

A.ABEL * E.HELME

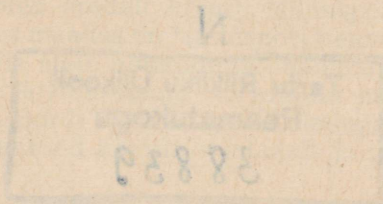


MUDELLEND

NA A-20495

A. ABEL ja E. HELME

MUDELLEND



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1955

EESSÕNA

Mitte ühegi kapitalistliku maa noortel ei ole selliseid võimalusi spordiga tegelemiseks kui meie nõukogude noortel. Seepärast on ka iseenesest mõistetavad need suurepärased tagajärjed, mida on saavutanud nõukogude sportlased kõigil spordialadel.

Nõukogude spordi suur üleolek kapitalistlike maade spordist ilmneb eredalt kõigil lennuspordi aladel. Kui kapitalistlikes maades on lennusport peamiselt rahameeste eralõbuks, siis meie nõukogude ühiskonnas on ta saanud üheks kõige laialdasemaid rahvahulki haaravaks spordialaks. Lennuspordi mitmesuguste aladega tegelevad meil tuhanded inimesed kõigilt elualadelt ja igasuguses vanuses.

Kõige laialdasemaks lennuspordi alaks on mudellend. Võib julgelt öelda, et meie suurel ja laial kodumaal ei ole paika, kus ei tegeldaks mudellennuga. Alates pioneeride majadest ja lõpetades lennuasjanduse instituutidega — kõikjal on organiseeritud mudellennuringid. Nii põlvpükstes koolipoistele kui eakatele teadlastele — kõigile on mudellend ühevõrra huvitav ja kaasakiskuv.

Massiline osavõtt mudellennuspordist on taganud sel alal kõrgeid sportlikke saavutusi. Kõik absoluutsed maailmarekordid, samuti üle poole registreeritavatest maailmarekorditest kuuluvad nõukogude mudellenduritele.

Mudellennuspordi peamiseks harrastajaks on siiski õppiv noorsugu, sest on ju mudellend teerajajaks lennuasjandusse. Erilise tähtsuse meie noorsoo kommunistlikus kasvatuses omandas mudellend pärast kommunistliku partei XIX kongressi.

Seoses polütehnilise õpetuse sisseviimisega meie koolidesse sai mudellend üheks vahendiks, mille kaudu võib

õppiv noorsugu omandada polütehnilisi teadmisi. Mudellend sisustab õpilaste puhkust ja on ühtlasi ka tulutoovaks harrastuseks. Tegeldes mudellennuga arendavad pioneerid ja kooliõpilased oma algatusvõimet, õpivad põhjalikumalt tundma tehnikat, tutvuvad praktikas aerodünaamika, lennuteooria ja lennuaparatuuride konstrueerimisega. Mudellend aitab süvendada matemaatika, füüsika, geomeetria ja joonestamise tundides omandatud teadmisi; ta annab lastele praktilisi töökogemusi, õpetab käsitama tööriistu ja lihtsamaid masinaid, koostama projekte ja jooniseid. Mudellennukite lennutamine ja võistlused arendavad noorte silmamõõtu, täpsust ja kiiret reageerimist, kasvatavad noores sportlases püsivust, tahtejõudu ja võidutahet.

Paljud meie kodumaa kuulsad lendurid ja konstruktorid alustasid oma tegevust lennuasjanduse alal mudellenduritena ning kasutavad ka praegu mudellennu abi uute probleemide lahendamisel. Nii näiteks viibivad välja paistvad konstruktorid Jakovlev, Iljušin, Antonov, Šeremetjev jt. alati mudellennuvõistlustel, kus nad jälgivad kõiki tehnilisi uuendusi ja üldistavad mudellendurite kogemusi, et rakendada neid uute lennukite konstrueerimisel.

Praegusel raadio, raadiolokatsiooni ja reaktiivlennunduse kiire arengu ajajärgul seisavad mudellendurite ees uued ja huvitavad probleemid uute mudellennukite loomisel ning uute kõrgete sportlike saavutuste püstitamisel.

Loodame, et käesolev raamat aitab kaasa mudellennu veelgi laialdasemale arengule ja noorte mudellendurite spordimeisterlikkuse edasisele kasvule meie vabariigis.

H. Abram

I. MUDELLENNU AJALOOST

Mudellennukite ehitamise ja lennutamisega tegeles Venemaal juba 1876. aastal esimese lennuki konstruktor Aleksander Fjodorovitš Možaiski. Tema ühe mudellennuki (joonis 1) lennukatsetustest on säilinud järgmine üleskirjutus:

„Meie juuresolekul katsetati suures toas väikest mudelit, mis jooksis mööda maad ja lendas siis täiesti vabalt, ning laskus sujuvalt; mudel lendas ka siis, kui sellele