxyromp

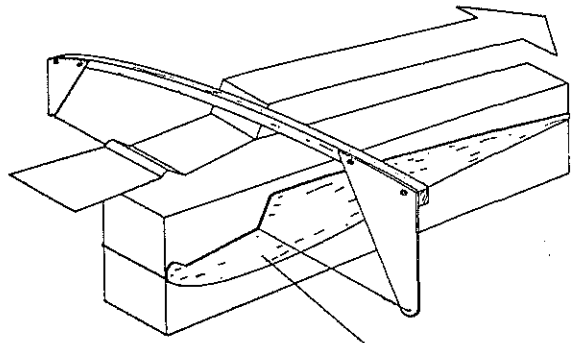
Een van de niet alleen wat betreft de bewerking maar ook qua materiaal volkomen van de traditionele methoden afwijkende bouwwijze is de zgn lamineermethode die niet alleen voor vliegtuig- en scheepsmodellen maar ook voor de bouw van motor- en zeilboten en dergelijke wordt toegepast.

De mal

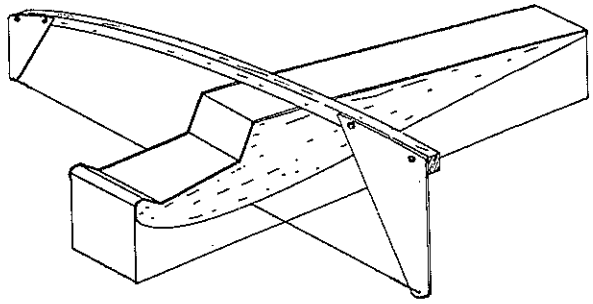
Om een romp te kunnen vervaardigen moet eerst uit hout, gips of soortgelijk materiaal een mal van de romp op ware grootte worden vervaardigd. Ongeacht of de romp in positieve of in negatieve vorm wordt vervaardigd, als hol lichaam moet hij, tenzij de mal uit PS-schuim bestaat en verloren mag gaan, uit twee helften worden samengesteld omdat hij anders niet uit of van de mal genomen kan worden.
Kunststof rompen worden doorgaans uit twee verticaal gedeelde helften samengelijmd. Alleen de romp van een middendekker vormt hierop een uitzondering. Deze wordt uit een bovenste en een onderste helft samengesteld. Hoe beide helften van de romp met elkaar verbonden worden maakt eigenlijk niets uit. Belangrijk is alleen dat ze precies passen en stevig met elkaar verbonden worden.
Voordat echter met de bouw van een mal begonnen kan worden moet men het met zichzelf eens zijn of men een of meer rompen wil bouwen. Om één enkele romp te maken heeft men namelijk de mogelijkheid de mal (positief) uit PS-schuim te vervaardigen.

Verloren mal

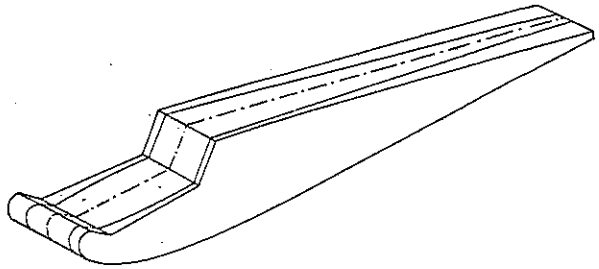
Hiertoe moeten op een stuk schuim van voldoende dikte eerst zij- en vervolgens bovenaanzicht en hartlijn van de romp getekend worden en moet de romp met een hittedraad (zie 5.4) uitgesneden worden (afb. 4-68).



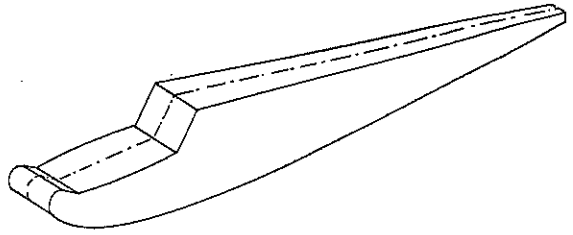
Afb. 4-68.



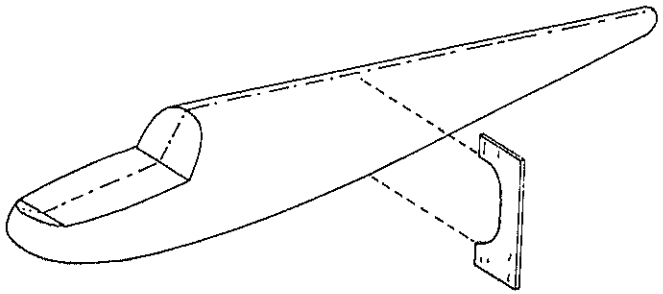
Afb. 4-69.



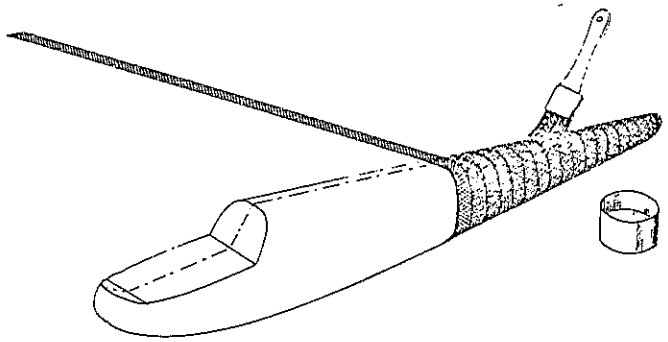
Afb. 4-70.



Afb. 4-71.



Afb. 4-72.

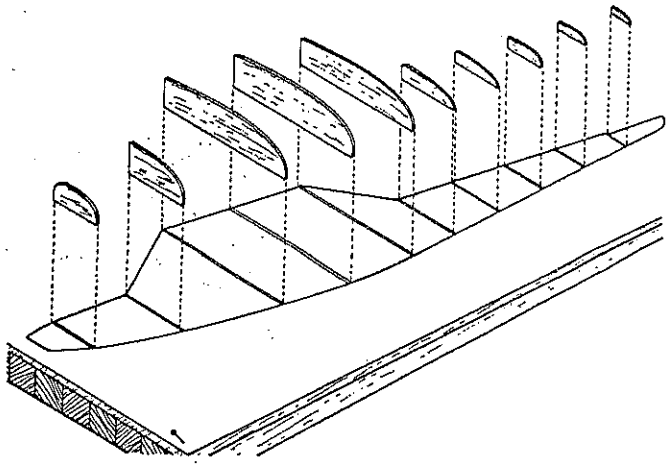


Afb. 4-73.

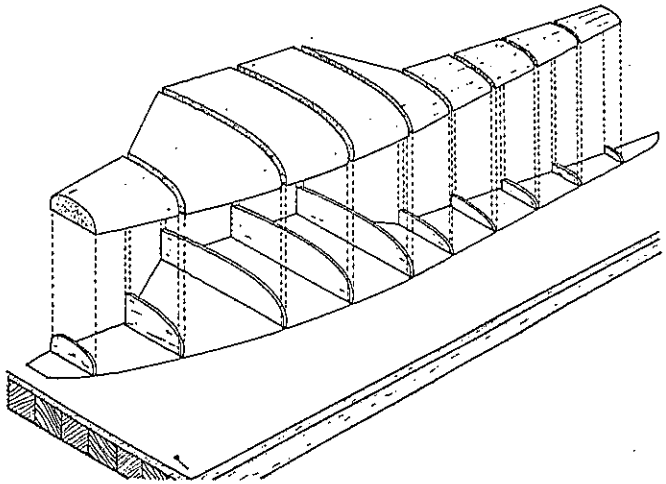
Het blok schuim wordt met grof, middelfijn en fijn schuurpapier in de uiteindelijke vorm gebracht. Controlemallen (afb. 4-72) kunnen dit aanzienlijk vergemakkelijken. Is de positieve mal klaar dan wordt, te beginnen vanaf de achterzijde en elkaar steeds overlappend, een laag dunne glasweefselstroken om de mal gewikkeld en met epoxyhars (polyesterhars tast PS-schuim sterk aan) gedrenkt (afb. 4-73).
Naar gelang de gewenste sterkte (voorzichtig, ook het gewicht neemt toe) wordt dit een of meer malen herhaald waarbij de windingen afwisselend (en overlappend) van achteren naar voren en omgekeerd aangebracht en met hars gedrenkt moeten worden. Zo zou bijvoorbeeld bij de romp van een modelzweefvliegtuig, waarbij het vooral op een gering gewicht aankomt, met slechts één tweede laag van de neus tot vlak achter de vleugel kunnen worden volstaan.
Zodra de hars hard is kan het schuim met een verdunner (bijv. aceton of styreen) uit de romp worden gespoeld. Hiermee gaat de mal verloren, maar de romp is, afgezien van de afwerking van het oppervlak, klaar.

Postieve mal

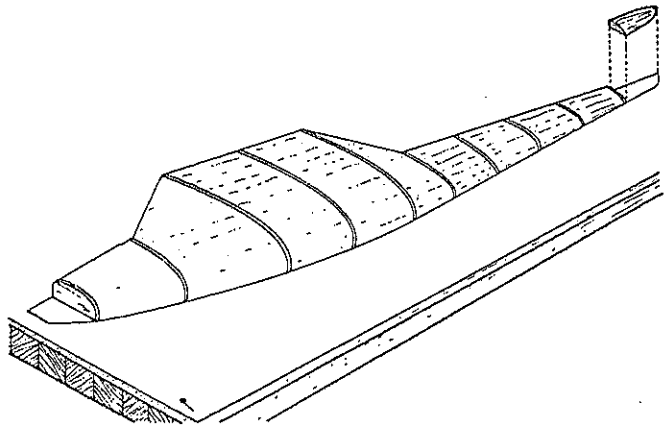
Moet de romp in of op een opnieuw bruikbare mal worden vervaardigd, dan dient eerst te worden gekozen of een positieve mal (die gemakkelijk te maken is maar, omdat het oppervlak van de romp ruw wordt, tot veel nabehandeling leidt) of een negatieve mal zal worden gebruikt, die de bouw van spiegelgladde rompen mogelijk maakt. Daar men iedere oneffenheid in het oppervlak van een negatieve mal op het oppervlak van de daarin gemaakte romp terugvindt, is alle tijd die men gebruikt om een onberispelijke mal te maken goed besteed.
Vanzelfsprekend kunnen kleine oneffenheden in de romp ook later worden gecorrigeerd. Zorgvuldige voorbewerking maakt extra werk (en extra gewicht) achteraf echter overbodig. We laten u hier zien hoe een positieve mal vervaardigd wordt. Omdat de mal op halve spanten wordt gebouwd, kan een grote mate van gelijkvormigheid van beide helften worden bereikt. De spanten, waarvan natuurlijk steeds twee gelijke helften nodig zijn, worden op de in de bouwtekening aangegeven plaatsen vastgelijmd (afb. 4-74). Daarbij dient men er op te letten dat ze zuiver en loodrecht staan. De ruimten tussen de spanten worden opgevuld door er grof voorgevormde balsablokken tussen te lijmen (afb. 4-75 t/m 4-77).
Vervolgens wordt de vorm gladgeschuurd. Het oppervlak moet werkelijk spiegelglad zijn. Circa 10 tot 15 lagen vulmiddel (poriënvuller), die vanaf tweede of derde laag steeds tussentijds met fijn waterproof schuurpapier worden geschuurd, zorgen voor een glad oppervlak dat tenslotte nog met een polijstmiddel (autocleaner) moet worden bewerkt tot een hoogglanzend resultaat is verkregen. De mal wordt vervolgens twee



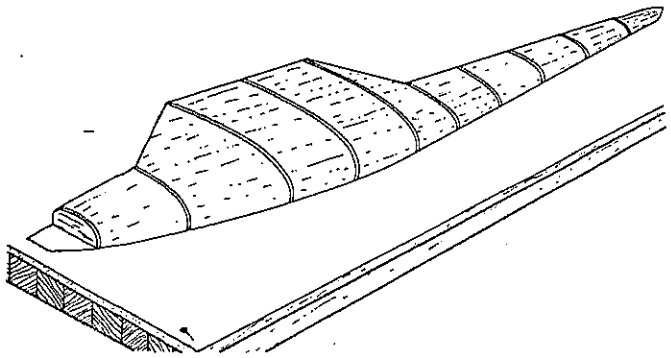
Afb. 4-74.



Afb. 4-75.

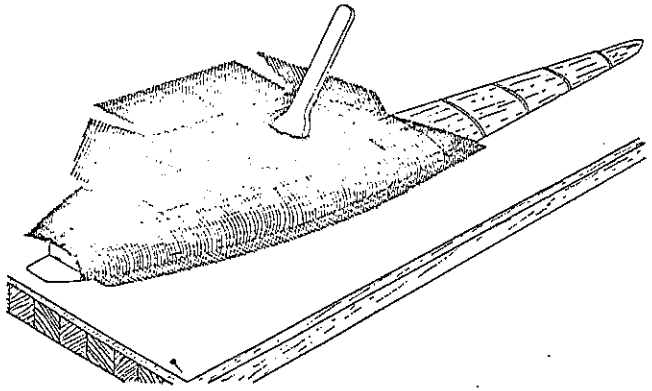


Afb. 4-76.

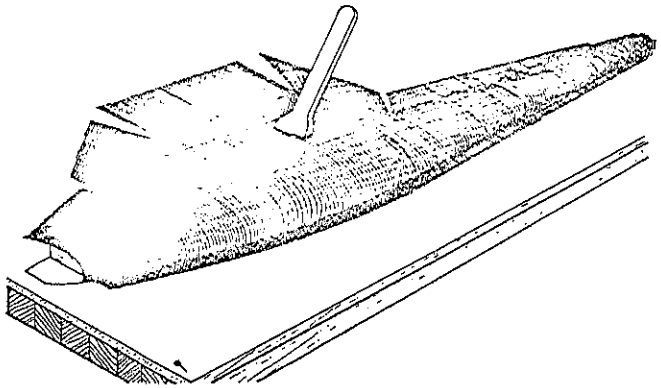


Afb. 4-77.

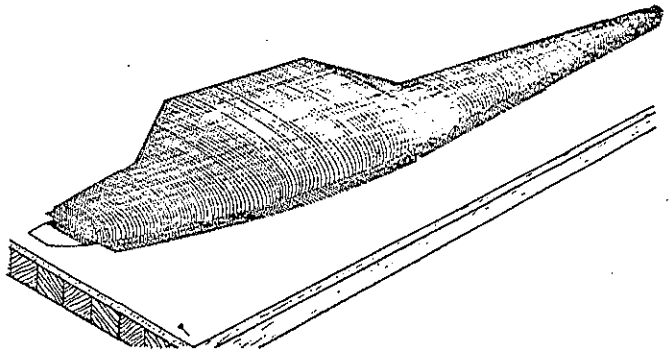
maal met losmiddel (was) ingestreken en nadat hij gedroogd is met een zachte doek opgewreven.
Bij het aanbrengen van het losmiddel, wat met een zachte kwast moet gebeuren, moet men ervoor zorgen dat de mal *op alle plaatsen* met *was* behandeld wordt. Vervolgens worden over de was nog twee lagen losslak aangebracht. Ook nu weer ervoor zorgen dat de hele mal bedekt wordt, daar de romp anders zal blijven plakken. Wanneer we zo twee halve mallen hebben gemaakt zijn de voorbereidingen voor het vervaardigen van de romp klaar.
Omdat de hars alleen, zowel polyester- als epoxyhars, vrij bros is en pas als er een geweldig dikke laag is aangebracht een zekere sterkte verkrijgt, moet het, door er glasweefsel in te leggen, verstevigd worden. In plaats van glasweefsel kan men ook glasmat gebruiken. Daar de bewerking van glasmat echter moeilijker is en de elasticiteit van glasweefsel niet met glasmat bereikbaar is, kunnen we beter alleen glasweefsel gebruiken. Het aantal weefsellagen is afhankelijk van de grootte van het model en de dikte van het gebruikte weefsel. Belangrijk is dat de romp stijf genoeg wordt om tijdens de vlucht niet te vervormen en bij de landing niet al te gemakkelijk te breken. Afgezien van het gewicht speelt de dikte van de rompwand een belangrijke rol. Terwijl de romp bij te geringe wanddikte gemakkelijk kan vervormen, heeft een te dikke wand niet voldoende elasticiteit waardoor hij bij een wat te harde landing kan breken.
Even belangrijk als een zo laag mogelijk gewicht is dus een voldoend grote elasticiteit. Door veel lagen en de daarbij benodigde hoeveelheden hars kan men dus niet verhinderen dat een neerstortend model beschadigd of vernield wordt.
Glasweefsel en hars moeten in een juiste verhouding worden aangebracht. Een romp zou voor ongeveer 65% (volume) uit glasweefsel en 35% uit hars moeten bestaan. Over het algemeen kan men volstaan met één laag glasweefsel van 160 g/m^2. Zwaar belaste delen in de buurt van motordrager, vleugelbevestiging en staart kunnen extra versterkt worden. Bij gebruik van dun glasweefsel (circa 80 g/m^2) doet men er goed aan minstens twee lagen weefsel aan te brengen, maar doorgaans neemt dan het harsaandeel toe.
Nu wordt het glasweefsel zo uitgeknipt dat dit rondom ca 1 à 2 cm buiten de mal steekt. Vervolgens wordt aan de hars de juiste hoeveelheid harder toegevoegd; volg altijd de aanwijzingen van de fabrikant op!. Er mag slechts zoveel hars worden aangemaakt als voor direct gebruik nodig is.
Het aanbrengen van het glasweefsel waarop de hars met een kwast wordt aangebracht is weergegeven in afb. 4-78 t/m 4-80. Bij het aanbrengen van de hars dient men erop te letten dat het weefsel volledig met hars doordrenkt wordt en dat er geen luchtbellen ontstaan. Afbeelding 4-78 laat een gedeeltelijke huid zien die ter versteviging in de buurt van



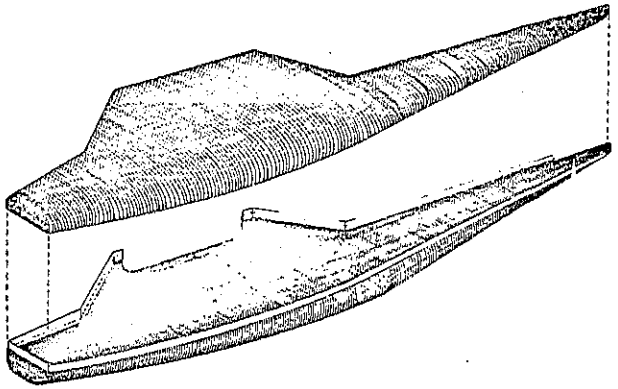
Afb. 4-78.



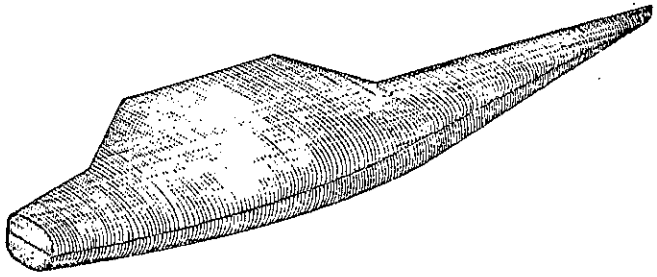
Afb. 4-79.



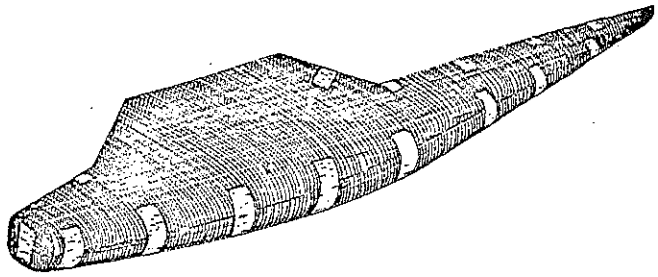
Afb. 4-80.



Afb. 4-81.



Afb. 4-82.

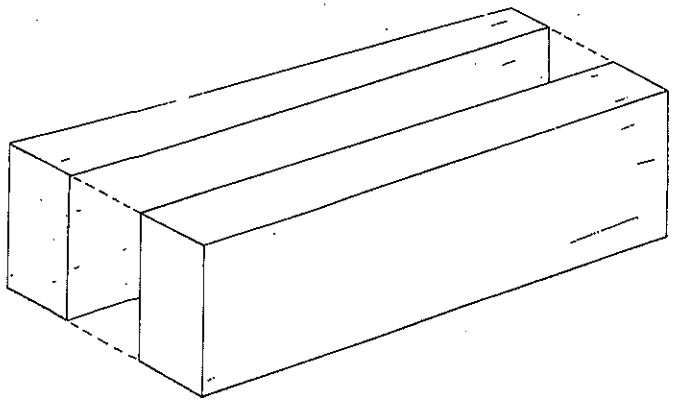


Afb. 4-83.

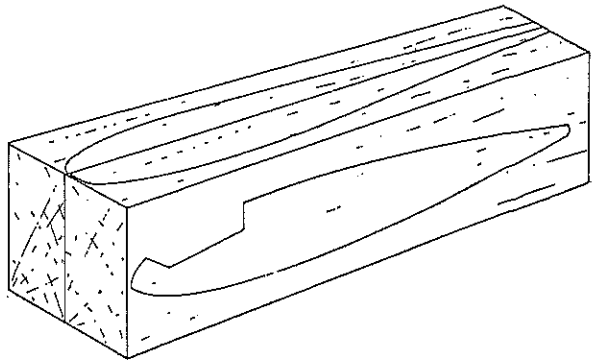
motordrager en vleugelbevestiging wordt aangebracht. In afb. 4-79 ziet men het aanbrengen van de eerste volledige laag, terwijl afb. 4-80 de gerede romphelft weergeeft. Uiteraard wordt de andere helft van de romp op dezelfde wijze vervaardigd als de eerste.
Pas als beide helften geheel uitgehard zijn worden ze uit de vorm genomen, de overstekende rand verwijderd en glad geschuurd. Het afnemen van de randen kan het best gebeuren met een fijn zaagje. Voor beide helften op elkaar gelijmd worden moeten ze volledig van resten was en lossingslak ontdaan worden omdat anders de lijmverbinding te zwak wordt. Schoonmaken met celluloseverdunner of aceton en vervolgens schuren levert een hechte verbinding. Om beide helften op elkaar te lijmen wordt nu in één van de helften een smalle strook glasweefsel rondom zo tegen de binnenkant geplakt dat deze er nog voor de helft uitsteekt (afb. 4-81). Deze strook wordt met de voor het vervaardigen van de romphelften gebruikte hars vastgezet. Als deze hard is wordt de binnenkant van de andere helft met hars ingesmeerd en over het uitstekende deel van de strook geschoven. Wanneer beide romphelften goed op elkaar aansluiten (afb. 4-82) worden deze tot de verbinding helemaal hard is met plakband op elkaar gehouden (afb. 4-83).

Negatieve mal

Een negatieve mal kan worden vervaardigd door in een gietkast gips over de positieve helften van een uit hout vervaardigd model van de romp te gieten. Ook om een negatieve mal te vervaardigen heeft men twee positieve helften nodig. Deze helften kunnen, als in het voorgaande met halve spanten en balsa vulstukken, of uit een massief blok hout vervaardigd worden. Heel geschikt, maar slecht te krijgen, is lindehout. Heeft men niet de beschikking over lindehout, dan kan ook balsa van niet

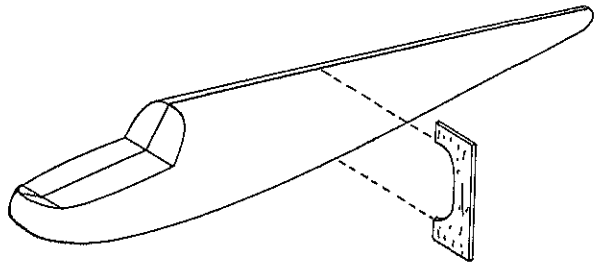


Afb. 4-84.



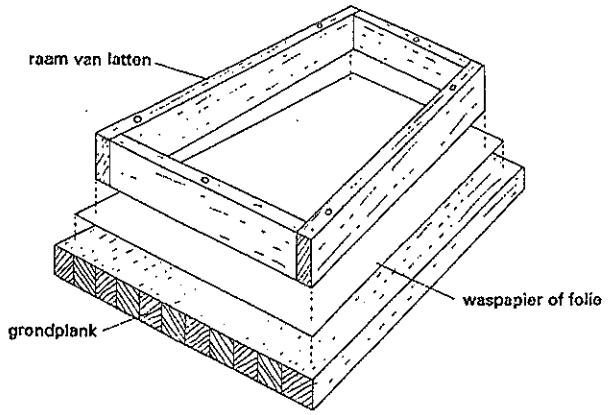
Afb. 4-85.

te zachte kwaliteit gebruikt worden. Omdat de mal ook in dit geval uit twee helften moet bestaan, worden twee blokken met enkele druppels lijm op elkaar gelijmd (afb. 4-84). Als de lijm hard is worden de contouren van de romp, eerst in zij- en vervolgens in bovenaanzicht, op het blok getekend en uitgezaagd (afb. 4-85). De bewerking is hetzelfde als bij een positieve mal. Als het oppervlak van de vorm klaar is moeten beide helften van het blok weer van elkaar losgemaakt worden.

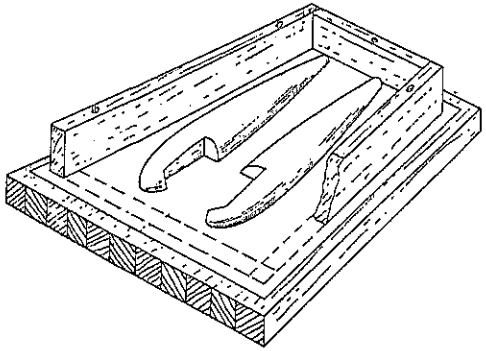


Afb. 4-86.

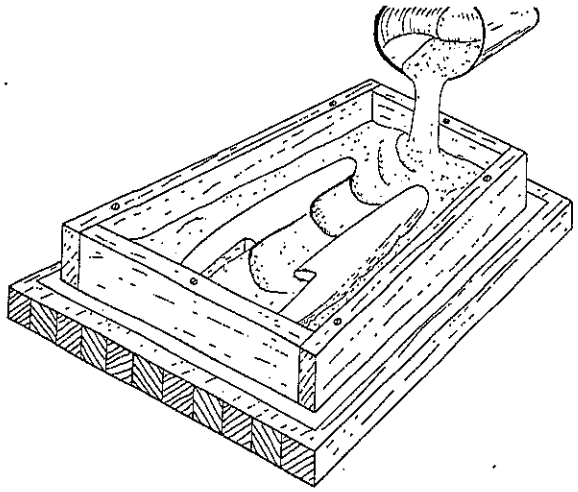
Vervolgens gaan we over tot het maken van de gietkast (4-87). Deze bestaat uit een vlakke grondplank die, om later het gips goed los te kunnen maken met een vel was- of oliepapier wordt afgedekt, en een raamwerk van latten dat hoog genoeg moet zijn. Dit raam wordt op de grondplank vastgeschroefd. De beide helften van de mal worden zo in de gietkast gelegd dat rondom en ertussen een afstand van circa 5 cm vrij blijft (afb. 4-88) en vastgezet om te voorkomen dat ze gaan drijven. Het aangemaakte gips wordt gelijkmatig in de gietkast gegoten (afb. 4-89), pas als het gips helemaal hard is kan het uit de gietkast genomen worden. Daarbij maakt het niets uit of het gipsblok van het raam loslaat of



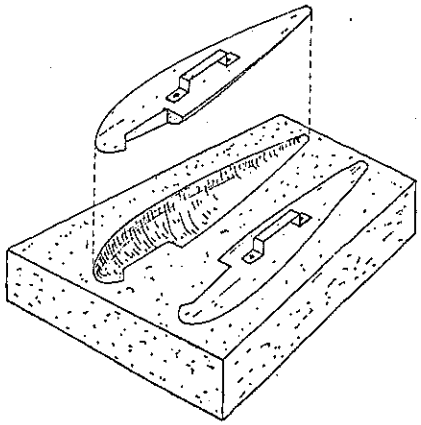
Afb. 4-87.



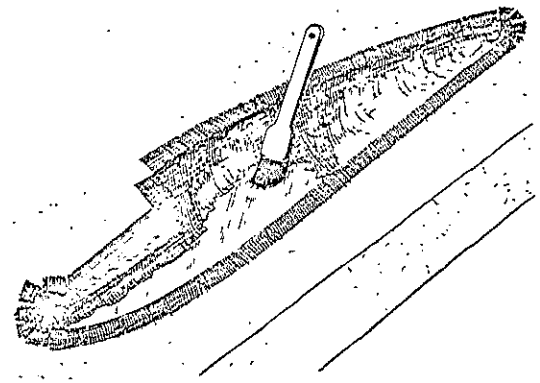
Afb. 4-88.



Afb. 4-89.



Afb. 4-90.



Afb. 4-91.

niet. Belangrijk is alleen dat het gipsblok niet beschadigd wordt en de grondplaat verwijderd wordt. Om de helften van de mal gemakkelijk uit het gips te kunnen trekken kan men er een handgreep opschroeven of een paar schroefogen indraaien (afb. 4-90).
De uitsparingen in het gips worden twee maal met lossingswas ingesmeerd en na het drogen met een zachte doek gewreven. Over de lossingswas komen twee lagen lossingslak. Als de lak droog is wordt de vorm nog eens met twee lagen was ingesmeerd en weer gewreven. Deze omstandige bewerking is nodig om later de beide romphelften zonder beschadigingen uit de gipsmal te kunnen nemen (afb. 4-91). Daar de laatste twee aangebrachte lagen aan de lucht drogen en daardoor vaak kleverig blijven, verdient het aanbeveling aan de was wat parafine toe te voegen.
Een weliswaar wat bewerkelijker maar, zeker als men van een vorm een flink aantal rompen wil maken, erg goede manier om negatieve mallen

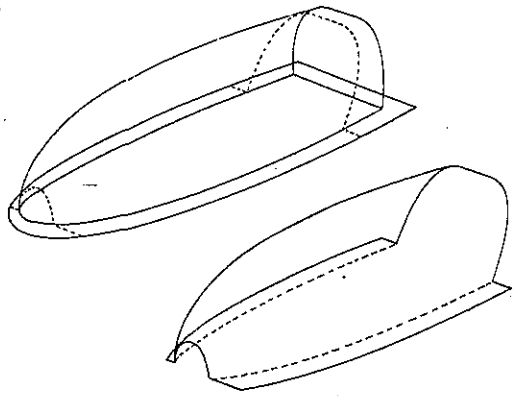
te maken is de volgende. Men maakt een positieve mal (als beschreven) en vervolgens maakt men daar op de bij positieve mallen gebruikelijke wijze een „romp" omheen. Nu maakt men de romp echter niet zo licht maar integendeel zo stijf mogelijk. Dus een redelijk aantal lagen met zonodig verstevigingen van hout of metaal. De randen worden extra dik en men werkt op een zeer gladde ondergrond (denk om lossen). Wanneer beide „romphelften" gehard zijn worden ze afgenomen en is onze negatieve vorm gereed. Het voordeel van het werken met een negatieve vorm is dat men precies de maat van de uiteindelijke romp kan bepalen, terwijl dat bij een positieve vorm lang niet zo nauwkeurig lukt.

4.5 De cockpitkap

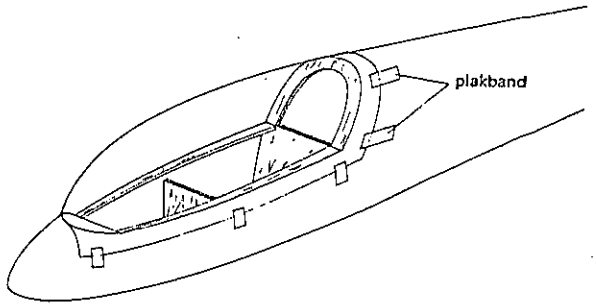
Om voor zelf geconstrueerde modellen een passende cockpitkap te kopen is niet altijd even gemakkelijk. Hoewel er een flink assortiment kappen in de handel is, zijn ze niet altijd in de gewenste vorm of grootte leverbaar. Overigens zijn er mogelijkheden genoeg om zelf een passende kap te maken.

In de handel verkrijgbare kappen

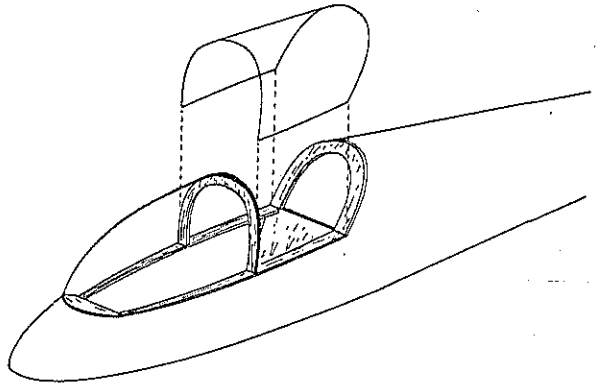
Dat bijna niemand zich bij de constructie van een eigen model zorgen om de cockpitkap maakt is begrijpelijk. Geen modelbouwer zal zijn model om een in de handel verkrijgbare kap bouwen, ontelbaar zijn daarentegen de pogingen een leverbare kap direct en zonder veranderingen toe te passen. Zo is het helemaal geen probleem om een iets te grote kap wat in te korten (afb. 4-92).
Wordt de kap rond een extra spant gebouwd dan kan hij zelfs uit twee



Afb. 4-92.

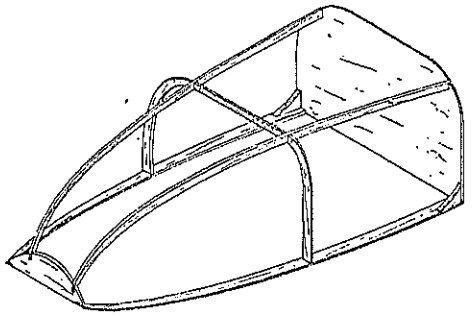


Afb. 4-93.

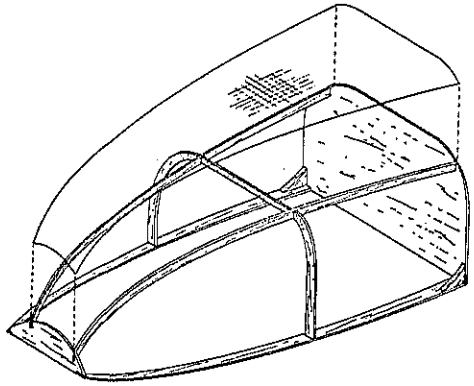


Afb. 4-94.

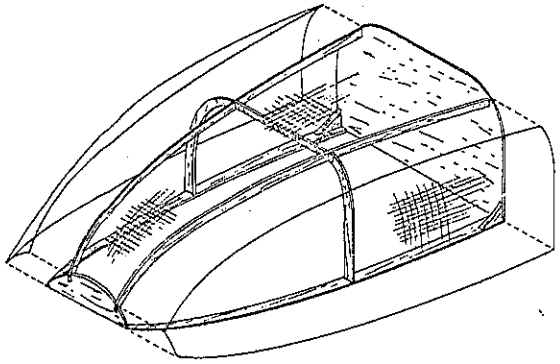
delen bestaan (afb. 4-94). Zoals deze afbeelding laat zien worden een in de handel verkrijgbare kap en een stuk perspex zo op maat gemaakt dat ze op de spant op elkaar aansluiten.
Met een spant en twee extra triplex stijlen (afb. 4-95) kunnen zelfs bijzonder grote cockpit-kappen op betrekkelijk eenvoudige wijze worden vervaardigd. De bovenste strook van de kap wordt met een nauwkeurig pasgemaakt stuk perspex o.i.d. afgedekt (afb. 4-96) terwijl de beide zijkanten van een in het midden doorgeknipte handelskap worden vervaardigd (afb. 4-97). Is geen van de verkrijgbare kappen geschikt om er de zijkanten uit te maken, dan kan men op de wijze van afb. 4-94 de zijkanten eventueel uit twee delen vervaardigen.



Afb. 4-95.



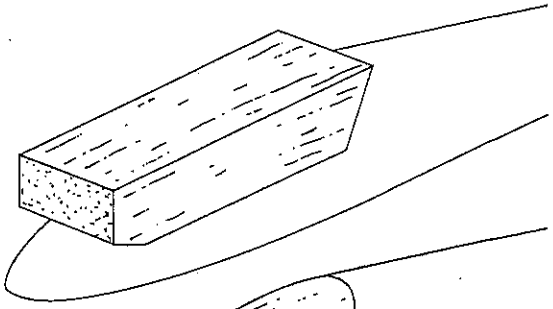
Afb. 4-96.



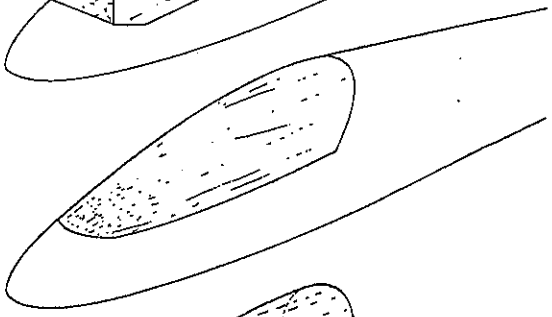
Afb. 4-97.

Het maken van een cockpitkap in de oven

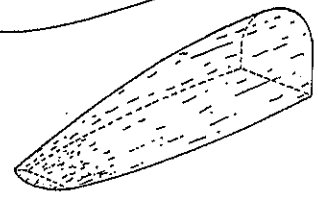
Past geen van de verkrijgbare cockpitkappen op de romp, dan resteert ons nog altijd de mogelijkheid er zelf een te maken. We maken zo veel zelf, dus waarom dan geen cockpitkap? Om een kap te maken heeft men behalve het geschikte materiaal een oven nodig, die gelukkig in de meeste huishoudens wel te vinden is. De wijze van vervormen is voor de diverse materialen verschillend. Terwijl CAB met behulp van een stempel en een matrijs in de oven kan worden vervormd, heeft men voor PMMA een negatieve mal nodig waarin het materiaal (warm) geperst wordt. Om van CAB een cockpitkap te maken zijn dus een stempel en een matrijs nodig. Het stempel is een exacte kopie van de kap. Het stempeloppervlak moet zeer glad zijn omdat elke oneffenheid daarop in de kap zichtbaar zal worden. Het stempel wordt gemaakt uit een blok hout (linden of balsa) dat beslist niet uit op elkaar gelijmde stukken mag bestaan. Bij de vereiste temperatuur (200-250 °C) zou lijm verbranden of smelten. Het stempel wordt gemaakt door een blokje hout van de geschikte soort met enkele druppels lijm op de romp vast te zetten (afb. 4-98) en dit met balsaschaaf en schuurpapier precies aan de vorm van de romp aan te passen (afb. 4-99). Het aldus bewerkte blok (afb. 4-100) wordt vervolgens



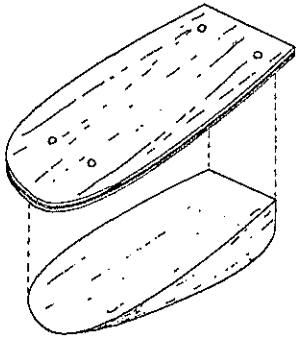
Afb. 4-98.



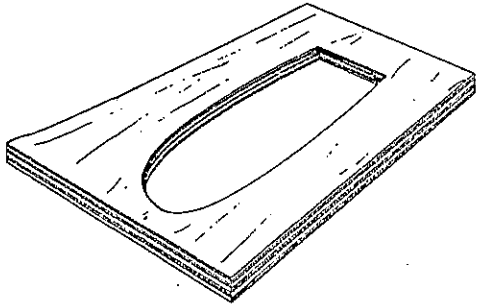
Afb. 4-99.



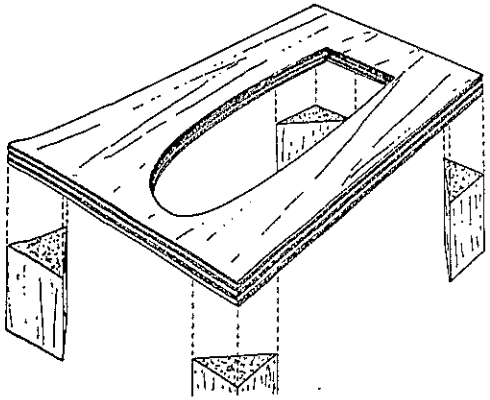
Afb. 4-100.



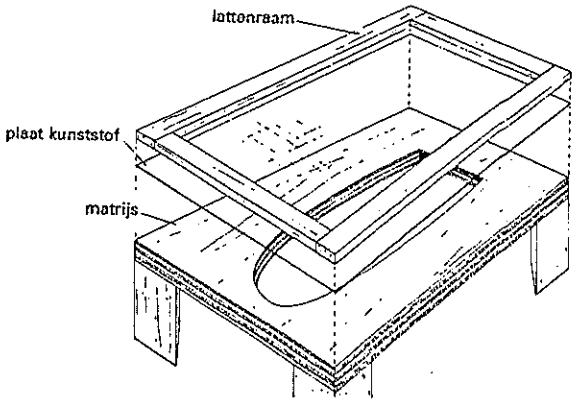
Afb. 4-101.



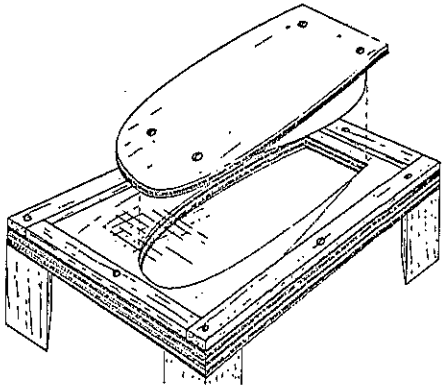
Afb. 4-102.



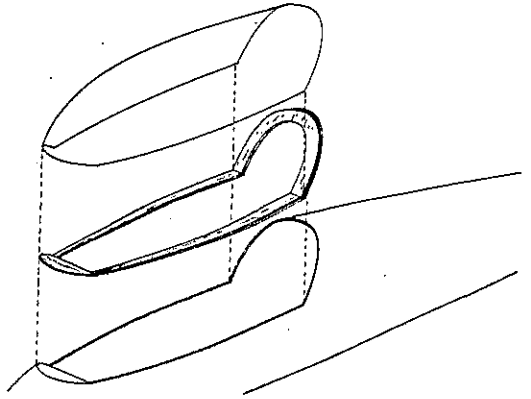
Afb. 4-103.



Afb. 4-104.



Afb. 4-105.



Afb. 4-106.

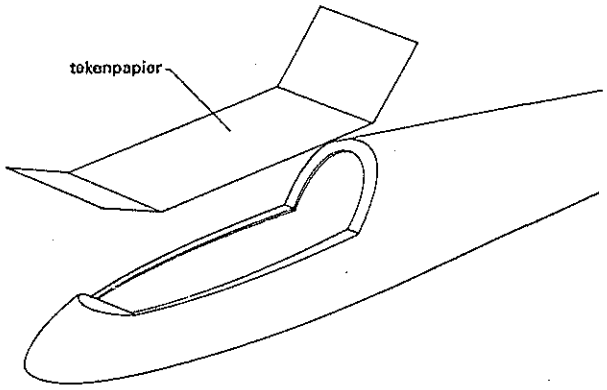
glad geschuurd. Om het stempel bij het vormen van het hete kunststof te kunnen vastpakken en te zorgen dat de kap niet verwrongen uit de matrijs komt, moet er nog een plankje (triplex 5-8 mm dik) aan het stempel geschroefd worden (niet gelijmd) dat rondom circa 15 mm uitsteekt (afb. 4-101). De matrijs wordt uit 8-10 mm dik triplex gezaagd. De trekopening moet aan de hand van het bovenaanzicht van de cockpitkap met rondom ca. 1 mm ruimte voor de kunststoffolie worden uitgezaagd en gladgeschuurd (afb. 4-102).
Voor de kunststof plaat op de matrijs gelegd wordt voorzien we de matrijs van vier pootjes (afb. 4-103) die zo hoog moeten zijn dat het stempel zonder tegen het tafelblad te stoten van boven door de matrijs kan worden gedrukt. Ook deze pootjes worden geschroefd.
Om het kunststof te kunnen trekken moet het op de matrijs worden vastgezet. Het beste kan men daartoe de kunststof met behulp van smalle latjes en wat spijkertjes of schroeven (afb. 4-104) vastzetten. De matrijs met daarop vastgezet de kunststofplaat wordt $1^1/_2$ tot 2 minuten in de voorverwarmde oven verhit. Onmiddellijk daarna wordt het stempel van bovenaf op de kunststofplaat en door de matrijs gedrukt (afb.4-105). Koelt het materiaal bij de eerste poging te snel af, dan kan de matrijs nog eens verhit worden. Het stempel blijft in de matrijs gedrukt tot het materiaal geheel afgekoeld is. Nadat de latjes van de matrijs verwijderd zijn kan de kap uit de matrijs genomen worden en pasgemaakt worden (afb. 4-106).

Uit hout vervaardigde kap

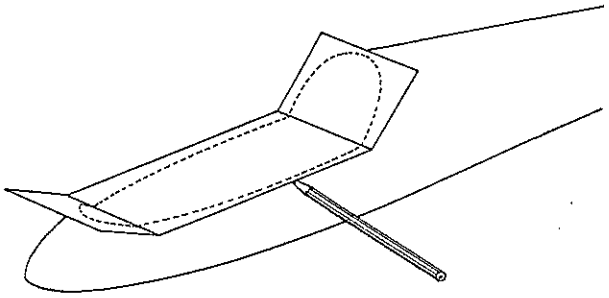
Hecht men geen bijzondere waarde aan een doorzichtige kap, dan kan eenvoudig een blokje niet te zwaar balsa (uit één stuk of op elkaar gelijmde delen) als cockpitkap gebruikt worden. Dit blokje wordt met enkele druppels lijm op de romp vastgezet en met balsaschaaf, rasp en schuurpapier aan de vorm van de romp aangepast. Om gewicht te besparen moet het blokje van binnen uitgehold worden. Het blokje wordt enkele malen met vulmiddel behandeld en tussentijds geschuurd. De eerste 2 tot 3 lagen moeten droog geschuurd worden om het hout niet te laten opzwellen, daarna wordt nat geschuurd. Pas als het oppervlak volkomen glad is wordt de kap in de gewenste kleur geschilderd.

Kaprand

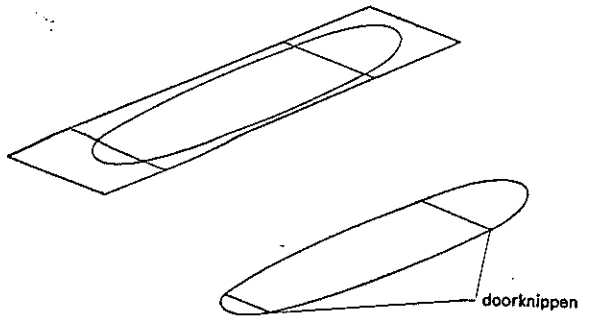
Ter versteviging van een doorzichtige cockpitkap en om een betere bevestiging op de romp mogelijk te maken is een rand nodig die uit triplex wordt gezaagd. Om de rand goed aan de vorm van de romp te kunnen aanpassen wordt een voldoend groot en niet te dun stuk tekenpapier in



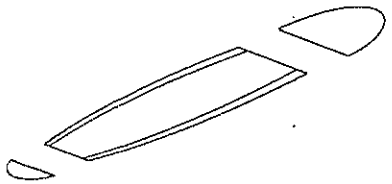
Afb. 4-107.



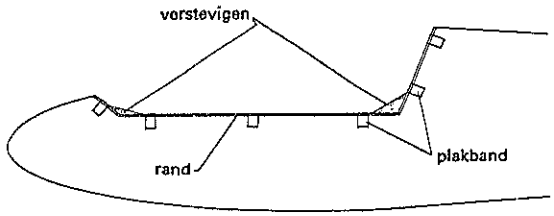
Afb. 4-108.



Afb. 4-109.



Afb. 4-110.

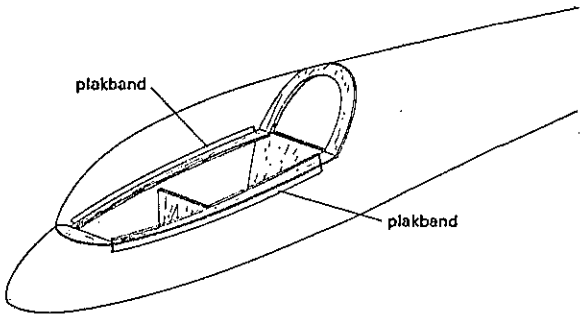


Afb. 4-111.

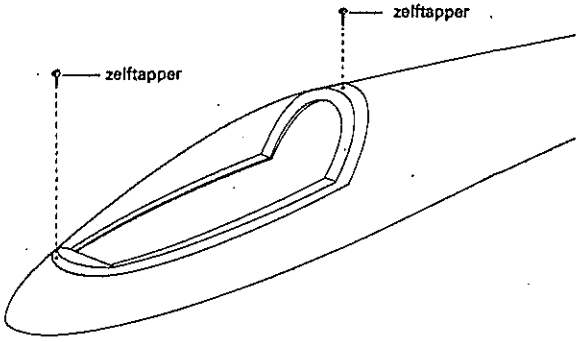
de juiste vorm gevouwen, over de uitsparing in de romp gelegd (afb. 4-107) en wordt de buitenomtrek van de cockpit op het papier afgetekend (afb. 4-108). De aldus afgetekende rand wordt nu met de schaar langs de potloodlijn uitgeknipt en de afgeronde uiteinden op de plaats van de vouwen afgeknipt (afb. 4-109). Voordat deze vormen op triplex worden overgebracht moeten de randen van het middengedeelte (8-15 mm breed) worden uitgeknipt (afb. 4-110) omdat alleen die voor het middenstuk van de rand nodig zijn. Nu worden alle onderdelen op triplex (ca. 3 mm dik) overgetekend en uitgezaagd. De lijmplaatsen worden met witte houtlijm ingesmeerd en de verschillende delen worden goed uitgericht met plakband op de romp vastgezet (afb. 4-111). De hoeken worden verstevigd door er stukjes balsahout (ca. 5 mm dik) in te lijmen.

Bevestigen van de cockpitkap

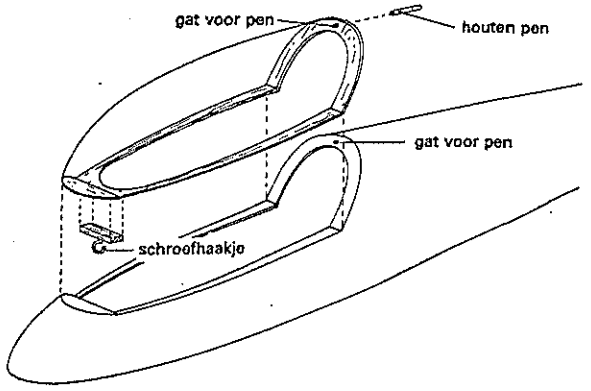
Voor de bevestiging van de kap aan de romp heeft men keus uit verschillende mogelijkheden. De meest fantasieloze maar redelijke werkende methode om een kap te bevestigen is een strookje plakband dat de kap (natuurlijk aan beide kanten) op zijn plaats houdt (afb. 4-112). Elegant is deze oplossing echter bepaald niet. Wordt de cockpitkap zonder spanning op de romp bevestigd terwijl de kap rondom over de romp heen steekt dan zet men hem eenvoudig met twee zelftappende schroefjes vast (afb. 4-113).
Ook het uit de modelvliegtuigbouw niet weg te denken elastiek kan voor de bevestiging worden gebruikt. Aan de achterzijde wordt de kap door



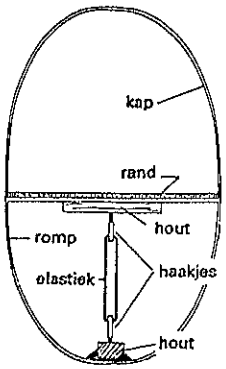
Afb. 4-112.



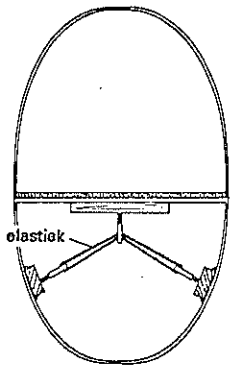
Afb. 4-113.



Afb. 4-114.



Afb. 4-115.



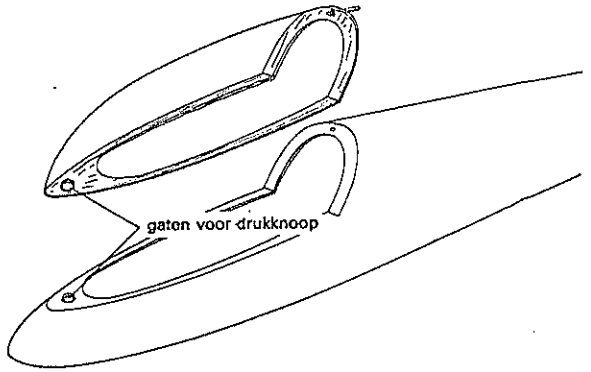
Afb. 4-116.

een houten pen die in een gat in de romp valt, vastgehouden. Aan de voorzijde wordt de kap door een elastiekje dat aan de kap en in het inwendige van de romp in schroefoogjes hangt (afb. 4-113 t/m 4-116) op eenvoudige wijze op zijn plaats gehouden. Zoals de afbeeldingen laten zien moeten de schroefoogjes in een houten blokje geschroefd worden die men tegen de rand van de kap en de bodem van de romp lijmt. Is er op de bodem van de romp geen plaats dan worden twee schroefoogjes of twee uit draad gebogen haken tegen de zijwanden van de romp gelijmd.

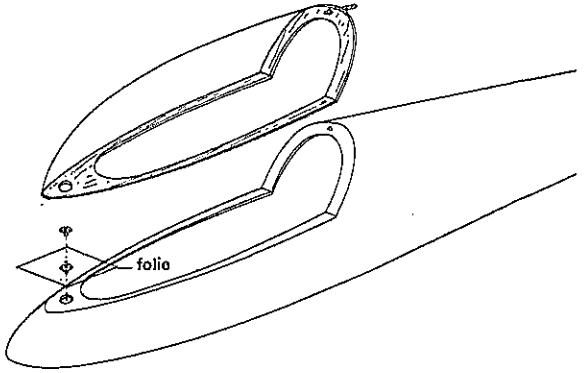
Ook bij gebruik van een drukknoop om de kap op de romp te bevestigen, wordt een houten pen toegepast om de achterrand op zijn plaats te houden.

De montage van de drukknoop levert geen problemen op, maar vergt enige aandacht als de kap goed sluitend op de romp moet rusten. Om de beide helften van de drukknoop aan te brengen worden, recht tegenover elkaar, op de rand van de kap en de romp gaten voor de drukknoop afgetekend, voorgeboord en uitgezaagd (afb. 4-117). Om te voorkomen dat de beide helften van de drukknoop aan elkaar gelijmd worden legt men, voor ze op elkaar gedrukt en vastgelijmd worden, een stuk folie (plastic draagtas) tussen beide helften en drukt ze dan samen. Bij voorkeur lijmt men met snelhardende epoxylijm. Eerst wordt de buitenkant van de onderste helft van de drukknoop met lijm ingesmeerd, de drukknoop op zijn plaats gezet en uitgericht (afb. 4-118). Als de lijm hard is wordt de buitenkant van de bovenste helft van de knoop met lijm ingesmeerd en zo op de romp geplaatst dat de drukknoop in het gat valt. Tot de lijm hard is wordt de kap met elastiekjes of plakband op de romp vastgehouden. (afb. 4-119).

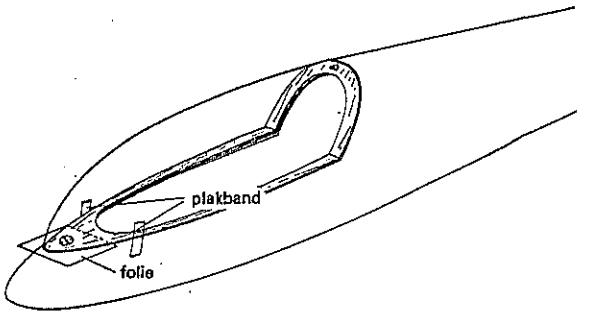
In afb. 4-120 is de bevestigingsmethode van de kap van de „Alpha" van Multiplex geschetst. De rand is hier van een sleuf voorzien die onder een



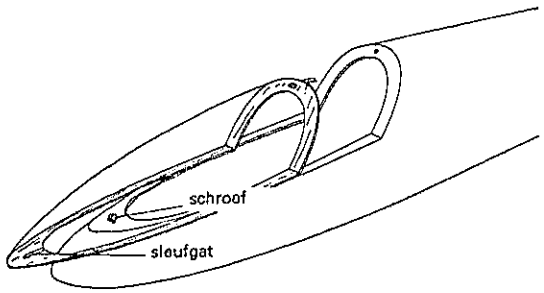
Afb. 4-117.



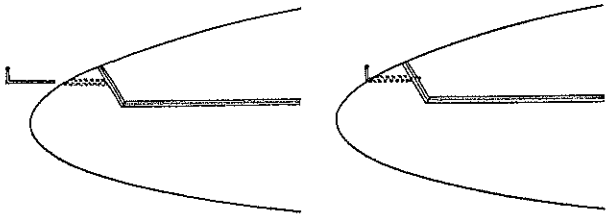
Afb. 4-118.



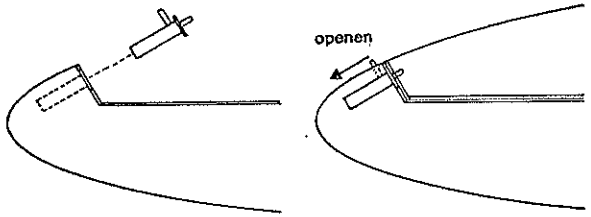
Afb. 4-119.



Afb. 4-120.



Afb. 4-121.



Afb. 4-122.

schroef schuift die zover in de romp is geschroefd dat de rand nog juis onder kop van de schroef past. Een staaldraad die in een in de rom gelijmd messingpijpje schuift, houdt de kap in afb. 4-121 op zijn plaat terwijl afb. 4-122 de sluiting met een verende pen van Carrera laat zien.

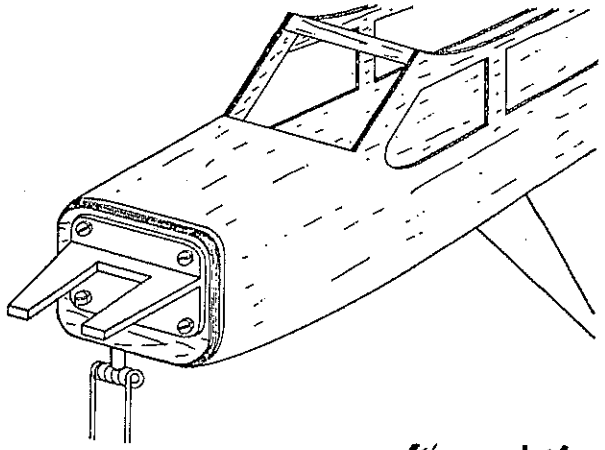
4.6 Diversen

Bevestigen van de motorkap

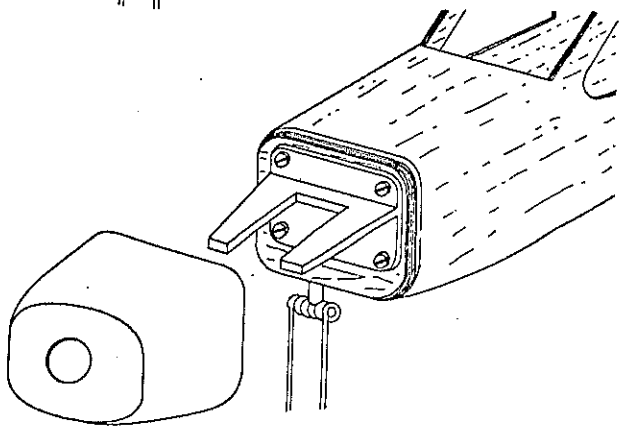
Wordt het model uitgerust met een afneembare motorkap (wat bijzonder handig is), dan moet er ook een manier gevonden worden om deze eenvoudig aan de romp te bevestigen. In de afb. 4-123 t/m 4-125 is een veel gebruikte methode geschetst om de motorkap met enkele schroeven aan de romp te bevestigen.

Bevestigen van het luik van het tankcompartiment

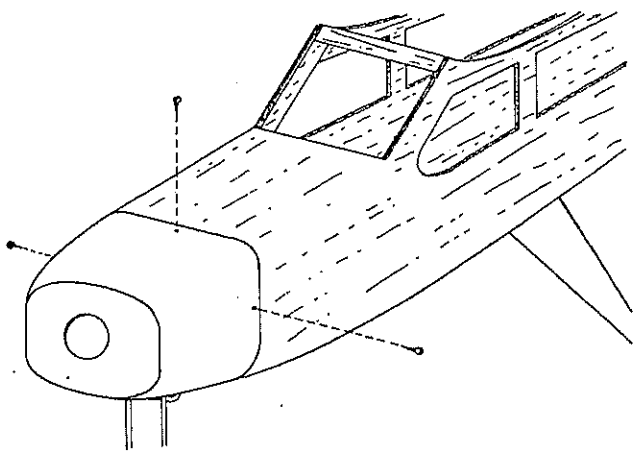
Om de brandstoftank in de romp te kunnen plaatsen en van tijd tot tijd de brandstofleidingen te kunnen controleren, kan natuurlijk worden volstaan met een opening in de achterste spant van het tankcompartiment



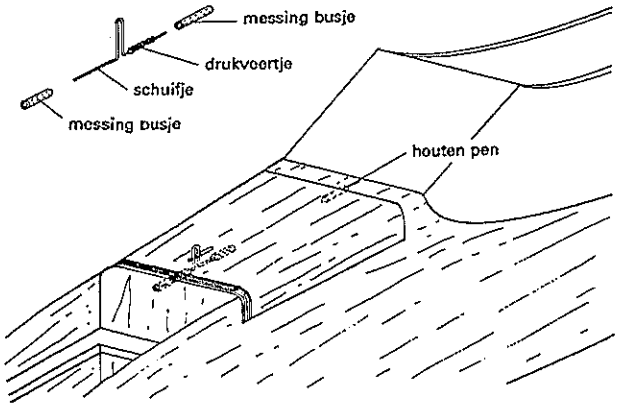
Afb. 4-123.



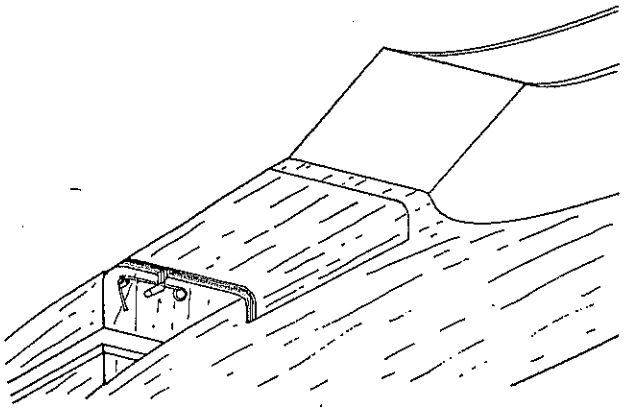
Afb. 4-124.



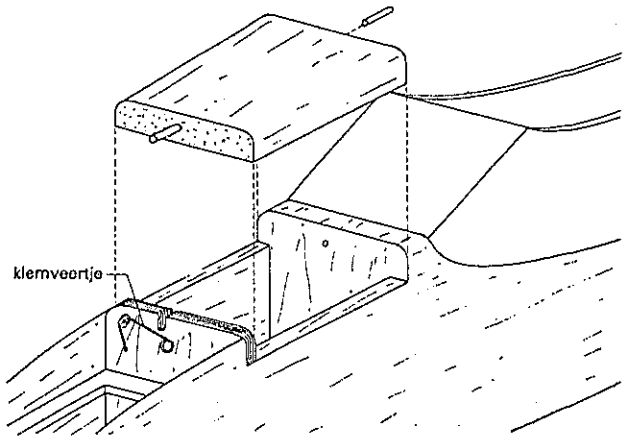
Afb. 4-125.



Afb. 4-126.



Afb. 4-127.



Afb. 4-128.

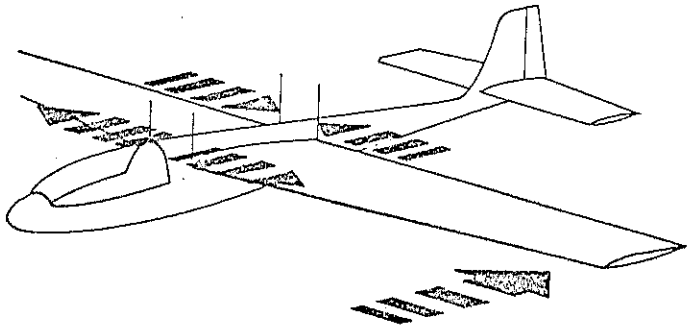
waar de tank doorheen kan. Ook het eventueel inbouwen van een nieuwe tank is via deze opening mogelijk. Eleganter en aanzienlijk praktischer is het als men van bovenaf bij de tank kan komen. Een afneembaar luik op het tankcompartiment is de ideale oplossing.
In afb. 4-126 wordt het luik aan de achterzijde door een pen die in de rompspant steekt op zijn plaats gehouden en aan de voorzijde met een schuifje gesloten. Dit wordt van circa 1,5 mm dik messing- of ijzerdraad gebogen en zo in twee tegen het luik gelijmde stukjes messingpijp opgesloten dat het ca. 5 mm in de voorste spant kan schuiven. Om te voorkomen dat het luik tijdens de vlucht opengaat wordt op het achterste deel van het schuifje een drukveer geschoven die de schuif naar voren drukt.
Een andere mogelijkheid om het luik te bevestigen is geschetst in afb. 4-127 en 4-128. Ook hier wordt het luik van achteren door een pen op zijn plaats gehouden. Hier wordt het luik met behulp van een veertje op zijn plaats op de romp gehouden. Deze veer valt aan de voorzijde over een in het luik gelijmde pen die in een sleuf in de rompspant glijdt. De rond een schroefje draaiende veer wordt aan het andere uiteinde omgebogen en in een gaatje in de spant gestoken.

5. De bouw van vleugels

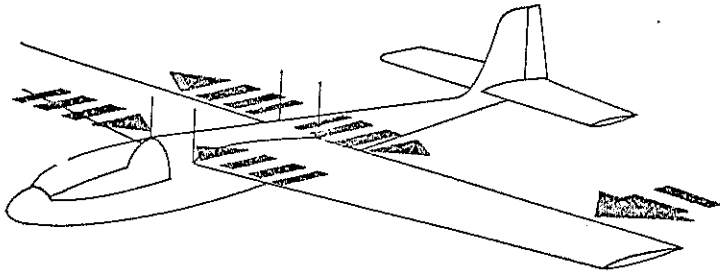
Bij de bouw van een modelvliegtuig speelt de constructie van de vleugels een belangrijke rol daar deze bij het vliegen niet alleen in belangrijke mate bijdragen tot de prestaties van het model, maar ook bij een zo laag mogelijk gewicht sterk uiteenlopende belastingen moeten kunnen opvangen. De vleugels worden tijdens vlucht en landing aan trek-, druk torsie- en buigkrachten onderworpen waarmee bij de constructie dus zeker rekening gehouden moet worden.
Tijdens de vlucht worden de vleugels door de langsstromende lucht naar achteren gedrukt. Daardoor wordt aan de vleugelwortel de achterlijst tegen de romp gedrukt terwijl de voorlijst van de romp wordt weggetrokken (afb. 5-1). Tijdens de landing worden de krachten door de plotselinge remmende werking een ogenblik omgekeerd (afb. 5-2).
De bij een lijnstart en tijdens de vlucht optredende krachten buigen de vleugel naar boven waarbij de bovenzijde van de vleugel aan een flinke druk- en de onderzijde aan een even grote trekkracht wordt blootgesteld terwijl de vleugels tijdens de landing kortstondig naar onderen kunnen doorslaan (zweefvliegmodellen), zodat druk- en trekkrachten gedurende een ogenblik van richting worden omgekeerd (afb. 5-3 en 5-4).
Een voldoend grote sterkte moet verkregen worden door een juiste dimensionering van voor- en achterlijst, hoofd- en hulpligger (voor zover nodig) en door de keuze van geschikte materialen in combinatie met voldoend grote lijmvlakken. Om de op trek en druk belaste vleugelwortel sterk genoeg te maken moeten de eerste 3 à 4 ribben beslist uit triplex vervaardigd worden. Om de verbindingen van wortelrib aan voor- en achterlijst te verstevigen blijken verstevigingshoeken uit hard balsa en een beplating van de vleugelwortel goed te voldoen (afb. 5-5 en 5-6).

5.1 Vleugels met ribben

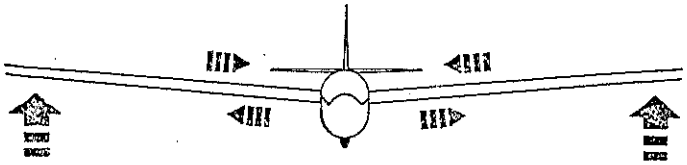
De oudste constructie. Ondanks tal van nieuwe vleugelconstructies wordt de constructie op ribben nog steeds het meest voor de bouw van vleugels toegepast. Het grote voordeel van deze constructie is de veelzijdigheid. Men kan er zonder kostbaar gereedschap alle vleugels voor zweef- en motormodellen in alle mogelijke profielen mee bouwen.



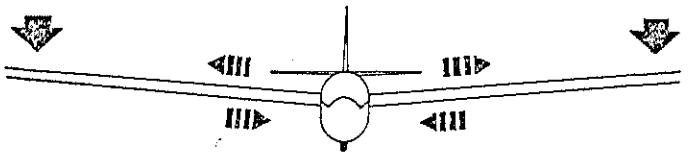
Afb. 5-1.



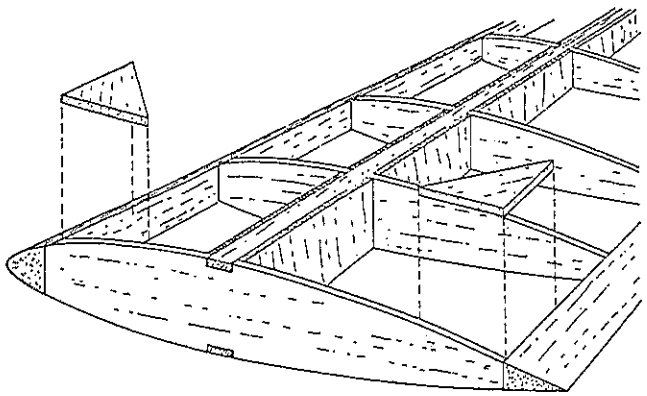
Afb. 5-2.



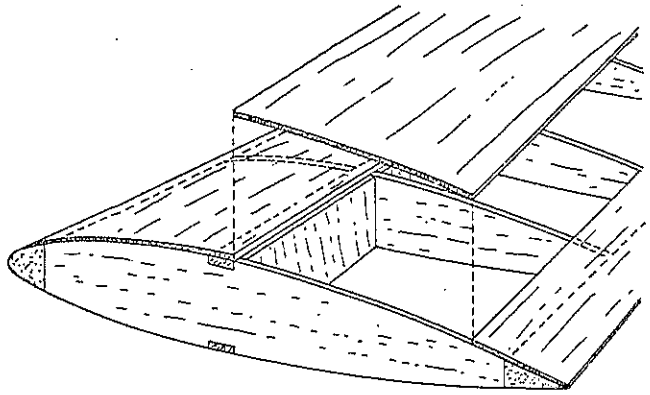
Afb. 5-3.



Afb. 5-4.



Afb. 5-5.

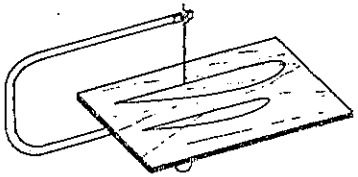


Afb. 5-6.

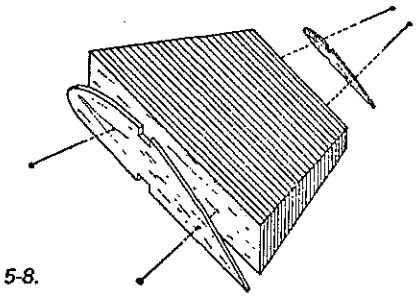
Het maken van de ribben

Wordt het model gebouwd aan de hand van een bouwtekening waarop alle ribben zijn afgebeeld, dan worden deze met carbonpapier en pot lood op het hout overgetrokken en vervolgens uitgezaagd of -gesneden Om de in beide vleugelhelften tegenover elkaar liggende ribben precies gelijk te krijgen verdient het aanbeveling om maar één stel (dus alle rib ben van een vleugelhelft) over te trekken en deze dan paarsgewijs u twee op elkaar geplakte plankjes uit te zagen.
Zijn echter slechts wortel- en eindrib op de tekening afgebeeld, da wordt het maken van de ribben wat moeilijker. Weliswaar kan men, om dat hier voorbeeldribben beschikbaar zijn, de ontbrekende ribben uitte kenen, maar eenvoudiger en aanzienlijk betrouwbaarder is het op e

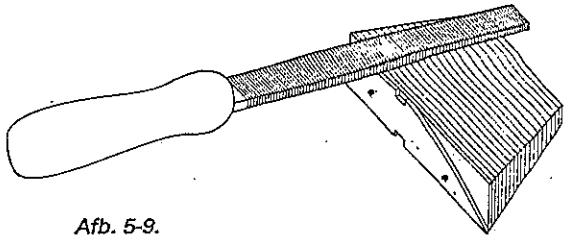
olgende wijze de ribben „en bloc" te vervaardigen. Eerst worden de ibben van vleugelwortel en -tip op 2-3 mm dik triplex of op pertinax printplaat) overgetrokken en uitgezaagd (afb. 5-7). Dit moet uiterst auwkeurig gebeuren omdat het aanhouden van de contouren een oorwaarde is voor volledig juist profiel van de uiteindelijke vleugel. Vervolgens worden de uitgezaagde ribben die als sjablonen voor het maken van de ontbrekende ribben moeten dienen, met fijn schuurpapier glad geschuurd. Daarbij moet natuurlijk de gewenste vorm nauwkeurig worden aangehouden.
Nu wordt het in de bouwtekening aangegeven aantal ribben dat tussen de beide sjablonen behoort, in lengte en hoogte ruim uit het te gebruiken hout gesneden en met een druppeltje lijm tot een ribbenblok op elkaar gelijmd (afb. 5-8) of met twee draadstangetjes op elkaar geschroefd. Na het harden wordt het ribbenblok bewerkt tot een onberispelijke overgang van wortelrib naar eindrib is verkregen (afb. 5-9 en 5-10). Voordat het op deze wijze vervaardigde ribbenblok uit elkaar genomen kan wor-



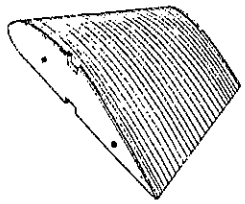
Afb. 5-7.



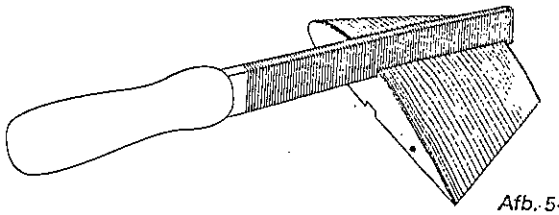
Afb. 5-8.



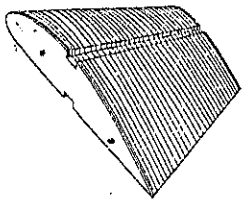
Afb. 5-9.



Afb. 5-10.



Afb. 5-11.

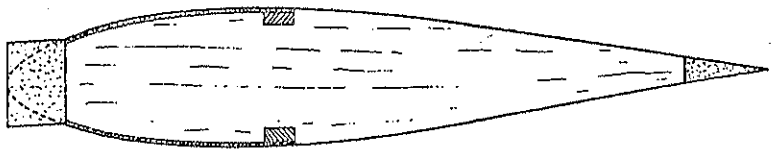


Afb. 5-12.

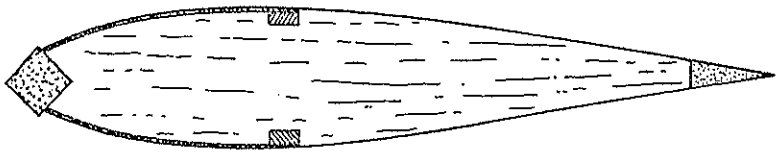
den moeten nog de uitsparingen voor ligger(s) en hulpligger(s) worden aangebracht (afb. 5-11 en 5-12). De aldus gemaakte ribben kunnen we soms niet gebruiken om er een vleugel van te maken, maar als voorbeeldribben gebruiken of er reparaties mee uitvoeren. Met behulp van deze voorbeeldribben worden nu steeds twee (voor elke vleugelhelft een) ribben uit het daartoe bestemde hout gesneden en glad geschuurd. De tweede mogelijkheid is de ribben wèl te gebruiken en het tweede stel met omgekeerde sjablonen te maken. Hoe dan ook, wanneer de vleugel later met polyesterfolie (solar film o.i.d.) bespannen wordt, moet u in elke rib een gaatje boren om de lucht te laten ontsnappen.

Voor- en achterlijst

Aan de voorlijst die de neus van het profiel vormt, dient men de nodige aandacht te besteden omdat deze in niet geringe mate de vliegprestaties beïnvloedt. Behalve een zo goed mogelijke aansluiting op het profiel speelt de sterkte een niet te onderschatten rol. Afgezien van enkele in de handel verkrijgbare, in profiel geschuurde (en maar zelden passende) balsa voorlijsten worden rechthoekige latten (afb. 5-13 en 5-14) gebruikt, die men zelf in de gewenste vorm moet brengen.

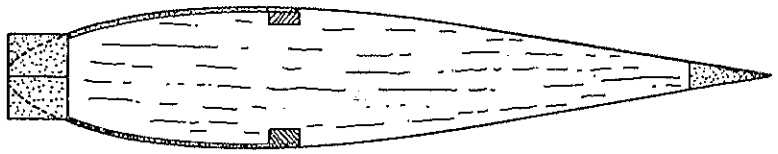


Afb. 5-13.

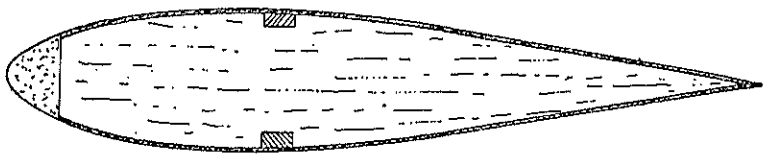


Afb. 5-14.

Afb. 5-15.



Afb. 5-16.

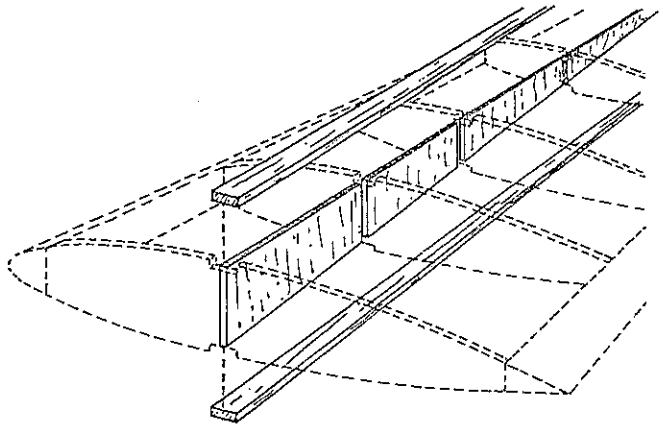


Afb. 5-17.

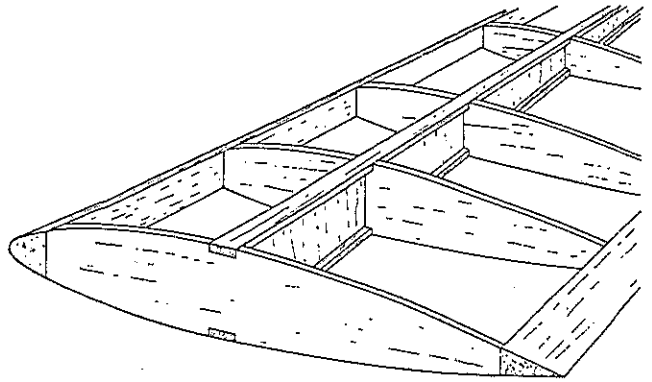
Uit het oogpunt van gewicht wordt voor de voorlijst altijd balsahout gebruikt. Extra sterkte kan men verkrijgen door tegen de achterkant van de voorlijst een rechthoekige lat (afb. 5-15) te lijmen of, als geschetst in afb. 5-16, de voorlijst uit twee op elkaar gelijmde latten te maken. Ruimer dan bij de voorlijst is het aanbod van kant en klare balsa achterlijsten die, zoals uit afb. 5-13 t/m 5-16 blijkt tegen de ribben gelijmd worden. Een andere uitvoering van de „achterlijst", die gevormd wordt door de bovenste en onderste beplanking is geschetst in afb. 5-17.

Hoofdligger

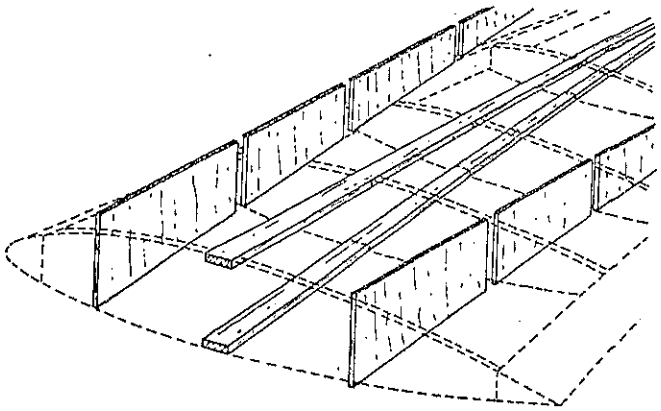
De hoofdligger wordt bij voorkeur in het dikste deel van het vleugelprofiel aangebracht omdat hij op die plaats door de beschikbare hoogte van het profiel optimaal tot de sterkte van de vleugels kan bijdragen. Als hoofdliggers blijken de dubbele T-ligger (afb. 5-18 en 5-19), de dooslig-



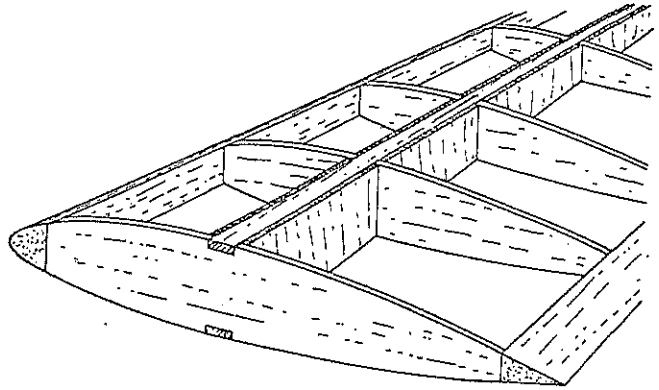
Afb. 5-18.



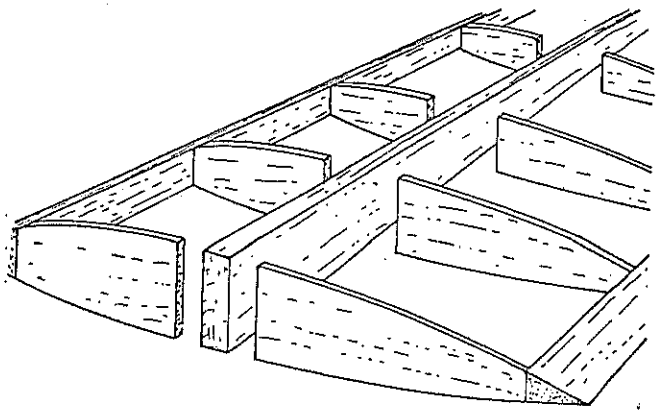
Afb. 5-19.



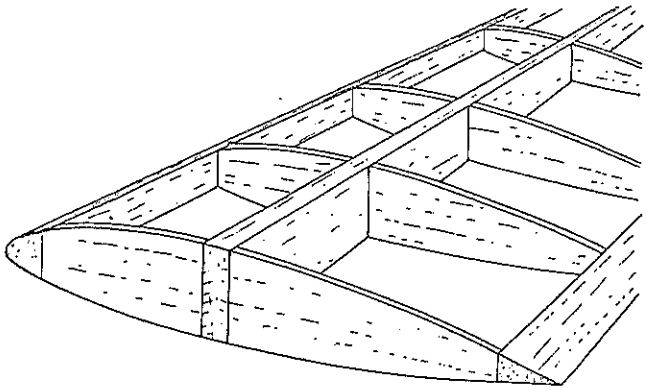
Afb. 5-20.



Afb. 5-21.



Afb. 5-22.

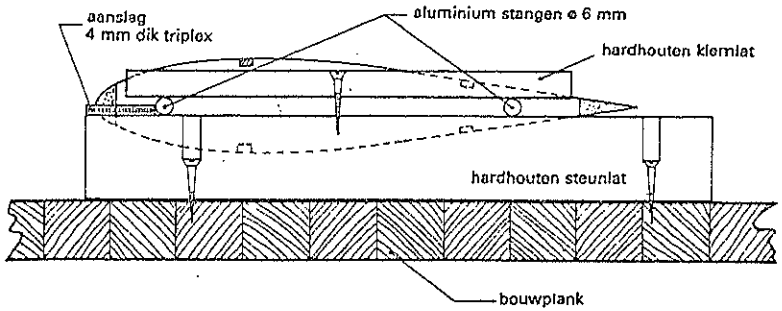


Afb. 5-23.

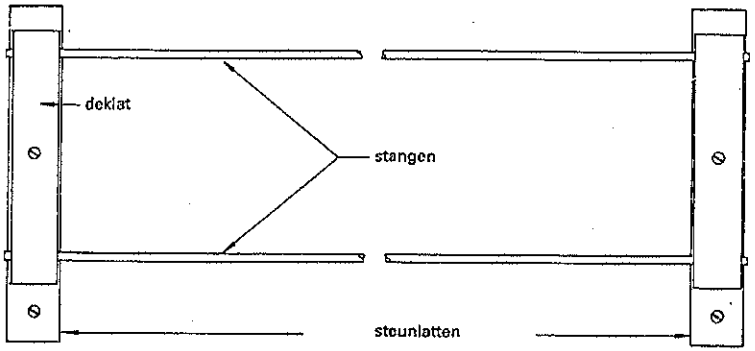
ger (afb. 5-20 en 5-21) en de (veel minder vaak toegepaste) plankligger (afb. 5-22 en 5-23) goed te voldoen. Voor de dubbele T-ligger worden als bij de doosligger, twee mooie kwastvrije, grenen latten met de draad in de lengterichting, als bovenste en onderste liggergording gebruikt. Tussen de ribben worden de liggergordingen door in- of opgelijmde 1,5-2 mm dikke houten steunen met de draad verticaal tussen of aan weerszijden van de gordingen verstevigd.

Vleugelhelling

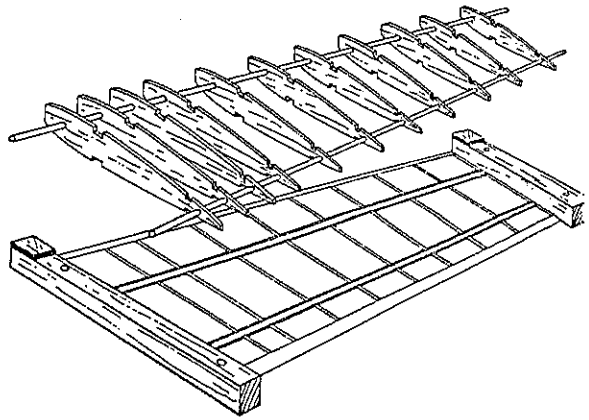
Een vleugel (ook met symmetrisch profiel) kan op de in de States veel toegepaste „RCM-Wing-jig" uiterst nauwkeurig en met minder moeite in korte tijd worden gebouwd. Voor deze constructie van vleugelhelften (afb. 5-24 en 5-25) heeft men behalve de bouwplank vier hardhouten latten, twee metalen stangen Ø ca. 6 mm, twee stukjes triplex en enkele houtschroeven nodig.
De helling wordt gebouwd door links en rechts van het bovenaanzicht van de vleugel op de bouwtekening de beide hardhouten steunlatten vast te schroeven. Vervolgens worden de ribben van twee gaten voorzien (als ze die al niet hebben door het „en bloc" maken), op de stangen „geregen" (afb. 5-26) en uitgericht (afb. 5-27). Nu worden de (hardhouten) deklatten zo vastgeschroefd dat de ribben op hun plaats gehouden worden (afb. 5-28). Vervolgens worden de bovenste ligger (afb. 5-29) en de voor- en achterlijst erin of ertegen gelijmd (afb. 5-30) en tot de lijm helemaal hard is met spelden op hun plaats gehouden.
Als de lijm hard is worden de deklatten afgenomen en wordt de vleugel omgekeerd weer in de helling geplaatst. Ook aan deze kant worden nu de liggers vastgelijmd (afb. 5-31). Vervolgens wordt eventueel de eerste beplanking (die tevoren op de juiste breedte tegen elkaar werd gelijmd



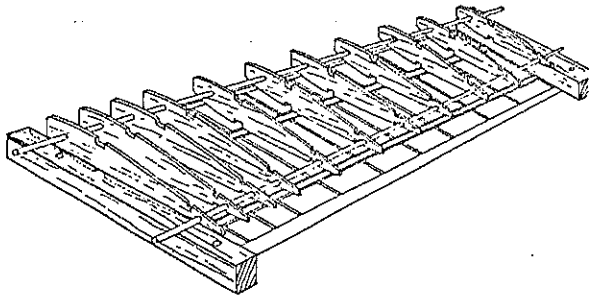
Afb. 5-24.



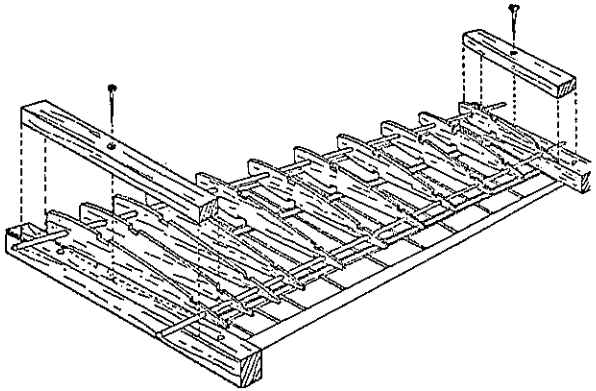
Afb. 5-25.



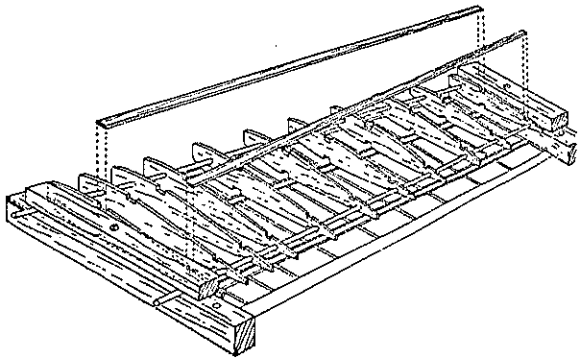
Afb. 5-26.



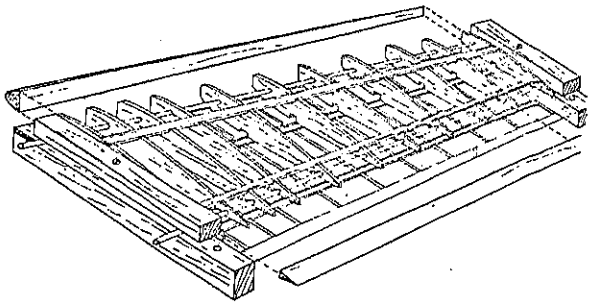
Afb. 5-27.



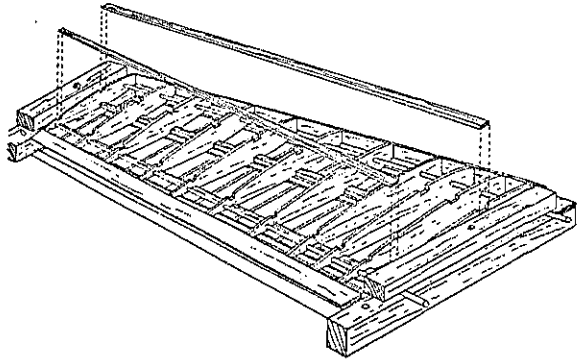
Afb. 5-28.



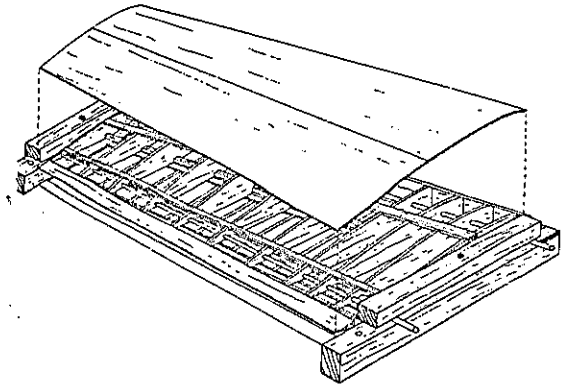
Afb. 5-29.



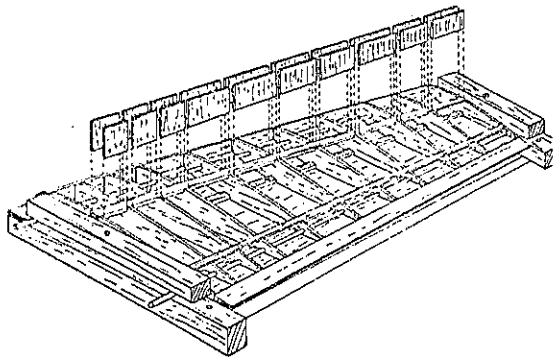
Afb. 5-30.



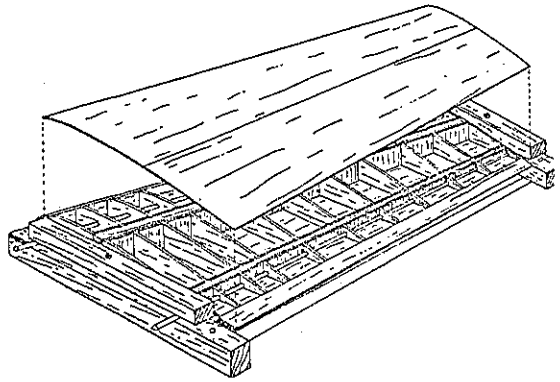
Afb. 5-31.



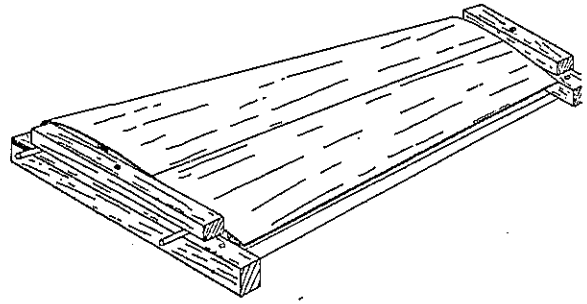
Afb. 5-32.



Afb. 5-33.



Afb. 5-34.

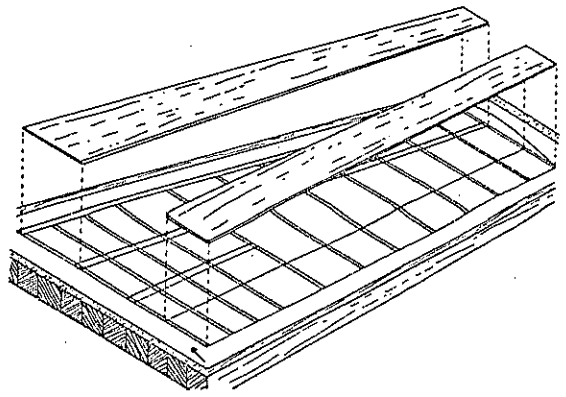


Afb. 5-35.

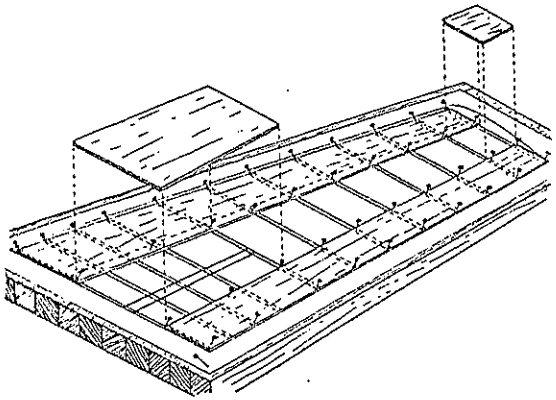
vastgelijmd (afb. 5-32) en met spelden vastgezet tot de lijm droog is. Voor de volgende bewerking moet de vleugel weer omgekeerd worden om de ligger te completeren (afb. 5-33) en de tweede beplanking (afb. 5-34 en 5-35) op te lijmen. Om verwringen te voorkomen dient de vleugel pas als alle lijmplaatsen volkomen hard zijn uit de helling genomen te worden. Vanzelfsprekend worden nu ook de metalen stangen verwijderd.

Tweedelige vleugel, gedeeltelijk beplankt, zonder achterlijst

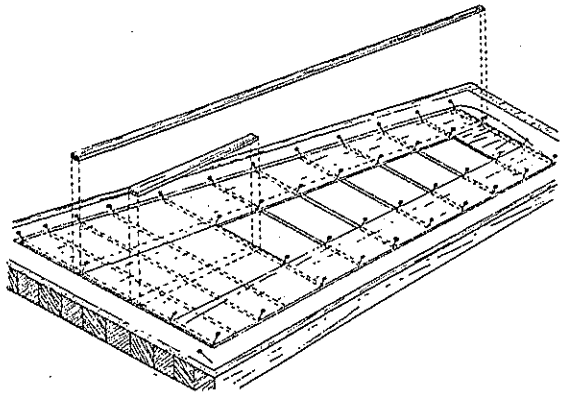
Vooral in de modelzweefvliegtuigbouw waar de spanwijdten steeds groter worden, wordt de bouw van tweedelige vleugels (noodgedwongen) toegepast. Omdat niet elke modelbouwer over een grote werkplaats kan beschikken is men vaak gedwongen of kleine modellen, of modellen met tweedelige vleugels te bouwen.
Ruimtenood is echter niet het enige probleem. Omdat het vliegterrein buiten de stad ligt is het vervoer een belangrijk punt. Maar de auto begrenst de afmetingen van het model. Het opbergen van een model is nog een reden die voor de bouw van tweedelige vleugels pleit. Terwijl eendelige vleugels (in het bijzonder van zweefvliegtuigen) om kromtrekken te vermijden bij het opbergen op een soort helling moeten worden vastgezet, kunnen tweedelige vleugels met de onderzijden tegen elkaar en met elastiek bij elkaar gehouden, eenvoudig op een schap worden gelegd. De moeilijkheden bij bouw, vervoer en opbergen vindt men natuurlijk ook bij grote motormodellen, zodat ook hier de bouw van een tweedelige vleugel aanbeveling verdient. Voor met de bouw van de vleugels begonnen wordt, plakt men de bouwtekening op de bouwplank. Om de tekening te beschermen wordt deze afgedekt met een transparante folie die geen lijm opneemt. Op de bouwtekening wordt de onderste beplanking van voor- en achterkant van de vleugel vastgezet (afb. 5-36). Vervolgens wordt de onderste beplanking van de vleugelwortel en de beplanking aan het tipblok zuiver pasgemaakt, met lijm ingesmeerd en eveneens op de tekening vastgezet (afb. 5-37). Nu worden de onderste ligger (grenen), op de beplanking gelijmd en vastgezet (afb. 5-38). Zodra de lijm hard is kunnen de ribben, nadat ze glad geschuurd en pas gemaakt zijn en ter hoogte van de vleugelaansluiting van gaten voor de verbindingspijpjes zijn voorzien, met lijm worden ingesmeerd en op hun plaats gezet en vastgezet worden (afb. 5-40). Daarbij dient men er natuurlijk voor



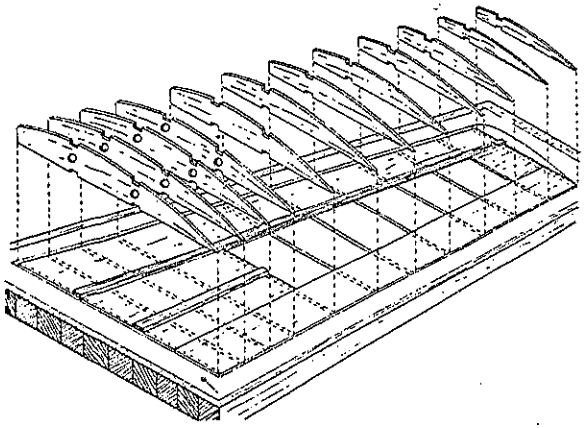
Afb. 5-36.



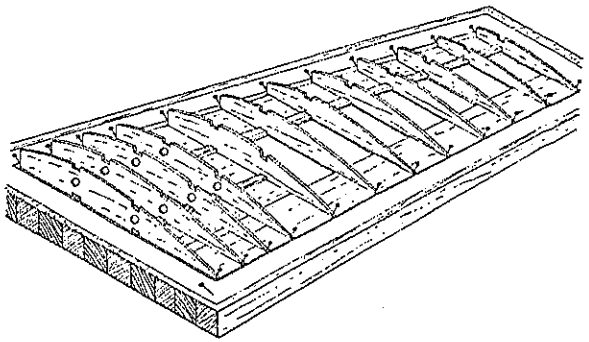
Afb. 5-37.



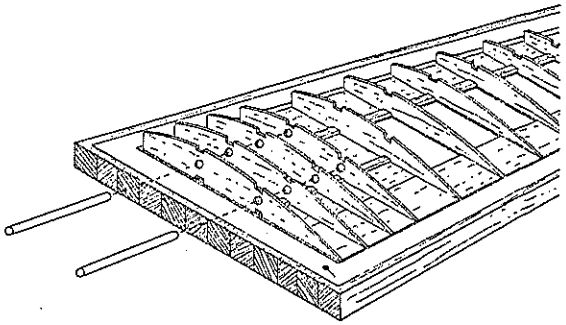
Afb. 5-38.



Afb. 5-39.



Afb. 5-40.

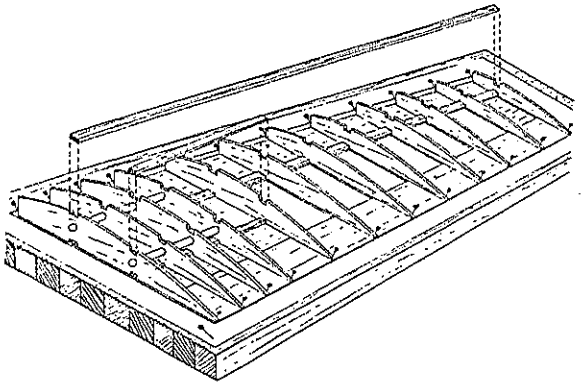


Afb. 5-41.

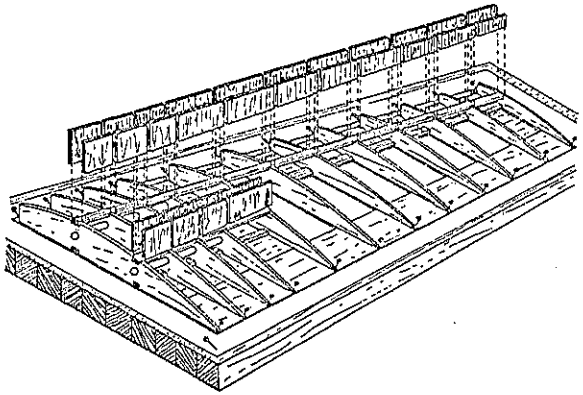
te zorgen dat ze zuiver verticaal staan. Het inbouwen van de verbindingspijpjes (afb. 5-41) die met epoxylijm in de ribben worden gelijmd, dient uiterst nauwkeurig te gebeuren en zó dat ze, voor de wortelrib wordt aangebracht, circa 5 mm uit de eerste rib steken. De afstand tussen de pijpjes onderling en hun verloop in de hoogte moeten over de hele lengte volkomen gelijk zijn wil de vleugel later werkelijk goed tegen de romp aansluiten.

Nu wordt de bovenste ligger op zijn plaats gelijmd (afb. 5-42) en wordt de ligger gecompleteerd. Ter hoogte van de vleugelwortel wordt daarvoor triplex en verder balsahout gebruikt (let op de richting van de draad, afb. 5-43). Na het aanbrengen van de bovenste beplanking (afb. 5-44 – 5-46), de T-stukken op de ribben (afb. 5-47) en de voorlijst (afb. 5-48) die allemaal tot de lijm helemaal hard is worden vastgezet, is de ruwe vleugel klaar. De vleugel wordt nu gladgeschuurd. Hierbij dient men bijzondere aandacht aan de profielvorm te besteden omdat daarvan een groot deel van de vliegprestaties afhangt.

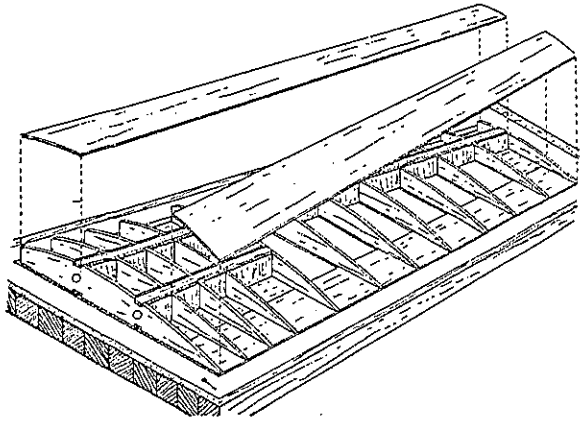
De uit triplex vervaardigde wortelrib, die voor het doorvoeren van de



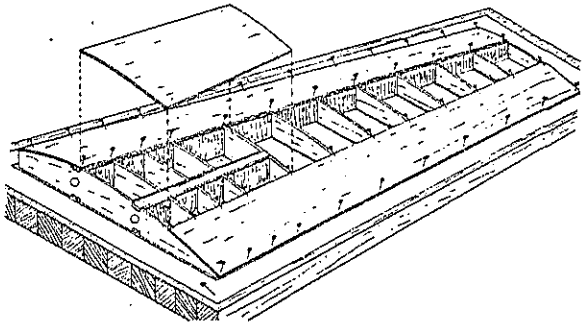
Afb. 5-42.



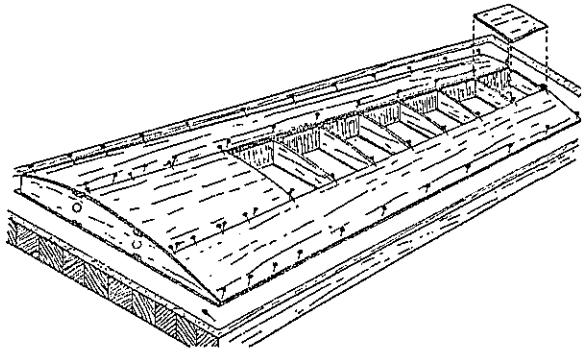
Afb. 5-43.



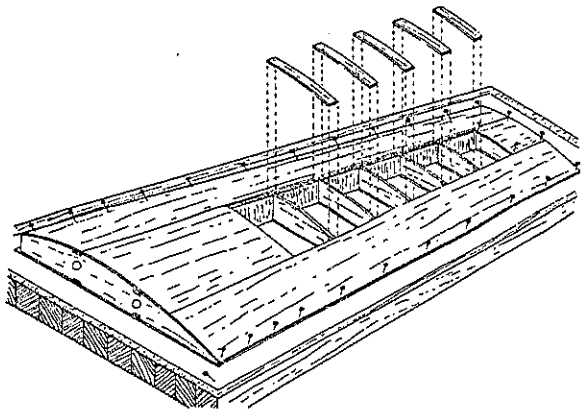
Afb. 5-44.



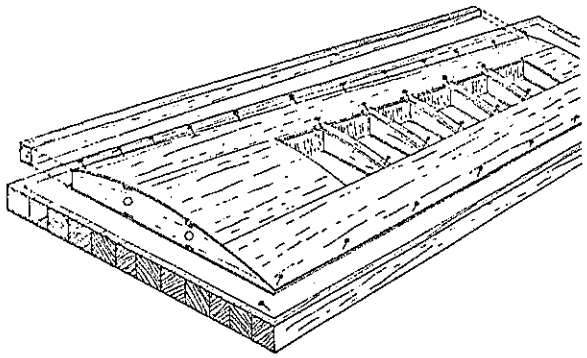
Afb. 5-45.



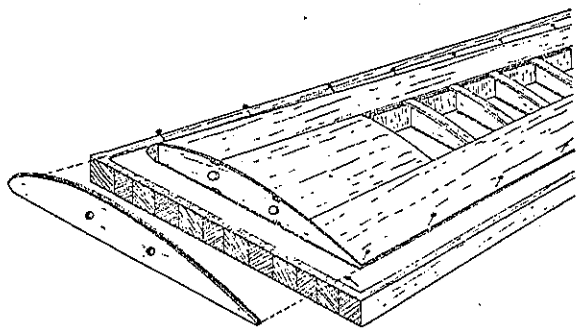
Afb. 5-46.



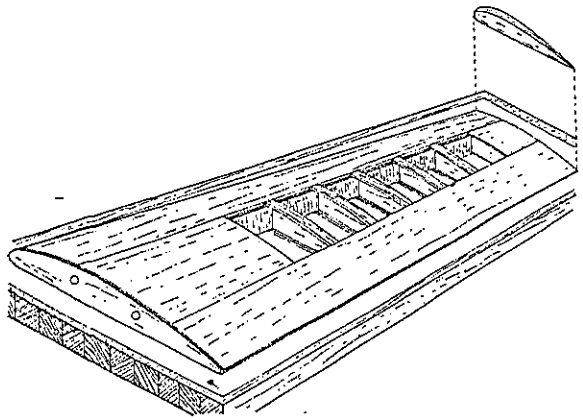
Afb. 5-47.



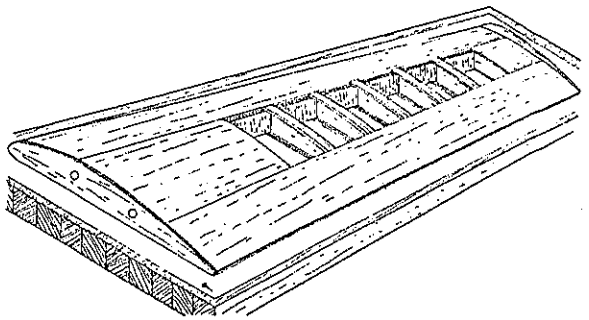
Afb. 5-48.



Afb. 5-49.



Afb. 5-50.

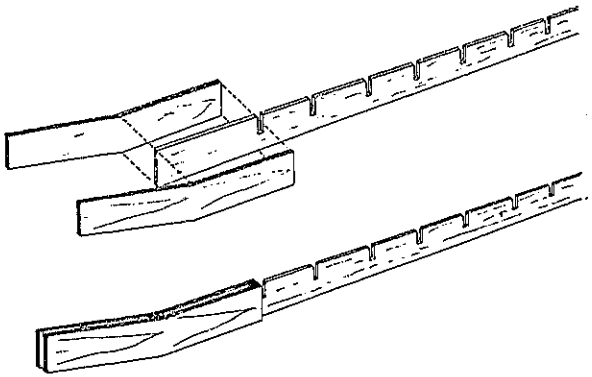


Afb. 5-51.

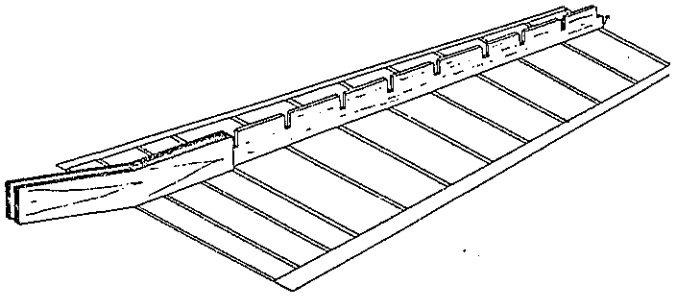
verbindingspijpjes van gaten is voorzien, wordt nu op zijn plaats gelijmd (afb. 5-49) en tot de lijm hard is met spelden of plakband tegen de vleugel vastgehouden. Terwijl deze rib met witte houtlijm wordt vastgelijmd verdient het aanbeveling de verbinding van de pijpjes met de wortelrib met epoxylijm te maken. Als de lijm hard is wordt de wortelrib zo geschuurd dat deze onberispelijk op de vleugel aansluit. De bouw van de vleugelhelft wordt afgesloten met het tegen het eind van de vleugel lijmen en afwerken van het tipblok (afb. 5-50 en 5-51).

Eendelige vleugel, gedeeltelijk beplankt, met achterlijst

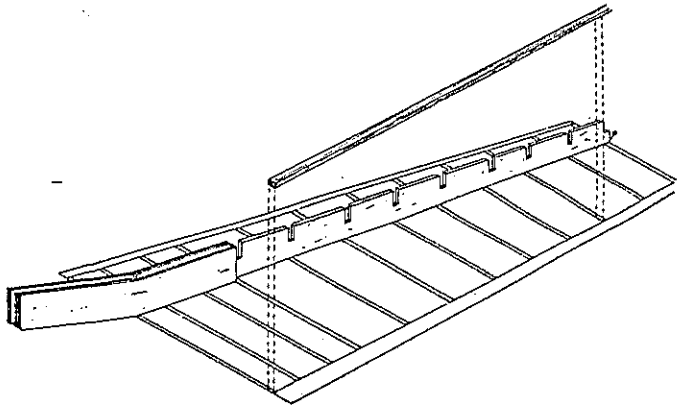
Vleugels van kleine tot middelgrote motormodelvliegtuigen en zweefvliegtuigen met een spanwijdte tot ca. 1,60 m en van stuntzwevers worden, voor zover de vleugel op de romp gebonden of geschroefd wordt, in het algemeen eendelig gebouwd. In tegenstelling tot de beschreven vleugel is deze niet alleen ééndelig maar wijkt hij ook qua bouw af. Zo heeft deze vleugel bijvoorbeeld slechts één ligger, de hoofdligger, die niet bestaat uit liggergordingen die met schotjes verbonden worden, maar die uit één stuk triplex gezaagd is met daarin uitsparingen om de ribben te kunnen inlaten. Een ander verschil is het gebruik van een zgn. halfsymmetrisch profiel, de onderzijde van de vleugel is niet vlak maar licht gewelfd, en een achterlijst.
De bouw van deze vleugel wordt begonnen door de pasgemaakte en ingezaagde ligger, waaraan triplex hoekstukken in de gewenste V-stelling zijn gelijmd (afb. 5-52) op de bouwtekening vast te zetten. Daar een halfsymmetrisch profiel wordt gebruikt moet, om de uiteinden van de ribben te steunen een lat op de bouwtekening worden vastgezet (afb. 5-54). Nu worden de ribben pasgemaakt, vastgelijmd en vastgezet (afb. 5-55 en 5-56). Voorzichtig, lijm ze niet tegen de achterste lat, deze heeft uitsluitend een steunfunctie! Bij deze bouwwijze worden balsa ribben gebruikt. Belangrijk is dat de ribben (behalve de wortelrib die onder



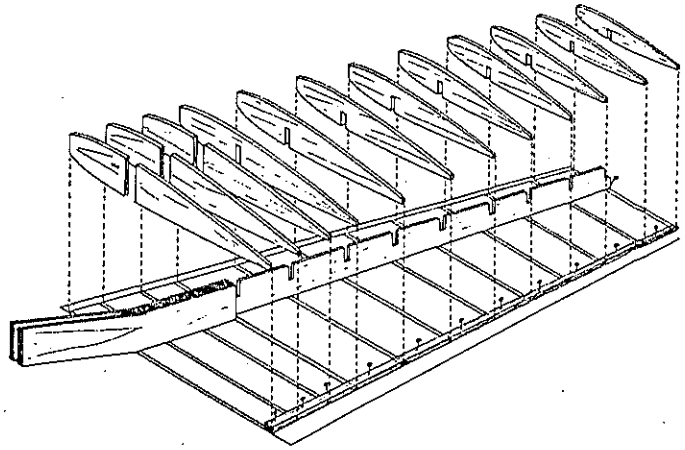
Afb. 5-52.



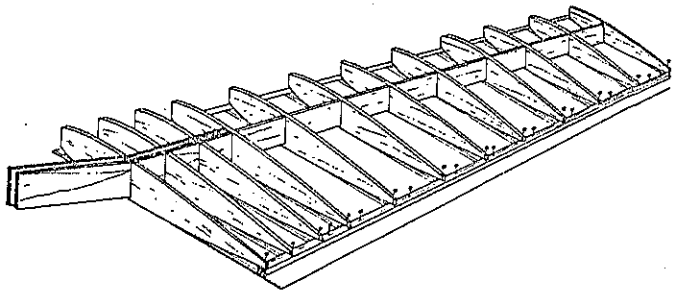
Afb. 5-53.



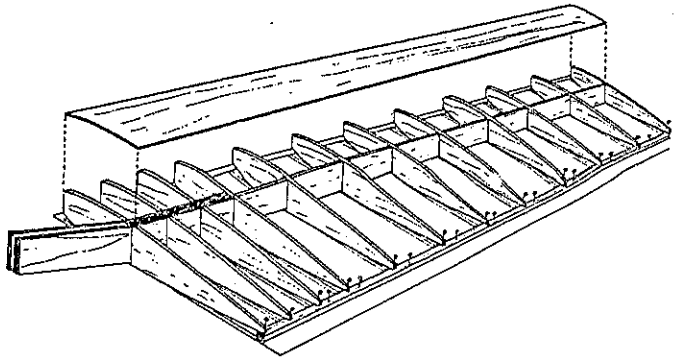
Afb. 5-54.



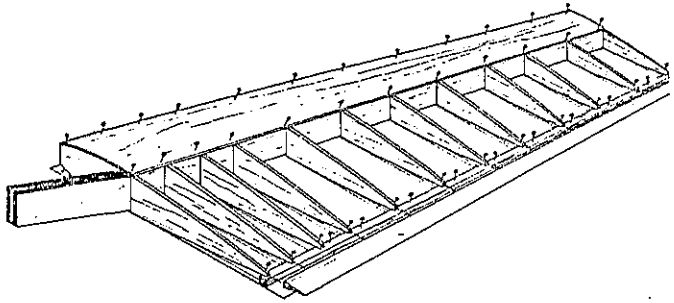
Afb. 5-55.



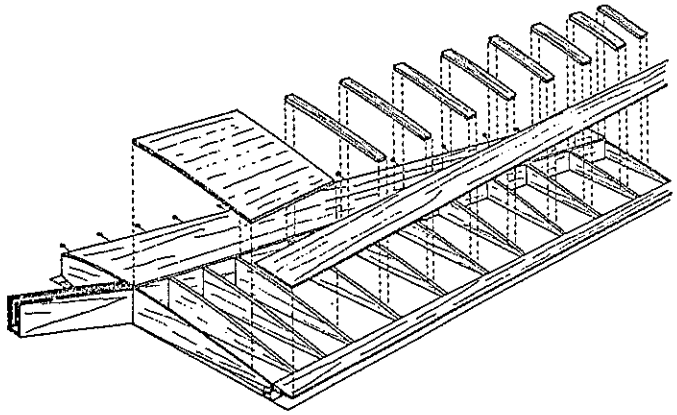
Afb. 5-56.



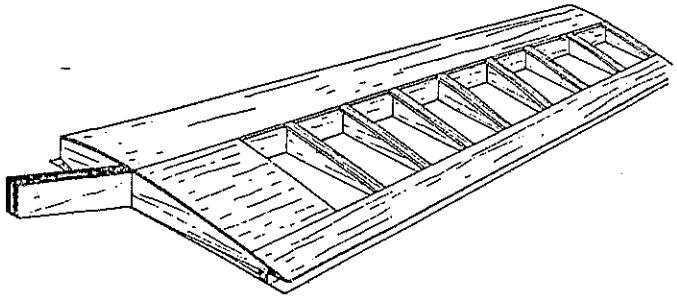
Afb. 5-57.



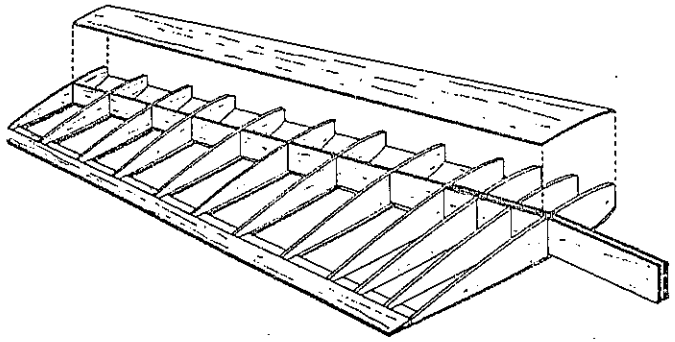
Afb. 5-58.



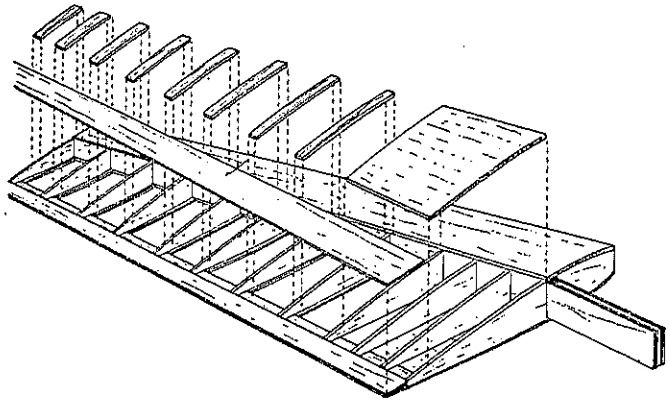
Afb. 5-59.



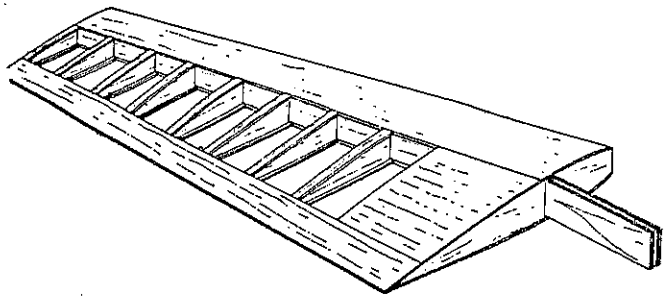
Afb. 5-60.



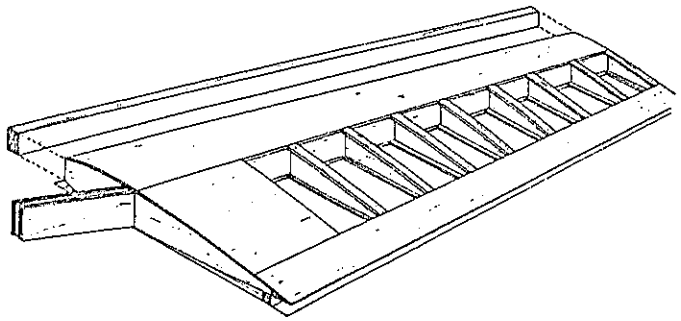
Afb. 5-61.



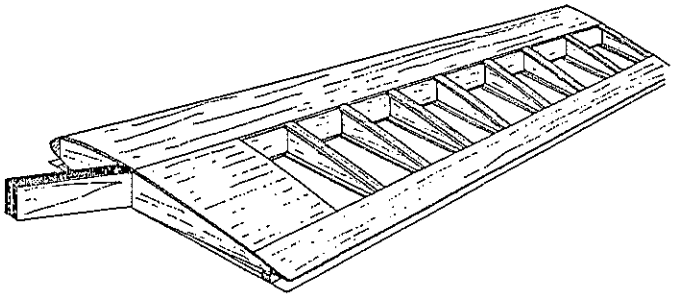
Afb. 5-62.



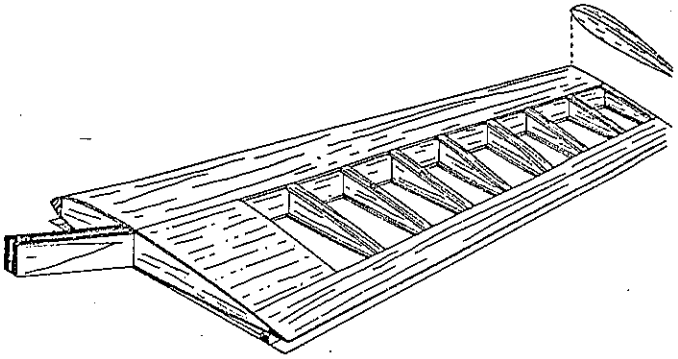
Afb. 5-63.



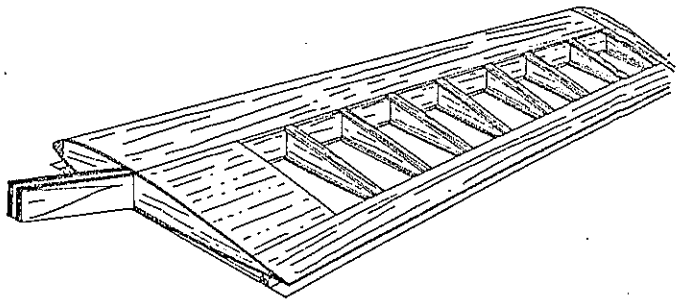
Afb. 5-64.



Afb. 5-65.



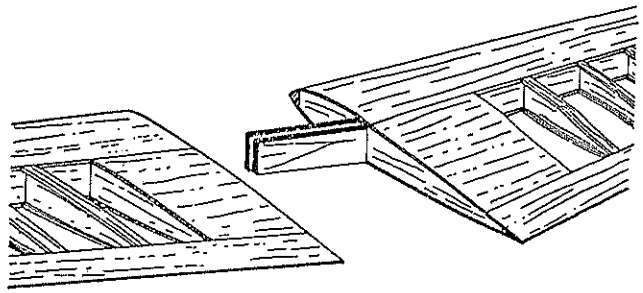
Afb. 5-66.



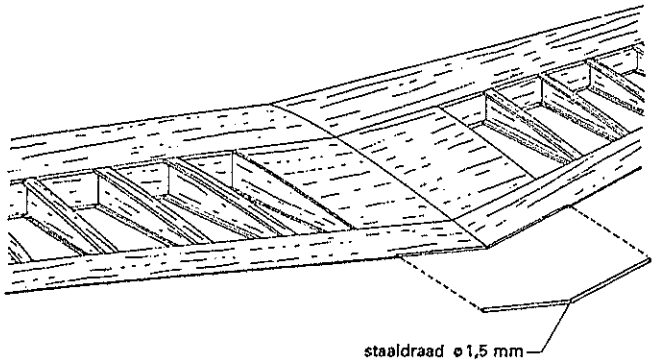
Afb. 5-67.

een bij die V-stelling behorende hoek wordt gelijmd) loodrecht staan. Vervolgens worden de voorste bovenbeplanking (afb. 5-57), de achterlijst (afb. 5-58), de achterste en de wortelbeplanking en de T-stroken (afb. 5-59 en 5-60) pas gemaakt, vastgelijmd en -gezet. Als de lijm hard is wordt de vleugel omgekeerd en wordt de onderste beplanking erop gelijmd (afb. 5-61 – 5-63). Nu wordt de voorlijst aan de vleugel gelijmd (afb. 5-64) en na het harden in de juiste profielvorm geschuurd (afb. 5-65). Al deze werkzaamheden dienen beslist op de bouwplank uitgevoerd te worden. Alleen zo is het mogelijk de vleugel zonder verwringing te bouwen. Als laatste worden, zoals afb. 5-66 en 5-67 laten zien, de tipblokken tegen de tips gelijmd en afgewerkt.

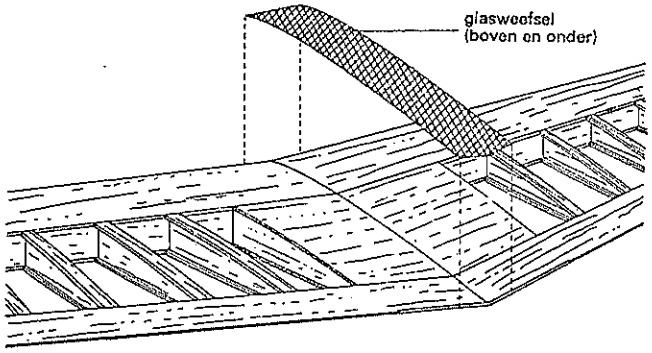
Om beide vleugelhelften met elkaar te verbinden (de andere helft is uiteraard als spiegelbeeld van de eerste gebouwd, maar dan zonder de triplex verbindingsstukken) worden de wortelribben en de verbinding zo met houtlijm ingesmeerd dat alle delen volledig verlijmd worden. Bij het in elkaar schuiven van de beide helften (afb. 5-68) dient men op te letten dat deze nauwkeurig op elkaar aansluiten. Zodra de lijm hard is moet de achterlijst ter hoogte van de bevestiging op de romp zo worden uitgehold dat een staaldraad met epoxylijm ter versteviging in de achterlijst kan worden vastgelijmd (afb. 5-69). Tijdens het drogen wordt de draad met plakband tegen de achterlijst vastgehouden. Door een strook (glas)weefsel met houtlijm, polyester- of epoxyhars ter versteviging



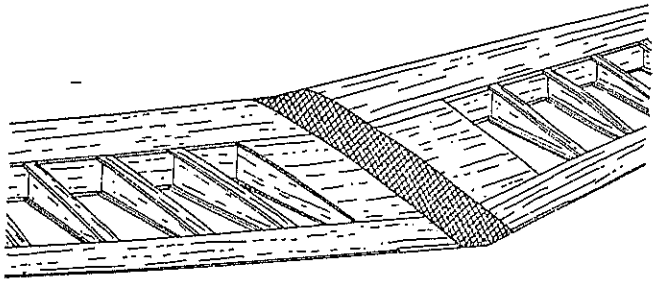
Afb. 5-68.



Afb. 5-69.



Afb. 5-70.

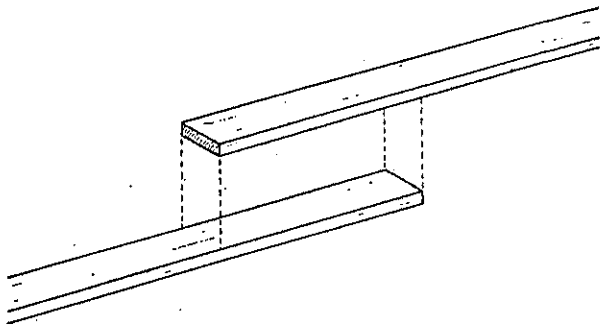


Afb. 5-71.

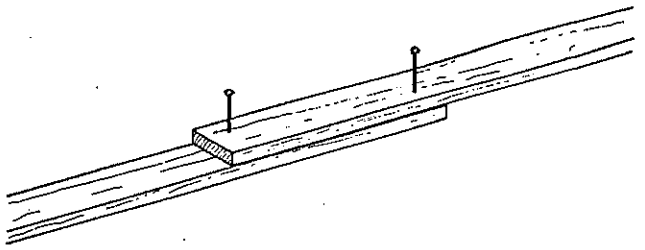
over boven- en onderzijde van het midden van de vleugel te lijmen wordt de bouw afgesloten (afb. 5-70 en 5-71).

5.2 Houtverbindingen

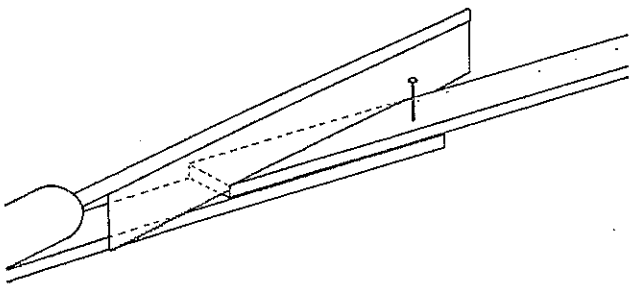
Latten en plankjes worden doorgaans in lengten van 1 m verkocht. Redden daarvoor zijn transport- en opslagmoeilijkheden bij grotere lengten. Bovendien zou men, om met alle wensen rekening te houden, een groot aantal verschillende lengten in voorraad moeten hebben. Het is echter veel eenvoudiger slechts één lengte aan te bieden; heeft men langere latten plankjes nodig dan kan men ze met elkaar verbinden.
Om een houtverbinding te maken (zie afb. 5-72 t/m 5-74) worden de met elkaar te verbinden latten op elkaar bevestigd en met een kapzaag zó schuin doorgezaagd dat de verbinding minstens de afstand tussen twee ribben overbrugt. Vervolgens worden de zaagsneden van de latten met houtlijm ingesmeerd tegen elkaar gelijmd (afb. 5-75), vastgezet (afb. 5-76) en pas als de lijm helemaal hard is op hun plaats gelijmd (afb. 5-77 en 5-78). Omdat voor vleugels langer dan een meter alle latten en beplankingen gelast moeten worden, moeten de verbindingen op verschillende plaatsen worden aangebracht. Een verbinding in de



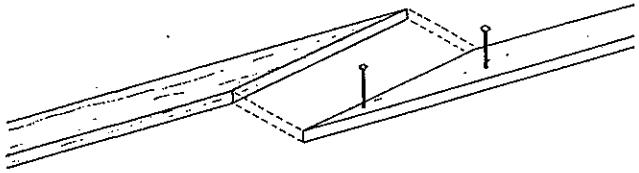
Afb. 5-72.



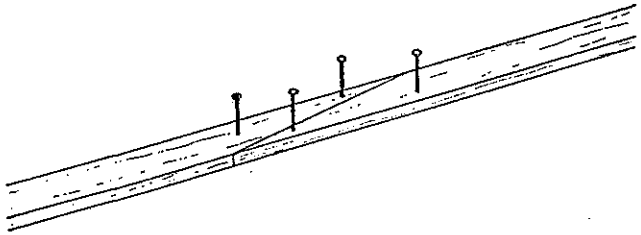
Afb. 5-73.



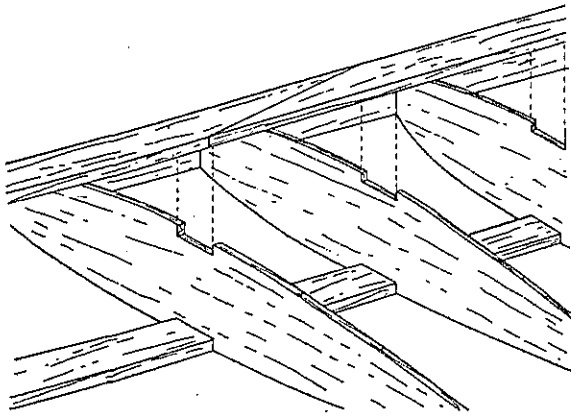
Afb. 5-74.



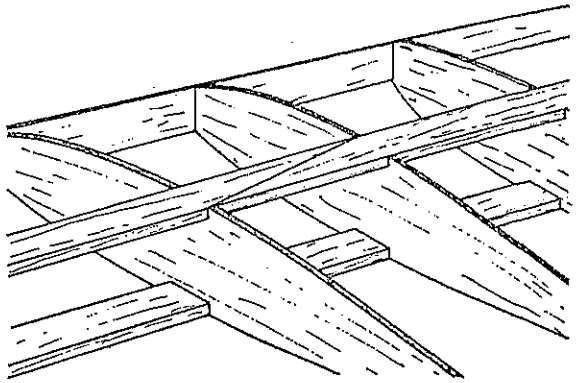
Afb. 5-75.



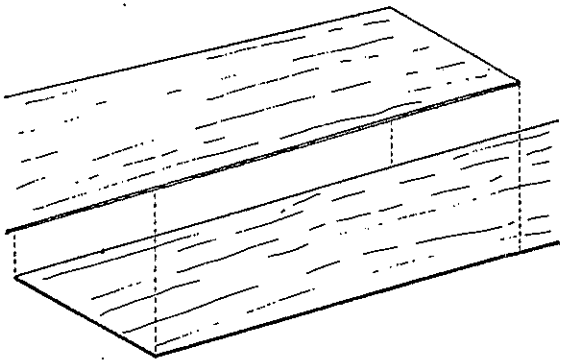
Afb. 5-76.



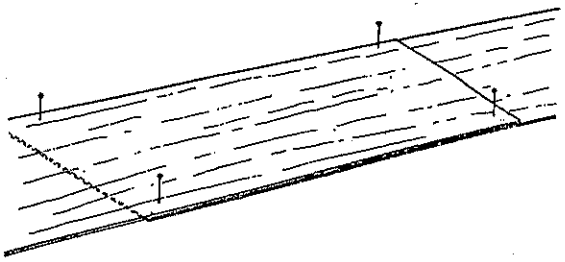
Afb. 5-77.



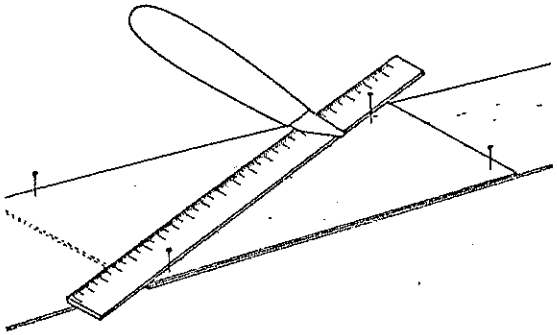
Afb. 5-78.



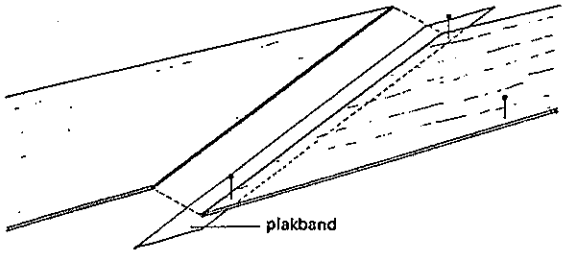
Afb. 5-79.



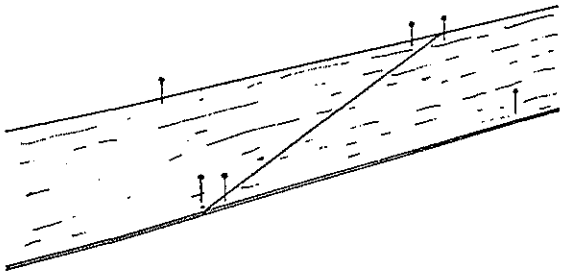
Afb. 5-80.



Afb. 5-81.

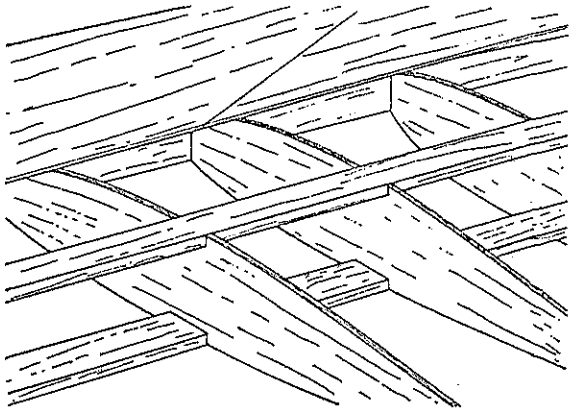


Afb. 5-82.

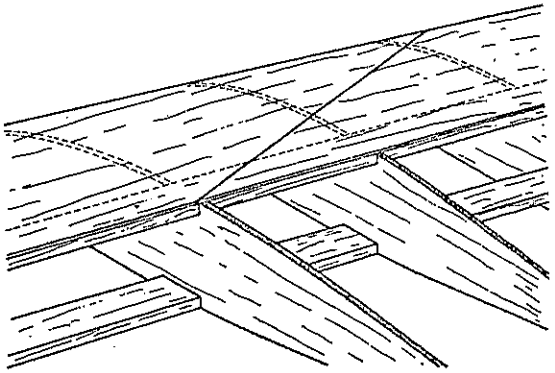


Afb. 5-83.

beplanking (afb. 5-79 t/m 5-85) wordt op dezelfde wijze gemaakt als bij latten. Een dergelijke verbinding moet ca. drie vleugelribben overspannen.
Behalve de bij te korte latten of plankjes is de houtverbinding bij schade een zeer belangrijk middel om vleugel, romp of staartstuk te repareren.



Afb. 5-84.

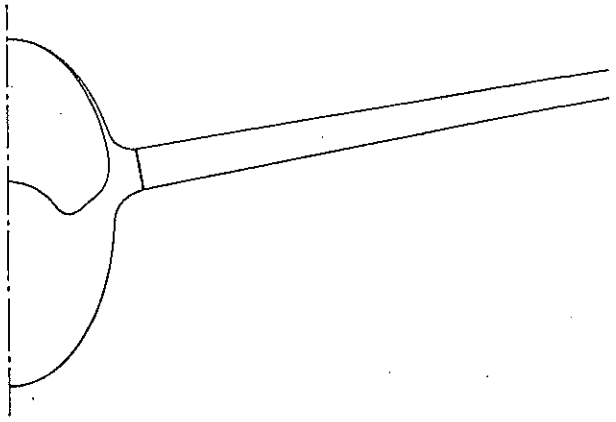


Afb. 5-85.

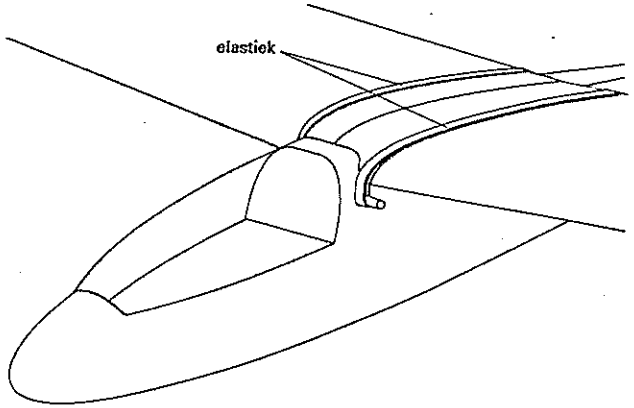
5.3 Bevestigen van de vleugel aan de romp

Evenals in de vliegtuigindustrie altijd gelijktijdig verschillende delen van het vliegtuig worden vervaardigd die later samen het vliegtuig opleveren, bouwt ook de modelbouwer zijn model niet in zijn geheel. De bouw van het model wordt in een aantal fasen opgedeeld: de bouw van de romp, van de vleugel en van het staartstuk. En verder nog het vervaardigen en aanbrengen van landingsgestel, motor, rem- of landingskleppen enz. Om onnodige moeilijkheden bij vervoeren en opbergen te voorkomen worden modelvliegtuigen niet als echte vliegtuigen vast gemonteerd maar gedeeltelijk uitneembaar gebouwd. Minstens de vleugel is afneembaar.
De afneembare vleugel heeft verder het voordeel dat hij zich bij harde

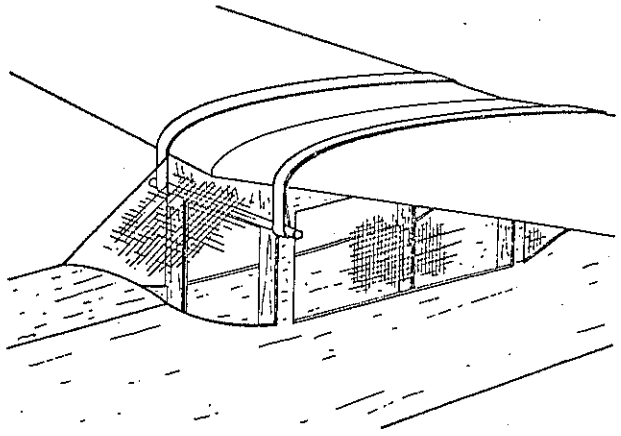
landingen van de romp kan losmaken en daardoor de schade kan beper
ken of zelfs voorkomen. Op deze wijze is het mogelijk dat in ieder gev
de vleugel het neerstorten tamelijk goed doorstaat. Bij bijzonder grot
motor- of zweefvliegmodellen doet men er goed aan behalve de vleug
ook de staart (of ten minste het stabilo) afneembaar te maken.
Heeft het model een spanwijdte van meer dan ca. 1,6 m, dan moet de
vleugel tweedelig worden uitgevoerd omdat grotere vleugels niet mee
in een normale bagageruimte passen. Om de gewenste prestaties te
kunnen leveren moeten de vleugels zo stijf mogelijk met de romp ver
bonden worden. Helaas is dit bij modelzweefvliegtuigen met tweedelige
vleugel maar zelden het geval. De reden daarvoor is de nog wijd verbre
de (verouderde) opvatting dat de vleugel naar boven en beneden moe
kunnen doorveren. Men ging er van uit dat zolang een vleugel maar
meegaf hij niet zou kunnen breken. Deze opvatting is weliswaar niet ver
keerd, maar men moet het probleem op een andere wijze oplossen, om
dat een klapperend aan de romp bevestigde vleugel natuurlijk niet opti
maal werkt.
Een star aan de romp bevestigde, in hoge mate torsie-arme en veer
krachtige vleugel, zoals men bij echte vliegtuigen toepast, is de best
oplossing. Belangrijk voor een starre verbinding tussen romp en vleuge
is dat de vleugel strak tegen de romp zit en de wortelrib over het hele
oppervlak tegen de romp aansluit (afb. 5-86). De eenvoudigste methode
om de vleugel aan de romp te bevestigen is de al tientallen jaren be
proefde bevestiging met elastiek dat door houten pennen in de romp op
zijn plaats wordt gehouden (afb. 5-87 en 5-88). Deze methode is echter
alleen geschikt voor kleine tot middelgrote modellen.
Omdat elastiek kan breken moeten aan weerszijden minstens twee
elastieken worden gespannen. Belangrijk is dat het elastiek evenwijdig
aan de vliegrichting en niet kruiselings gespannen wordt. Kruiselings
gespannen elastiek laat de vleugel de mogelijkheid niet geheel haaks
op de romp te staan, wat de vliegeigenschappen van het model natuur
lijk grondig bederft. Daar het elastiek in noodgevallen moet breken om
grote schade te voorkomen moet het goed strak gespannen worden. On
deze wijze voorkomt men bovendien verschuiven van de vleugel.
Ter voorkoming van beschadiging van voor- en achterlijst doet men er
goed aan deze latten ter hoogte van het elastiek te verstevigen. Dit kan
op verschillende manieren gebeuren, de in afb. 5-89 en 5-90 geschetste
methode waarbij in de achterlijst over een voldoend grote lengte een
circa 1,5 mm dikke staaldraad met epoxylijm wordt vastgelijmd, blijkt
goed te voldoen. Deze draad kan door overplakken met nylon- of glas
weefsel dat tevens de onder- en bovenzijde bedekt worden vastgezet. De
voorlijst wordt alleen met een strook glasweefsel beplakt. In plaats van
de versteviging met glasweefsel kan men op de voor- en achterlijst ook



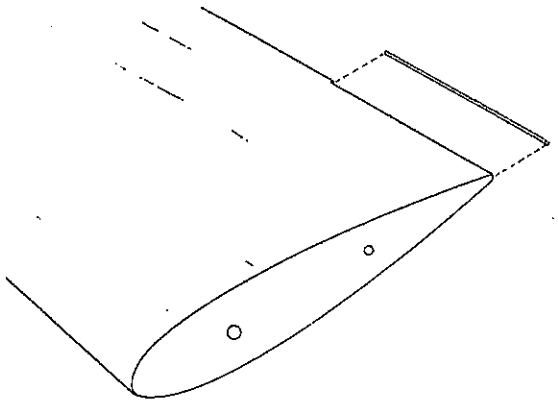
Afb. 5-86.



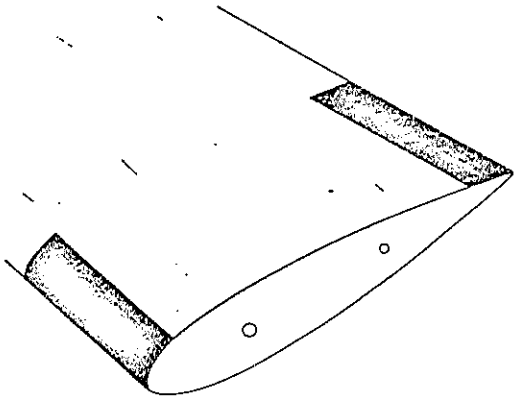
Afb. 5-87.



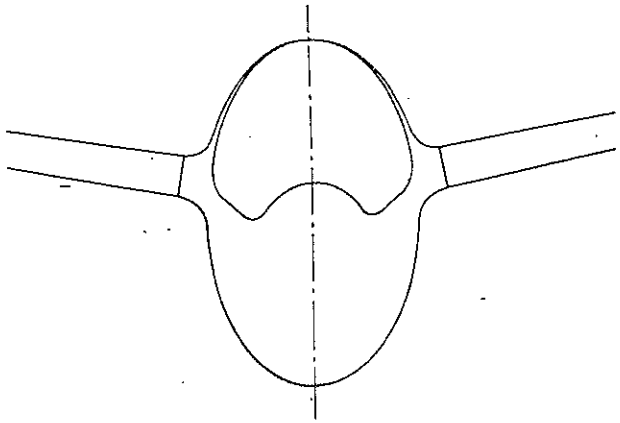
Afb. 5-88.



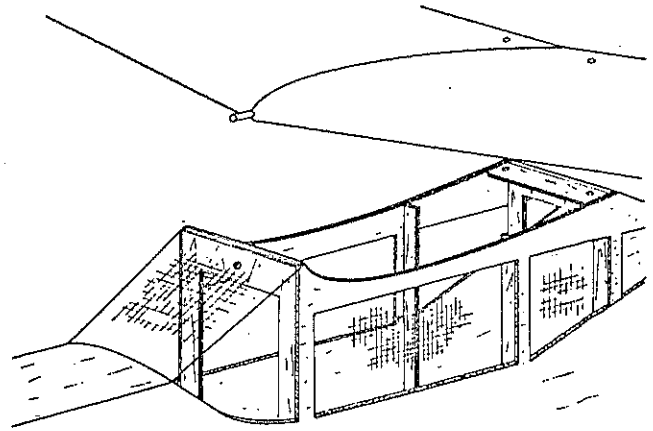
Afb. 5-89.



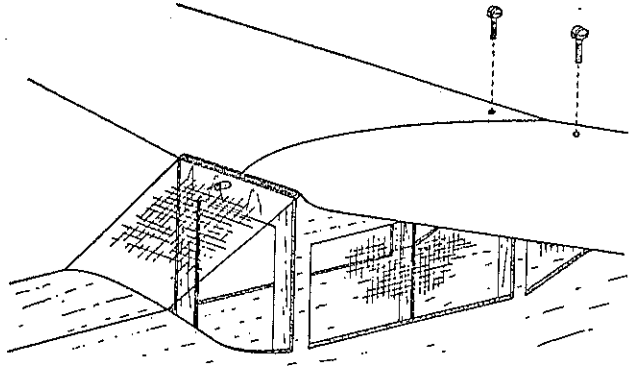
Afb. 5-90.



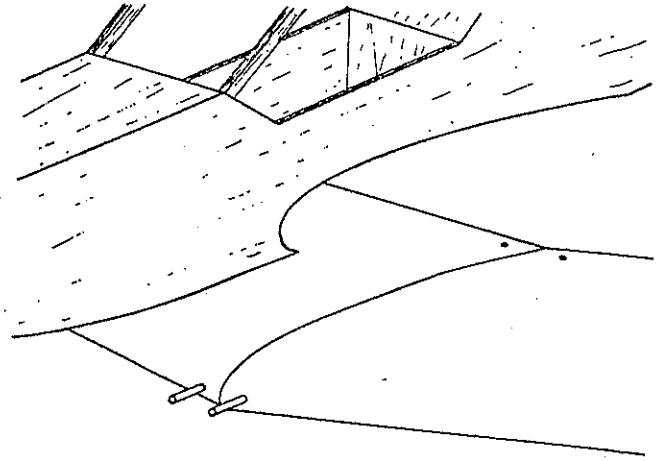
Afb. 5-91.



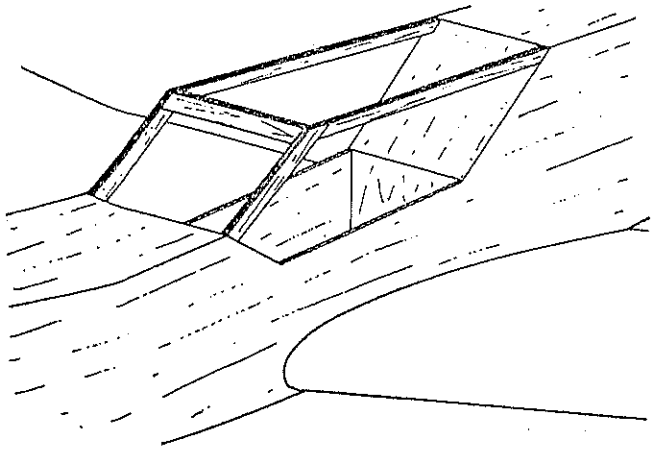
Afb. 5-92.



Afb. 5-93.



Afb. 5-94.



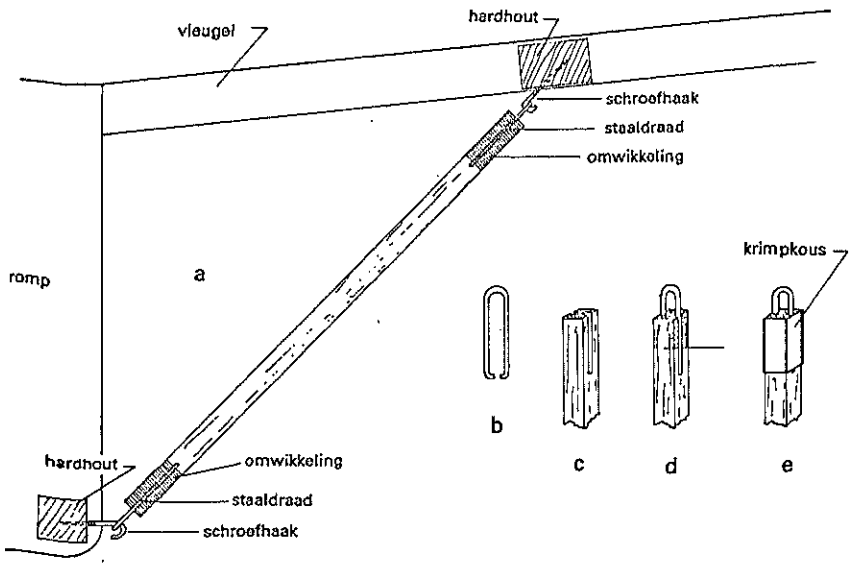
Afb. 5-95

ca. 0,4-0,6 mm dik triplex plakken. Iets gecompliceerder dan de bevestiging met elastiek, maar aanzienlijk eleganter en wat veel belangrijker is, ook aerodynamisch te prefereren, is het om de vleugel links en rechts tegen de romp te monteren (zweefvliegtuigen; afb. 5-91) dan wel tegen de romp te schroeven (motormodellen, afb. 5-92, 5-93, 5-94 en 5-95). Uit aerodynamisch oogpunt is het daarbij natuurlijk belangrijk dat de overgangen van romp naar vleugel glad verlopen.

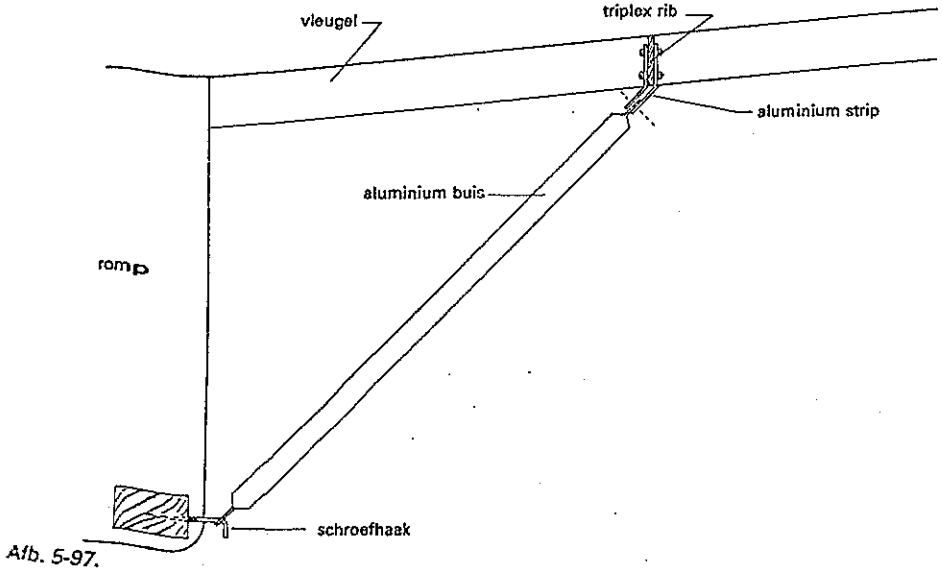
Vleugelsteunen

Is een echt vliegtuig uitgerust met vleugelsteunen dan is dit vrijwel zeker uit noodzaak, omdat anders de vleugels de optredende belastingen niet zouden kunnen opvangen. Is een modelvliegtuig echter van vleugelsteunen voorzien, dan is het op een enkele uitzondering na een schaalmodel waarvan het prototype met steunen is uitgerust. Bij zo'n model is de steun dus niet strikt noodzakelijk, maar „slechts" een nabootsing. Een uitzondering daarop is het motormodel (hoogdekker) waarvan de vleugel door de zeer grote spanwijdte en de daaruit voortvloeiende moeilijkheden bij het vervoer, tweedelig moet worden uitgevoerd. Door deze deling verliest het model natuurlijk enige sterkte en zijn vleugelsteunen nodig.

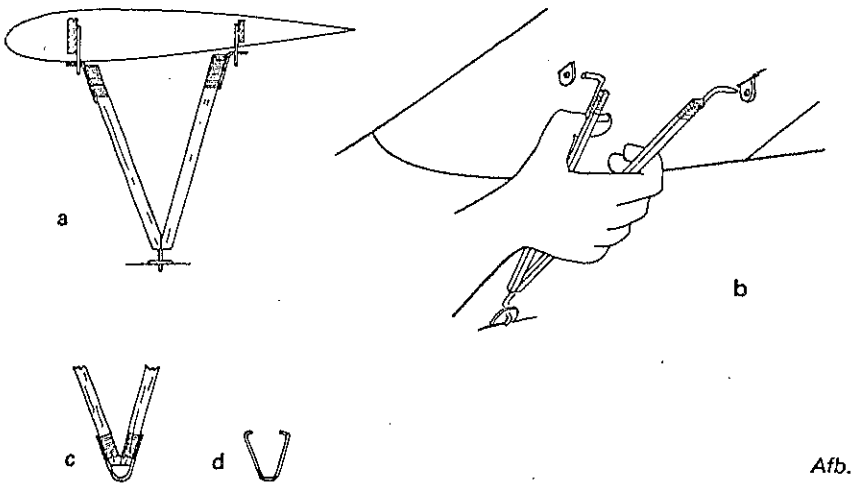
De in afb. 5-96 geschetste vleugelsteunen zijn uiterst eenvoudig te bouwen en te bevestigen. Deze steun bestaat uit een latje van hard balsa dat aan beide uiteinden wordt voorzien van draadbeugels die in schroefhaken aan romp en vleugel worden gehaakt (a). Om de uit staaldraad te buigen beugel (b) te kunnen bevestigen wordt aan weerszijden van het balsalatje een groef ter dikte van de staaldraad aangebracht (c). De beugels worden met epoxylijm in de sleuven gelijmd en omwikkeld met stevig bindgaren dat met epoxylijm wordt bestreken (zgn. touwbezetting



Afb. 5-96.



Afb. 5-97.

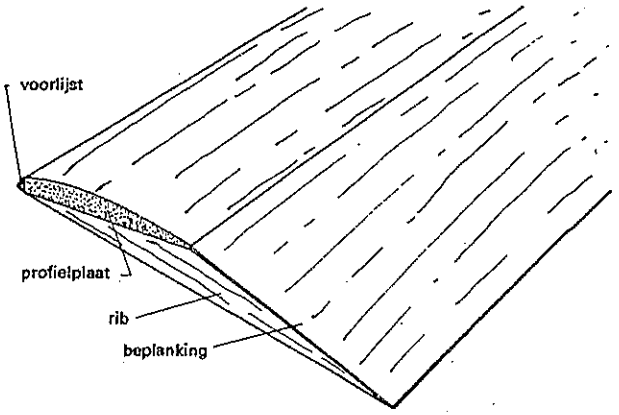


Afb. 5-98.

d). In plaats van omwikkelen met garen kan men ook krimpkous gebruiken (e). Natuurlijk kan men de steun, vóór de beugels worden aangebracht, nog rond of in stroomlijnvorm maken.
De in afb. 5-97 geschetste steun bestaat uit aluminium-pijp dat aan de uiteinden wordt afgeplat (samengeknepen) en waarin gaten worden geboord. Onderaan de romp wordt de steun door een schroefhaak op zijn plaats gehouden terwijl hij tegen de vleugel wordt vastgezet met een schroef die door de beide tegen een triplexrib geschroefde aluminium-stripjes wordt gestoken en met een moertje vastgezet. In plaats van de schroef kan men evt. ook een splitpen nemen. Een V-vormige dubbele steun die bijzonder eenvoudig aan romp en vleugel bevestigd kan worden is geschetst in afb 5-98 a + b, terwijl c een V-vormige steun laat zien waarbij de uit draad gebogen beugel een speciale vorm heeft om hem aan de romp te kunnen haken. Deze draadbeugel die eveneens met epoxylijm en een touwbezetting aan de steun wordt bevestigd, is afgebeeld in (d).

5.4 Jedelskyvleugels

Geheel afwijkend van de hiervoor beschreven, en eigenlijk van alle andere vleugelconstructies, is de Jedelskyvleugel. Deze naar haar constructeur Erich Jedelsky genoemde constructie, die ook bekend is als „standaard-constructie", had ongetwijfeld de bouw van een vogelvleugel tot voorbeeld. Ondanks de ogenschijnlijk zeer dichte en zeker niet lichte bouw maakt deze constructie verbazingwekkend goede vliegprestaties mogelijk. Hoewel deze constructie aanvankelijk alleen voor de vrije vlucht bedoeld was en toegepast werd, is de geweldige ontwikkeling in het RB-modelvliegen er niet onopgemerkt aan voorbij gegaan

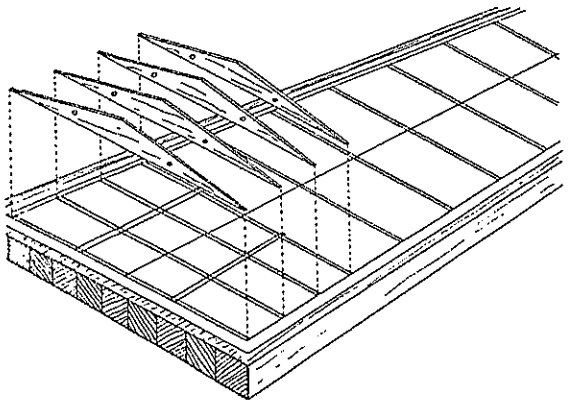


Afb. 5-99.

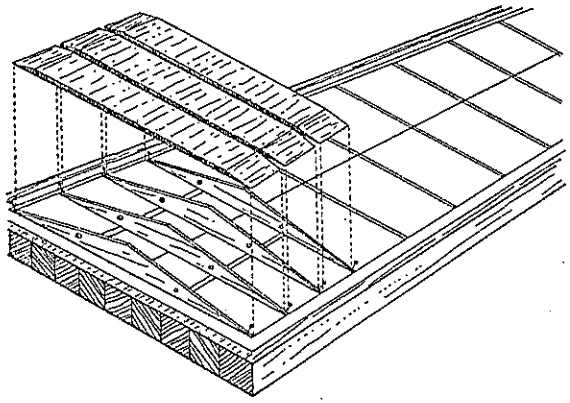
Jedelskyvleugels worden in „open" (onderzijde open) voor vleugels met concaaf profiel in „dichte" (onderzijde gesloten) en in „dubbele" vorm voor vleugels met druppelvormig profiel gebouwd.
Kenmerkend voor de Jedelskyconstructie is de (voorgevormd leverbare) plaat balsa die zich tot voorbij het midden van de vleugel uitstrekt, het profiel bepaalt en op speciaal gevormde ribben wordt gelijmd. Het uiteindelijke profiel wordt verkregen door de achter tegen de plaat op de ribben gelijmde beplanking en de voor de profielplaat te lijmen voorlijst uit grenehout (afb 5-99).

Open Jedelskyconstructie

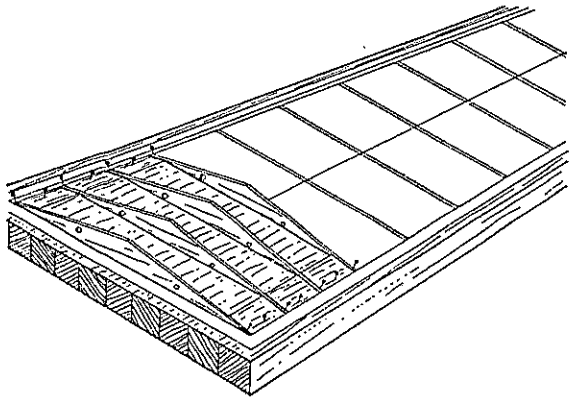
Ook hier worden de vleugels op de tekening gebouwd. Eerst worden de ribben die deel uitmaken van de vleugelbevestiging op de bouwtekening vastgezet (afb. 5-100). Terwijl de wortelribben, die de V-stelling van de vleugels bepalen, niet haaks maar onder de juiste hoek op de bouwplank worden vastgezet, moeten de overige ribben natuurlijk wèl haaks staan.
In de ruimten tussen de eerste ribben worden nu de balsa blokjes gelijmd die zo mogelijk tot aan de onderzijde van de gaten voor de verbindingspijpjes lopen en tevens voor versteviging en beplanking dienen (afb. 5-101 en 5-102). De verbindingspijpjes worden (het pijpje met de grootste diameter vooraan) met epoxylijm (afb. 5-103) vastgezet. Als de lijm hard is worden de bovenste vulstukken (afb. 5-104) en de blokjes waarin de verbindingspijpjes worden opgesloten (afb. 5-105 en 5-106) passgemaakt en met epoxylijm vastgezet. Vervolgens wordt het zover in elkaar gelijmde deel van de vleugel van de bouwplank genomen en wordt de op maat gemaakte achterste beplanking op de tekening vastgezet.



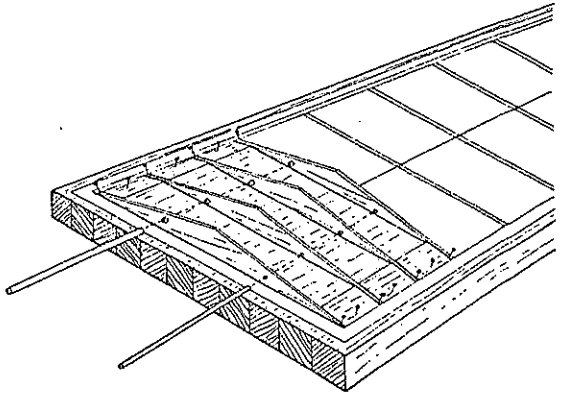
Afb. 5-100.



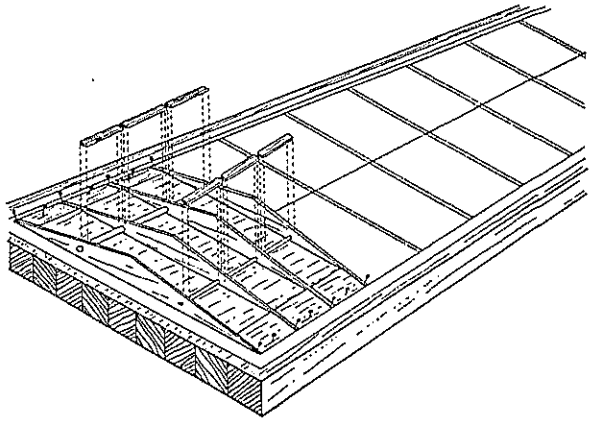
Afb. 5-101.



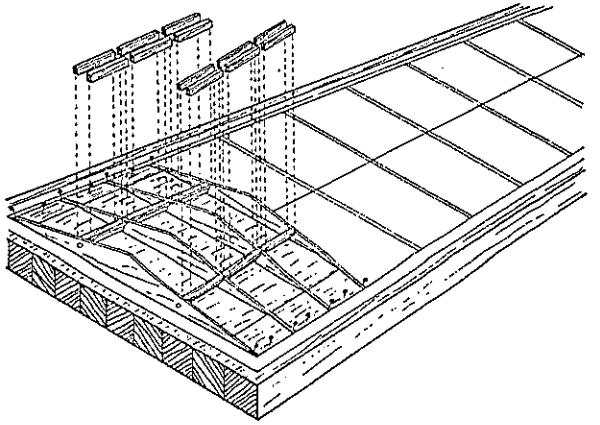
Afb. 5-102.



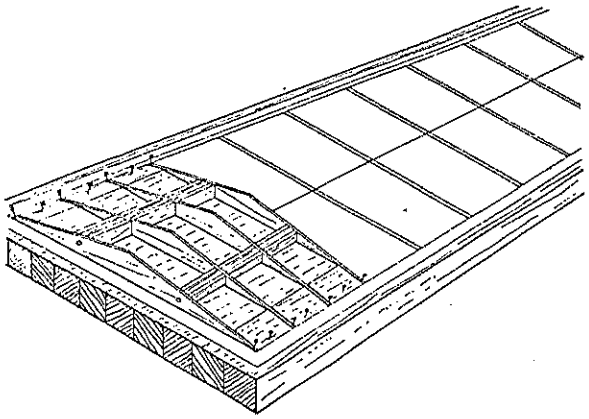
Afb. 5-103.



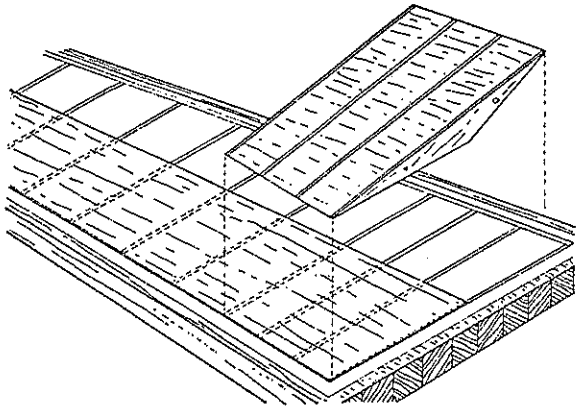
Afb. 5-104.



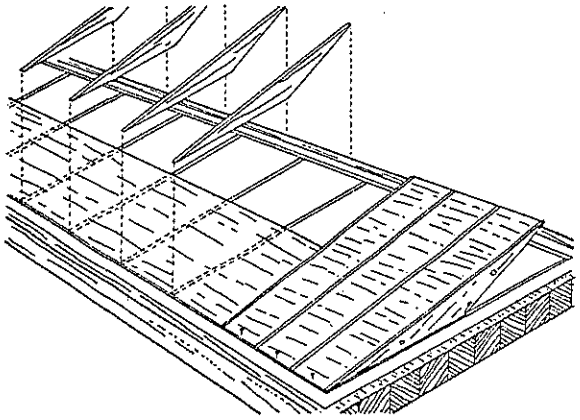
Afb. 5-105.



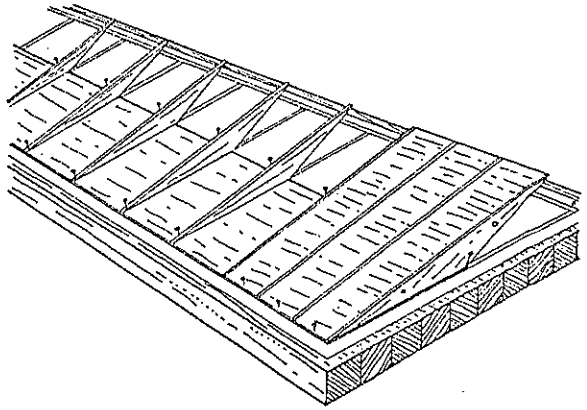
Afb. 5-106.



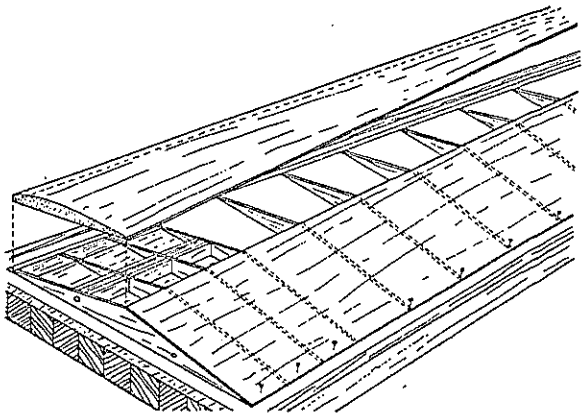
Afb. 5-107.



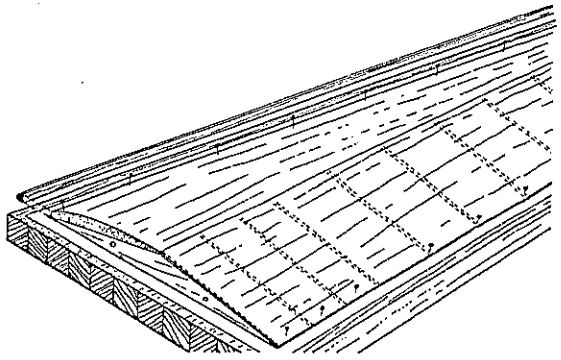
Afb. 5-108.



Afb. 5-109.



Afb. 5-110.



Afb. 5-111.

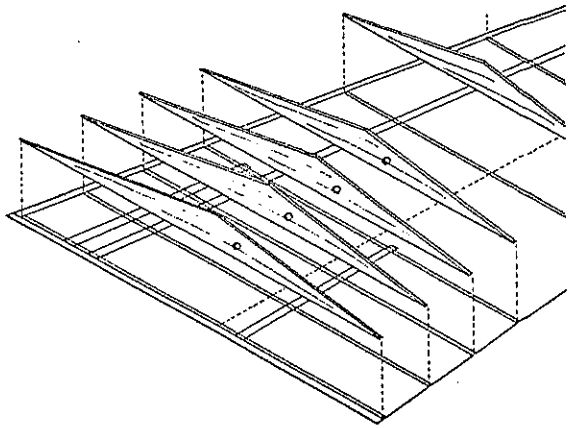
Op (eigenlijk dus onder) deze beplanking worden het al in elkaar gelijmde deel van de vleugel (afb. 5-107) en de nog ontbrekende ribben gelijmd (afb. 5-108 en 5-109). Als de lijm hard is wordt de vleugel weer omgekeerd en worden de voorste profielplaat (afb. 5-110) en de voorlijst (afb. 5-111) op hun plaats gelijmd. De nu voltooide vleugel wordt als de lijm hard is gladgeschuurd. Op dezelfde wijze wordt de tweede vleugelhelft, uiteraard als spiegelbeeld van de eerste, gebouwd. Zijn beide vleugelhelften zover klaar, dan worden ze twee tot drie maal met vulmiddel en lak afgewerkt.

Alternatieve open constructie

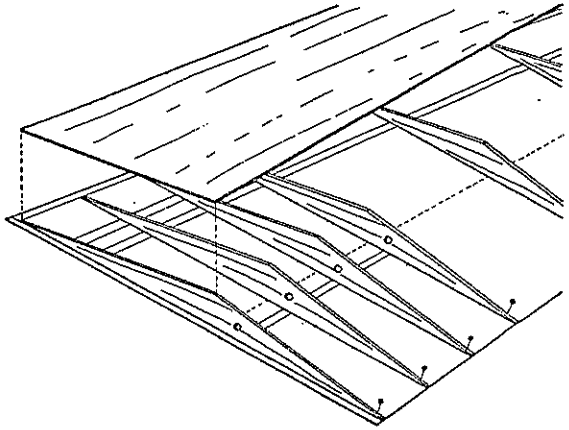
Zolang de eigen constructie van een model met Jedelskyvleugel binnen de maten van de leverbare profielplaten blijft, die men echter zeer nauwkeurig moet selecteren om een zo goed mogelijke gelijkheid in gewicht van beide vleugelhelften te verkrijgen, levert de constructie geen problemen op. De profiellengte (koorde) van een eigen constructie behoeft echter maar iets van de gebruikelijke maten af te wijken en men ziet zich voor moeilijkheden geplaatst. Het vervaardigen van de benodigde profielplaten is met wat goede wil en geschikte sjablonen zeker mogelijk maar kost vrij veel tijd. Belangrijker dan de benodigde tijd is echter het probleem beide vleugelhelften in vorm en gewicht zo nauwkeurig mogelijk aan elkaar gelijk te maken. Als dit de leverancier van bouwdozen al zorgen baart, hoe moet het een modelbouwer dan vergaan? De vorm is voor de fabrikant geen probleem, zijn machines maken het mogelijk profielplaten met een absoluut gelijke vorm te vervaardigen. Aanzienlijk moeilijker is het profielplaten in de bouwdoos te stoppen die bij benadering hetzelfde gewicht hebben.

De volgende constructie levert weliswaar naar vorm en profiel een Jedelskyvleugel, maar wijkt wat betreft de bouw sterk af van de gebruikelijke constructie. Hiermee is het niet alleen mogelijk lichtere vleugels te bouwen, maar het gewicht kan tevens zo verdeeld worden dat beide vleugelhelften even zwaar worden. In tegenstelling tot de Jedelskyconstructie wordt de bouw begonnen met alle ribben met de onderzijde op de bouwtekening te bevestigen (afb. 5-112). Op de ribben wordt nu de tussenbeplanking van het voorste deel van het profiel gelijmd (afb. 5-113 en 5-114) waarop dan de onderste ligger (grenen lat) en de „achterlijst" (idem) worden gelijmd (afb. 5-115).

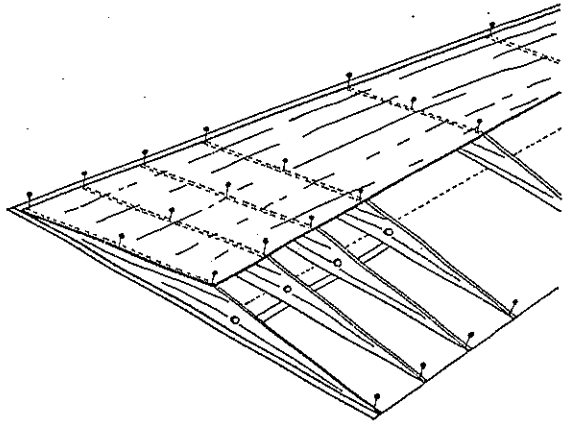
Vervolgens worden de ribben van het voorste deel van het profiel op hun plaats gelijmd (afb. 5-116). Nu worden de bovenste ligger (afb. 5-117) en de liggersluitstukken (afb. 5-118 en 5-119), de onderste opvullat voor de verbindingspijpjes (afb. 5-120), de verbindingspijpjes zelf (afb. 5-121) en de bovenste opvullat (afb. 5-122 en 5-123) op hun plaats gelijmd. Zodra



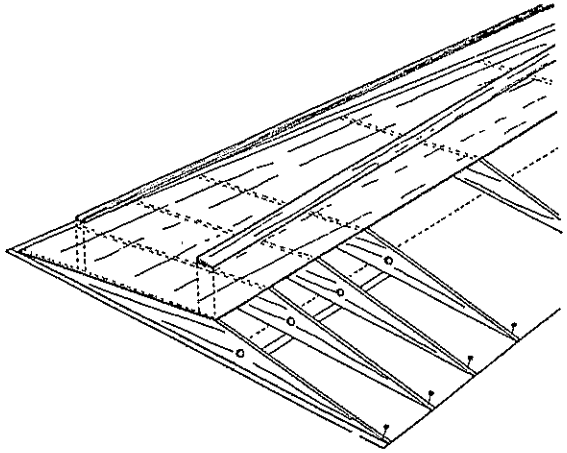
Afb. 5-112.



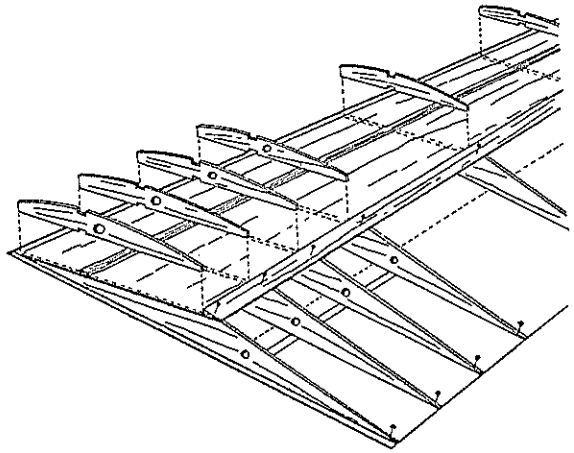
Afb. 5-113.



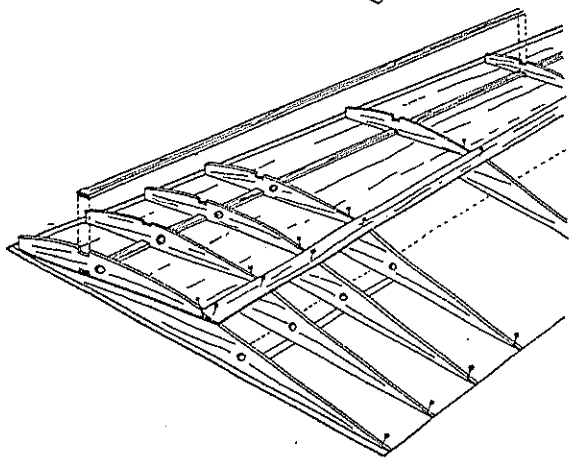
Afb. 5-114.



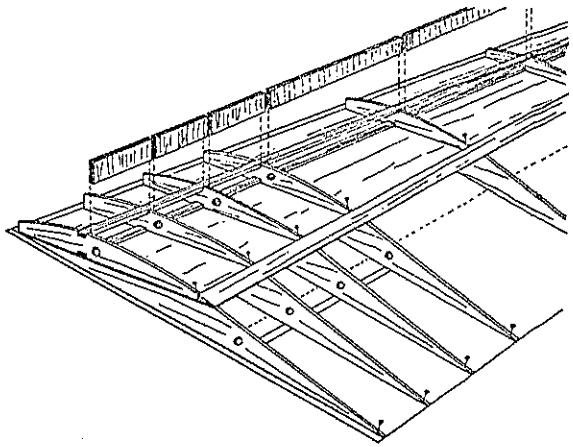
Afb. 5-115.



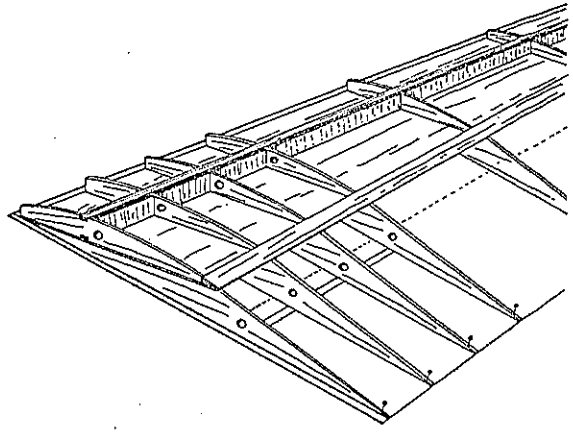
Afb. 5-116.



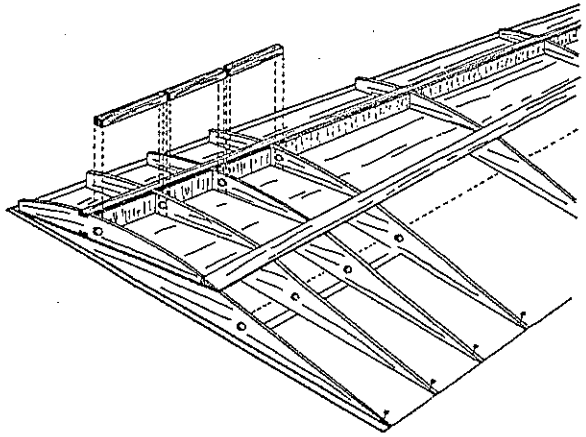
Afb. 5-117.



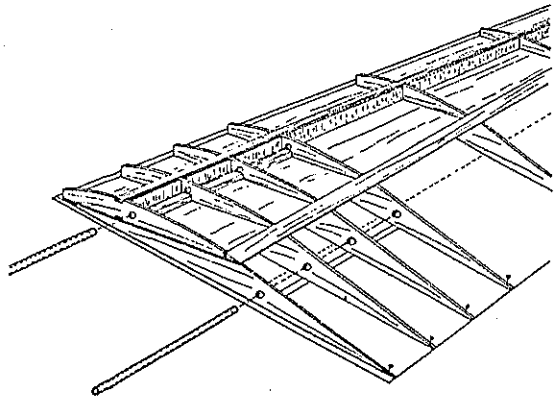
Afb. 5-118.



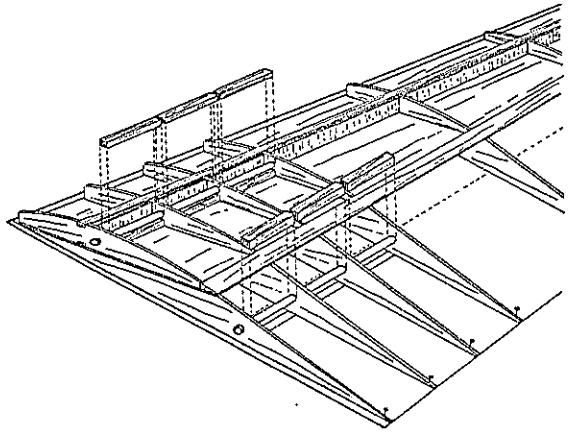
Afb. 5-119.



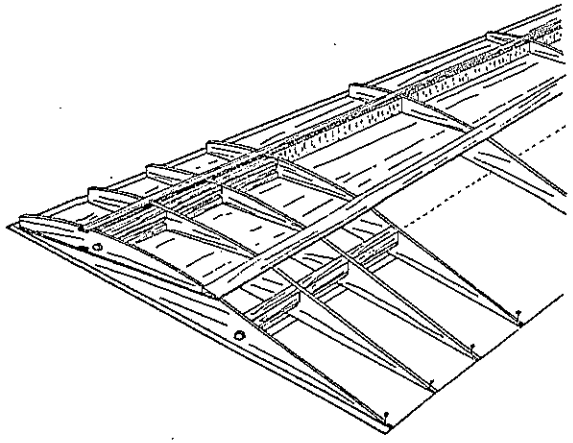
Afb. 5-120.



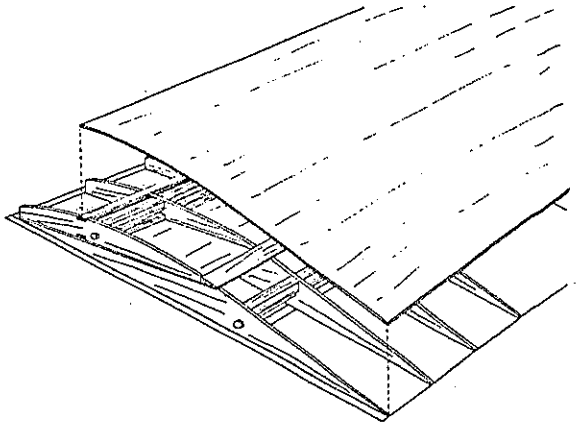
Afb. 5-121.



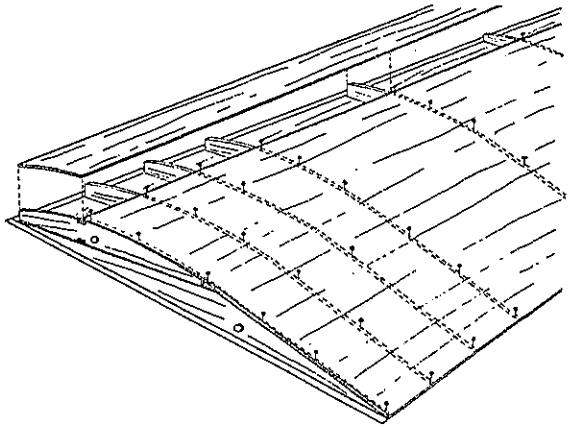
Afb. 5-122.



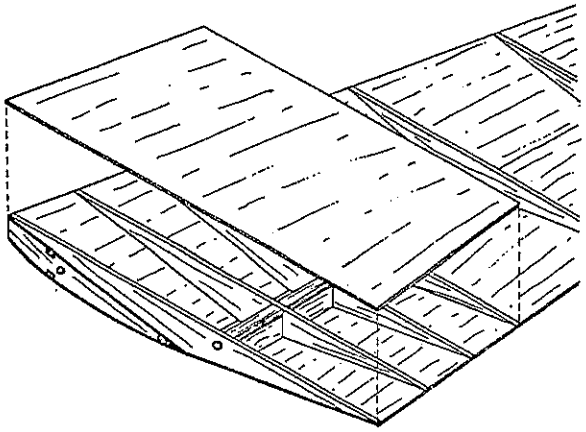
Afb. 5-123.



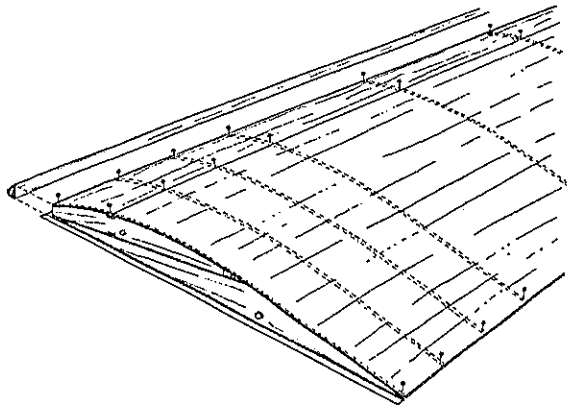
Afb. 5-124.



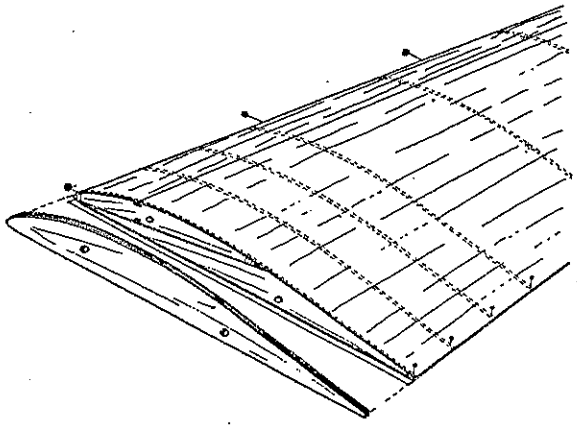
Afb. 5-125.



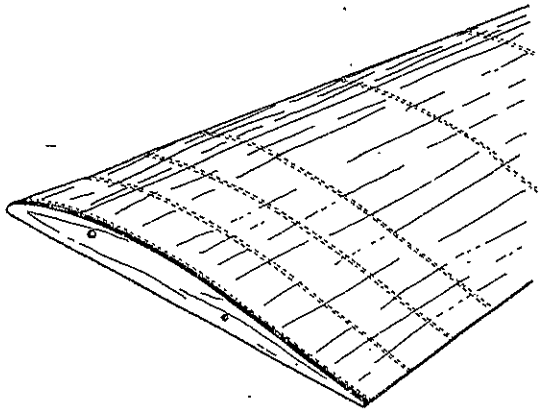
Afb. 5-126.



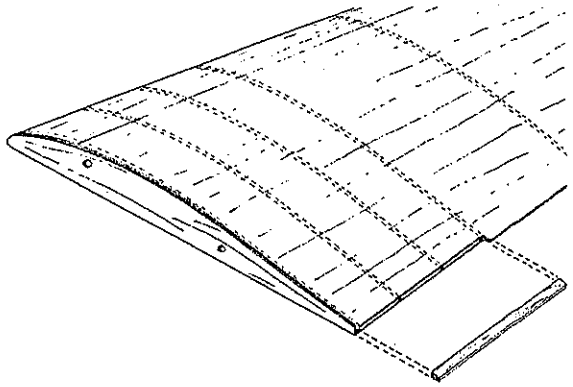
Afb. 5-127.



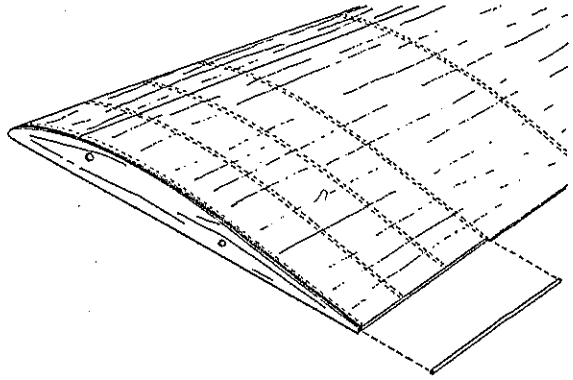
Afb. 5-128.



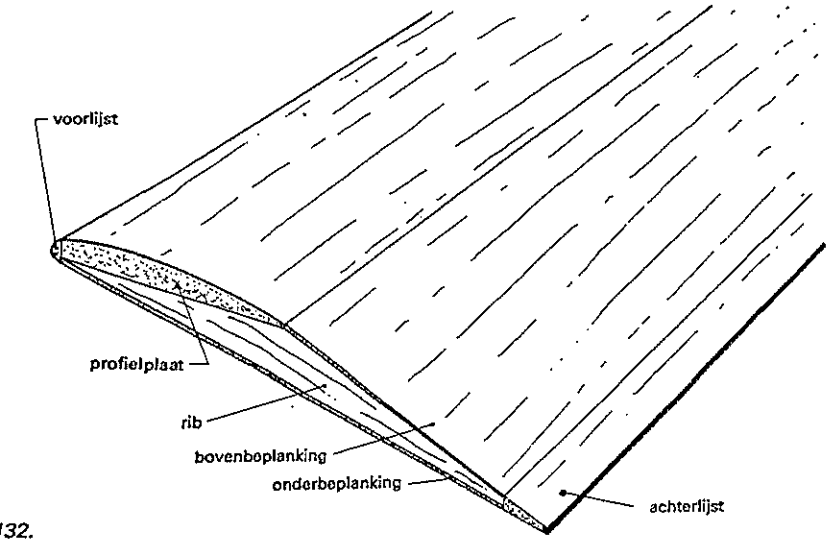
Afb. 5-129.



Afb. 5-130.



Afb. 5-131.



Afb. 5-132.

de lijm hard is wordt de bovenste beplanking vastgelijmd (afb. 5-124 en 5-125).
Pas als alle lijmplaatsen goed hard zijn wordt de vleugel van de bouwplank genomen en de in de buurt van de verbindingspijpjes benodigde beplanking op zijn plaats gelijmd (afb. 5-126). Nu wordt de voorlijst tegen de vleugel gelijmd (afb. 5-127) en glad verlopend met de vleugel geschuurd. Tenslotte wordt de triplex wortelrib tegen de vleugel gelijmd (afb. 5-128 en 5-129) en eveneens in vorm geschuurd. Ter versteviging van de achterrand van de vleugel, ter hoogte van de plaats waar de vleugel met elastiek op de romp wordt vastgezet, verdient het aanbeveling een hardhouten lat (afb. 5-130) of een stukje staaldraad (afb. 5-131) passend maken en in de achterlijst te lijmen. Voor de genoemde lijmverbindingen verdient het, voor zover het om houtverbindingen gaat, aanbeveling een polystyreenlijm te gebruiken of nog beter witte houtlijm (PVA-lijm).

Gesloten Jedelskyconstructie

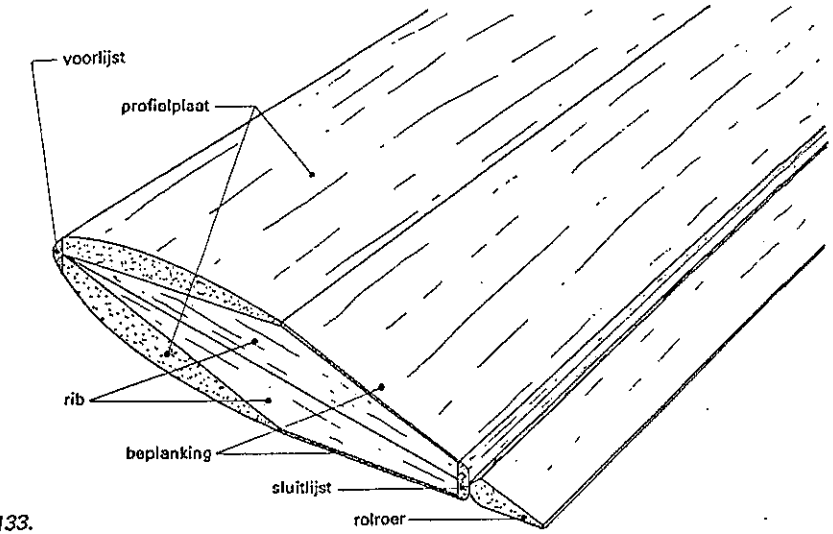
Terwijl de eerder beschreven open constructie voornamelijk bedoeld is om te worden toegepast bij zwakke tot matige wind, kan men dichte Jedelskyvleugels (afb. 5-132) met succes bij hellingzwevers en andere voor harde wind geschikte modellen toepassen. Bij deze constructie wordt de vleugel om een vlakke onderzijde te krijgen ook van onderen beplankt. Een model met open Jedelskyvleugels kan dan ook door de vleugels met papier, zijde of polyesterfilm af te plakken, tot een sneller model worden „omgebouwd".

Dubbele constructie

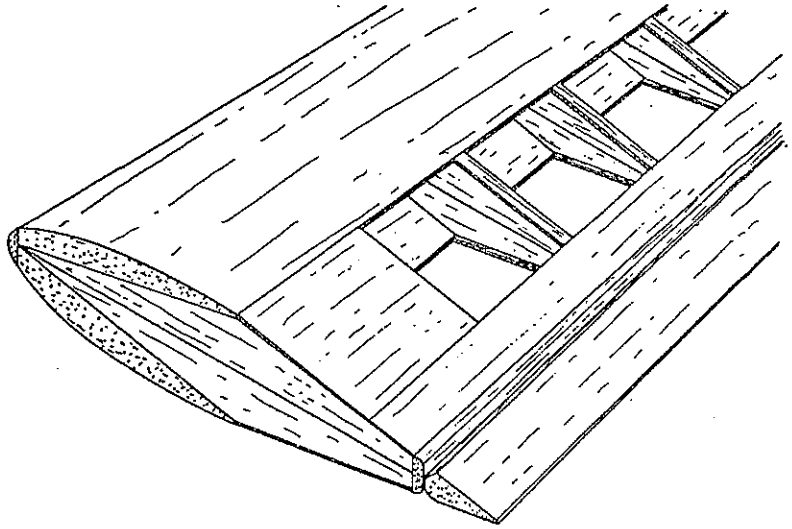
De dubbele variatie van deze constructie is bedoeld voor RB-motormodellen (kunstvluchttrainers) en RB-stuntzwevers. Deze constructie bestaat, zoals afb. 5-133 laat zien, uit twee open vleugels die met de onderzijden tegen elkaar worden gelijmd. In afb. 5-134 is nog eens de dubbele constructie getoond waarbij een deel van de beplanking achterwege is gelaten. Een aldus voltooide en gladgeschuurde vleugel wordt uiteraard bespannen.

5.5 Schaalconstructie

Hieronder verstaat men een constructie waarbij het uit ribben en spanliggers bestaande skelet van de vleugel op de onderste beplanking wordt gebouwd en met de bovenbeplanking gesloten wordt. De constructie is zeer eenvoudig en het profiel kan er uiterst nauwkeurig mee worden aangehouden. De bereikbare sterkte van de vleugel is enorm



Afb. 5-133.



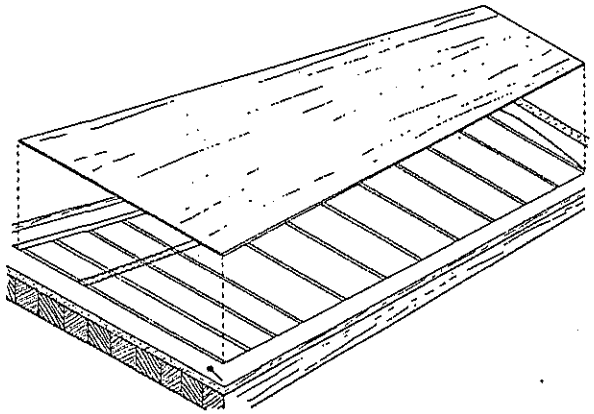
Afb. 5-134.

wijze waarop de vleugel gebouwd wordt (op bouwplank of helling) garandeert een absoluut ontbreken van verwringing, mits de ondergrond waarop wordt gebouwd volkomen vlak is en de vleugel pas wordt losgenomen als de lijm volledig hard is.
Bij de schaalconstructie is het (behalve bij profielen met vlakke onderzijde waarbij de onderste beplanking gewoon op de bouwtekening wordt

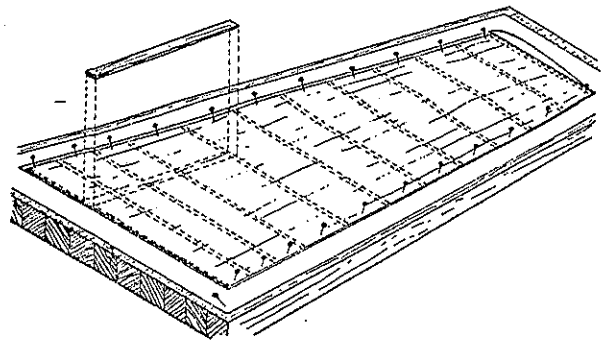
vastgezet) noodzakelijk dat men „hellingribben" zaagt waarvan de vo... het „complement" moet zijn van de vleugelribben, of de vleugelhell... uit 5.1 gebruikt.

Tweedelige vleugel zonder ligger, met vlakke onderkant.

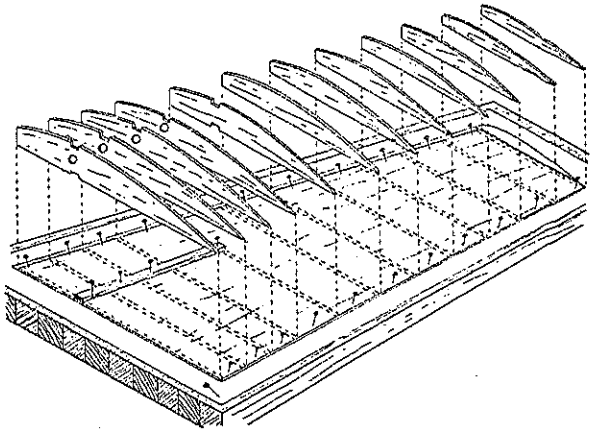
Deze vleugel, die bedoeld is voor kleine tot middelgrote hellingzwev... heeft geen doorlopende ligger en heeft die ook niet nodig. Bij de b... wordt begonnen met de op maat gemaakte onderste beplan... 1,5-2 mm dik balsa; let op de richting van de draad!) op de bouwt... ning vast zetten (afb. 5-135). Op de beplanking worden de ribben ... getekend en vervolgens wordt de onderste hulpligger op de beplank... gelijmd (afb. 5-136), waarna de ribben op de beplanking gelijmd wor... (afb. 5-137). Hierbij dient men op te letten, dat de ribben haaks op ... beplanking staan.
Het messingpijpje waarin de stalen pen voor de vleugelverbind... schuift en de stalen pen die moet voorkomen dat de vleugel ten opzic...



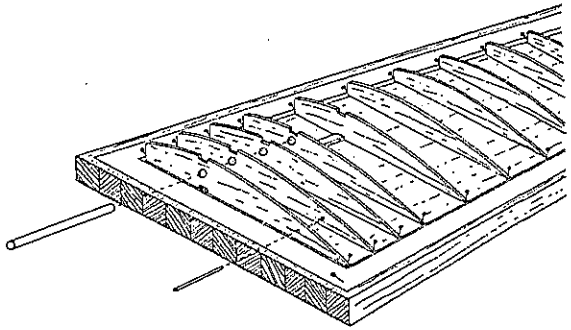
Afb. 5-135.



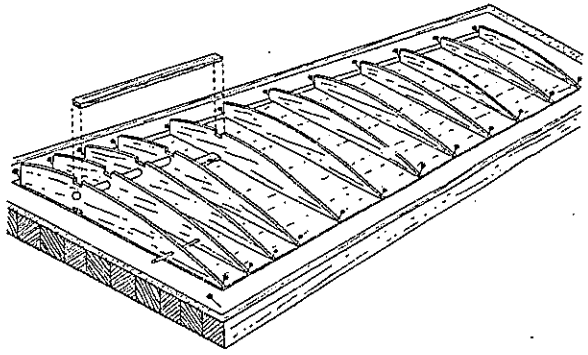
Afb. 5-136.



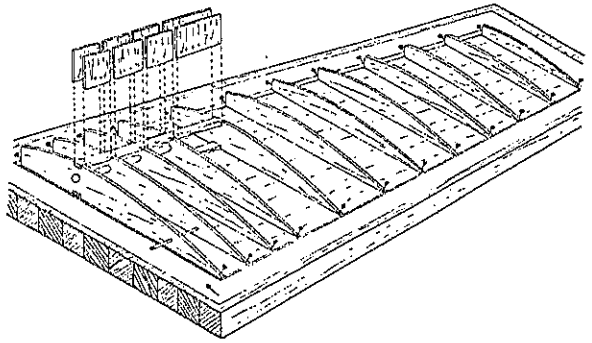
Afb. 5-137.



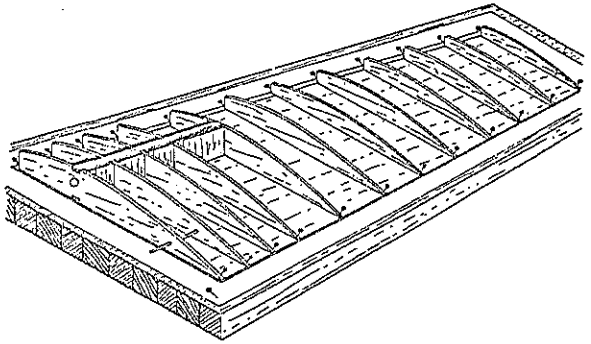
Afb. 5-138.



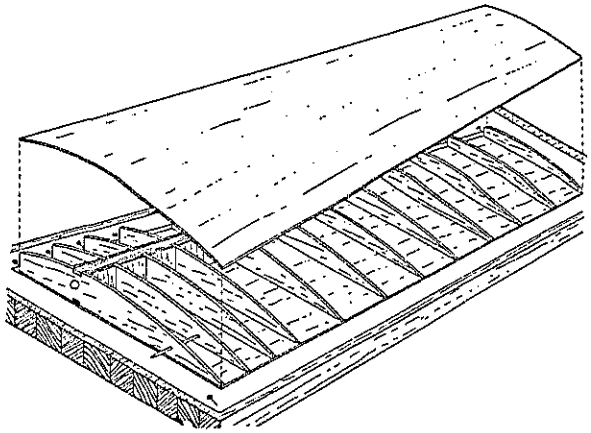
Afb. 5-139.



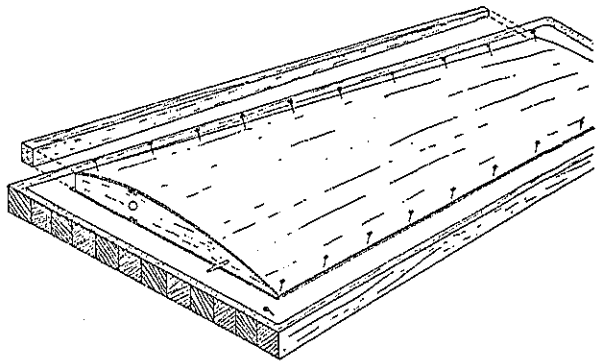
Afb. 5-140.



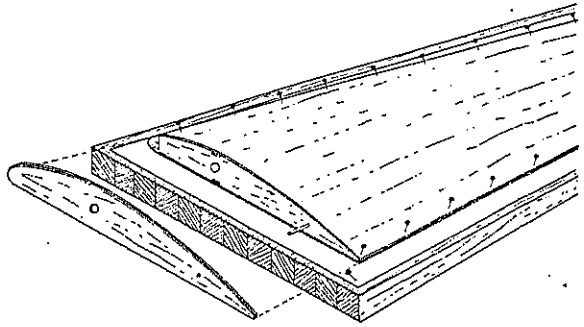
Afb. 5-141.



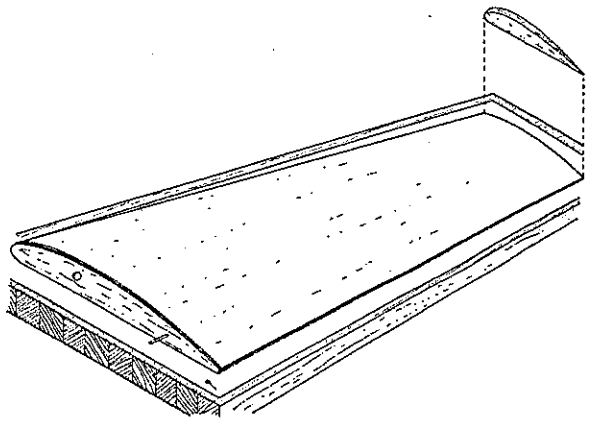
Afb. 5-142.



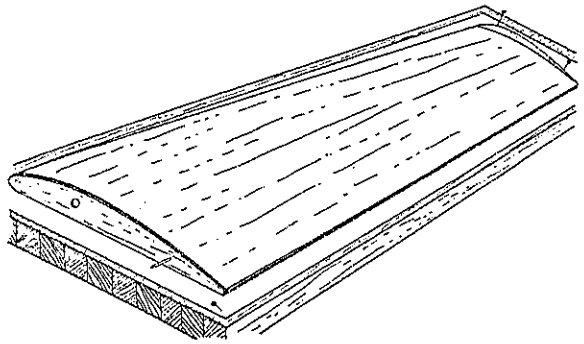
Afb. 5-143.



Afb. 5-144.



Afb. 5-145.

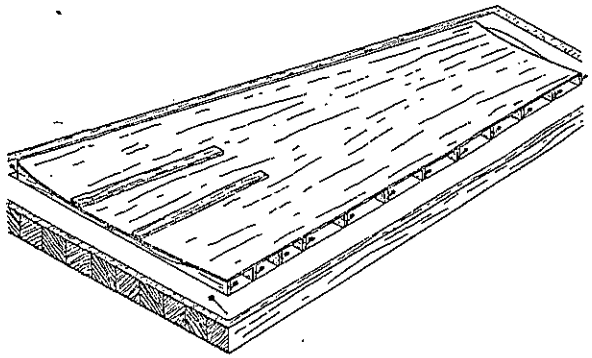


Afb. 5-146.

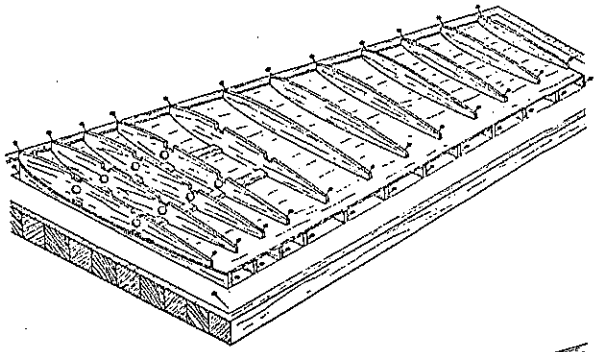
van de romp verdraait, worden nu in de voorgeboorde ribben uitgenomen en met epoxylijm vastgezet (afb. 5-138). Het aanbrengen van de bovenste hulpligger en het sluiten van de ligger is weergegeven in afb. 5-139 t/m 5-141. Tijdens de verdere bouw worden de bovenste beplanking, voorlijst en aansluitribben pasgemaakt en op hun plaats gelijmd (afb. 5-142 t/m 5-144). Als de lijmplaatsen goed hard zijn wordt de vleugel van de bouwplank genomen en gladgeschuurd. Vervolgens wordt het tipblok tegen de vleugeltip gelijmd (afb 5-145 en 5-146) en afgewerkt.

Tweedelige vleugel zonder ligger, met (half)symmetrisch profiel.

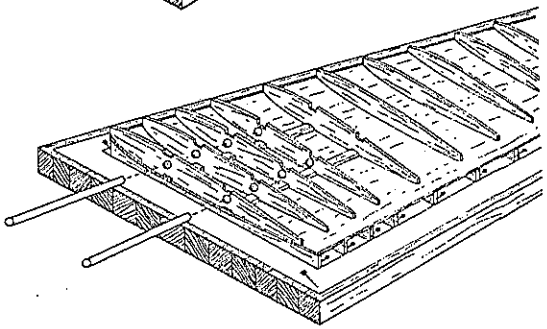
Deze vleugel wijkt van de vorige af door zijn onderzijde, die niet vlak is en door het gebruik van twee messing pijpjes voor de bevestiging. Om deze vleugel op een bouwplank te kunnen bouwen moeten aan de onderzijde van elke rib zgn. hellingribben uit balsa, abachi of triplex worden gezaagd en op de bouwtekening worden vastgezet.



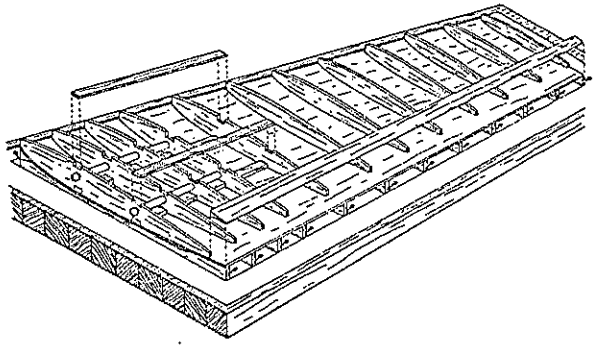
Afb. 5-147.



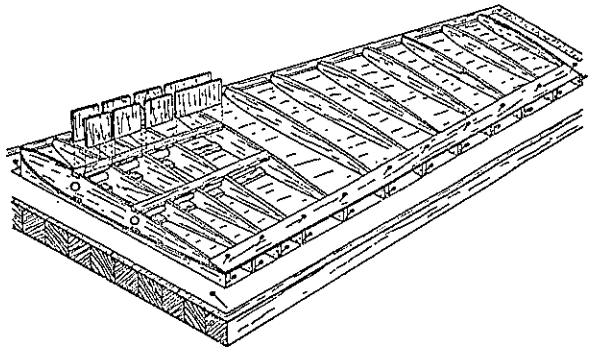
Afb. 5-148.



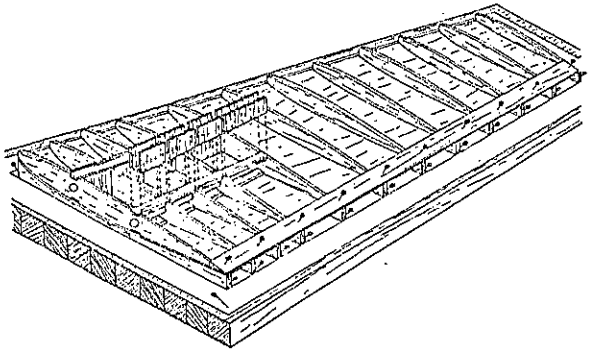
Afb. 5-149.



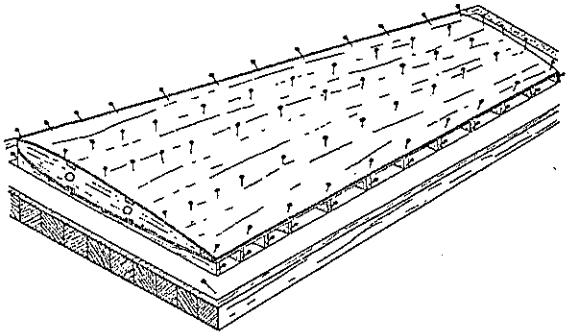
Afb. 5-150.



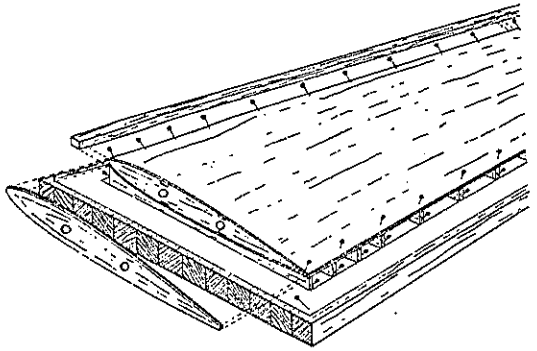
Afb. 5-151.



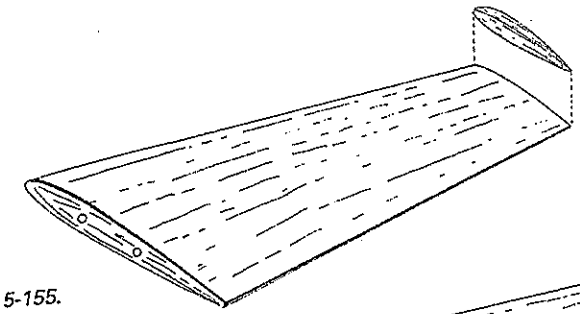
Afb. 5-152.



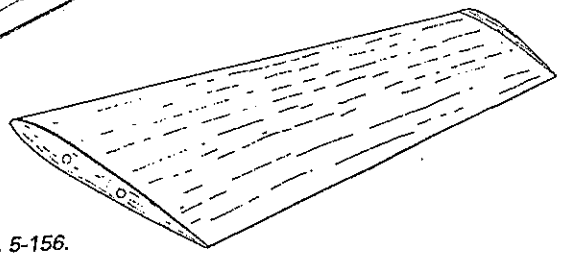
Afb. 5-153.



Afb. 5-154.



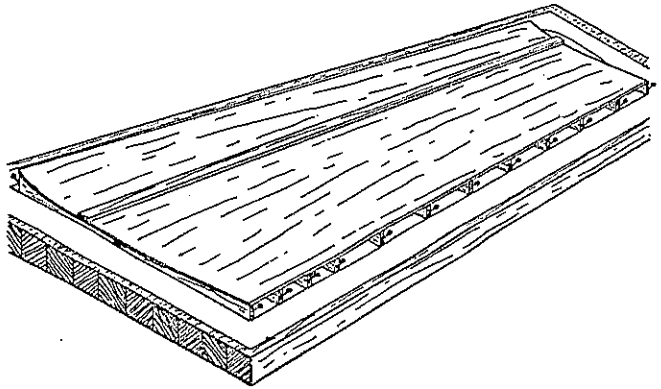
Afb. 5-155.



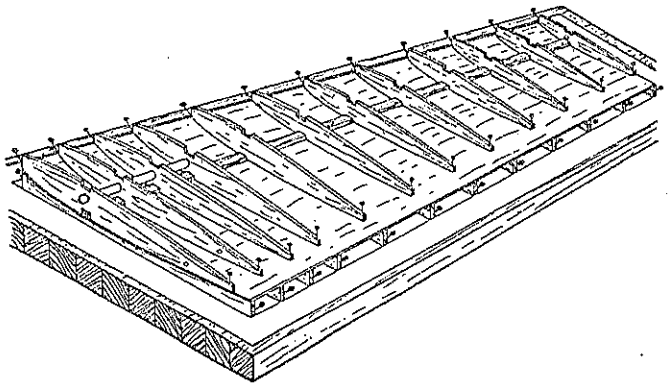
Afb. 5-156.

Tweedelige vleugel met doorlopende ligger

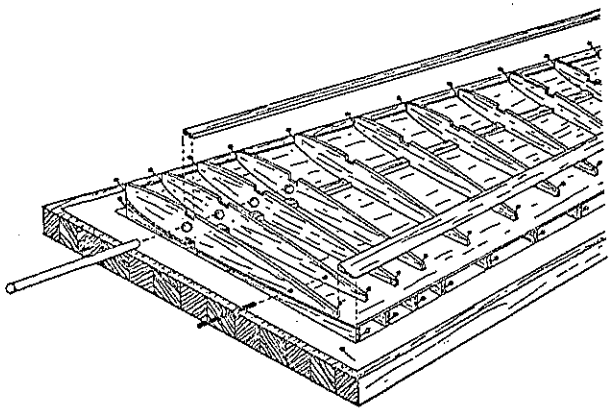
In de afb. 5-157 t/m 5-165 is de bouw geschetst van een vleugel die in zoverre van de beide voorgaande afwijkt dat hier geen hulpligger, maar een doorlopende doosligger wordt ingebouwd. De ligger wordt ter hoogte van het verbindingspijpje met triplex schotjes (1,5 - 2 mm dik) en voor het overige met balsa (1,5–2 mm) gesloten.



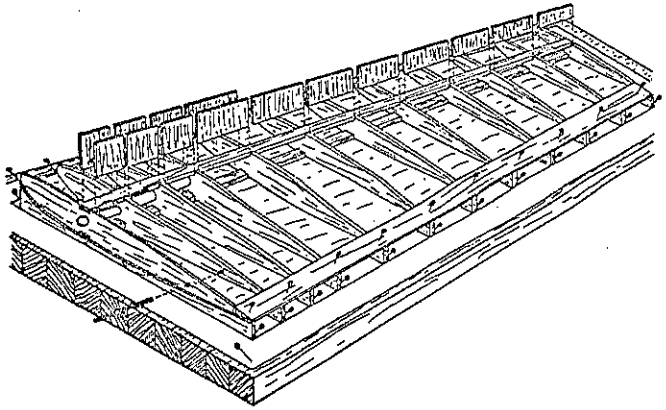
Afb. 5-157.



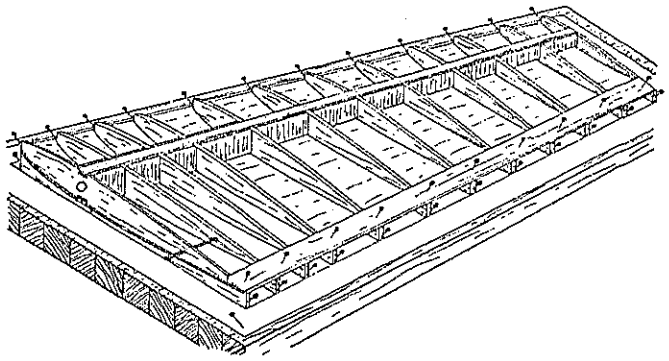
Afb. 5-158.



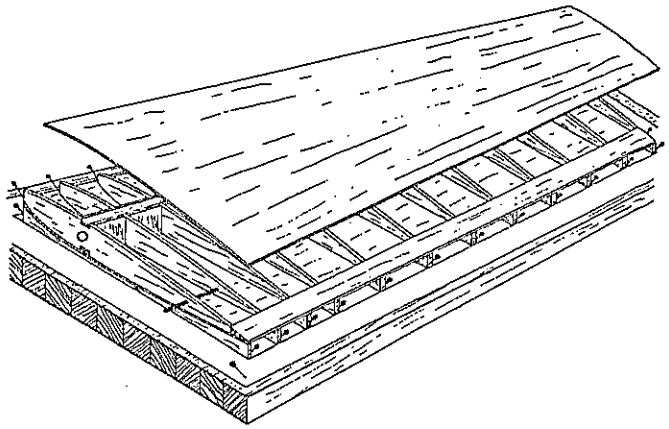
Afb. 5-159.



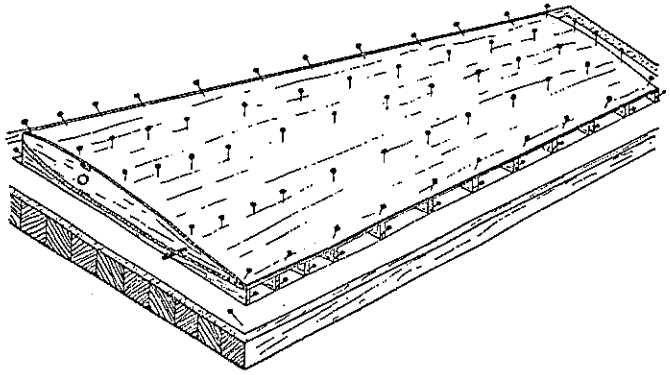
Afb. 5-160.



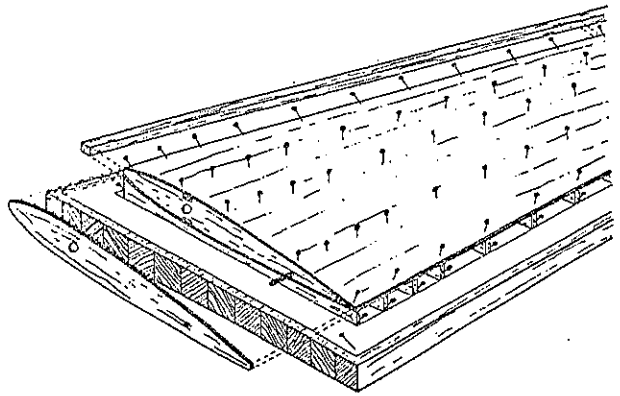
Afb. 5-161.



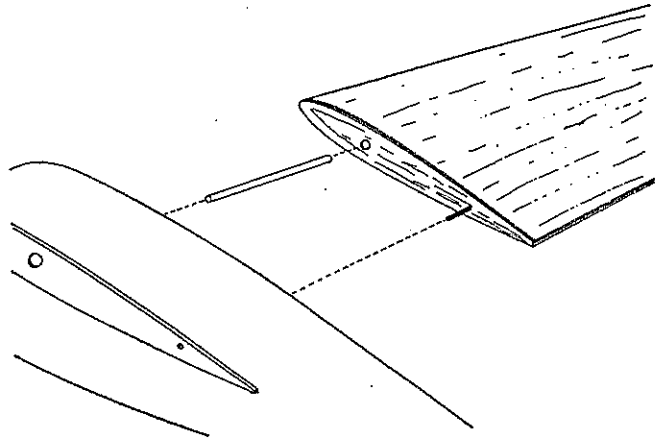
Afb. 5-162.



Afb. 5-163.



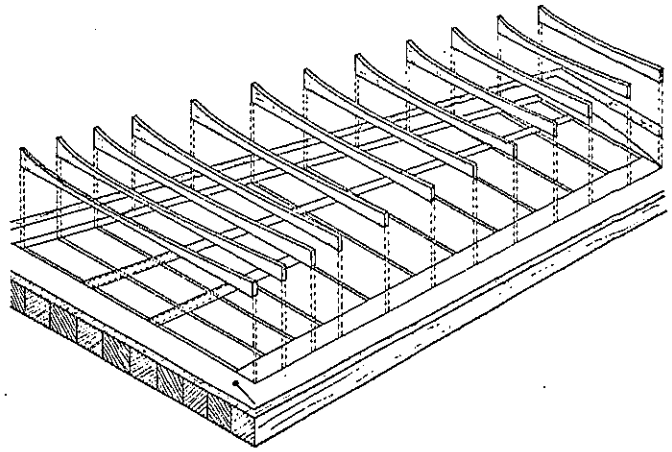
Afb. 5-164.



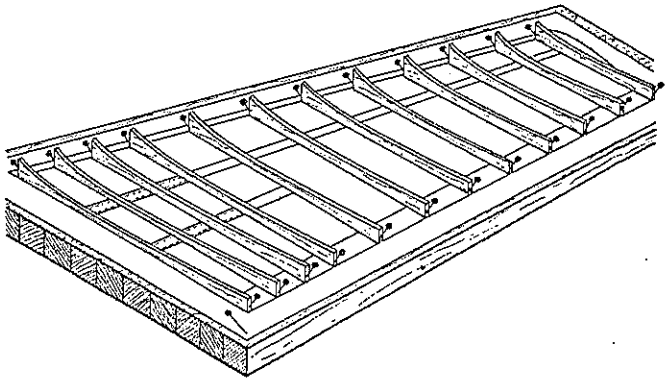
Afb. 5-165.

Tweedelige vleugel met ligger en rolroeren

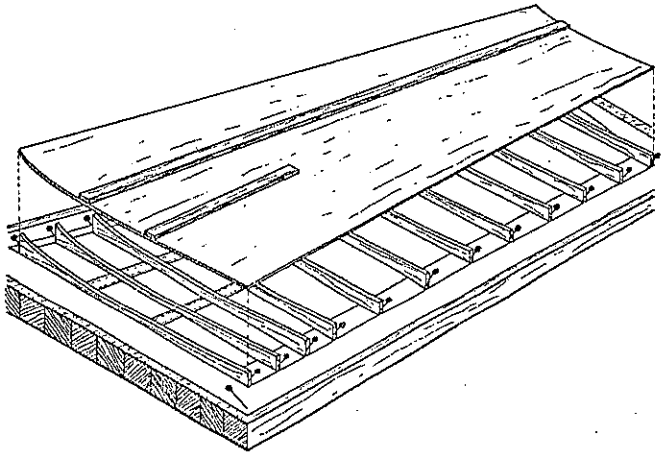
Ook deze vleugel wordt weer op hellingribben gebouwd. Nadat de hellingribben op de tekening zijn vastgezet (afb. 5-166 en 5-167), wordt de onderste beplanking, waarop de onderste hoofd- en hulpligger reeds zijn vastgelijmd, op de hellingribben vastgezet (afb. 5-168 en 5-169). Zoals reeds beschreven worden de vleugelribben op onderste beplanking en liggers gelijmd, daarop loodrecht uitgericht en vastgezet (afb. 5-170 en 5-171). Zijn de messing pijpjes pasgemaakt, dan worden ze uitgericht (ten opzichte van elkaar en in hoogte) en met epoxylijm op hun plaats gelijmd (afb. 5-172).
Vervolgens worden de bovenste hoofd- en hulpligger en de achterlijst pasgemaakt en op hun plaats gelijmd (afb. 5-173 en 5-174). Zodra de lijm



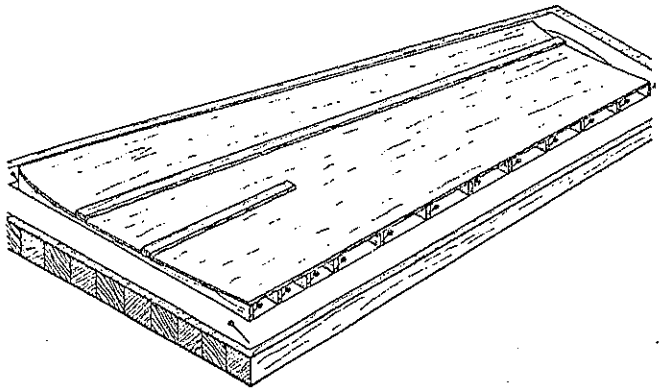
Afb. 5-166.



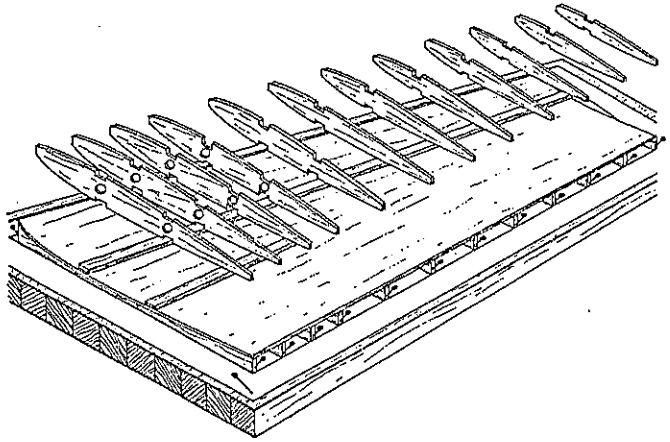
Afb. 5-167.



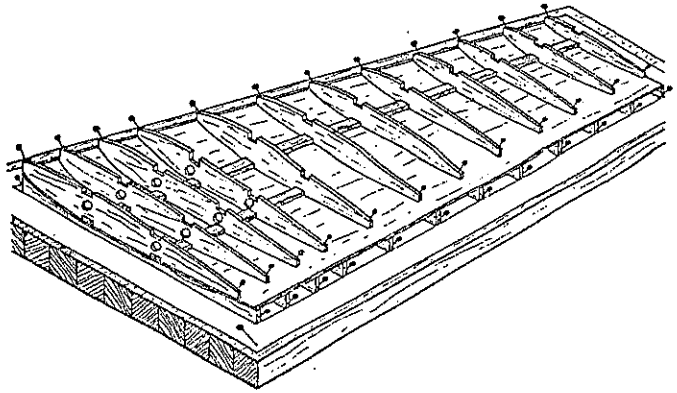
Afb. 5-168.



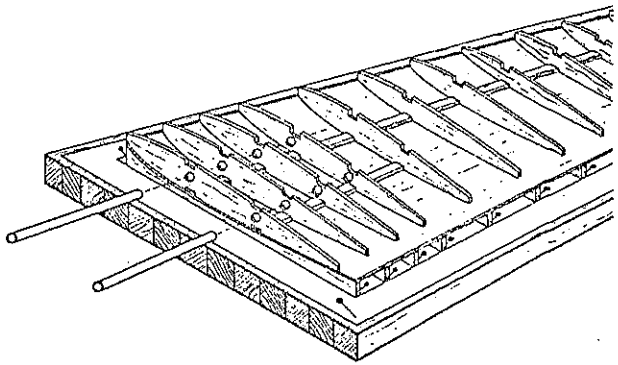
Afb. 5-169.



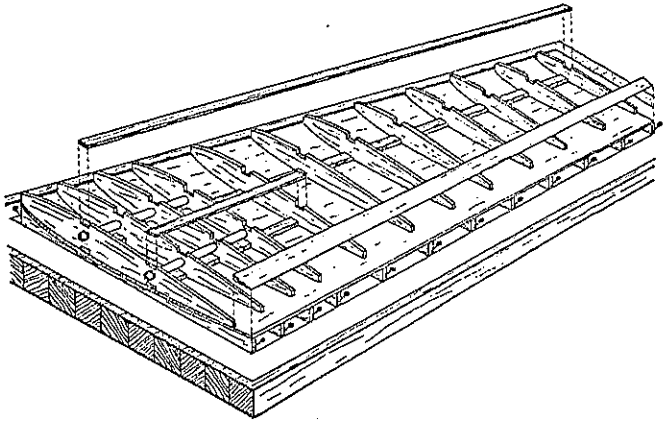
Afb. 5-170.



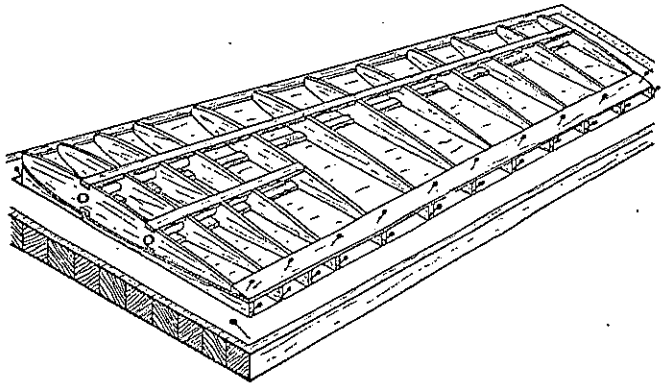
Afb. 5-171.



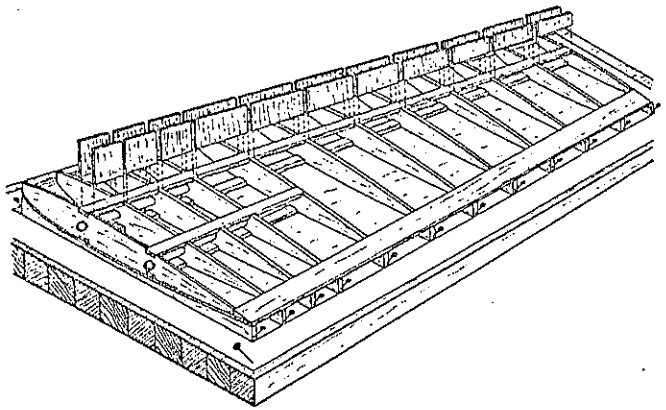
Afb. 5-172.



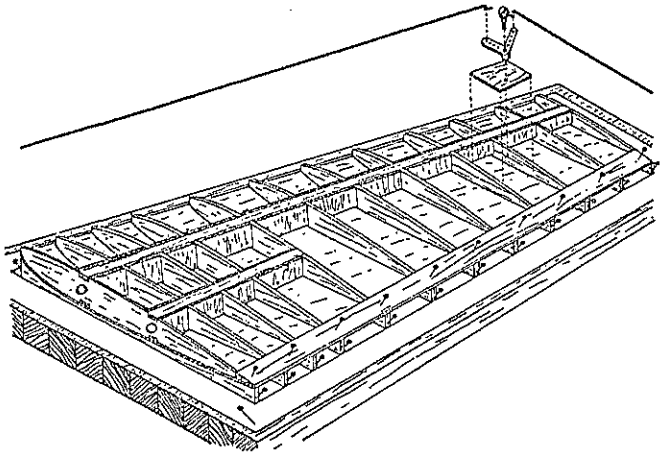
Afb. 5-173.



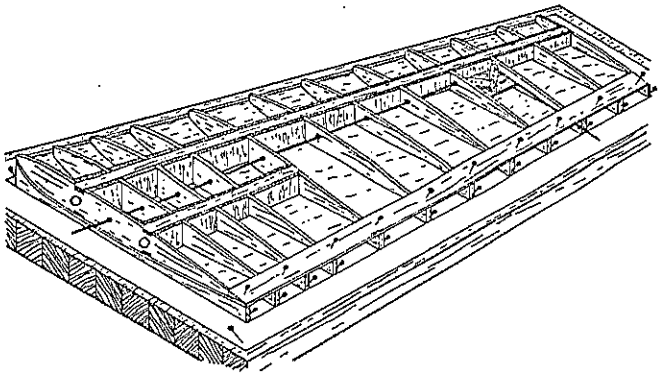
Afb. 5-174.



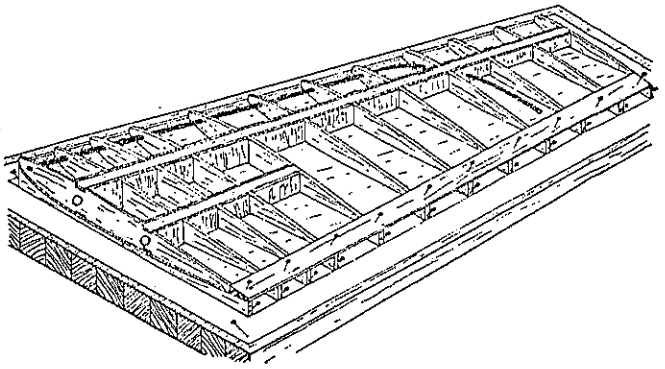
Afb. 5-175.



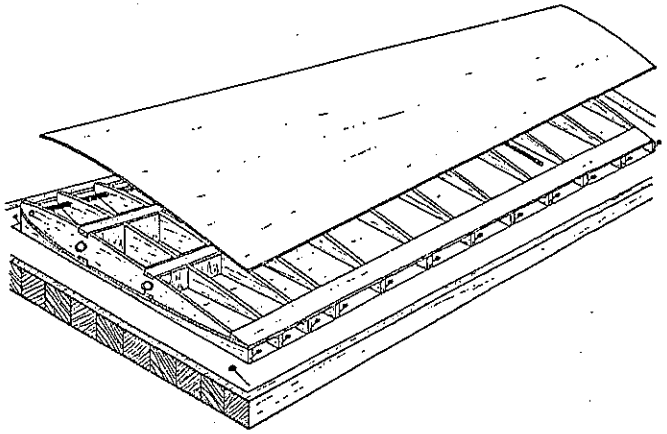
Afb. 5-176.



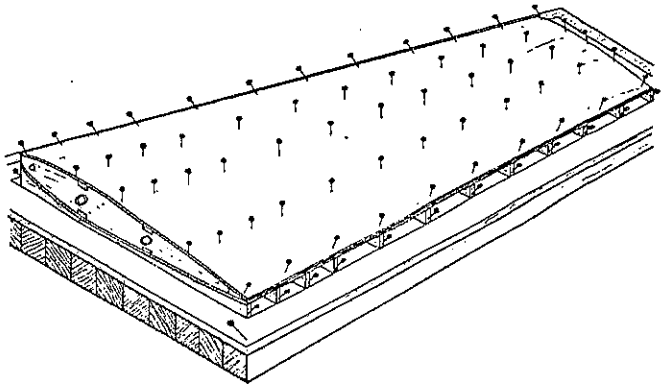
Afb. 5-177.



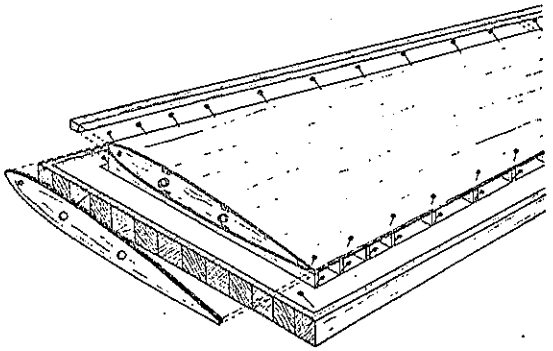
Afb. 5-178.



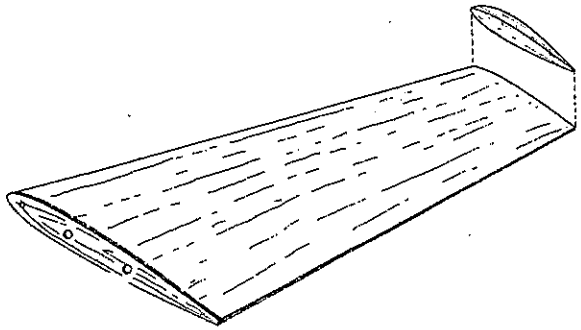
Afb. 5-179.



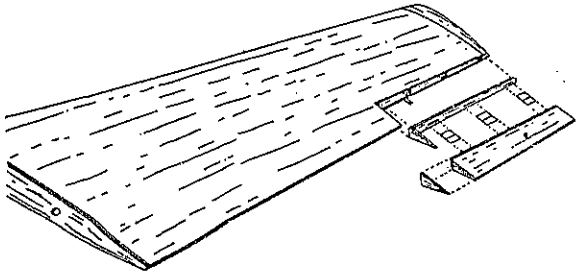
Afb. 5-180.



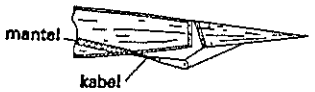
Afb. 5-181.



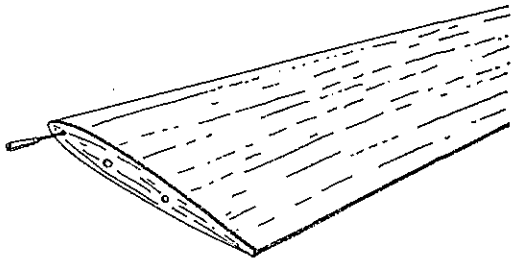
Afb. 5-182.



Afb. 5-183.



Afb. 5-184.

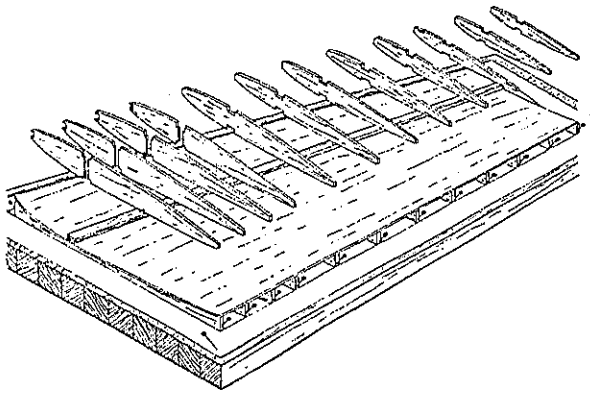


Afb. 5-185.

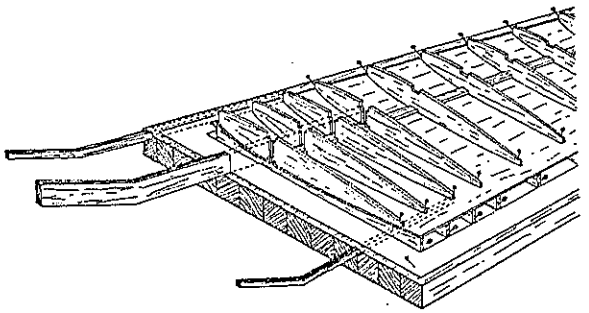
uitgehard is worden de schotjes van de ligger pasgemaakt (de eerste vier paar triplex, dik 1,5–2 mm; de overige balsa van 2 mm) en op hun plaats gelijmd (afb. 5-175). Vóór de vleugel gesloten wordt moet bepaald worden hoe de rolroeren bediend worden. Een door de rib gevoerde en op een in de vleugel gelijmd triplex plaatje (2–3 mm dik) geschroefde tuimelaar van richting veranderde stuurstang die door een sleuf in de onderste beplating van het rolroer wordt geleid, is één mogelijkheid om het rolroer te bedienen (afb. 5-176 en 5-177). Wordt het rolroer met een bowdenkabel bediend, dan wordt de kabelmantel met epoxylijm in de doorboorde ribben gelijmd (afb. 5-178). Bij het monteren van de kabel mag, om knikken van de mantel te voorkomen, de bedieningskabel niet uit de mantel getrokken worden. Nu worden nog de bovenste beplanking (afb. 5-179 en 5-180), voorlijst, aansluitrib (afb. 5-181) en tipblok (afb. 5-182) vastgelijmd. Bij het aanbrengen van de aansluitribben dient men er rekening mee te houden dat deze onder een hoek moeten staan.
Als de lijmplaatsen hard zijn, wordt de vleugel gladgeschuurd, waarbij men vooral op de voorlijst en tipblok moet letten. Het rolroer wordt met een scherp balsames of figuurzaag uit de vleugelhelft gesneden. De zaagsnede van de vleugel wordt glad geschuurd en afgedekt door er een strookje balsa (3–5 mm dik) op te lijmen. Het rolroer wordt met de dikte van dat strookje ingekort en, om uitslagen naar beneden mogelijk te maken, schuin weggezaagd. Het uitzagen van het rolroer tot en met de montage van roer en bediening zijn weergegeven in afb. 5-183 t/m 5-185.

Eéndelige vleugel met doorgaande ligger

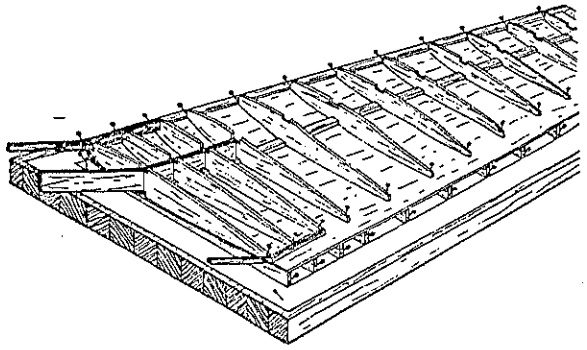
Ook deze vleugel heeft een uit twee gordingen bestaande hoofdligger, hier echter als dubbele T-ligger uitgevoerd. De beide dragende delen van de ligger zijn de gordingen, terwijl de tussenschotten uit balsa plaatjes (met verticale draad!) bestaan. De gordingen worden vervaardigd uit grenen latten die bij modelzwevers en motortrainers een doorsnede van ca. 3 × 8 tot 3 × 10 mm moeten hebben. Voor de verstevigingschotten



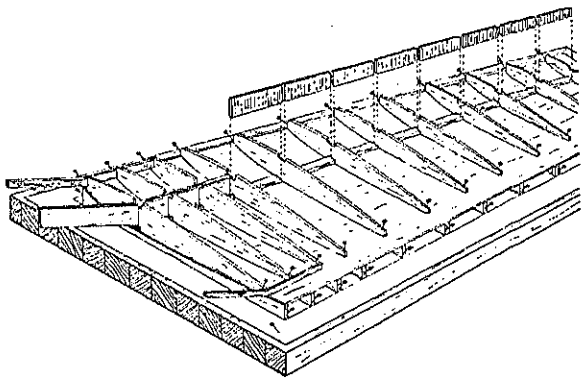
Afb. 5-186.



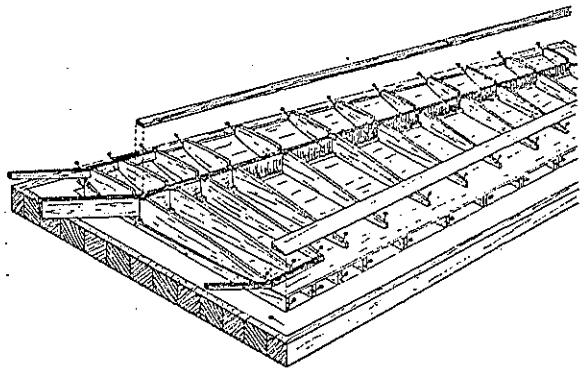
Afb. 5-187.



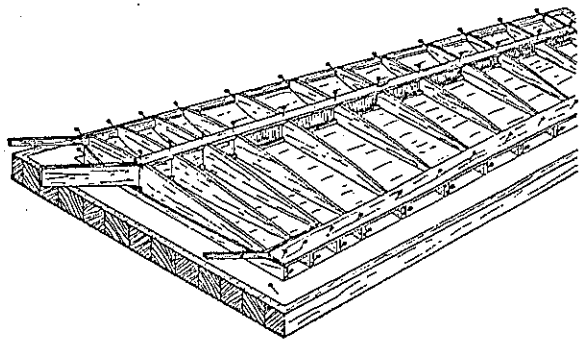
Afb. 5-188.



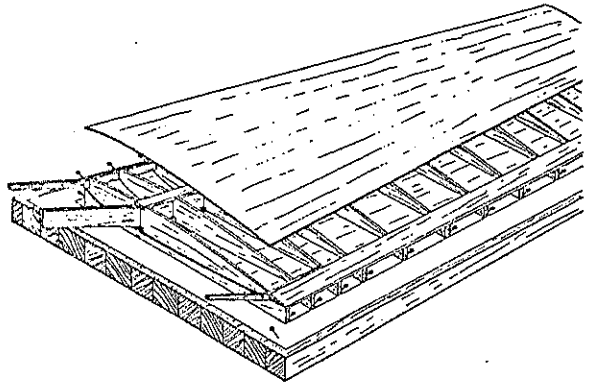
Afb. 5-189.



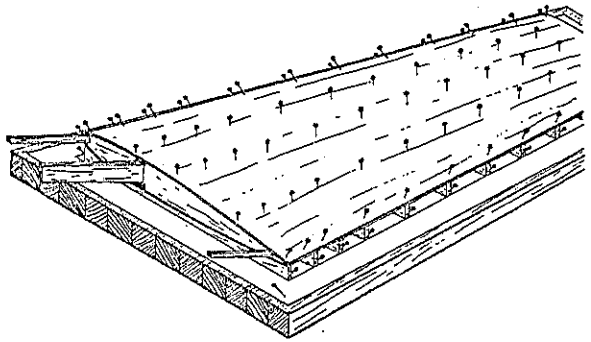
Afb. 5-190.



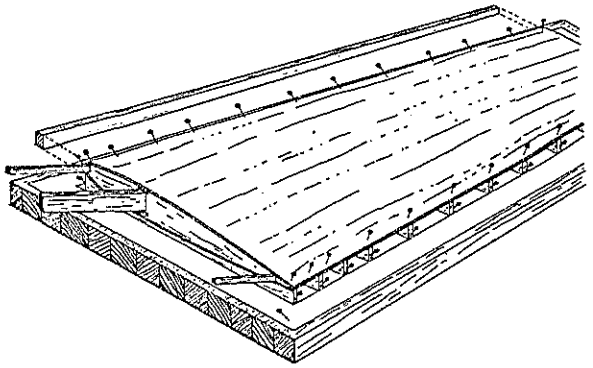
Afb. 5-191.



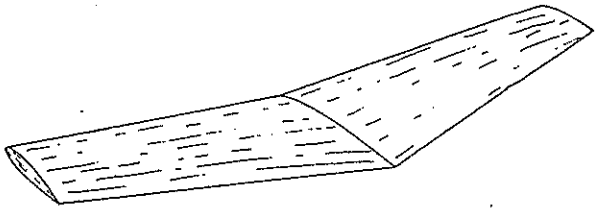
Afb. 5-192.



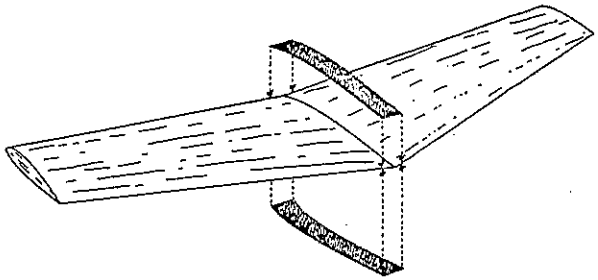
Afb. 5-193.



Afb. 5-194.



Afb. 5-195.



Afb. 5-196.

tussen de gordingen blijkt 3 mm dik middelhard balsa goed te voldoen. Op de onderste liggergording (die al op de onderste beplanking is gelijmd) en op de onderste beplanking zelf worden de ribben gelijmd. Sommige ribben zijn, om het triplex verbindingsstuk te kunnen opnemen, tweedelig uitgevoerd (afb. 5-186). Vervolgens worden de middelste en de voorste en achterste triplex verbindingshoeken vastgelijmd (afb. 5-187 en 5-188). Om de voorste en achterste verbindingshoeken te kunnen opnemen moeten de ribben aan voor- en achterzijde natuurlijk worden ingekort. Nu worden de balsa tussenschotjes pasgemaakt en aan de ribben en op de onderste gording gelijmd (afb. 5-189). Vervolgens worden de bovenste liggergording en de achterlijst (afb. 5-190 en 5-191), de bovenste beplating en de voorlijst (afb. 5-192 en 5-193) vastgelijmd en -gezet (afb. 5-194). Ook het tipblok kan nu worden vastgelijmd. Zijn beide vleugelhelften klaar en gladgeschuurd, dan worden ze tegen elkaar gelijmd (afb. 5-195) en boven- en onderzijde van de verbinding met polyester- of epoxyhars en een strook glasweefsel (liefst met diagonale draad) verstevigd (afb. 5-196).

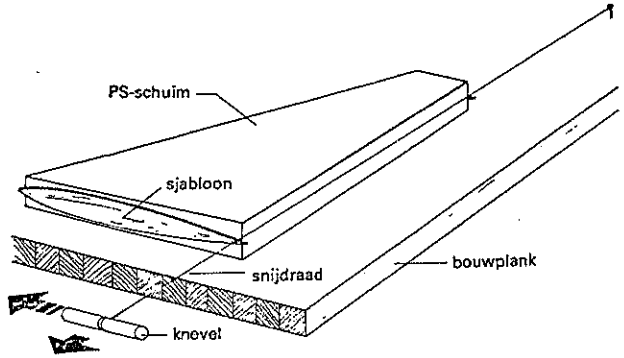
5.6 Vleugels van polystyreenschuim

Polystyreenschuim zonder verstevigende beplanking is voor vliegtuigmodelbouw veel te bros en te slap. Als kern van vleugels die met balsa of abachi worden beplankt of met zijde of glasweefsel worden overtrokken

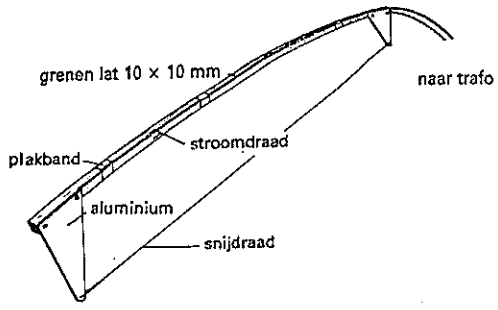
is het bijzonder goed geschikt. De uiteindelijke sterkte en de oppervlaktehardheid zijn afhankelijk van de als huid gebruikte materialen. Als beplanking blijken balsa en abachi het best te voldoen. Ze worden gelijmd met PVA-, epoxy- of speciale contactlijm voor polystyreenschuim. Tot de sterkte dragen de genoemde lijmsoorten zeer verschillend bij. De relatief elastische contactlijm draagt weinig bij tot de sterkte terwijl lijmverbindingen met PVA-lijm of epoxyhars aanzienlijk harder zijn. Voor tot het bewerken van PS-schuim wordt overgegaan wordt er hier nog eens nadrukkelijk op gewezen dat alle acetonhoudende lijmsoorten, spanlak en celluloselak, styreen(polyester) en dergelijke uit de buurt gehouden moeten worden omdat deze er diepe gaten in „vreten".

Het snijden van schuimvleugels

Zoals in hoofdstuk 3 beschreven valt PS-schuim weliswaar met zaag, mes, vijl en schuurpapier te bewerken, maar de beste methode om het te snijden is met een hittedraad. Moeten grote vlakken styropor gesneden worden, zoals bij het maken van vleugels van modelvliegtuigen nodig is,

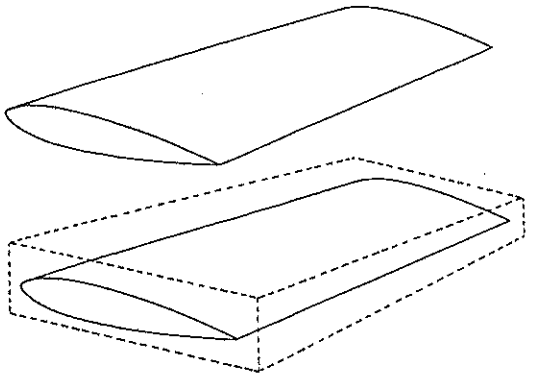


Afb. 5-197.

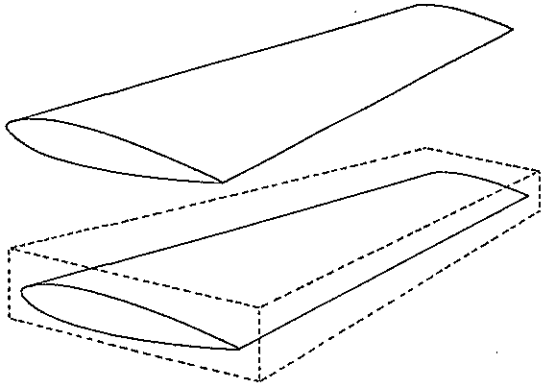


Afb. 5-198.

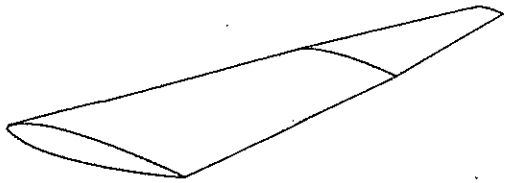
dan moet om een zo glad mogelijke snede te verkrijgen, de snijdraad (in de handel verkrijgbaar) goed strak gespannen worden. Delta- of sterk trapeziumvormige vleugels kunnen, nadat de triplex voorbeeldribben tegen de beide uiteinde van de plaat schuim zijn gelijmd, met alleen een snijdraad worden gesneden. Daartoe wordt het ene eind van de draad op de bouwplank, waarop ook de plaat styropor bevestigd is, met een spijker of schroef vastgezet terwijl het andere uiteinde van de draad in een knevel eindigt die als handgreep dient om de draad te spannen en tevens vlot langs de voorbeeldribben te trekken (afb. 5-197).
Voor het snijden van rechthoekige of licht trapeziumvormige vlakken moet de draad in een beugel worden gespannen. De uitvoering van de beugel doet er niet zo veel toe, belangrijk is alleen het resultaat. Afb. 5-198 toont een geod bruikbare uitvoering van een dergelijke „zaag". Belangrijk is vooral dat de draad, die door het verwarmen langer wordt, goed strakgetrokken wordt.
Om de benodigde warmte te kunnen opwekken is een krachtige stroombron nodig. Een transformator die een flinke secundaire stroom kan leveren voldoet goed, zeker als men de secundaire spanning kan regelen. Sommige trafo's voor modeltreinen (wisselstroom) voldoen uitstekend. De snijdraad heeft de juiste temperatuur als hij zich zonder haperen, gemakkelijk door het schuim laat trekken. Om een gelijkmatige snede te verkrijgen moet vrij langzaam, maar vooral met constante snelheid, gesneden worden. Alle vleugel- of staartformaten en profielen kunnen uit schuim gesneden worden. Het principe blijft hetzelfde, alleen een sjabloon (voorbeeldrib) en de plaats daarvan op het blok schuim verschillen.
Heeft de vleugel een rechthoekig of een trapeziumvormig grondvlak (afb. 5-199 en 5-200) dan kan hij uit één blok gesneden worden. Is het grondvlak uit een rechthoek en een of meer trapeziumvormen samengesteld (afb. 5-201 en 5-202), dan moet de vleugel uit een overeenkomstig aantal delen worden samengesteld (afb. 5-203 en 5-204). Heeft de vleugel een rechthoekig grondvlak en over de hele lengte hetzelfde profiel, dan moeten uit circa 2 mm dik triplex twee precies gelijke voorbeeldribben worden uitgezaagd, op elkaar geklemd en samen glad geschuurd worden (afb. 5-206). Bij trapeziumvormige vleugels worden de voorbeeldribben natuurlijk bepaald door de ribben van vleugelwortel en -tip. Daar de weg die de hittedraad bij twee ribben van verschillend formaat moet afleggen niet even lang is en het snijden zelf langs beide ribben zo gelijkmatig mogelijk moet gebeuren, verdient het aanbeveling de ribben van een proportionele verdeling te voorzien (afb. 5-206).
Geknikte vleugels, waarvan het grondvlak van de vleugelwortel tot aan het tipblok een trapezium vormt kunnen, voor zover ze qua lengte nog met een hittedraad gesneden kunnen worden en ze niet langer zijn dan



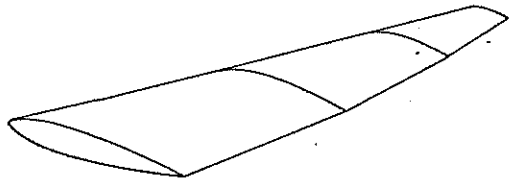
Afb. 5-199.



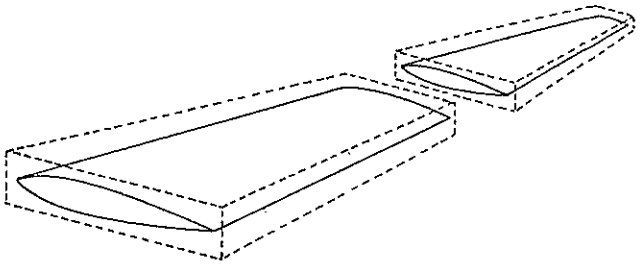
Afb. 5-200.



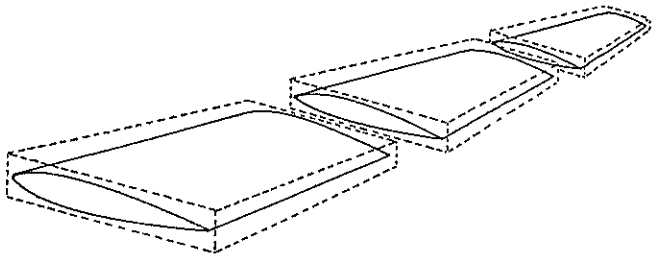
Afb. 5-201.



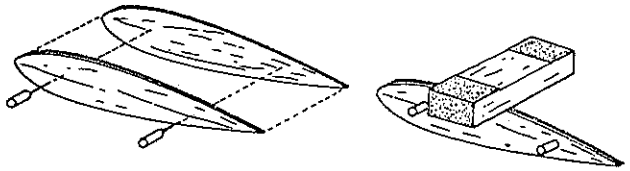
Afb. 5-202.



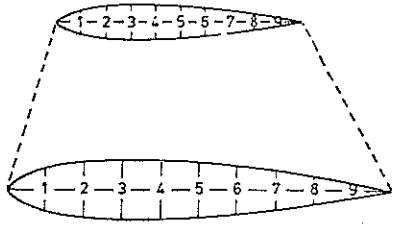
Afb. 5-203.



Afb. 5-204.



Afb. 5-205.

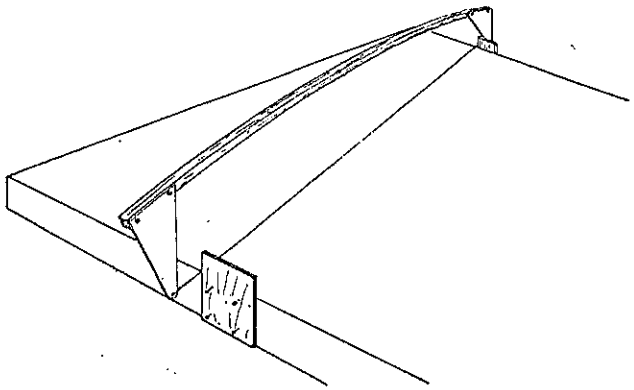


Afb. 5-206.

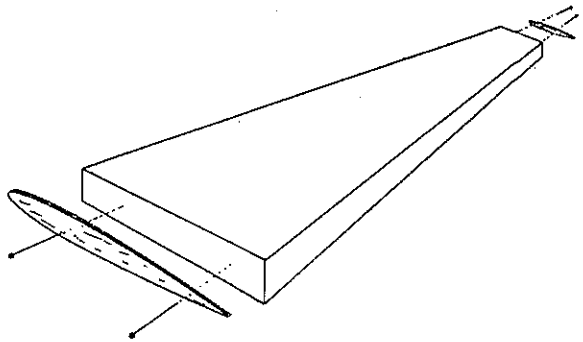
de lengte waarin het schuim geleverd kan worden, uit één stuk gesneden worden en op de plaats waar de knik moet komen doorgesneden en in de gewenste hoek tegen elkaar worden gelijmd.

Schuimvleugel met voor- en achterlijst

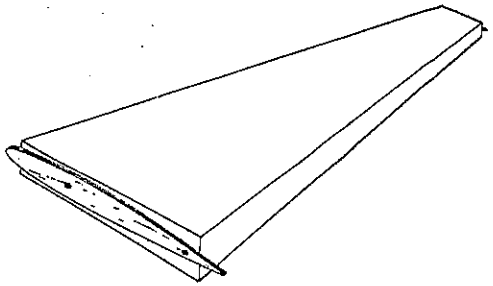
Als men over schuim van de gewenste afmetingen beschikt en de uitrusting voor het snijden in orde is gaat men ertoe over de grondvlakken van de vleugel op ware grootte, maar zonder voor- en achterlijst uit te snijden. Om een rechte snede te verkrijgen worden rechthoekige triplex aanslagen op het schuim vastgezet (afb. 5-207).
Vervolgens worden de voorbeeldribben op hun plaats bevestigd (afb. 5-208 en 5-209). Daarbij dient men er nauwkeurig op toe te zien dat beide ribben, aan voor- en achterzijde van het blok, precies de lengte van voor- en achterlijst uitsteken. Heel belangrijk is ook dat de koorden van beide ribben in hetzelfde vlak liggen, anders snijdt men een getordeerde vleugel. De afb. 5-210 t/m 5-212 tonen de „schuimzaag" in werking en de daarmee gemaakte vleugelkern terwijl de afb. 5-213 t/m 5-215 de voorbereidingen voor het aanbrengen van de beplanking laten zien.
Zijn balsa plankjes in de breedte niet beschikbaar, dan moet de beplanking uit meer plankjes aan elkaar worden gelijmd. Daarbij is het natuurlijk nodig dat de stootkanten precies op elkaar aansluiten. Is dit niet het geval dan moeten ze eerst recht gesneden worden. Daartoe worden telkens twee plankjes elkaar overlappend op de bouwplank vastgezet en met behulp van een liniaal en een scherp balsames samen doorgesneden (afb. 5-216). Voor de plankjes tegen elkaar worden gelijmd wordt een strook plakband over de te lijmen naad geplakt. Alleen op deze wijze verkrijgen we een spanningsvrije verbinding. Vervolgens worden de plankjes omgedraaid, geknikt en de aldus ontstane sleuf met lijm ingesmeerd. Tijdens het harden worden de tegen elkaar gelijmde plankjes met spelden op de bouwplank vastgehouden.
Het lijmen van de beplanking op de schuimkern en het drogen zijn geschetst in afb. 5-217 en 5-218. Wordt contactlijm gebruikt, dan moeten beide delen, kern en beplanking, met een dunne laag lijm worden ingesmeerd en na het indrogen van de lijm op elkaar gedrukt. Omdat delen die met contactlijm worden gelijmd niet meer gericht kunnen worden moet men de kern, te beginnen van de achterzijde, op de beplanking, die op een vlakke ondergrond is gelegd, „afrollen" (afb. 5-219) en gelijktijdig goed aandrukken. Voor het aanbrengen van de achterlijst die met PVA-lijm tegen de beplankte vleugel wordt gelijmd, wordt de vleugel met spelden op de bouwplank vastgezet (afb. 5-220). Tot de lijm helemaal hard is wordt ook de achterlijst vastgezet (afb. 5-221). Bij het aanbrenge



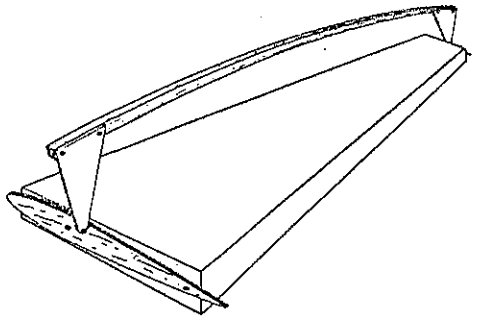
Afb. 5-207.



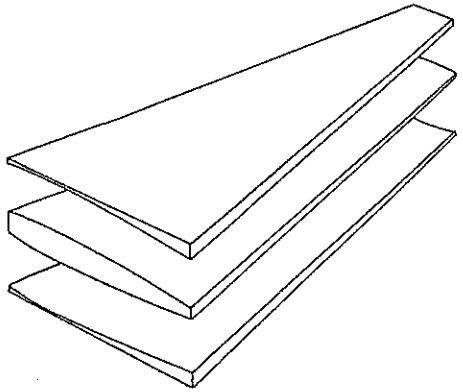
Afb. 5-208.



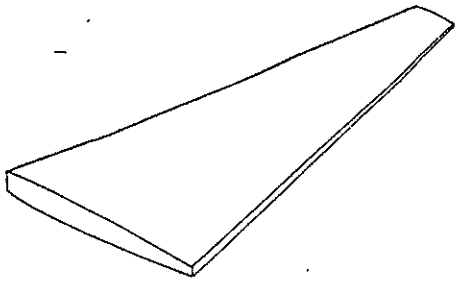
Afb. 5-209.



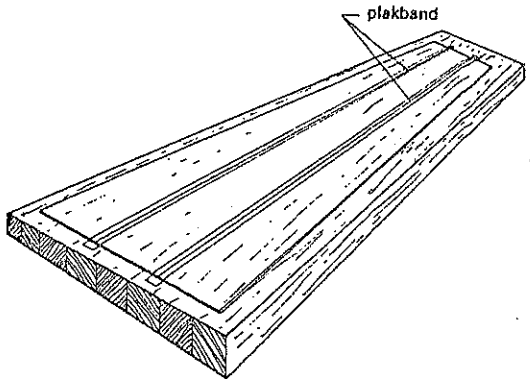
Afb. 5-210.



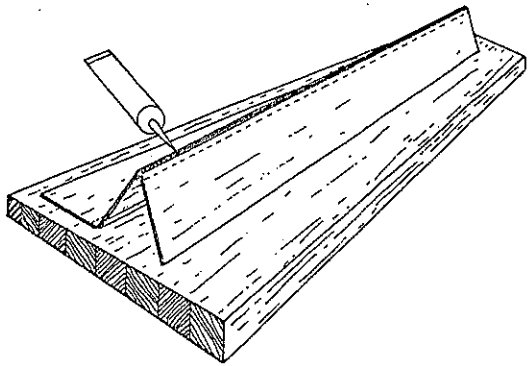
Afb. 5-211.



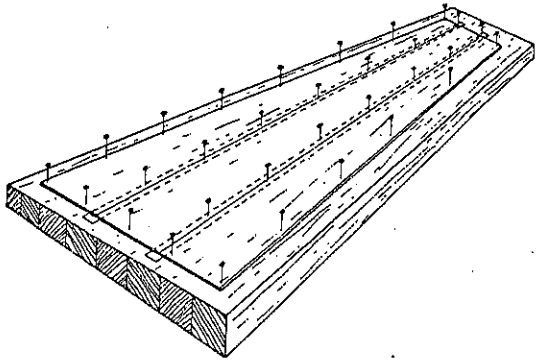
Afb. 5-212.



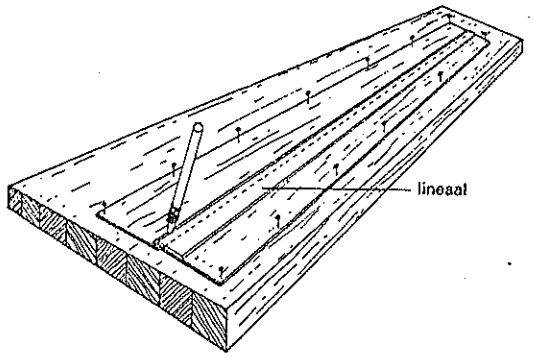
Afb. 5-213.



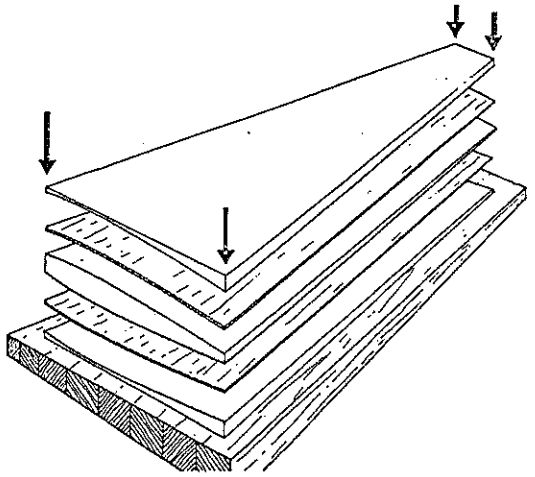
Afb. 5-214.



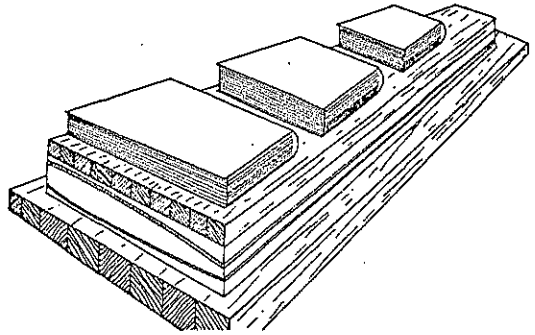
Afb. 5-215.



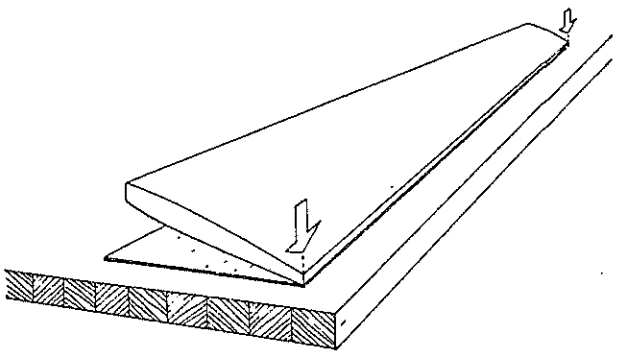
Afb. 5-216.



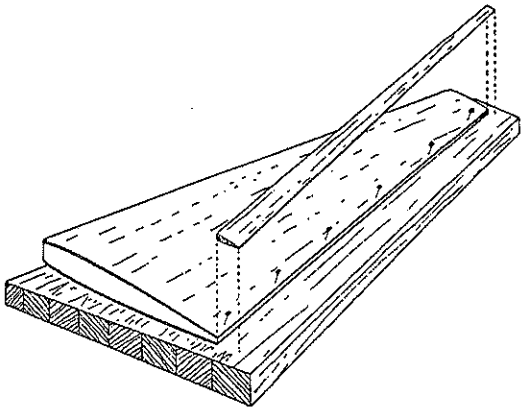
Afb. 5-217.



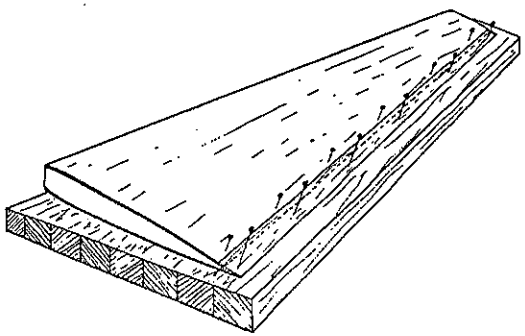
Afb. 5-218.



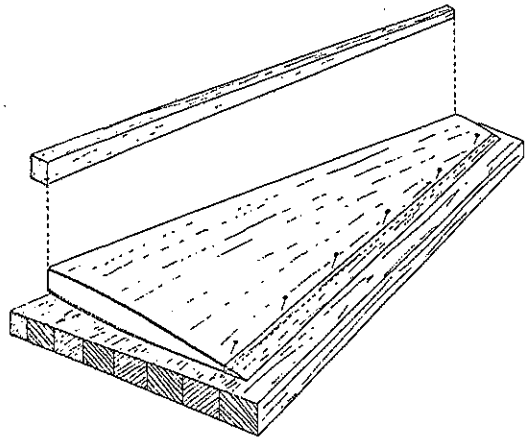
Afb. 5-219.



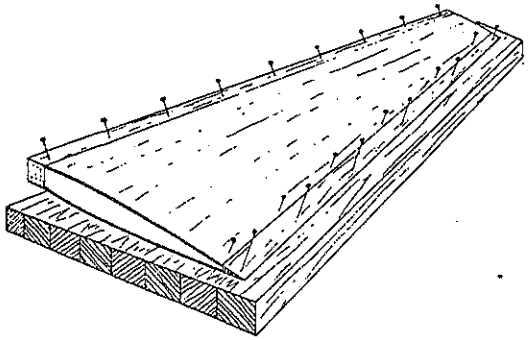
Afb. 5-220.



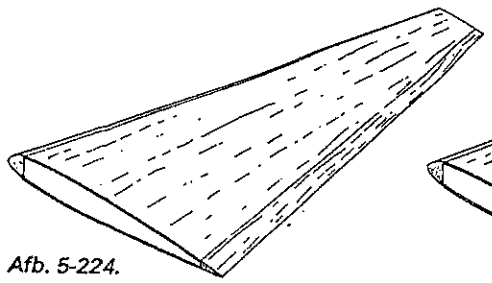
Afb. 5-221.



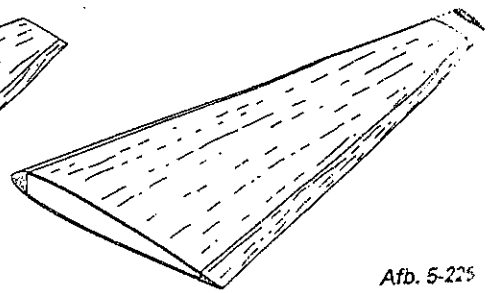
Afb. 5-222.



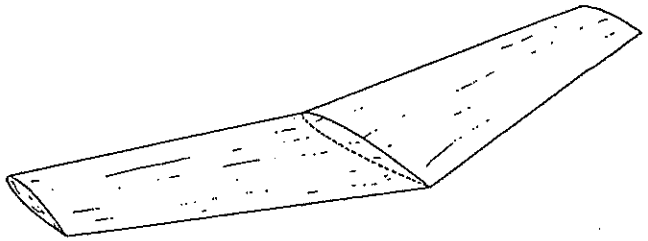
Afb. 5-223.



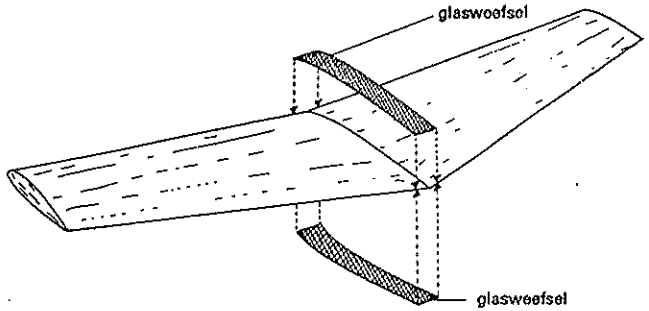
Afb. 5-224.



Afb. 5-225



Afb. 5-226.

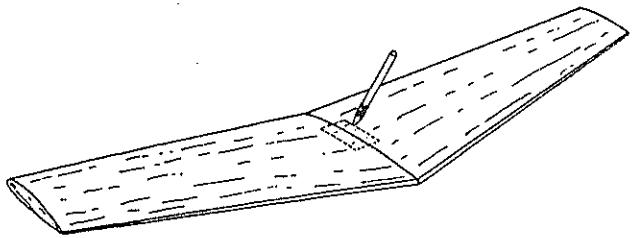


Afb. 5-227.

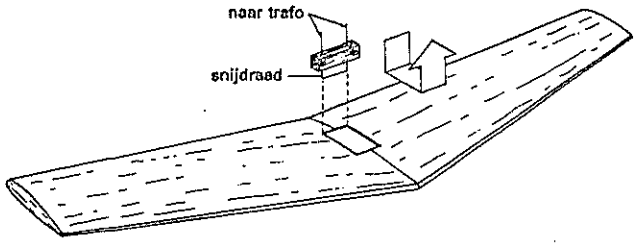
van de voorlijst gaat men op dezelfde wijze te werk (afb. 5-222 en 5-223). Vervolgens wordt de voorlijst in het juiste profiel geschuurd (afb. 5-224). Tegen de tot zover voltooide vleugelhelft wordt nu het tipblok gelijmd (afb. 5-225).
Als beide vleugelhelften klaar zijn worden ze glad geschuurd en nadat ze om de vereiste V-stelling te bereiken onder de juiste hoek zijn afgeschuind, met epoxylijm tegen elkaar gelijmd (afb. 5-226) en omplakt met glas- of nylonweefsel (afb. 5-227). Het aan elkaar lijmen van beide helften moet natuurlijk uiterst nauwkeurig gebeuren, de minste of geringste afwijking heeft nadelige invloed op de vliegeigenschappen van het model.

Rolroeren aanbrengen

Wanneer de vleugel van rolroeren moet worden voorzien wordt deze zonder achterlijst gebouwd. Als beide helften tegen elkaar gelijmd zijn wordt, vóór de strook weefsel over de knik in de vleugel wordt gelijmd, de uitsparing voor het rolroerservo afgetekend en met een balsames uit het hout gesneden (afb. 5-228). Vervolgens wordt de uitsparing voor de servo ook uit het schuim gesneden (afb. 5-229). Zoals de afbeelding laat zien wordt daartoe een dunne, in de juiste vorm gebogen staaldraad tussen twee latjes geklemd en de uiteinden ervan op de trafo aangeslo-

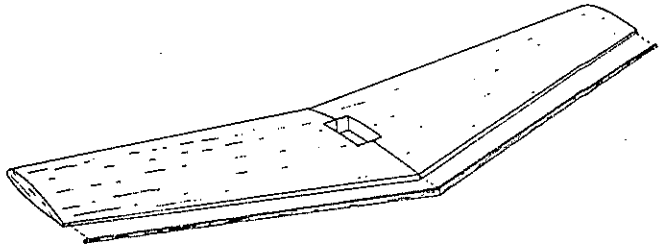


Afb. 5-228.

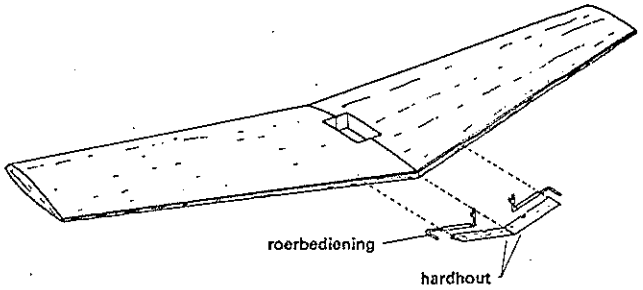


Afb. 5-229.

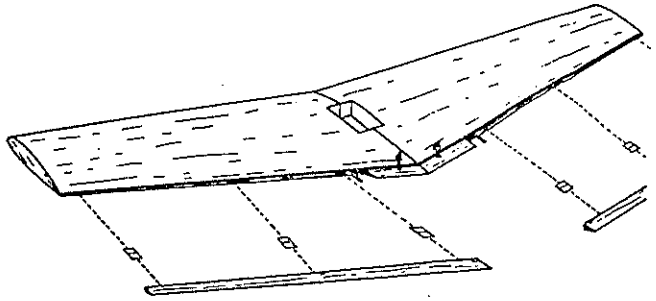
ten. De latjes vormen niet alleen een houder voor de draad, maar tevens de aanslag voor de diepte van de snede. Afb. 5-230 laat zien hoe de aansluitlat uit balsahout wordt aangebracht. Deze wordt met PVA-lijm tegen de achterrand van de vleugel gelijmd. Vervolgens worden de rolroerbediening en de hardhouten achterlijsten met epoxylijm op hun plaats gelijmd (afb. 5-231). Hoe de rolroeren en rolroerscharnieren worden bevestigd blijkt uit afb. 5-232, terwijl afb. 5-233 laat zien hoe de versteviging stroken worden aangebracht. Afb. 5-234 laat de ruw afgebouwde vleugel zien.
Als uitgangspunt voor een schuimvleugel met natuurgetrouwe rolroeren kan de in afb. 5-226 geschetste vleugel dienen. Zoals reeds aangegeven in afb. 5-228 en 5-229 wordt de uitsparing voor het servo met messhittedraad uitgesneden. De rolroeren worden afgetekend en uit de vleugel gezaagd (afb. 5-235). Afb. 5-236 laat zien hoe de uitsparingen van de rolroeren met balsahout worden bekleed. Ook de rolroeren zelf worden met strookjes balsa bekleed (afb. 5-237). Vervolgens worden de scharnieren (afb. 5-238) aangebracht en met dunne houten pennen (satépen) vastgezet (afb. 5-239). Om de scharnieren nauwkeurig te bevestigen wordt eerst een boormal uit aluminiumplaat gemaakt (afb. 5-240). Afb.5-241 laat de voltooide vleugel met de daaraan gemonteerde rolroeren zien.
Als de vleugel met plakfolie wordt overtrokken kan men de scharnieren eventueel achterwege laten en de folie als scharnier gebruiken (afb. 5-242). Het voordeel van deze methode is een scharnierende verbinding zonder luchtspleet. Afgezien van de uiteindelijke afwerking van het op



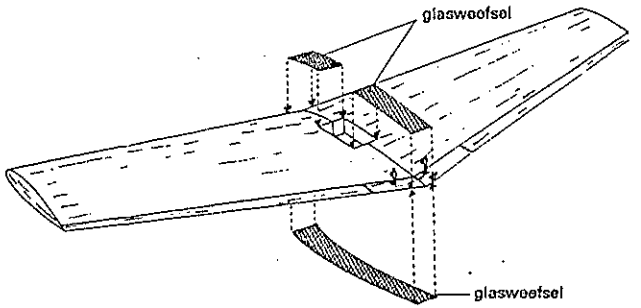
Afb. 5-230.



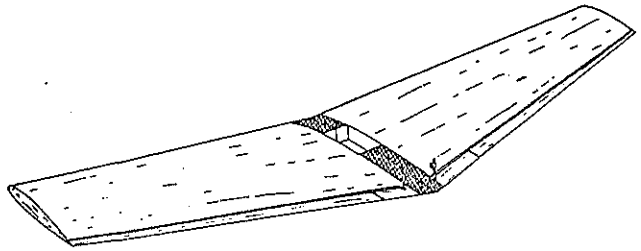
Afb. 5-231.



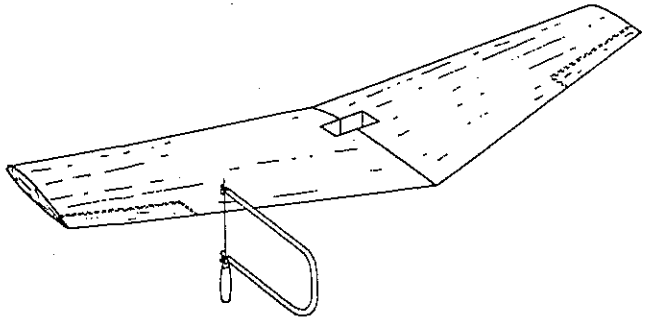
Afb. 5-232.



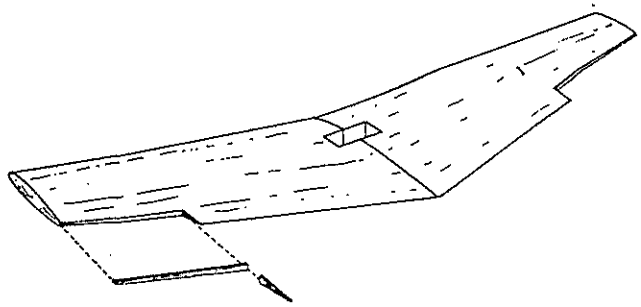
Afb. 5-233.



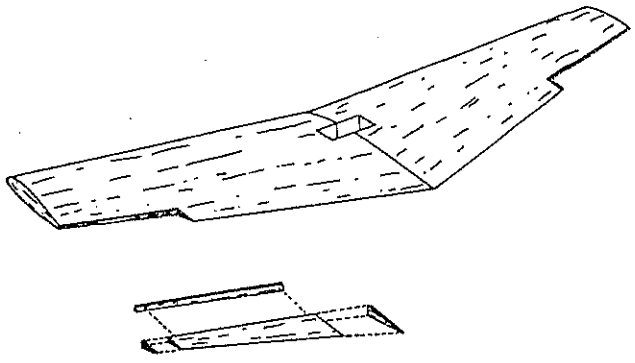
Afb. 5-234.



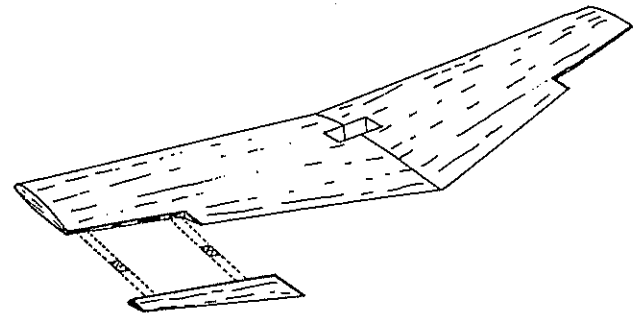
Afb. 5-235.



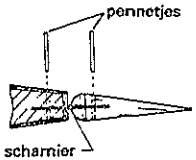
Afb. 5-236.



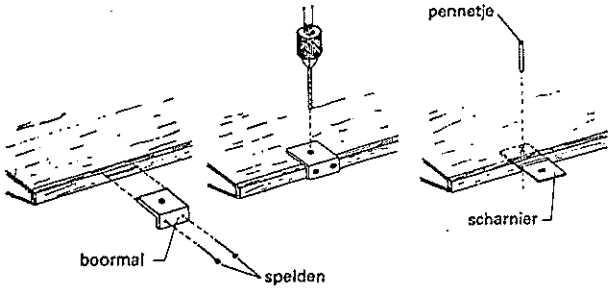
Afb. 5-237.



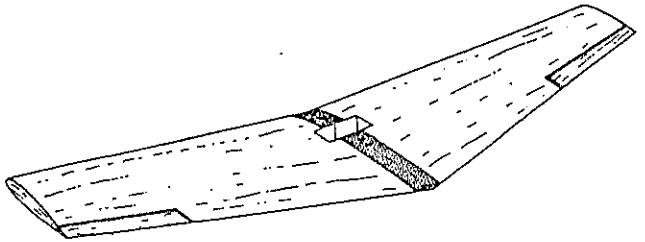
Afb. 5-238.



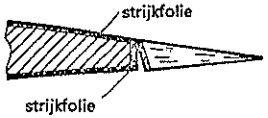
Afb. 5-239.



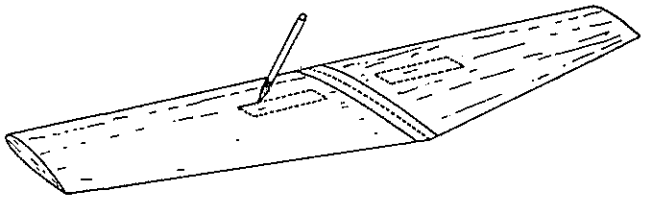
Afb. 5-240.



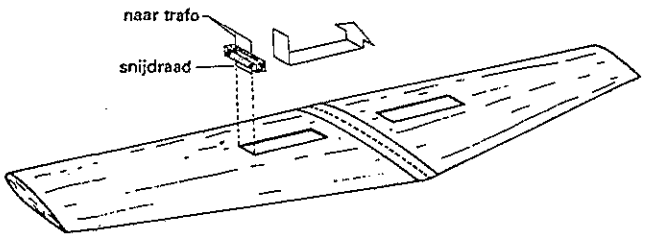
Afb. 5-241.



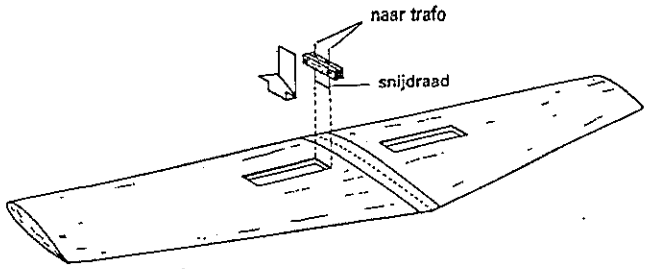
Afb. 5-242.



Afb. 5-243.

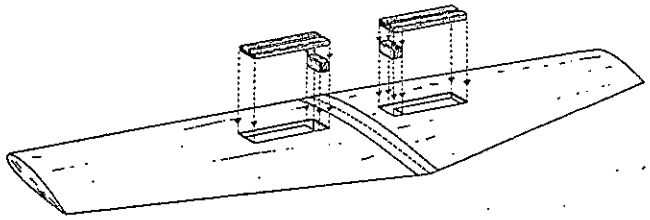


Afb. 5-244.

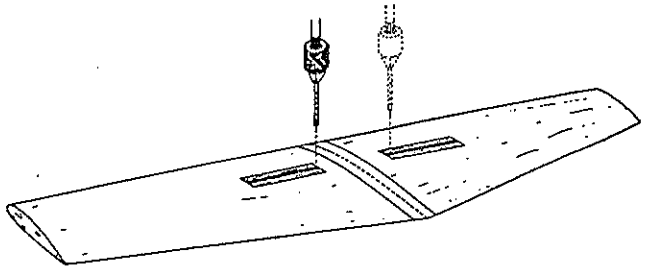


Afb. 5-245.

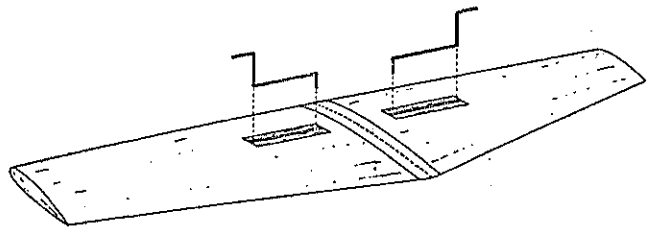
pervlak is de vleugel nu zover klaar, voor zover het althans niet de vleugel van een laagdekker is. Daar bij een laagdekker het hoofdlandingsgestel aan de vleugel wordt bevestigd moeten bij deze modellen nog de bevestigingspunten voor het landingsgestel, een gegroefde lat (meestal abachi) die bij de aanschaf van het landingsgestel wordt meegeleverd, worden gemonteerd. Hiervoor moeten de uitsparingen voor de lat op de onderzijde van de vleugel worden afgetekend en met een balsames uit de beplanking worden gesneden (afb. 5-243). Vervolgens wordt met een in vorm gebogen en op een trafo aangesloten hittedraad de uitsparing voor de groeflat en het versteviginsblokje uit het schuim gesneden (afb. 5-244 en 5-245).
Lat en verstevigingsblokje worden nu op elkaar gelijmd en met PVA- of epoxylijm in de uitsparing gelijmd (afb. 5-246). Voor het hoofdlandingsgestel wordt gemonteerd (afb. 5-248) en vastgezet (afb. 5-249) moeten nog de gaten voor de steunpunten voor de draad van het landingsgestel geboord worden (afb. 5-247). Nu wordt het landingsgestel aangebracht en aan weerszijden met twee plaatjes kunststof of aluminium waarin gaten voor de bevestigingschroeven zijn geboord, vastgezet. Op deze wijze verkrijgt men een torsievering. Belangrijk is daarbij dat de staaldraad van het landingsgestel niet vastgelijmd wordt. Een met hout overtrokken schuimvleugel heeft natuurlijk voor- en nadelen. De juistheid van het profiel valt nauwelijks te overtreffen; ook de sterkte is, wanneer het om een vleugel met een niet te dun profiel gaat, zeer goed.



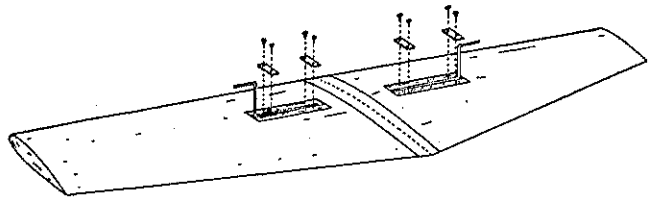
Afb. 5-246.



Afb. 5-247.



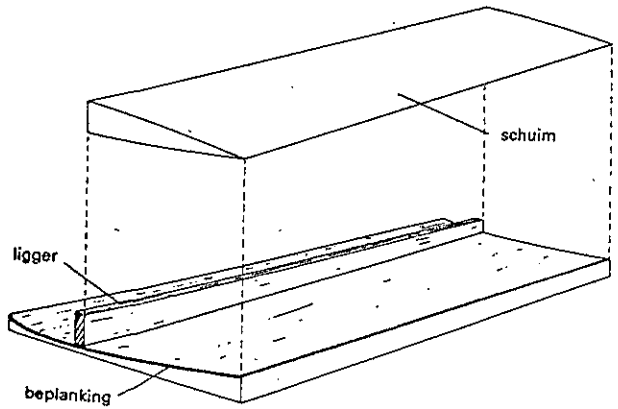
Afb. 5-248.



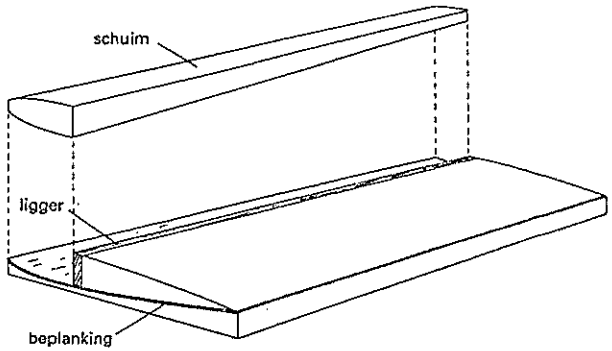
Afb. 5-249.

Schuimvleugel met ligger

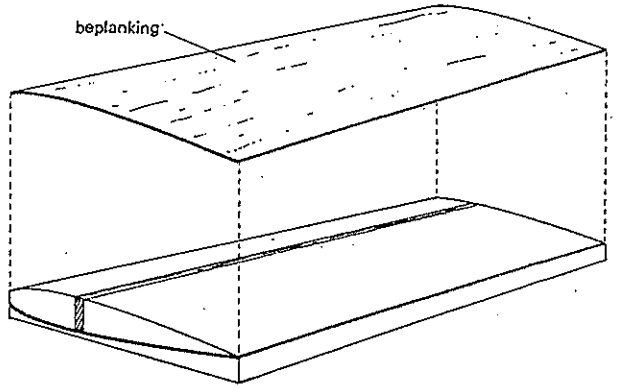
Maar ook vleugels met een dun profiel kan men voldoende sterk maken door er een doorlopende hoofdligger (grenen lat) in te lijmen die tegen boven- en onderbeplanking wordt gelijmd. Hiervoor wordt de ligger eerst op de onderste beplanking gelijmd (afb. 5-250). De kern, waaruit een met de dikte van de hoofdligger overeenkomend deel is weggesneden, wordt in twee delen op de beplanking en tegen de ligger gelijmd (afb. 5-251) en tot slot wordt de bovenste beplanking aangebracht (afb. 5-252).



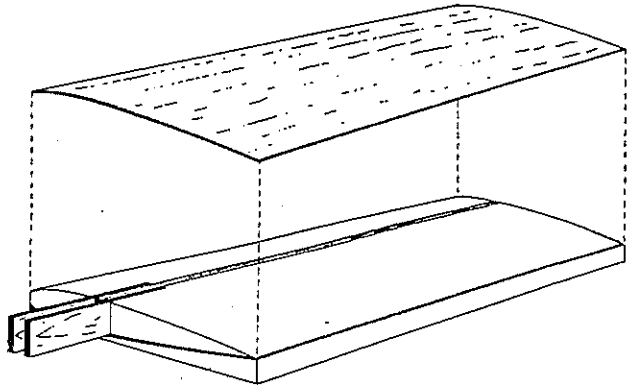
Afb. 5-250.



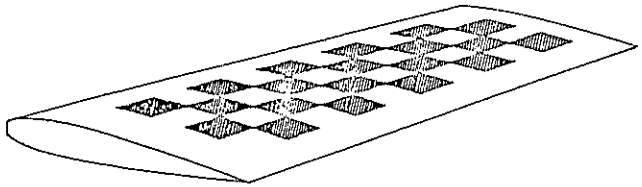
Afb. 5-251.



Afb. 5-252.



Afb. 5-253.

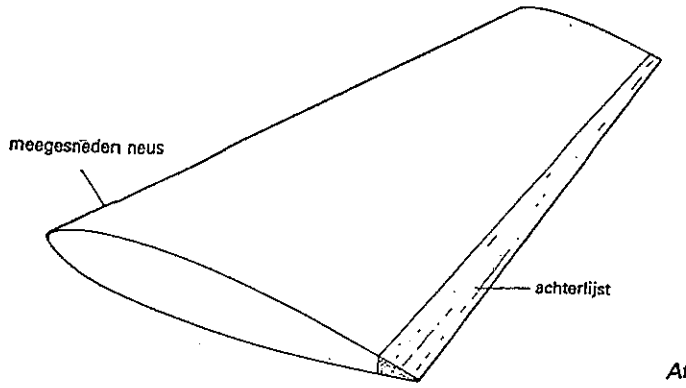


Afb. 5-254.

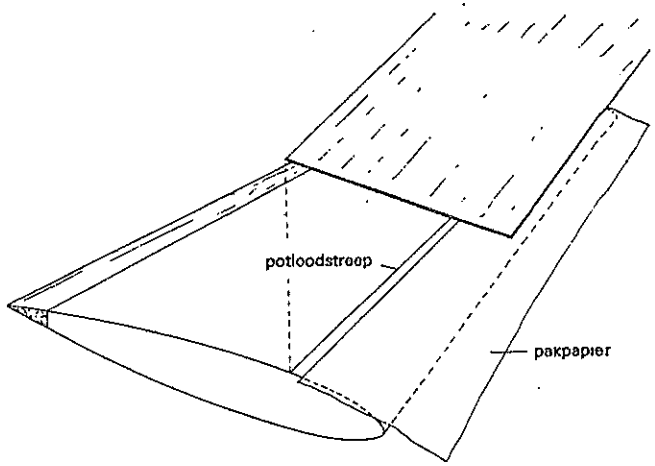
Is voor de ligger geen lat van voldoende breedte beschikbaar, dan kan men twee latten op elkaar lijmen en taps maken; de lijmverbinding vor groot de sterkte alleen. Ééndelige vleugels kunnen met op de verbindingsplaats tegen de ligger gelijmde stukken triplex worden versteviad (afb. 5-253). De vleugel wordt verder afgewerkt als reeds eerder beschreven. Een bezwaar van deze vleugels is dat voor de beplanking, die zich over het hele oppervlak uitstrekt, veel lijm nodig is wat vrij veel gewicht oplevert. Zonder de sterkte te verminderen kan men het gewicht aanzienlijk verlagen door het oppervlak van schuim en de beplanking in een schaakbordpatroon te verdelen en velden met en zonder lijm te maken. Vanzelfsprekend moet rondom wel een doorlopende lijmrand aanwezig blijven (afb. 5-254).

Schuimvleugel zonder voorlijst

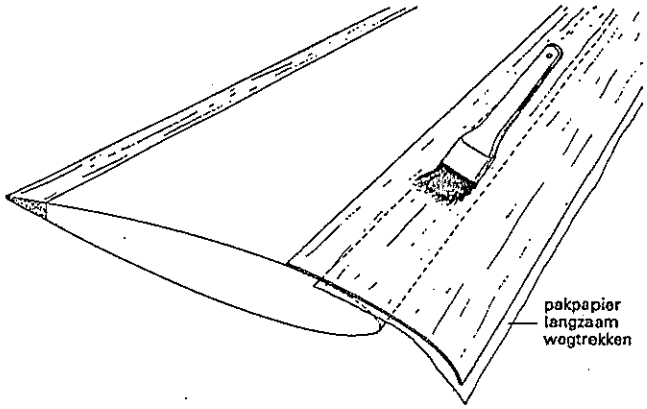
Schuimvleugels kunnen ook zonder voorlijst worden gebouwd. Daarvoor is het natuurlijk nodig dat tevoren in de kern de ronding van de neus wordt aangebracht (afb. 5-255). Bij deze vleugel wordt de beplating van de vleugelneus, wanneer met contactlijm wordt gewerkt, als eerste op de kern gelijmd. Omdat met contactlijm op elkaar gelijmde delen niet meer verschoven kunnen worden, doet men er goed aan langs een liniaal een aanleg voor de beplanking op het schuim af te tekenen. Aller-



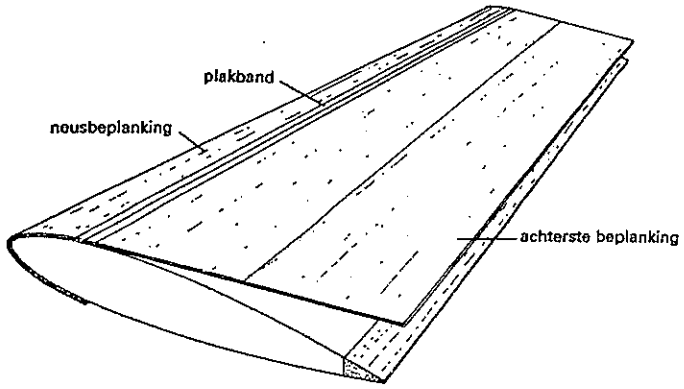
Afb. 5-255.



Afb. 5-256.

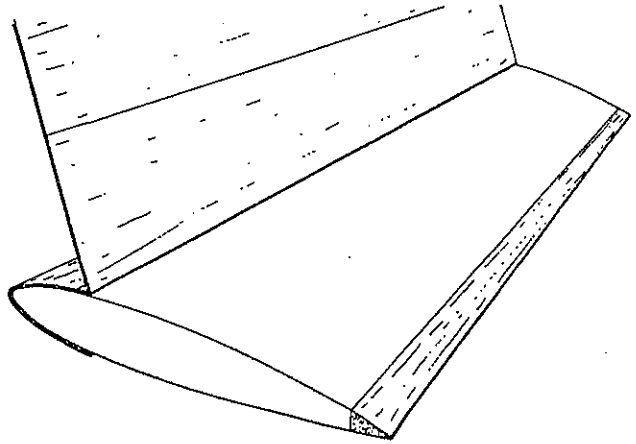


Afb. 5-257.



Afb. 5-258.

eerst moeten beide delen met lijm worden ingesmeerd (lijmkam). Voor de beplanking op het schuim wordt gelijmd moet een stuk pakpapier zo op het schuim worden gelegd dat de beplanking slechts met een smalle rand kan worden gelijmd (afb. 5-256).
Pas wanneer de lijm ingedroogd is kan de beplanking op de kern worden gelijmd. Om het hout zonder moeilijkheden om de ronding van de neus te kunnen lijmen moet de bovenzijde van het hout met warm water worden natgemaakt waardoor het zich beter laat buigen (afb. 5-257). Onder invloed van het water krult het hout bijna vanzelf om. Het pakpapier wordt bij het aandrukken stukje voor stukje weggetrokken. De bovenste en onderste beplanking moeten naadloos op de neus aansluiten. Daar toe worden de naden met plakband zo overplakt dat beide delen nauwkeurig op elkaar aansluiten (afb. 5-258). Vervolgens klapt men de aldus „scharnierend" bevestigde beplanking omhoog en smeert lijm in de voeg tussen de beide delen (afb. 5-259) en op de te lijmen vlakken van beplanking en kern.
Ter afsluiting van dit onderwerp nog een methode voor het vervaardigen van vleugels: het bekleden van een schuimkern met tekenpapier. Deze methode verschilt in zoverre van een beplanking met hout dat ze in een stuk wordt aangebracht.

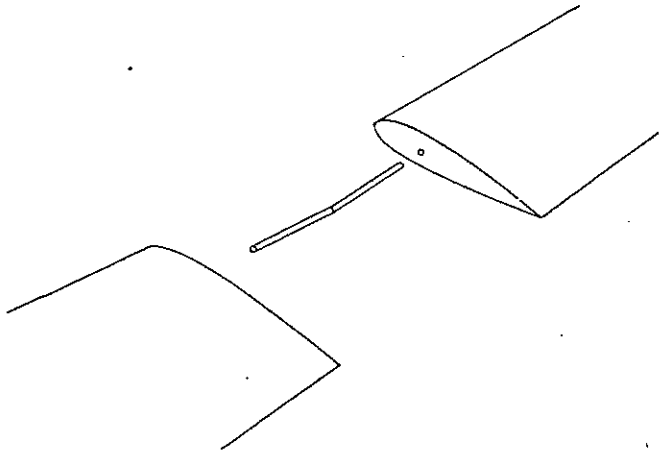


Afb. 5-259.

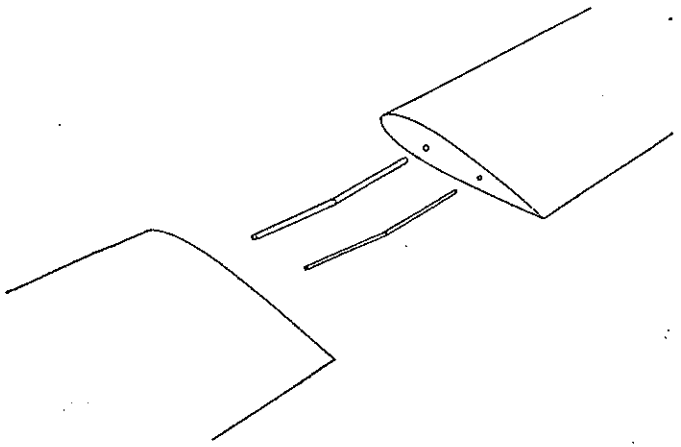
5.7 Het verbinden van vleugelhelften

Tot de belangrijkste en meest opvallende constructiekenmerken behoort de verbinding van de vleugelhelften onderling en aan de romp. Aan elkaar bevestigde en zo als één geheel op de romp bevestigd we-

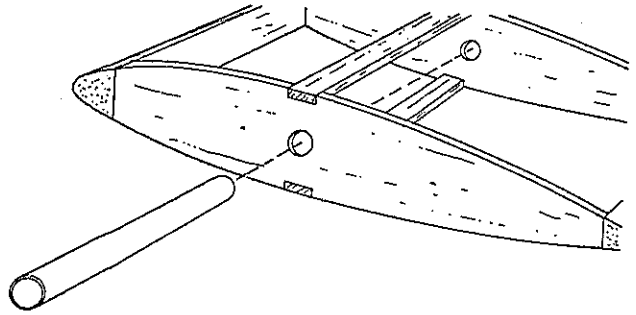
de alleen tweedelige vleugels van hoogstens middelgrote modellen, om at deze wijze van bevestiging voor grotere modellen niet geschikt is. Tweedelige vleugels worden met één of twee in V-stelling gebogen staaldraden (afb. 5-260 en 5-261) die in messingpijpjes van de juiste diameter schuiven met elkaar verbonden. Deze pijpjes worden in de vleugel gelijmd (afb. 5-262). De verbindingspennen worden zo gekozen dat de voorste, in de buurt van de hoofdligger aangebrachte staaldraad dikker is dan de achterste die er hoofdzakelijk voor zorgt dat de vleugel niet kan kantelen. Alleen bij uitzondering (bijzonder grote modellen) worden even dikke pennen gebruikt. Voor zweefvliegtuigen met spanwijdten tot circa 2,5 m blijkt het gebruik van een draad van ϕ 4 mm en een van 3 mm goed te voldoen. Voor modellen met spanwijdten van meer dan 2,5 m moeten echter een draad van 5 en een van 4 mm of zelfs twee draden van 5 mm worden gebruikt. De draden moeten (bij modellen tot 3,5 m spanwijdte) ca. 100-120 mm in de vleugel steken.



Afb. 5-260.



Afb. 5-261.



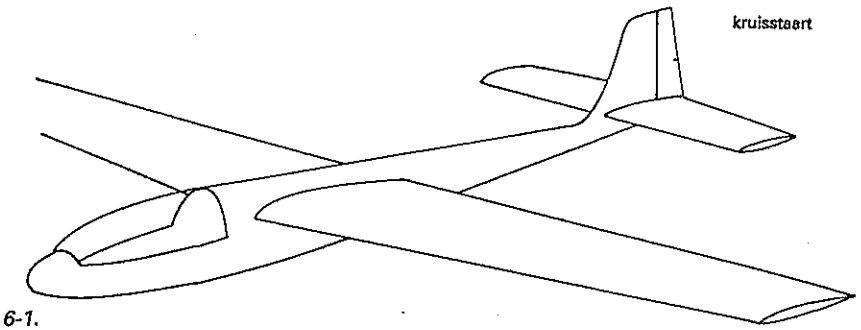
Afb. 5-262.

3. De bouw van de staart

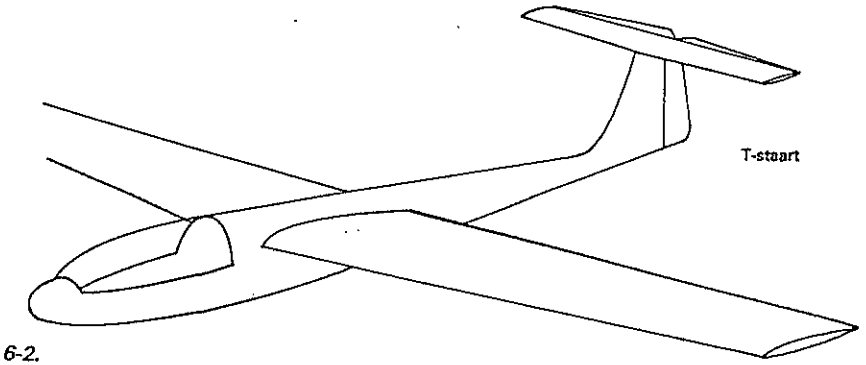
evenals er voor de bouw van romp en vleugel verschillende methoden bestaan, zijn er natuurlijk ook diverse mogelijkheden om een staart te ouwen. Alleen zijn er voor de verschillende staartvormen (kruis-, T- of - staart; afb. 6-1, 6-2 en 6-3) wel bepaalde basisconstructies nodig.

.1 Kruisstaart

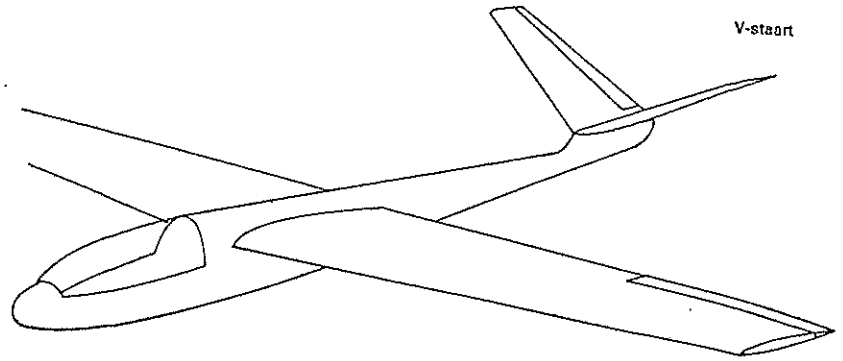
De eenvoudigste vorm is natuurlijk de kruisstaart, zeker als men de belangrijkste delen (kielvlak en stabilo) uit een plankje middelhard balsa



Afb. 6-1.

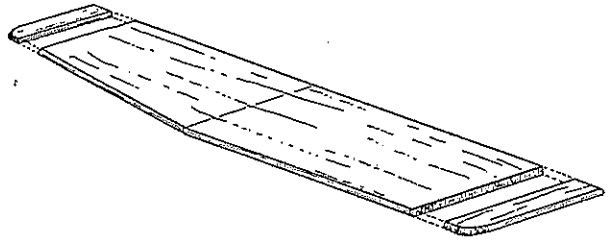


Afb. 6-2.

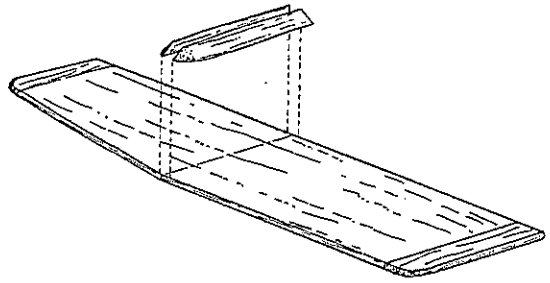


Afb. 6-3

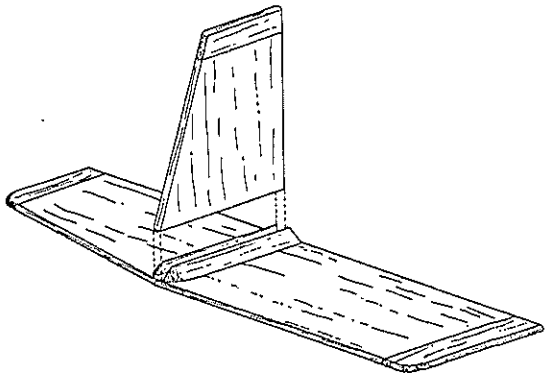
vervaardigt. Men begint met het balsa voor het stabilo zo uit te zagen dat de dwars op de vliegrichting staat. Om een zo recht en sterk mogelijk stabilo te krijgen worden tipblokken, met de draad in de vliegrichting, met PVA-lijm aangebracht (afb. 6-4).
Om het kielvlak precies in de vliegrichting op het stabilo te kunnen lijmen moet het midden van het stabilo met een blokhaak worden afgetekend. Met een onderlinge afstand gelijk aan de dikte van het kielvlak worden ter versteviging twee driekante balsa latjes op het stabilo gelijmd (afb. 6-5). Vervolgens wordt het kielvlak in de juiste vorm gezaagd, van een tipblok voorzien (let op de richting van de draad) en met PVA-lijm tussen de beide driekante latjes en op het stabilo gelijmd (afb. 6-6 en 6-7).



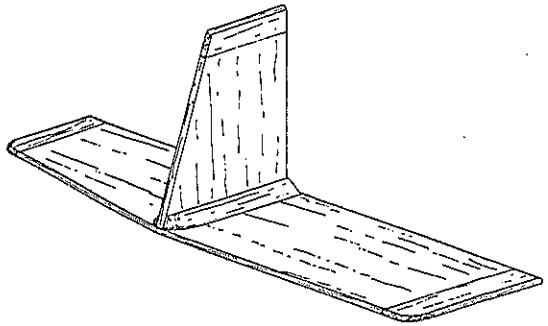
Afb. 6-4.



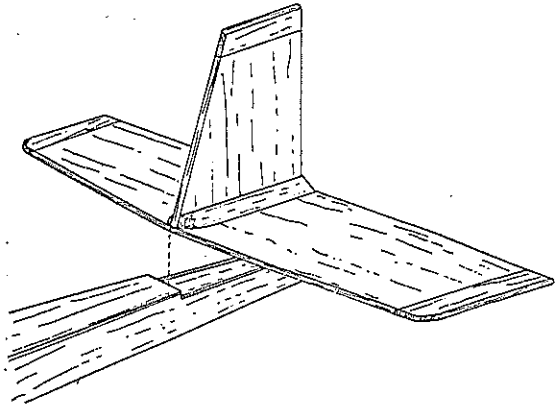
Afb. 6-5.



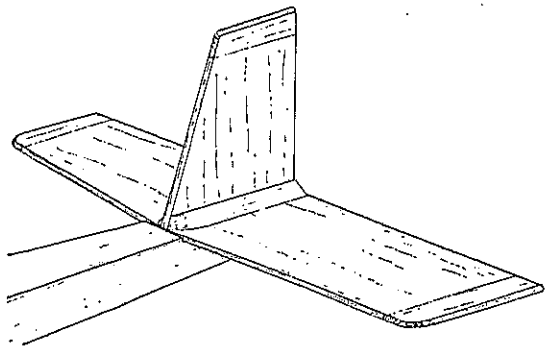
Afb. 6-6.



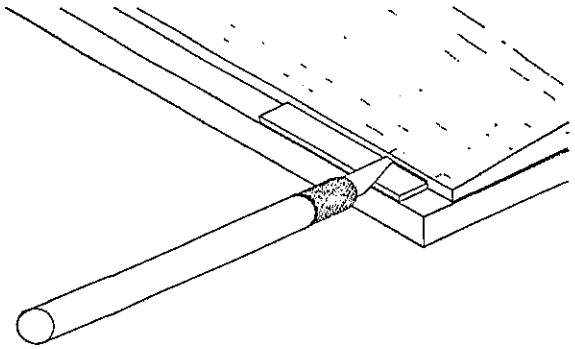
Afb. 6-7.



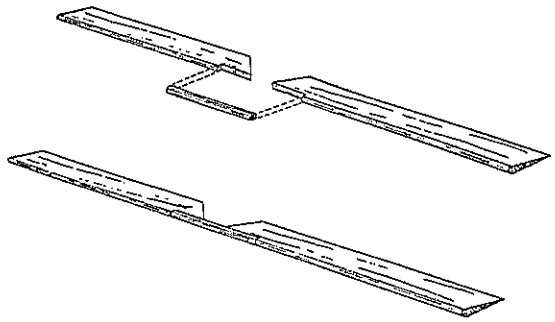
Afb. 6-8.



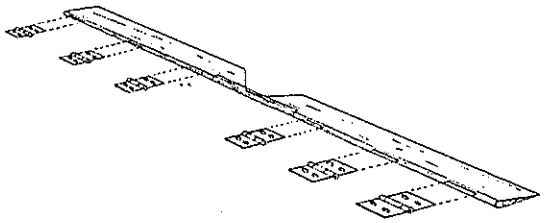
Afb. 6-9.



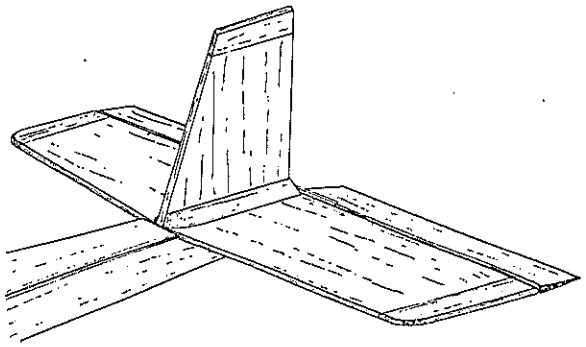
Afb. 6-10.



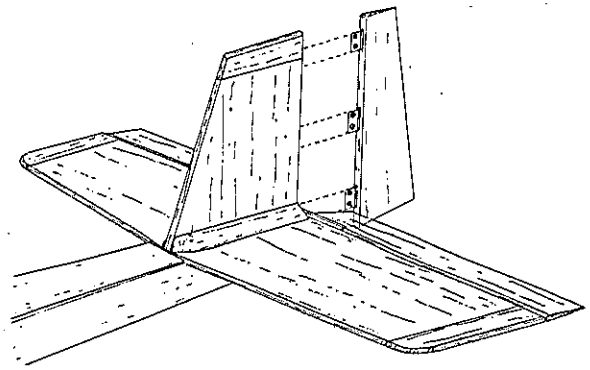
Afb. 6-11.



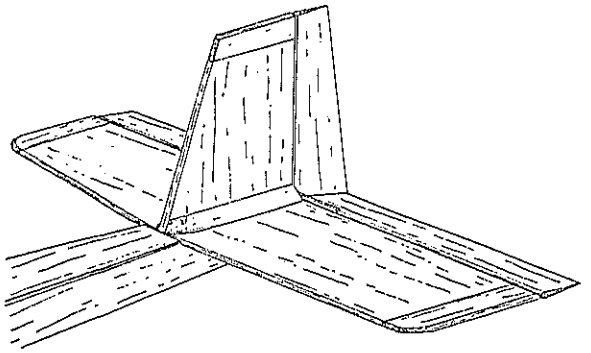
Afb. 6-12.



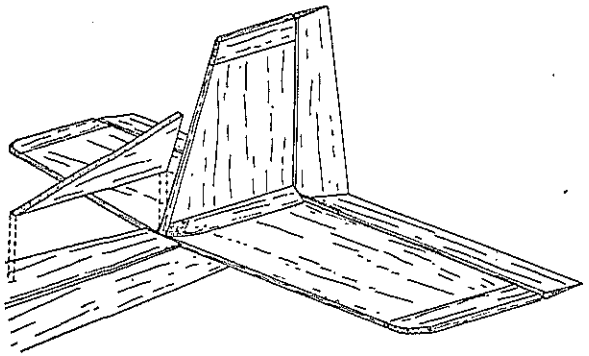
Afb. 6-13.



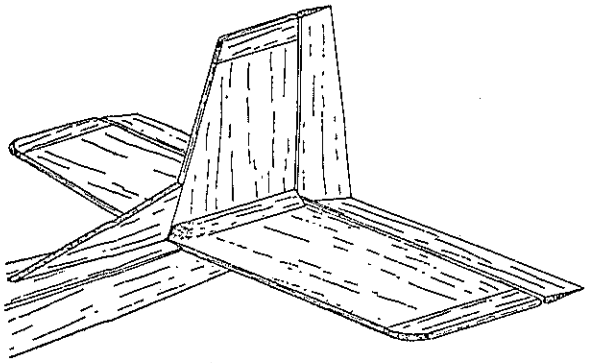
Afb. 6-14.



Afb. 6-15.



Afb. 6-16.

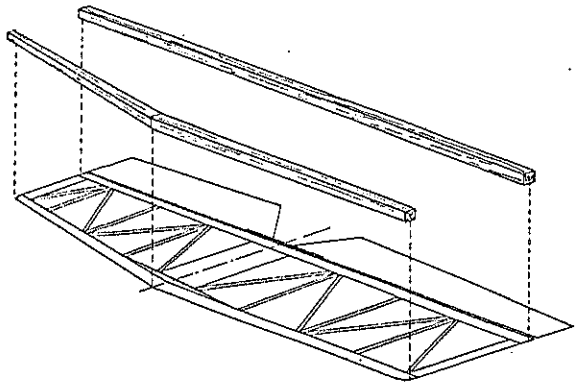


Afb. 6-17.

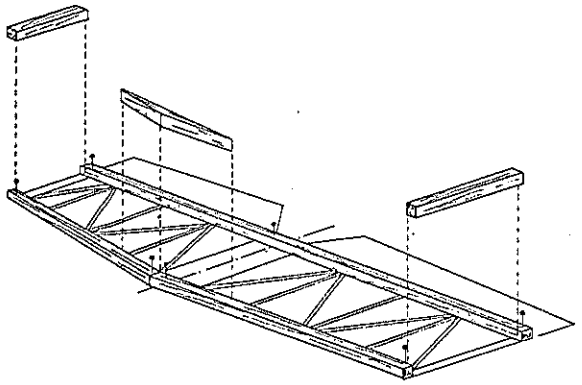
aarbij dient men er op te letten dat het kielvlak precies haaks op het stabilo staat. De aldus vervaardigde staart wordt nu op de romp gelijmd (afb. 6-8 en 6-9) waarbij men er weer op moet letten dat het kielvlak haaks op de romp staat.
Om de scharnieren voor het hoogteroer te kunnen monteren moet de sleuf daarvoor worden afgetekend en met een balsames uit de achterlijst van het stabilo worden gesneden. Als hulpmiddel om precies het midden van de achterrand te kunnen aanhouden blijkt een latje van de juiste dikte, dat men bij het snijden onder het mes legt, goed te voldoen (afb. 6-10). Nu worden in de beide, in vorm gesneden hoogteroerflappen de uitsparingen gesneden om het verbindingslatje te bevestigen. Dit hardhouten latje wordt met PVA-lijm aangebracht (afb. 6-11). Vervolgens worden de sleuven voor de scharnieren in de roerflappen gesneden en de scharnieren in flappen en stabilo vastgelijmd (afb. 6-12 en 6-13).
Het in vorm gesneden en geschuurde richtingroer en kielvlak worden eveneens van sleuven voor scharnieren voorzien. Vervolgens worden ook hier de scharnieren op hun plaats gelijmd (afb. 6-14 en 6-15). Als extra versteviging voor de verbinding tussen romp en staart wordt nu nog een wigvormig stukje balsahout, dat even dik is als het kielvlak, op de romp en tegen het kielvlak gelijmd (afb. 6-16 en afb. 6-17). Let ook hier weer op de in de tekening aangegeven richting van de draad.

Uit latten samengestelde en bespannen staart

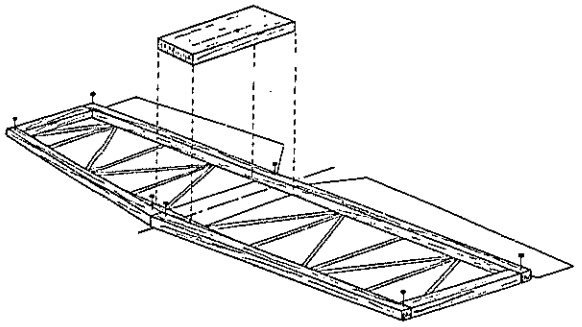
De in de volgende afbeeldingen geschetste staart is eveneens een kruisstaart; constructief wijkt hij alleen van de voorgaande staart af doordat de vlakken niet uit massief hout worden gezaagd maar uit latten wordt samengesteld. Zoals alle onderdelen van een modelvliegtuig die om verwringing te voorkomen op een vlakke ondergrond of in een helling worden gebouwd, wordt ook hier de samenstelling op de op bouwplank vastgezette tekening uitgevoerd.
De bouw wordt begonnen door de in verstek gezaagde en op de verbindingsplaats met lijm ingesmeerde voorlijsten en de eveneens op maat gemaakte achterlijst op de tekening vast te zetten (afb. 6-18). Voor- en achterlijst worden, evenals alle overige onderdelen van deze staart, uit balsa vervaardigd. Vervolgens worden de latjes die de tipblokken vormen, het vulstuk dat de voorlijst moet verstevigen en de middelste steunplaat met lijm ingesmeerd en vastgezet (afb. 6-19 en 6-20). Nu kunnen de als ribben fungerende latjes en de diagonale verstevigingen met lijm worden ingesmeerd en in deze volgorde op hun plaats worden gezet (afb. 6-21, 6-22 en 6-23). De hoogteroerflap wordt op dezelfde wijze vervaardigd als bij de vorige staart. Ook de sleuven voor de scharnieren worden op dezelfde wijze aangebracht. Vervolgens wordt de hoogte-



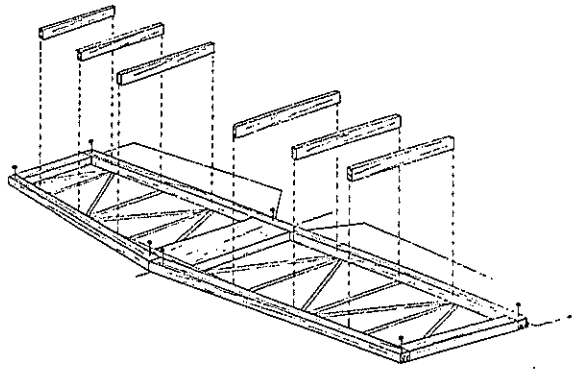
Afb. 6-18.



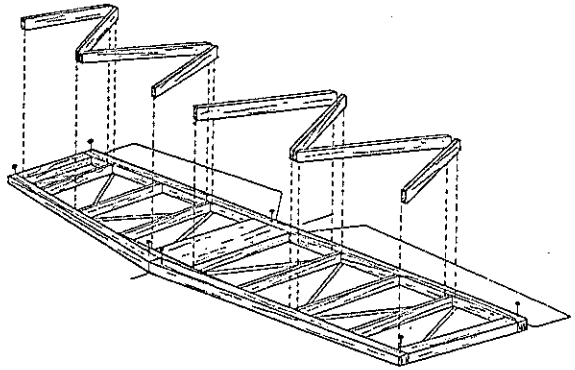
Afb. 6-19.



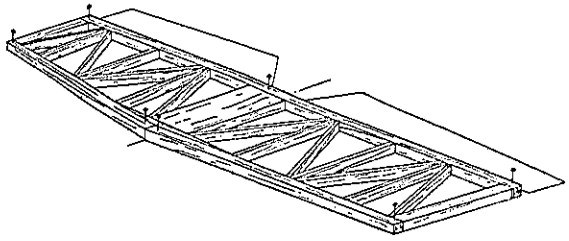
Afb. 6-20.



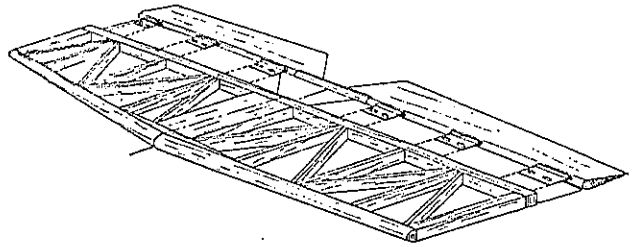
Afb. 6-21.



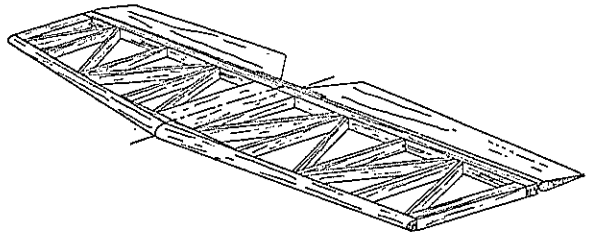
Afb. 6-22.



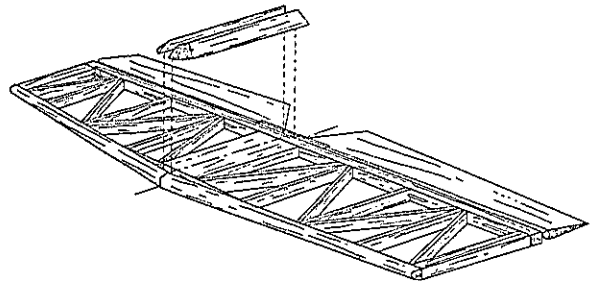
Afb. 6-23.



Afb. 6-24.

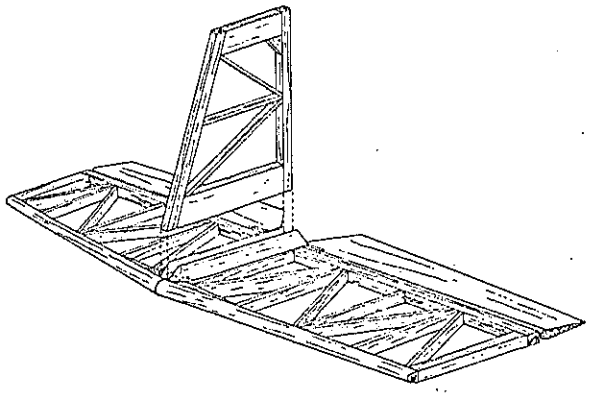


Afb. 6-25.

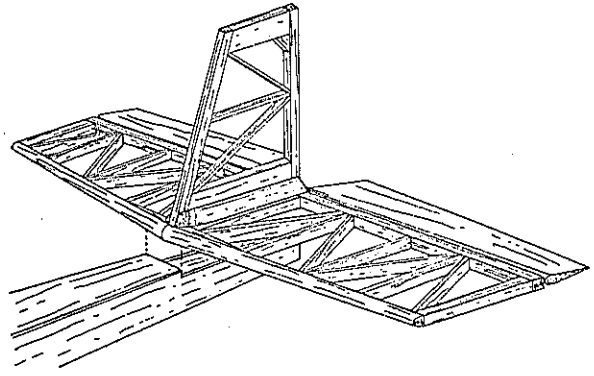


Afb. 6-26.

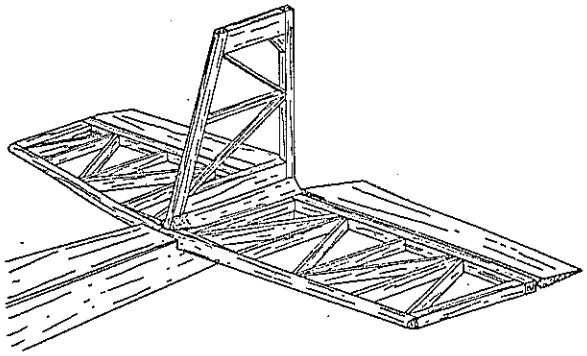
roerflap met daarin (nog niet vastgezet) de scharnieren, pasgemaakt aan het stabilo (afb. 6-24 en 6-25) maar nog niet bevestigd. De scharnieren worden pas bevestigd als de staart volledig bespannen is.
Nu worden ter versteviging de driekante latjes op het stabilo gelijmd (afb. 6-26) en wordt het kielvlak (op de bouwtekening) in elkaar gelijmd. Het kielvlak wordt met PVA-lijm tussen de driekante latjes op het stabilo gelijmd (afb. 6-27, waarbij men er natuurlijk op dient te letten dat het precies haaks op het stabilo komt te staan. De complete staart, waarvan voorlijst en tipblokken met schuurpapier worden afgerond, wordt nu op de romp gelijmd (afb. 6-28 en 6-29), waarbij men er weer voor zorgt dat de staart ten opzichte van de romp zowel verticaal als horizontaal goed



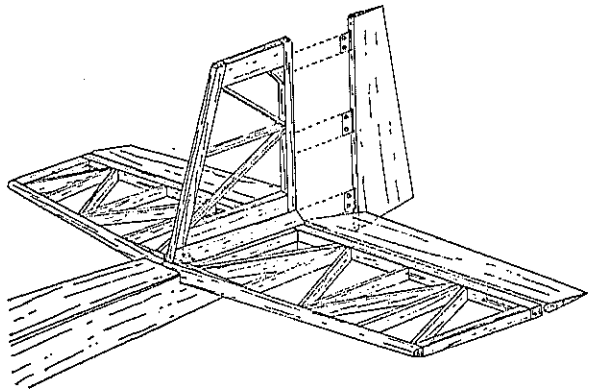
Afb. 6-27.



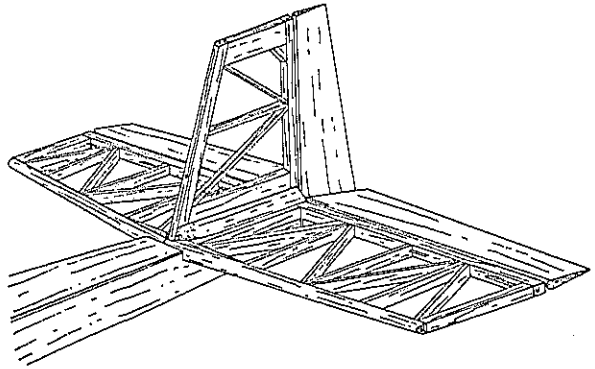
Afb. 6-28.



Afb. 6-29.



Afb. 6-30.

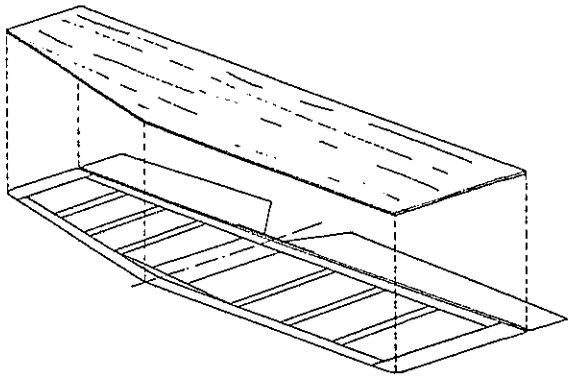


Afb. 6-31.

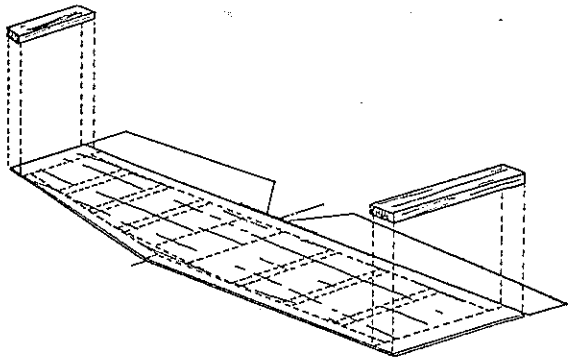
wordt uitgericht. Als de flap van het richtingsroer pasgemaakt en zonodig met schuurpapier in de juiste vorm is geschuurd, kunnen de sleuven voor de scharnieren in kielvlak en roerflap worden gesneden en de scharnieren pasgemaakt (afb. 6-30 en 6-31). Ook hier worden de scharnieren pas na het bespannen vastgezet. Pas als het model verder klaar is wordt de bespanning aangebracht.

Uit latten samengestelde en beplankte staart

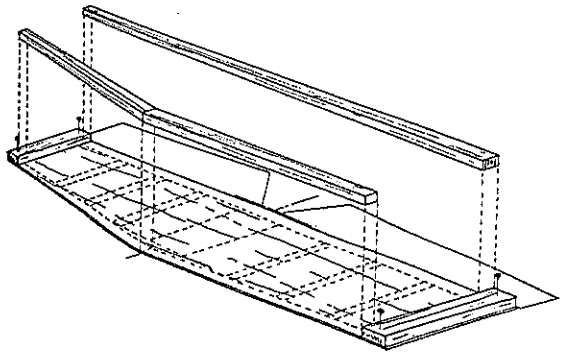
De hier beschreven staart verschilt alleen van de vorige doordat hij niet bespannen is, maar met balsa wordt beplankt. Eerst wordt de op maat gemaakte beplanking op de bouwtekening vastgezet (afb. 6-32) en hier op worden, om krullen onder invloed van de lijm tegen te gaan, de tip blokken met PVA-lijm vastgelijmd (afb. 6-33). De voor- en achterlijst wor den tussen de tipblokken gelijmd (afb. 6-34). Vervolgens worden de ver



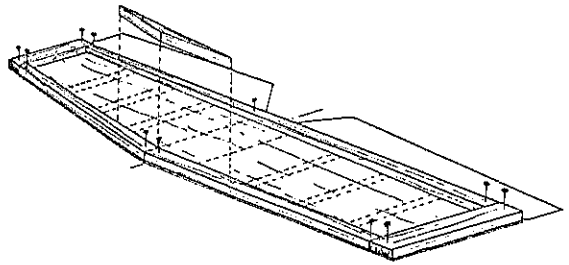
Afb. 6-32.



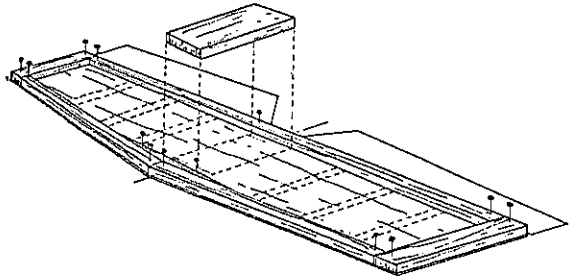
Afb. 6-33.



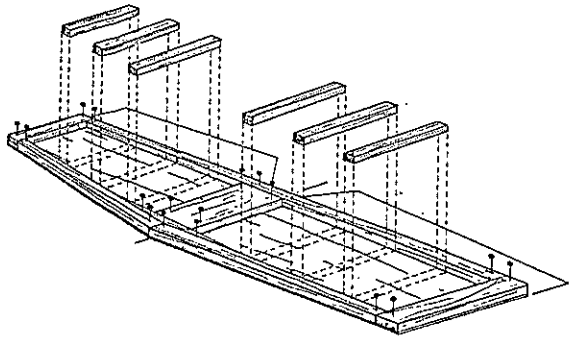
Afb. 6-34.



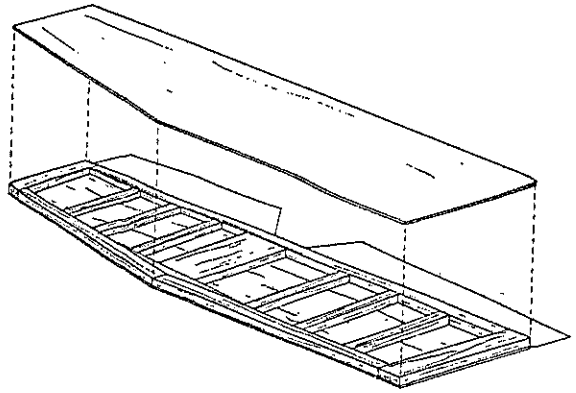
Afb. 6-35.



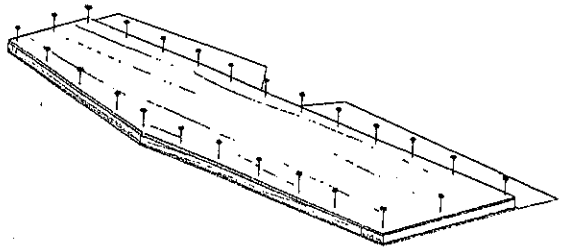
Afb. 6-36.



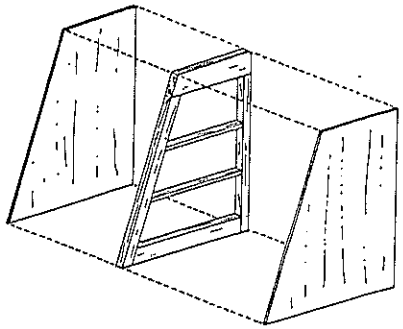
Afb. 6-37.



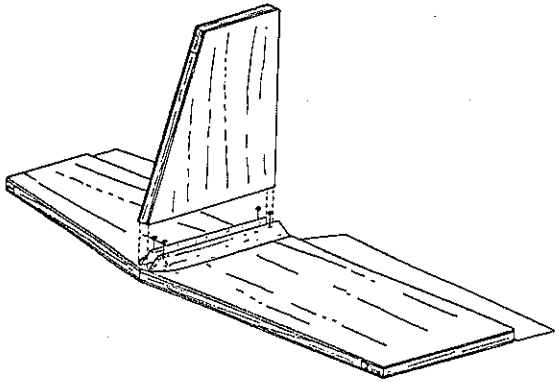
Afb. 6-38.



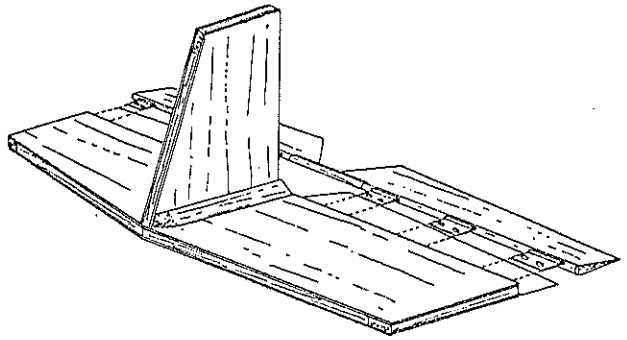
Afb. 6-39.



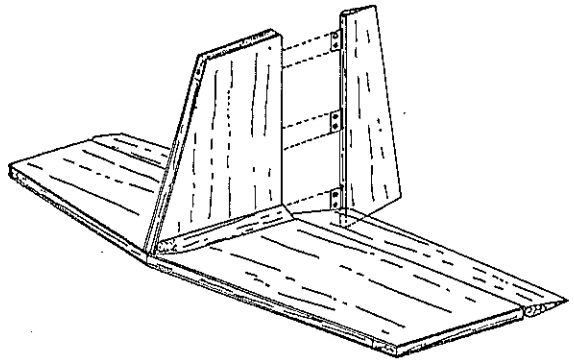
Afb. 6-40.



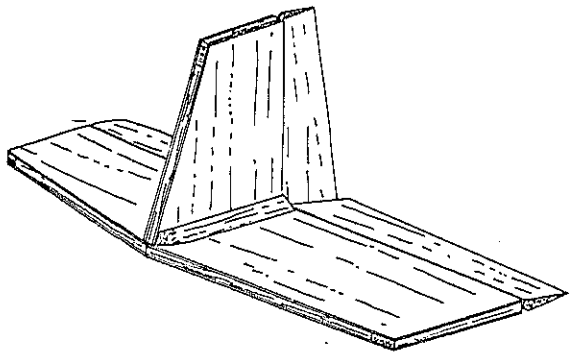
Afb. 6-41.



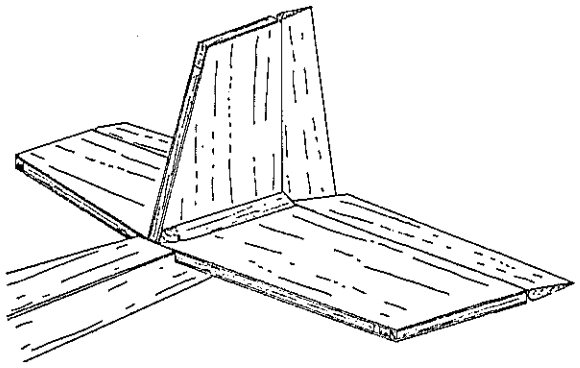
Afb. 6-42.



Afb. 6-43.



Afb. 6-44.

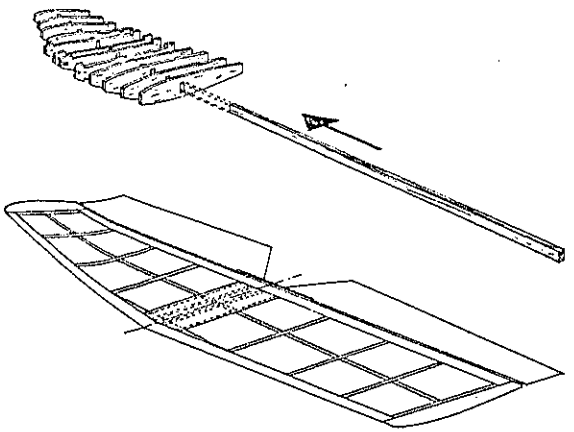


Afb. 6-45.

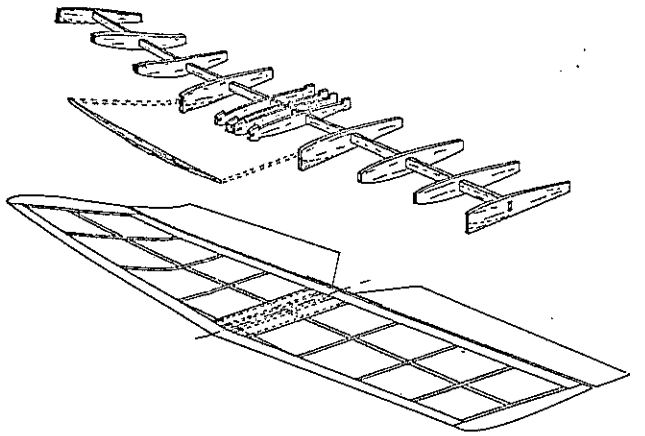
steviging van de voorlijst en het middelste bevestigingsplaatje pasgemaakt en vastgelijmd (afb. 6-35 en 6-36). De als ribben fungerende verstevigingen worden op lengte gemaakt en op de beplanking en tussen voor- en achterlijst gelijmd (afb. 6-37) en de bovenste beplanking wordt op zijn plaats gelijmd (afb. 6-38 en 6-39).
De bouw van het kielvlak is in afb. 6-40 weergegeven. Ook de bevestiging van het kielvlak op het stabilo (afb. 6-41), het pasmaken van de scharnieren aan kielvlak en stabilo (afb. 6-42, 6-43 en 6-44) alsmede de bevestiging van het hele staartstuk aan de romp (afb. 6-45) behoeven geen nadere toelichting.

Stabilo met ribben en massief kielvlak

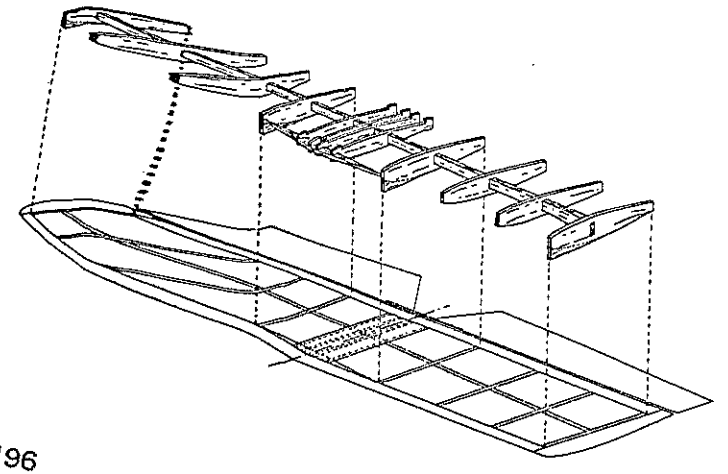
Deze staart verschilt duidelijk van de voorgaande. Alleen al door de toepassing van een profiel in het stabilo wijzigt de hele bouw. Als voorbeeld is hier de staart van het Amerikaanse model Falcon 56 gekozen, waarvan de constructie uitmunt door logica. De ligger wordt in de van een uitsparing voor de liggers voorziene ribben gestoken (afb. 6-46). Om het stabilo zonder wringen te kunnen bouwen moeten enkele ribben (twee buitenste en twee binnenste, zie afb. 6-47) van onderen vlak blijven, deze worden pas later in vorm afgewerkt.
De ribben worden op de ligger uitgericht en vastgelijmd. Vervolgens wordt, nadat de versteviging van de voorlijst aan de ribben is aangepast en vastgelijmd, het ribbenstelsel op de tekening uitgericht en vastgezet (afb. 6-48). De op lengte gezaagde en afgeschuinde achterlijst wordt tegen de achterkant van de ribben gelijmd (afb. 6-49), waarna de voorlijst op zijn plaats gelijmd kan worden (afb. 6-50). Nu kan de van sleuven voor het kielvlak en de vier middelste ribben voorziene bovenste beplanking op zijn plaats worden gelijmd (afb. 6-51). Nu wordt het stabilo omge-



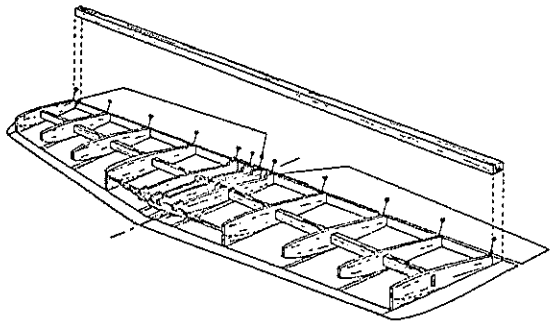
Afb. 6-46.



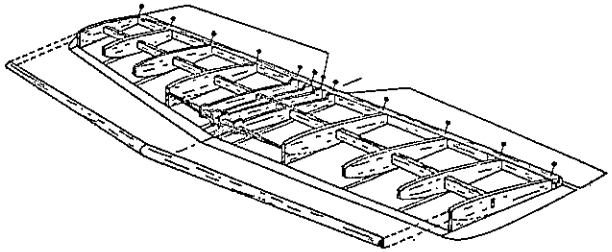
Afb. 6-47.



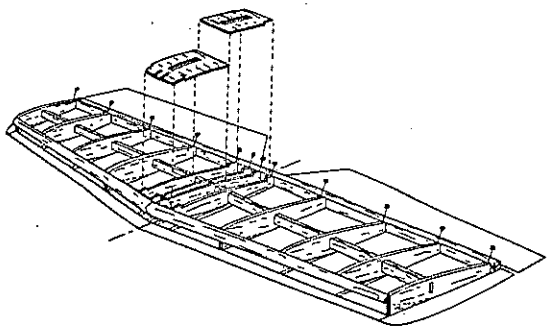
Afb. 6-48.



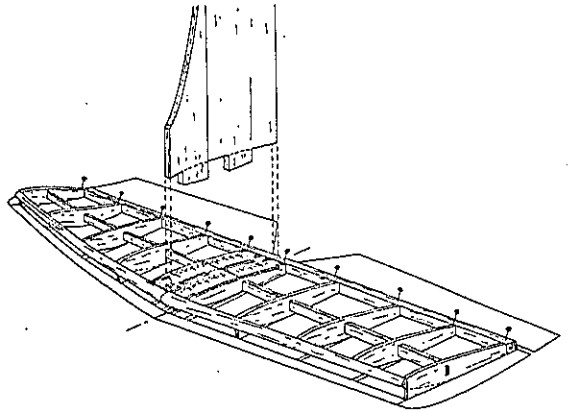
Afb. 6-49.



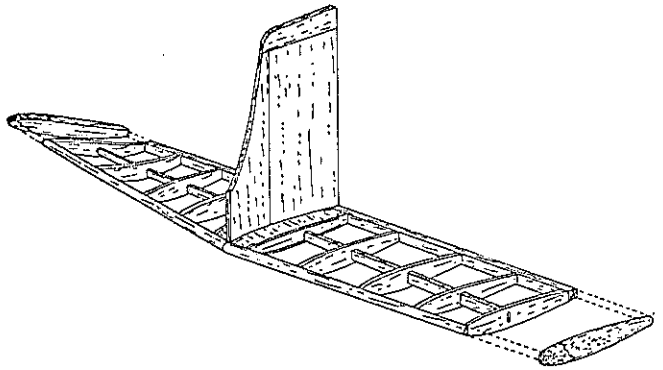
Afb. 6-50.



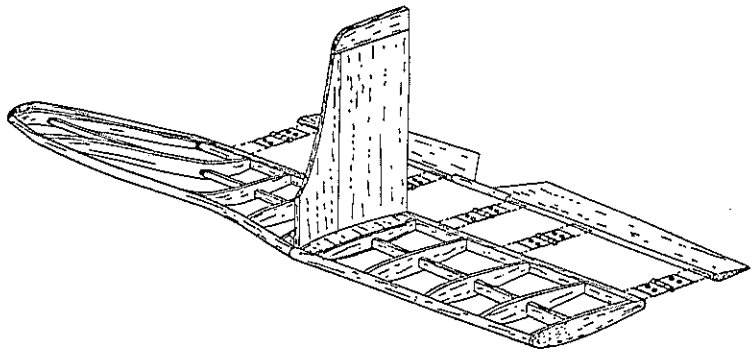
Afb. -51.



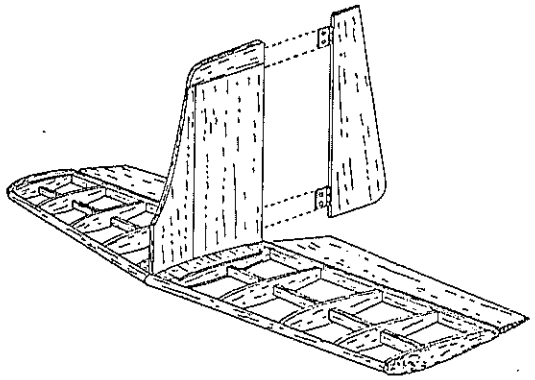
Afb. 6-52.



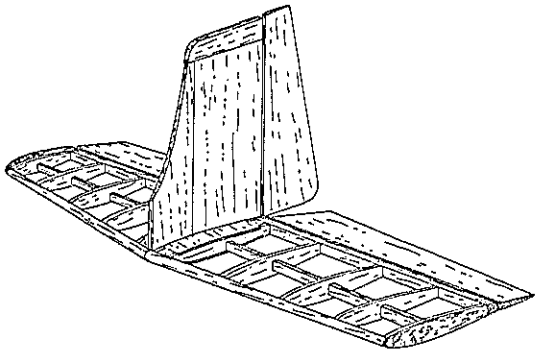
Afb. 6-53.



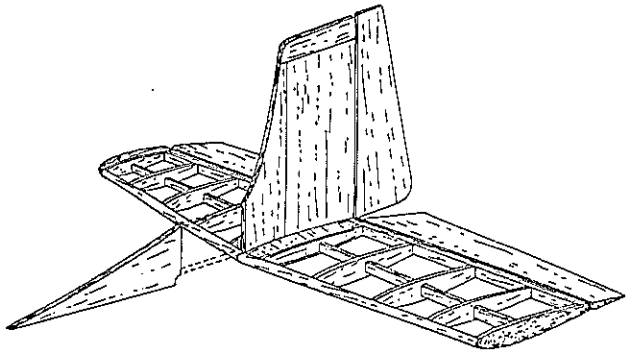
Afb. 6-54.



Afb. 6-55.



Afb. 6-56.

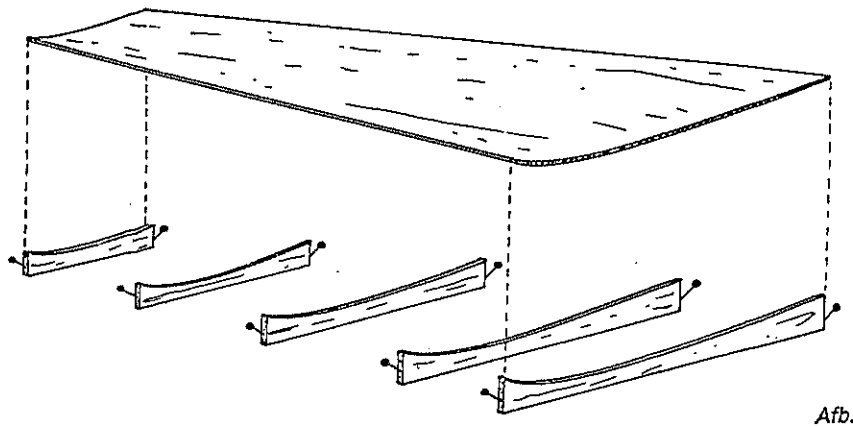


Afb. 6-57.

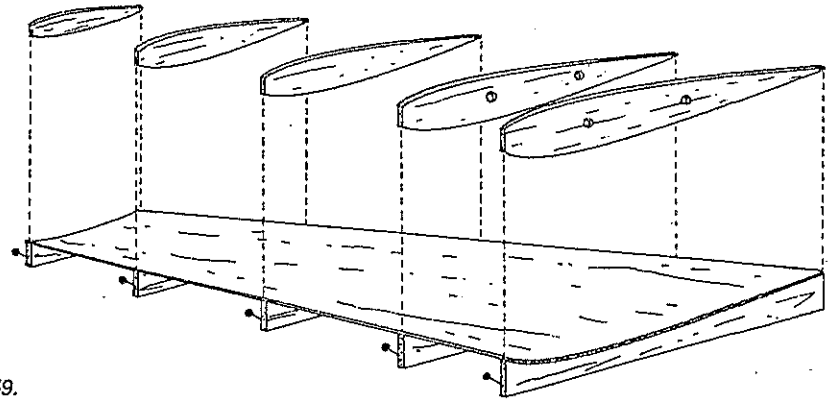
keerd en wordt de onderste beplanking op zijn plaats gelijmd. Hierna wordt het kielvlak volgens tekening uit balsa gesneden en in elkaar gelijmd. Dan wordt het kielvlak met PVA-lijm in de sleuven in het stabilo gelijmd (afb. 6-52) en nauwkeurig uitgericht. Voordat de tipblokken tegen de eindribben gelijmd worden (afb. 6-53) moeten eerst de steuntjes onder de vier steunribben voorzichtig verwijderd worden. In de afb. 6-54, 6-55 en 6-56 is nog eens de beschreven methode voor het passend maken van de scharnieren weergegeven.
Tenslotte wordt de staart tegen de romp gelijmd en wordt het wigvormige blokje tegen kielvlak en romp gelijmd (afb. 6-57).

Balansroeren

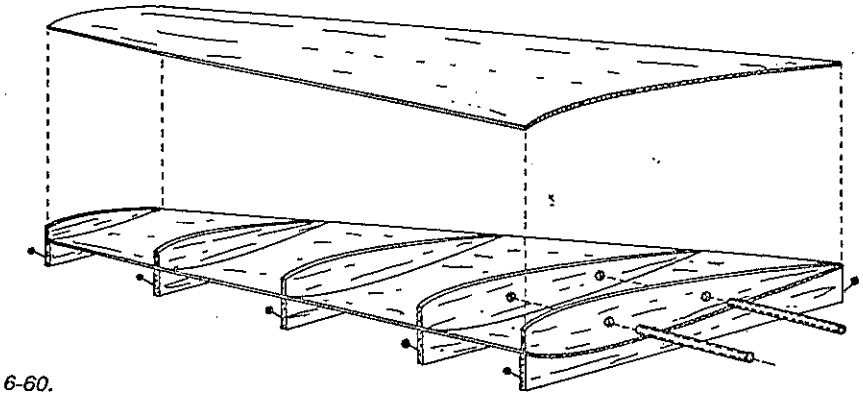
Een bij prestatiezwevers met balanshoogteroer algemeen toegepaste en verbazingwekkend stevige en lichte constructie van het roer(stabilo) is geschetst in de volgende afbeeldingen. De delen van de staart worden gebouwd volgens de bij de vleugel al beschreven schaalconstructie. Eerst worden de hellingribben op de tekening vastgezet en op deze ribben wordt de tevoren op maat gesneden onderste beplanking gelegd (afb. 6-58). Nu worden de ribben op de beplanking (afb. 6-59), de pijpjes voor de verbindingspennen in de gaten en de bovenste beplanking weer Op de ribben gelijmd (afb. 6-60). Voordat de stabilohelft van de hellingribben wordt genomen moet de voorlijst nog op zijn plaats worden gelijmd (afb. 6-61). De tweede helft van het stabilo kan, als het stabilo een symmetrisch profiel heeft, op de nog op de tekening aanwezige hellingribben worden gebouwd.



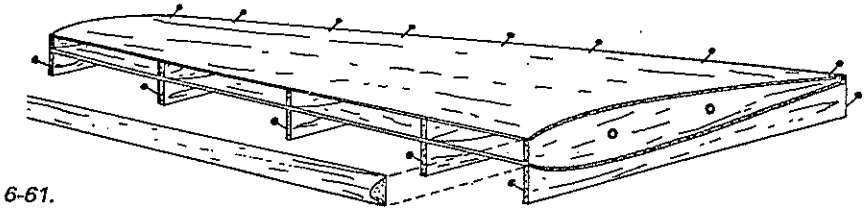
Afb. 6-58



Afb. 6-59.



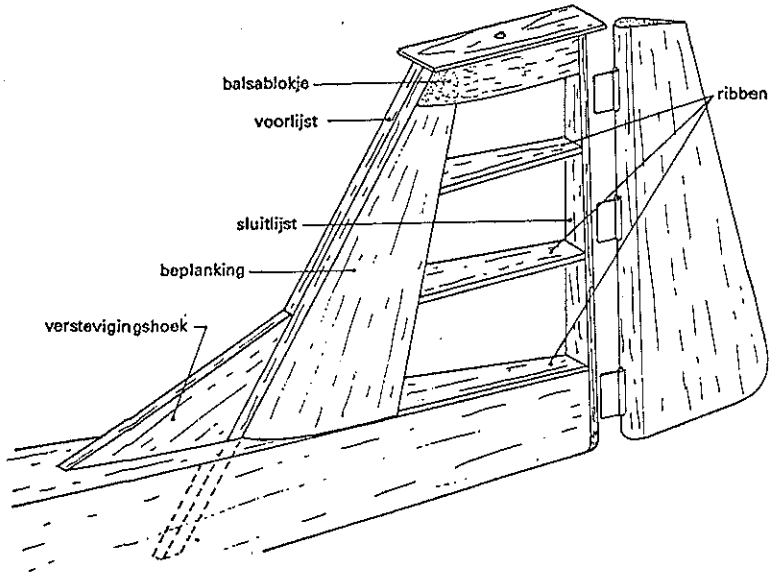
Afb. 6-60.



Afb. 6-61.

6.2 T-staart

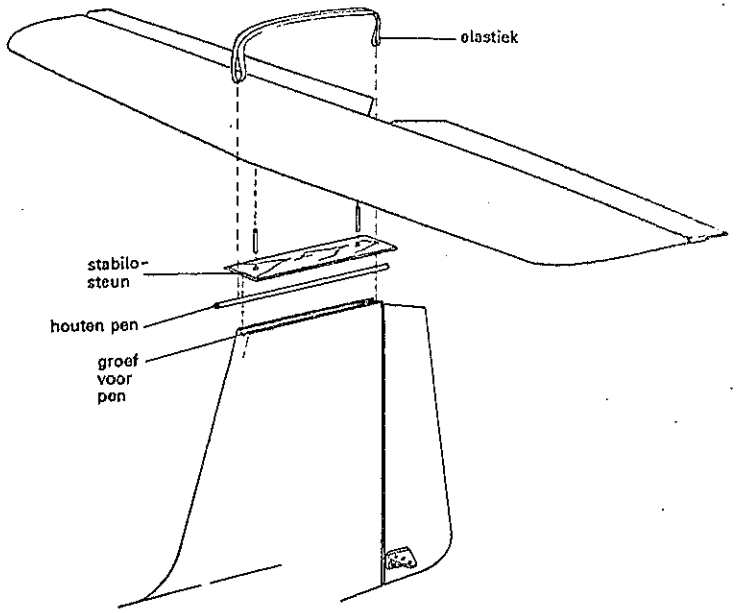
In tegenstelling tot de tot nu toe behandelde staarten ligt bij de T-staart het stabilo boven het kielvlak, de werking van de verschillende roeren verandert daardoor niet. Alleen de bediening van het hoogteroer dat als „normaal" of als balansroer uitgevoerd kan zijn, wijkt af van die bij andere staartstukvormen. Voor een T-staart zijn een bijzonder stevig kielvlak en rompuiteinde nodig omdat het stabilo dat geheel bovenop zit bij een wat harde landing, zeker als het model daarbij wat schuin aanvliegt, flinke krachten op het kielvlak en het uiteinde van de romp uitoefent. Een van boven tot beneden doorlopende achterlijst uit hard balsahout met een goede lange nerf, een zo groot mogelijke verstevigingshoek tussen kielvlak en romp en een neusbeplanking (die overigens zeer dun mag zijn) verschaffen het kielvlak de nodige sterkte (afb. 6-62). Het stabilo wordt op de gebruikelijke wijze gebouwd.



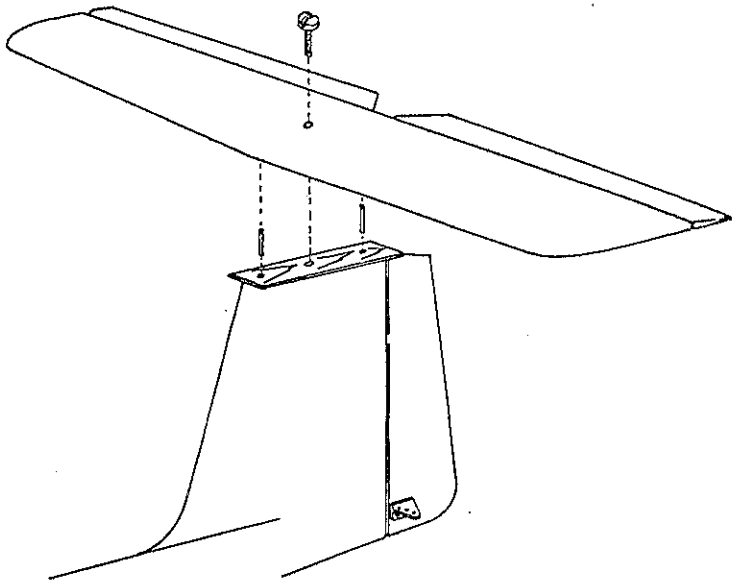
Afb. 6-62.

T-stabilo uit één stuk met hoogteroer

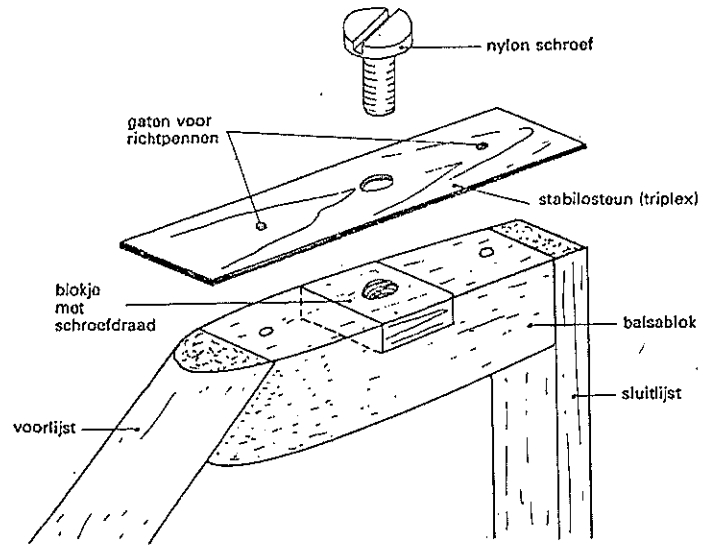
Zoals bij elke normale staart bestaat ook bij de T-staart het stabilo uit een vast stabilisatievlak en een beweegbare flap die via stangen of een bowdenkabel aan het hoogteroerservo is gekoppeld. Een eendelig stabilo wordt met elastiek op het kielvlak bevestigd (afb. 6-63) of zoals afb. 6-64 laat zien met een nylonschroef waarvan het contragedeelte in



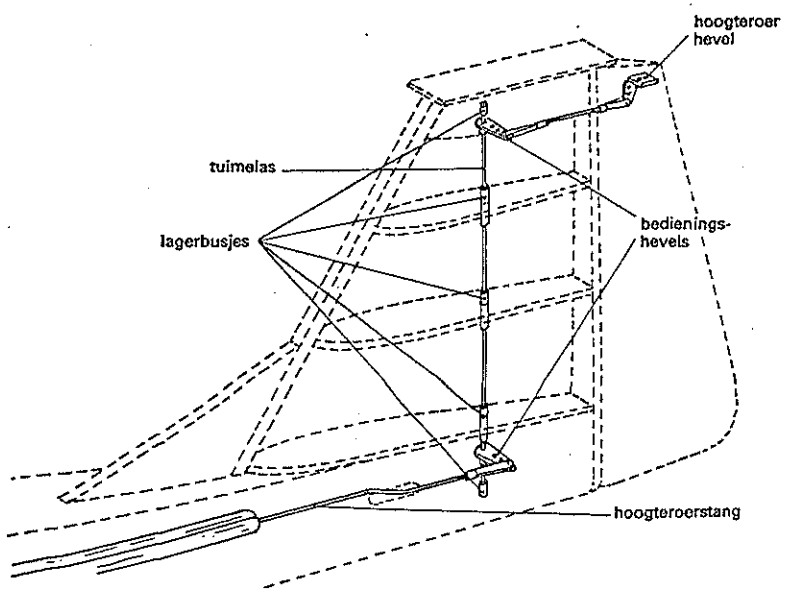
Afb. 6-63.



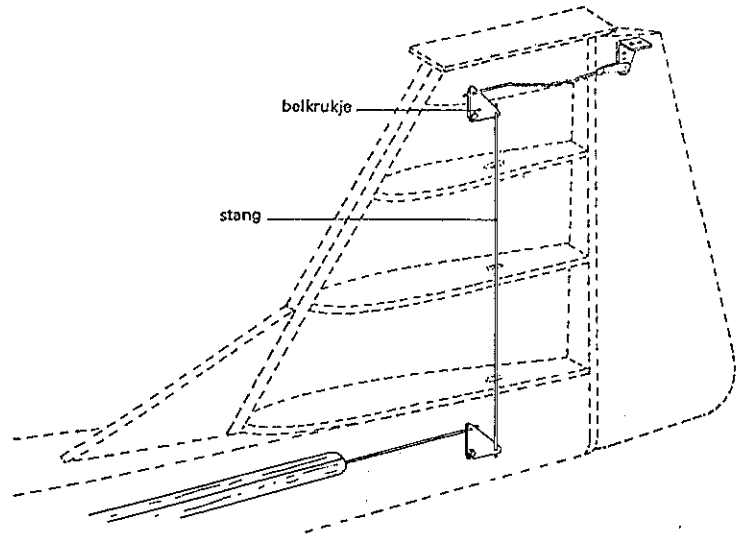
Afb. 6-64.



Afb. 6-65.



Afb. 6-66.

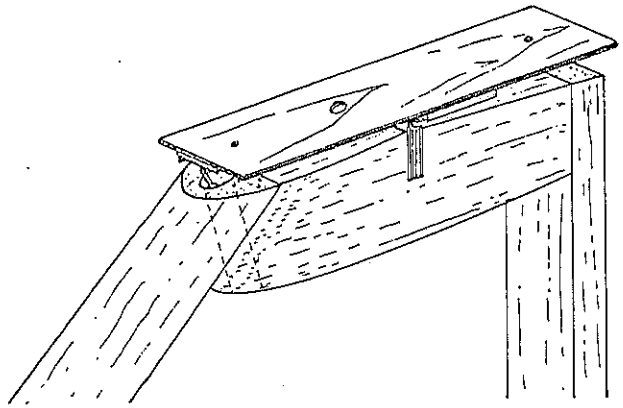


Afb. 6-67.

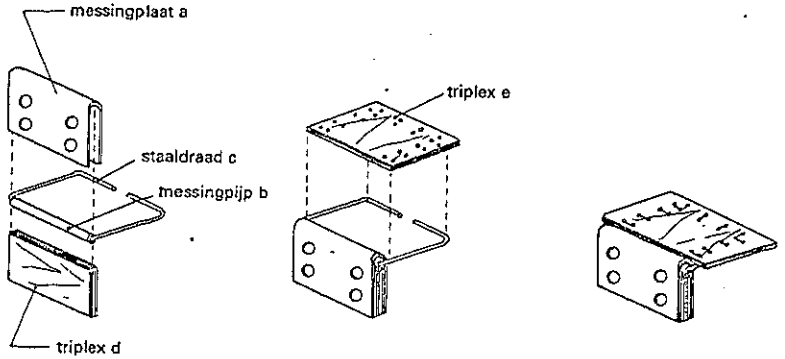
onder een hardhouten blokje wordt gemonteerd dat in het kielvlak is gelijmd (afb. 6-65). Om verdraaien van het stabilo ten opzichte van de langsas van de romp te voorkomen wordt het geborgd met twee ca. 3 m dikke hardhouten pennen die (ca. 3 mm uitstekend) in de onderzijde n het stabilo worden gelijmd en in gaten in het kielvlak vallen. De bediening van het hoogteroer kan op verschillende manieren gebeuren. afb. 6-66 wordt het hoogteroer bediend met een draaiende as terwijl t in afb. 6-67 met een tuimelaar gebeurt.

ndeling T-stabilo als balanshoogteroer

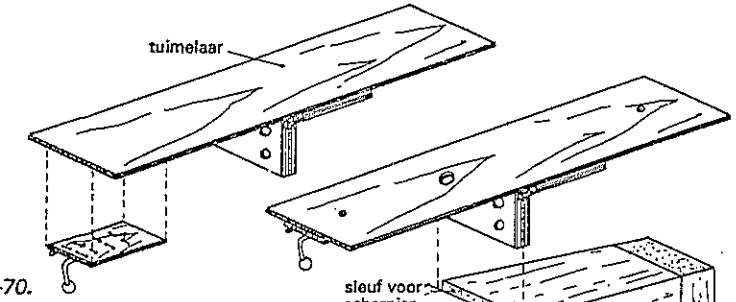
n balanshoogteroer wordt zonder roerflap uitgevoerd en met een speciale tuimelaar, waarvan de constructie zeer uiteenlopend kan zijn, op t kielvlak gemonteerd. Een variant van deze tuimelaar is geschetst in b. 6-68. Het scharnier (afb. 6-69) kan worden vervaardigd uit een U-vormig gebogen stukje dun messingplaat (a) waarin een messingpijpje als lager voor staaldraad c wordt gesoldeerd. Een stukje zuigend in t pijpje passende staaldraad (c) waarvan één uiteinde al in de juiste vorm is gebogen, wordt door het lagerbusje (b) geschoven en het andere uiteinde wordt eveneens in vorm gebogen. Tussen de messingaatjes (a) wordt een passend stukje triplex d met epoxylijm vastgezet.



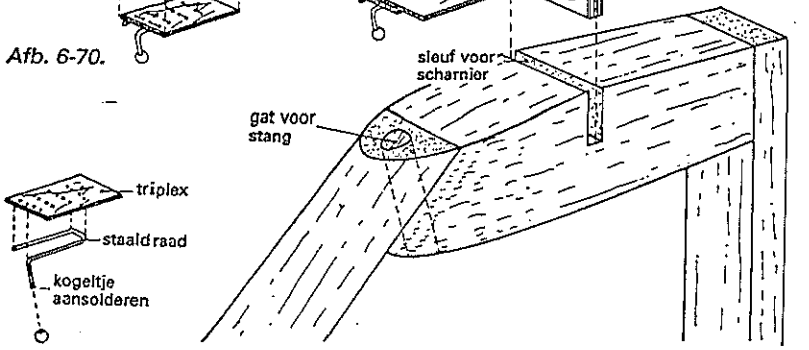
Afb. 6-68.



Afb. 6-69.

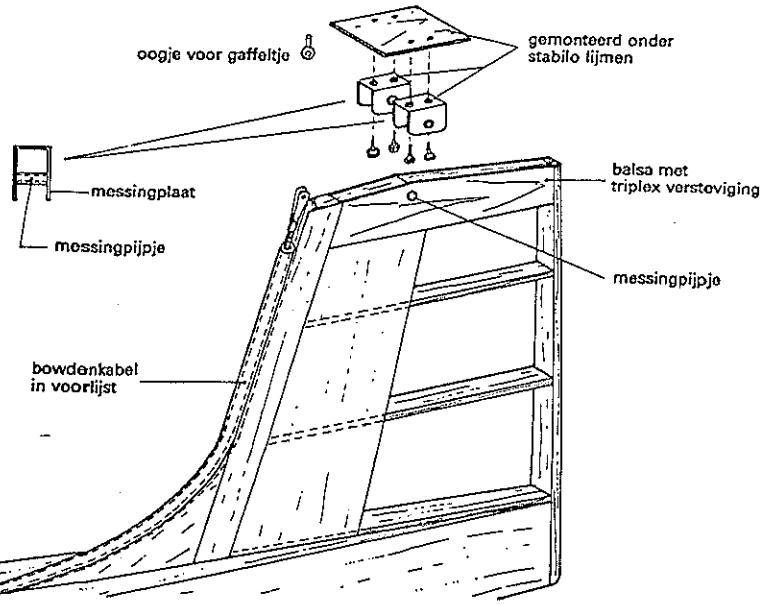


Afb. 6-70.

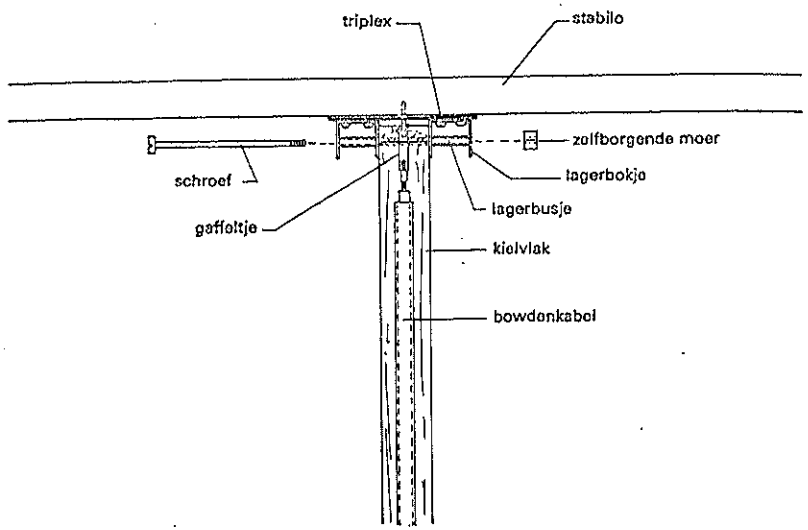


Afb. 6-71.

Het scharnier wordt aan het steunvlak (tuimelaar) voor het stabilo bevestigd met behulp van een ander stukje triplex (e) dat met epoxylijm op de staaldraad wordt bevestigd en nog eens extra met dun bindgaren wordt ‚vastgesjord". Als de lijm hard is wordt dit scharnier nauwkeurig uitgericht en onder de tuimelaar van het hoogteroer gelijmd.
Het hoogteroer wordt bediend met een kogelkopje dat onder de tuimelaar wordt gelijmd. Het kogelkopje wordt gemaakt (afb. 6-70) door van staaldraad een beugel a te buigen aan het uiteinde waarvan een kogeltje b wordt gesoldeerd. De beugel wordt met epoxylijm en bindgaren aan triplexplaatje c bevestigd. Om stangbediening van het hoogteroer mogelijk te maken wordt in het kielvlak een gat geboord zodat de stang de kogelkop van onderen kan bereiken. Vervolgens wordt in het kielvlak de sleuf voor de bevestiging van de tuimelaar gezaagd en afgewerkt en wordt de tuimelaar met epoxylijm in de sleuf vastgezet (afb. 6-71).
Natuurlijk is het best mogelijk voor zowel het scharnier als het kogelkopje van in de handel verkrijgbare onderdelen gebruik te maken. Hier is slechts getoond dat men ze ook zelf kan maken. Een andere uitvoering van een balanshoogteroer is weergegeven in afb. 6-72 en 6-73. Twee uit messingplaat gebogen beugeltjes waarin een stukje messingpijp als lager wordt gesoldeerd, worden een afstand gelijk aan de dikte van het kielvlak met epoxylijm onder een triplex tuimelaar gelijmd en extra met schroeven vastgezet. Een stukje messingpijp van dezelfde diameter



Afb. 6-72.

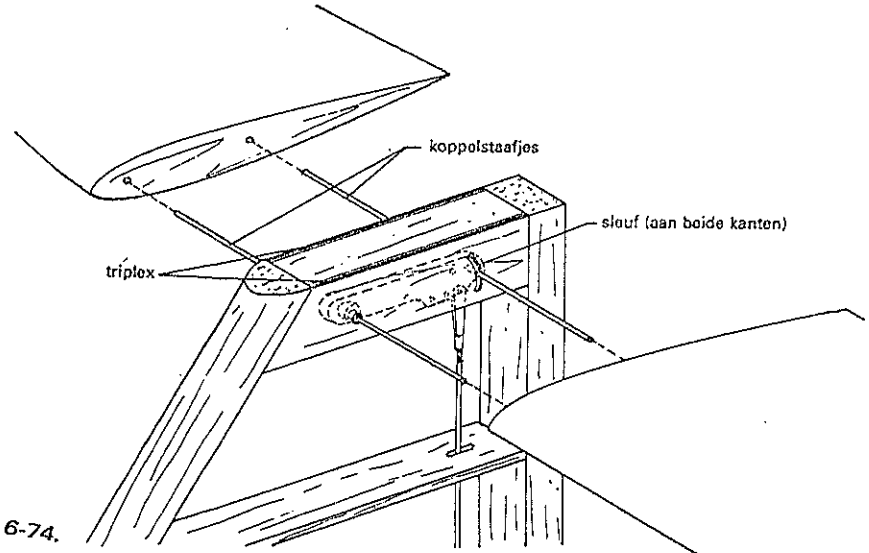


Afb. 6-73.

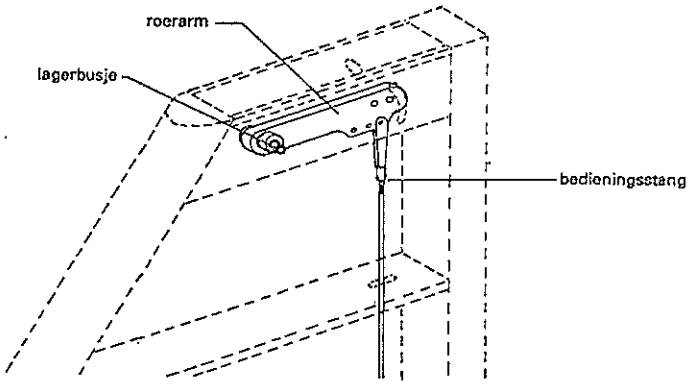
wordt met epoxylijm in het met dun triplex versterkte kielvlak gelijmd. De verbinding van het stabilo met het kielvlak komt tot stand met een schroef die door de lagerbusjes en het pijpje in het kielvlak wordt gestoken en daar nauwkeurig in past. Een borgmoer voorkomt dat de schroef eruit loopt. Een bowdenkabel die in de voorlijst van het kielvlak wordt gelijmd brengt via een vork, die in een schroefoog in de voorlijst van het stabilo wordt gehaakt, de verbinding met het servo tot stand.

Tweedelig balanshoogteroer voor T-staart.

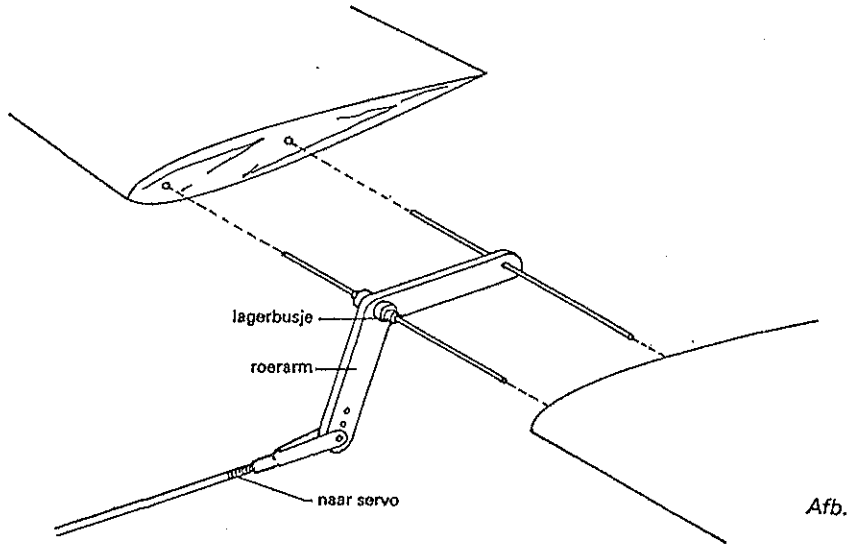
In plaats van de tuimelaar heeft men in dit geval een roerarm nodig die in het kielvlak is gelagerd in een lagerpijpje dat aan weerszijden in het kielvlak is gelijmd. Om voldoende sterkte voor de lagering te bereiken is het beslist nodig dat het lagerbusje aan weerszijden in dun triplex opgesloten ligt. De arm wordt via stang en tuimelaar of met een bowdenkabel aan het servo gekoppeld. Een arm zoals in een kruisstaart wordt gemonteerd is geschetst in afb. 6-76.



Afb. 6-74.



Afb. 6-75.

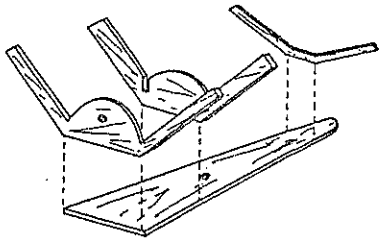


Afb. 6-76.

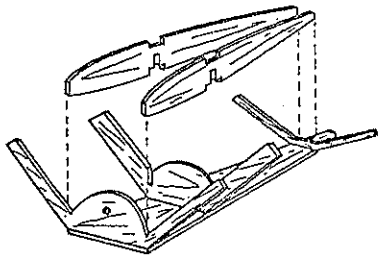
6.3 V-staart.

Een van de gebruikelijke staart afwijkende maar bovendien vrij zelden toegepaste variant is de V-staart. Het grote voordeel is het ontbreken van een derde staartvlak waardoor deze staart iets lichter kan zijn dan een T-of kruisstaart. De hoek die de beide helften van het staartstuk ten opzichte van elkaar maken kan verschillen en is afhankelijk van het oppervlak van de staartvlakken. Is de hoek klein, dan is een bijzonder groot oppervlak nodig om het horizontaal geprojecteerde oppervlak van de staart als „stabilo" voldoende groot te maken. Door de hoek groter te maken kan het oppervlak dus omgekeerd kleiner gemaakt worden maar neemt het (op een verticaal vlak) geprojecteerde oppervlak dat bepalend is voor de kielvlak- c.q. richtingroerwerking natuurlijk af. Als vuistregel kan men aanhouden dat de geprojecteerde oppervlakken van een V-staart ongeveer gelijk moeten zijn aan die van een „normale" staart van een soortgelijk model van dezelfde afmetingen.

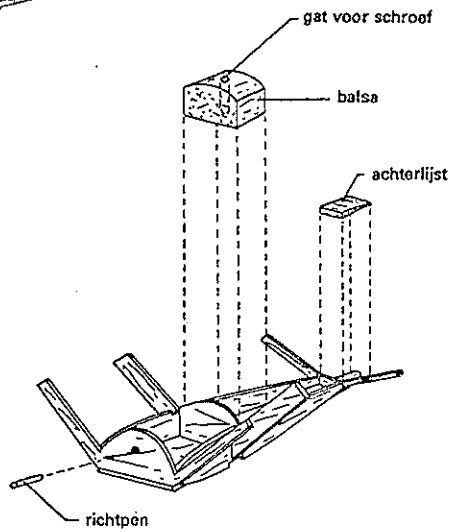
De bouw van een afneembare, V-staart in één stuk is geschetst in de volgende afbeeldingen. Op een dunne triplex bodemplaat worden de drie triplex verbindingsspanten (afb. 6-77) en de beide aansluitribben (triplex, afb. 6-78) gelijmd. In de voorste verbindingspant wordt een gat voor de richtpen geboord. Het blokje balsa met het gat voor de bevestigingschroef die het staartstuk op zijn plaats houdt, het stukje achterlijst en de richtpen worden pasgemaakt en vastgelijmd (afb. 6-79).



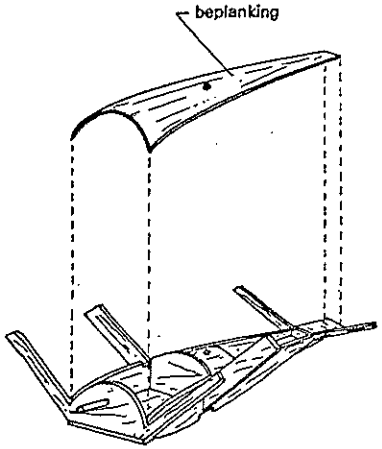
Afb. 6-77.



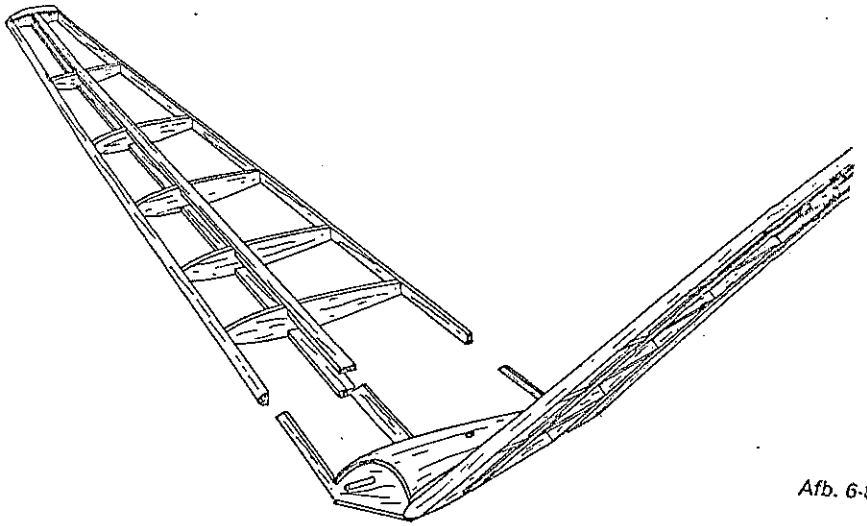
Afb. 6-78.



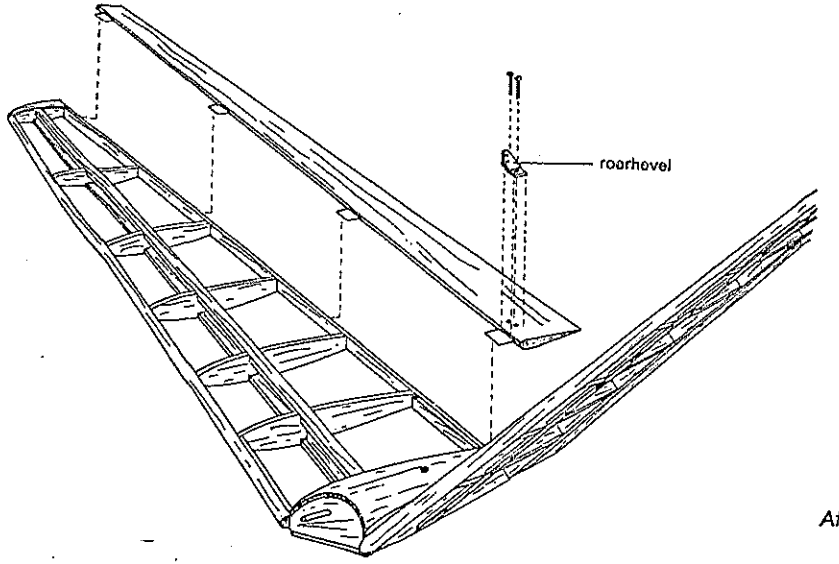
Afb. 6-79.



Afb. 6-80.

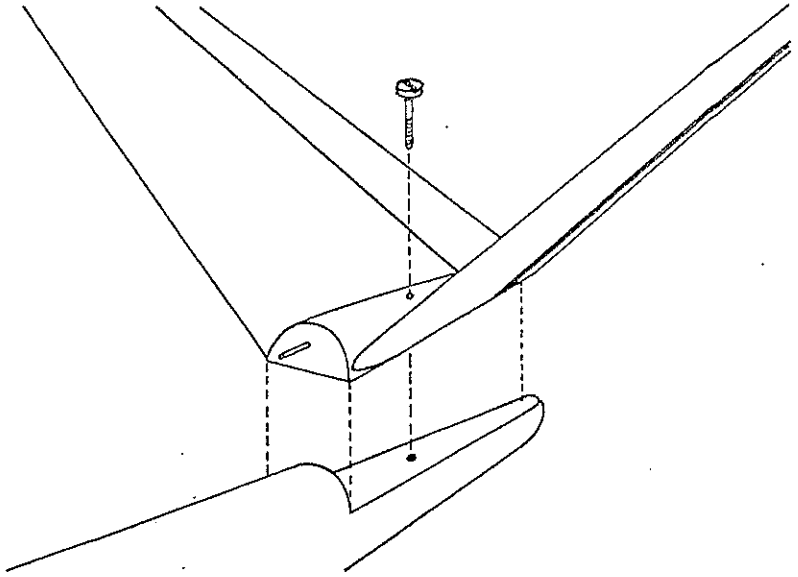


Afb. 6-81.

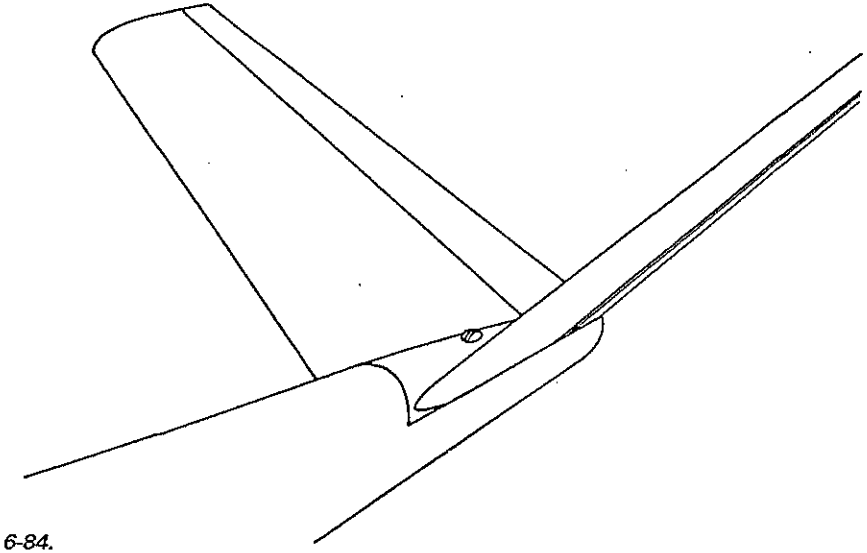


Afb. 6-82.

Het middenstuk wordt afgemaakt door er de beplanking (balsa, 1,5 mm dik) op vast te lijmen (afb. 6-80). Vervolgens worden de tevoren klaar gemaakte helften van de staart en de verbindingsplaatsen met lijm ingesmeerd, op de verbindingspanten geschoven, uitgericht en tot de lijm hard is vastgezet (afb. 6-81 en 6-82).



Afb. 6-83.

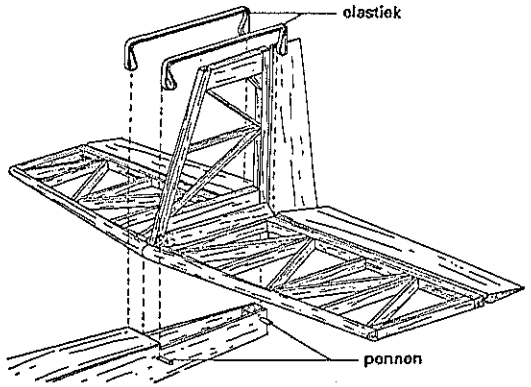


Afb. 6-84.

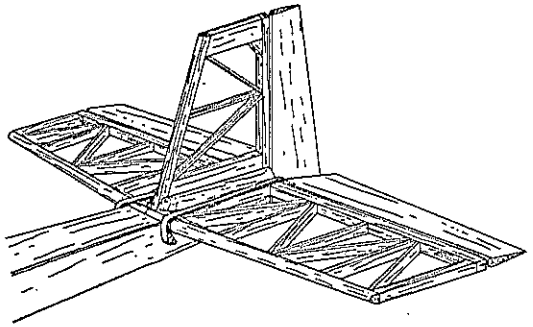
De staart wordt op de romp bevestigd met een nylon schroef. Zijdelings verschuiven van het staartstuk wordt voorkomen door de richtpen (afb. 6-83 en 6-84).

6.4 Vastzetten van de staart.

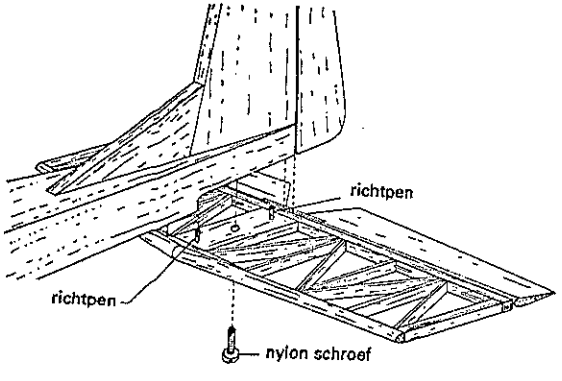
Een staart kan op verschillende manieren aan de romp worden bevestigd. De bevestiging met elastiek (afb. 6-85 en 6-86) is al tientallen jaren oud maar toch treft men deze af en toe nog aan. Om van een gelijkblijvend gedrag van het model verzekerd te zijn is het beter de staart onwrikbaar op de romp te bevestigen. Daarbij maakt het niet uit of het stabilo op



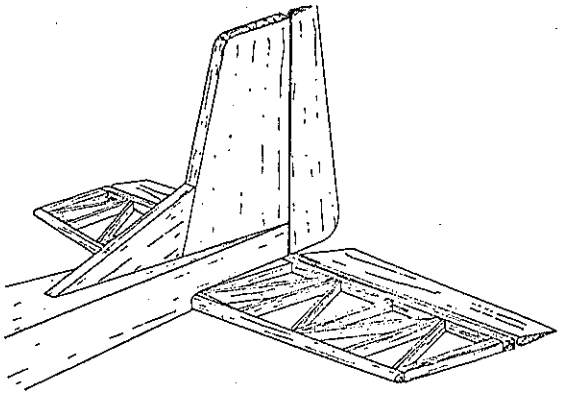
Afb. 6-85.



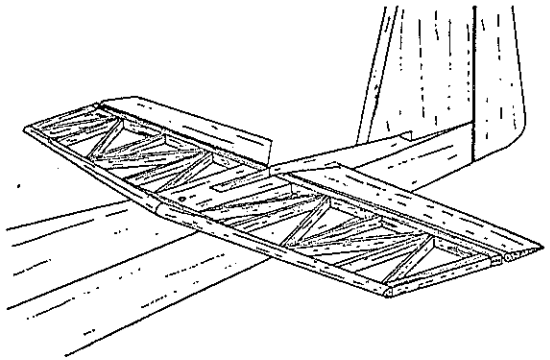
Afb. 6-86.



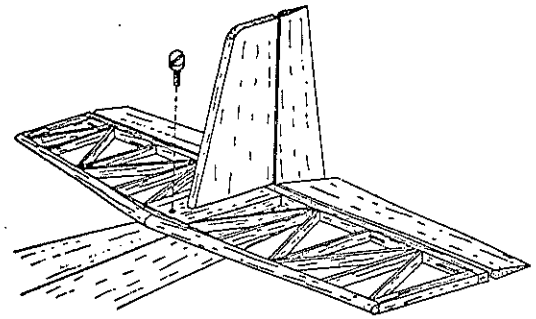
Afb. 6-87.



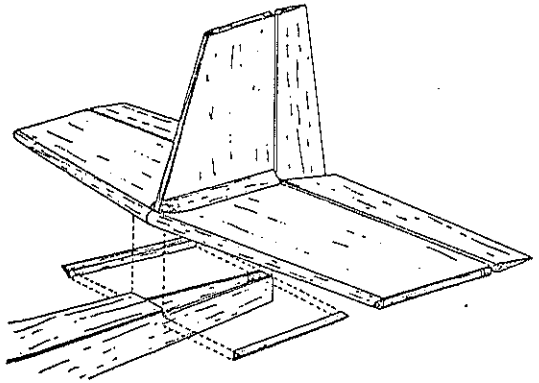
Afb. 6-88.



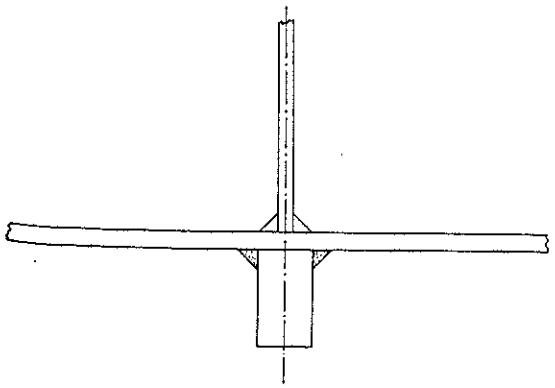
Afb. 6-89.



Afb. 6-90.



Afb. 6-91.

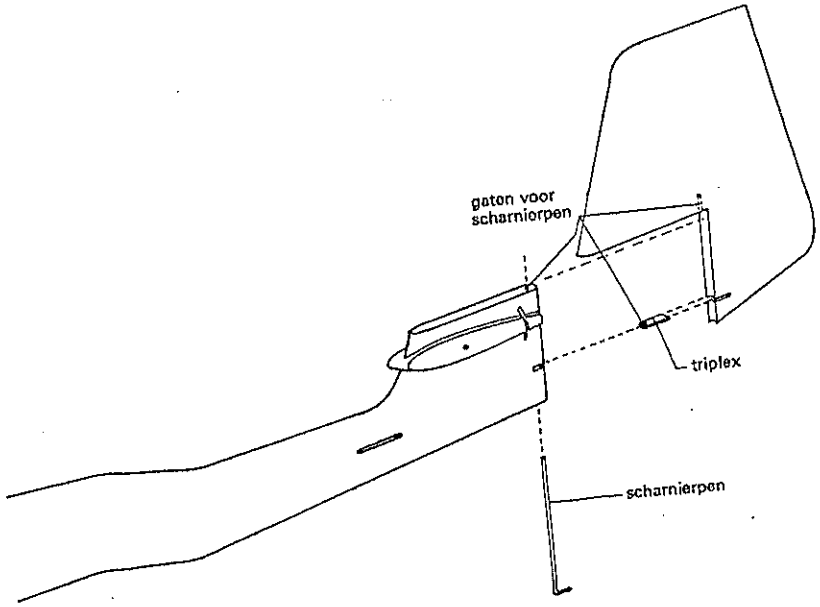


Afb. 6-92.

of onder de romp wordt geschroefd (afb. 6-87 t/m 6-90) of dat kielvlak en stabilo samen op de romp worden gelijmd (afb. 6-91 en 6-92).

6.5 Balansrichtingroer

Bij een balansrichtingroer wordt, evenals bij het balanshoogteroer het stabilo, het hele kielvlak voor de besturing gebruikt. Ook hier is een goede, dus licht lopende maar spelingvrije lagering aan de romp zeer belangrijk. De in afb. 6-93 geschetste uitvoering blijkt zeer goed te voldoen. De scharnierstift, die ca. 0,8 tot 1 mm dik moet zijn, wordt aan de bovenzijde in een gat in het roer gestoken en van onderen met het omgebogen eind tegen de romp gelijmd.



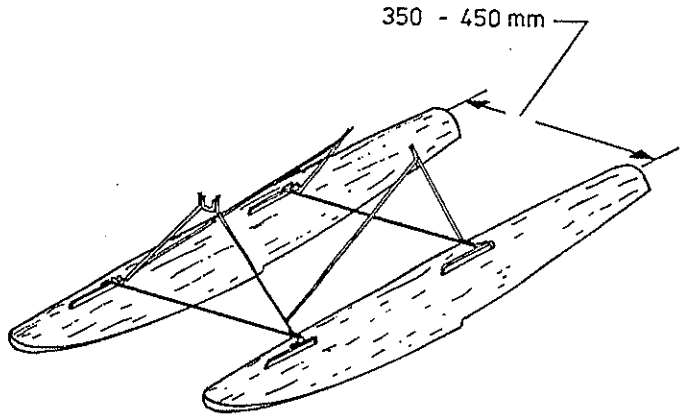
Afb. 6-93.

7. Landingsgestel

Een zeer belangrijk onderdeel van een modelvliegtuig is het landingsgestel. Dit stelt het model in staat van de grond te starten en moet, om schokken bij de landing te kunnen opvangen, verend zijn uitgevoerd en/of verend aan de romp bevestigd zijn. Landingsgestellen worden doorgaans uit staaldraad of duraluminiumplaat gebogen. De dikte van het materiaal is afhankelijk van grootte en gewicht van het model. Bij uit staaldraad geconstrueerde landingsgestellen is dit tussen 3 en 5 mm dik, terwijl voor landingsgestellen die uit duraluminiumplaat worden vervaardigd 1,5 tot 2 mm dik materiaal wordt gebruikt. Daar in mijn „Handboek voor modelpitoten" uitvoerig op verschillende soorten landingsgestellen wordt ingegaan kan dat hier achterwege blijven.

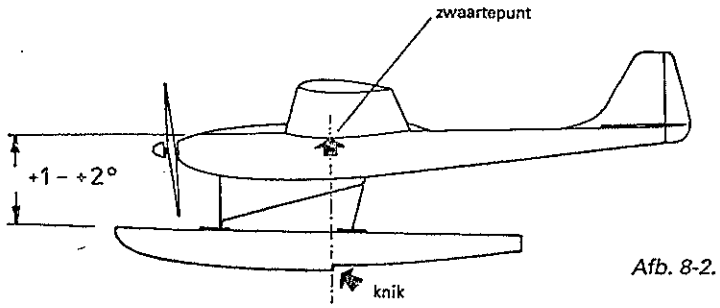
8. Drijvers

Een zeer interessante tak van de RB-modelvliegerij: het watervliegtuig, staat helaas nog in de schaduw van de landvliegtuigen. Hoewel er vaak makkelijker een goed „vliegwater" te vinden valt dan een redelijk vliegveld. Het vliegen met modelwatervliegtuigen is waarschijnlijk voornamelijk achtergebleven door de beperking van de kennis tot slechts enkele modelvliegers en een zeer beperkt aanbod van de zijde van de industrie. Bijna elk motormodel is als watervliegtuig te gebruiken. Voorwaarde voor het slagen van een dergelijke operatie is wel dat de motor voldoende sterk is. De drijvers leveren een aanzienlijk grotere weerstand dan wielen en om die te overwinnen is dus meer kracht nodig. Bovendien moeten de drijvers natuurlijk de juiste afmetingen hebben.
De drijvers kunnen uit PS-schuim worden vervaardigd dat met balsahout wordt bekleed of op spanten worden gebouwd. De spanten worden uit balsa en de kiel uit triplex vervaardigd. Bij beide constructiemethoden worden de drijvers zodra ze klaar zijn ter verhoging van de sterkte met zijde, nylondoek of polyesterfolie overtrokken. Deze bespanning wordt later zonodig met enkele lagen spanlak volkomen waterdicht gemaakt. De drijvers kunnen op verschillende manieren aan de romp worden bevestigd. Belangrijk is vooral dat het landingsgestel met enkele handgrepen door drijvers kan worden vervangen en omgekeerd.



Afb. 8-1.

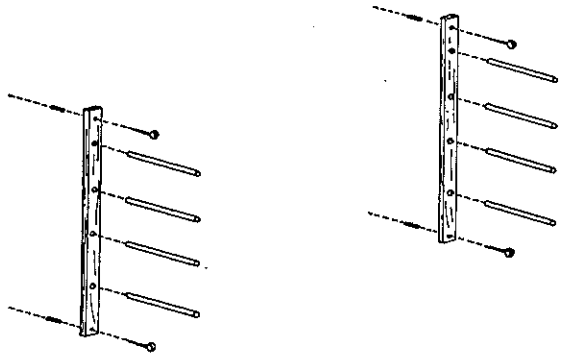
De lengte van de drijvers moet ongeveer 3/4 van de lengte van de romp bedragen. Ook de breedte van de drijvers is afhankelijk van het model, namelijk van het gewicht. Zo zijn voor een model met een totaalgewicht van 36 N drijvers nodig die ca. 12 cm breed zijn. De hartafstand van de drijvers (afb. 8-1) moet afhankelijk van het gewicht van het model ca. 350 - 400 mm bedragen. De instelhoek van de drijvers ten opzichte van de langsas van de romp moet tussen +1° en +3° liggen (afb. 8-2). Deze hoek wordt proefondervindelijk bepaald.
Het zwaartepunt van het model moet recht boven de knik in de kiel of kort ervoor liggen (afb. 8-2). Ligt het zwaartepunt er recht boven dan heeft het model maar een zeer kleine afstand nodig om van het water los te komen, de richtingsstabiliteit bij de start is echter gering. Het model reageert zeer gevoelig op uitslagen van het richtingsroer. Beter is de drijvers zo te monteren dat het zwaartepunt ca. 10 tot 12 mm voor de knik ligt. De afstand om van het water los te komen wordt dan weliswaar langer, maar het model reageert aanzienlijk prettiger.



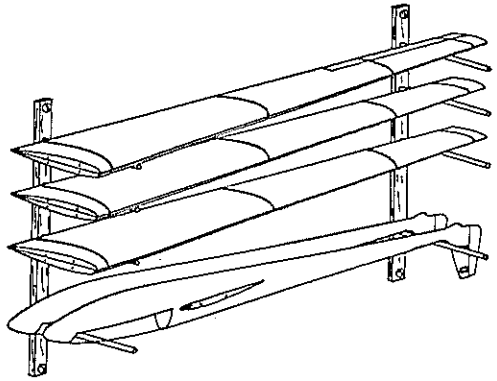
Afb. 8-2.

9. Opbergen en vervoeren

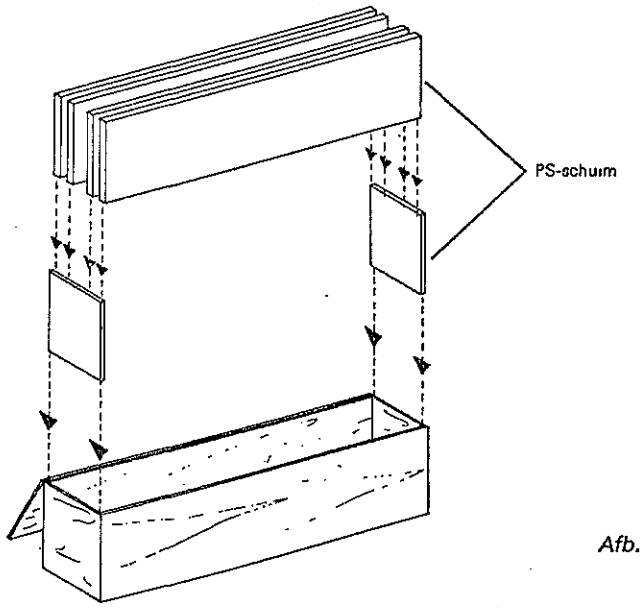
Een geheel afgebouwd, goed ingevlogen en prettig vliegend model is een fijn bezit, maar helemaal zonder problemen is het niet. Wat voor plezier beleeft men echter aan een modelvliegtuig, al is het nog zo goed gebouwd, als het door een verkeerde manier van opbergen verwrongen raakt en daardoor niet onberispelijk vliegt?
Een eenvoudig opbergrek dat uit twee latten van ca. 30 × 50 mm en ronde stokken (Ø 12-20 mm) bestaat en in een droge ruimte tegen een wand wordt bevestigd lost alle problemen op (afb. 9-1 en 9-2). Twee



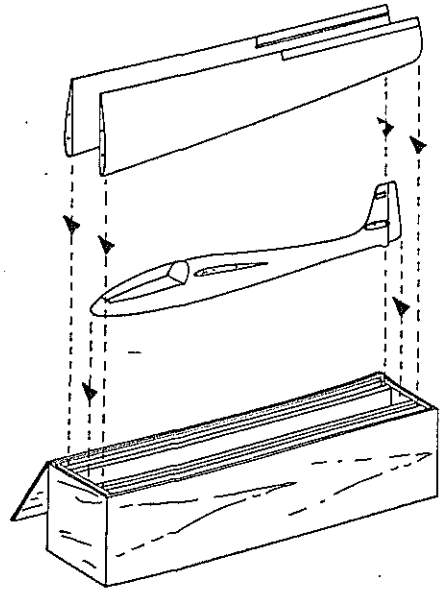
Afb. 9-1.



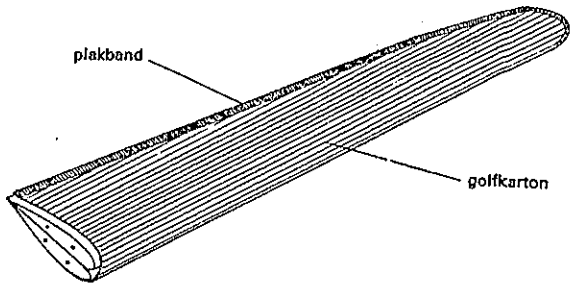
Afb. 9-2.



Afb. 9-3.



Afb. 9-4.



Afb. 9-5.

delige vleugels worden om kromtrekken te voorkomen met de onderzijden tegen elkaar gebonden met elastiek.

Het vervoer van een model kan, mits de losse onderdelen niet te lang zijn, met een eenvoudige transportkist gebeuren. Van bijv. 10 mm dik triplex wordt een kist gemaakt die zo groot is dat alle onderdelen van het model erin geborgen kunnen worden. Houd er rekening mee dat de binnenzijde van de kist romdom met PS-schuim moet worden bekleed (afb. 9-3 en 9-4). Nu we toch het onderwerp vervoer behandelen nog een tip voor het vervoeren van vleugels die te lang zijn voor bagageruimte of transportkist. Een dwars in de auto, vlak onder het dak gespannen dubbel stuk rubber (startrubber), maakt het vaak mogelijk een aantal vorse vleugels te vervoeren, mits die niet langer zijn dan het dak van de wagen. Zijdelings verschuiven van de vleugels kan men voorkomen door steeds tussen de vleugels de rubbers te laten kruisen.

Voor een veilig vervoer van andere, niet ingepakte vleugels is het goed de vleugel (en evt. de staart) zo te verpakken dat deze niet beschadigd kunnen worden. Voor dit doel maakt men een foudraal van golfkarton dat om de vleugels geschoven wordt (afb. 9-5). Tweedelige vleugels legt men met de onderzijden tegen elkaar en bindt ze met elastiek op elkaar voor ze in het foudraal geschoven worden. Een dergelijk foudraal kan overigens ook bij het opbergen om de vleugels blijven zitten.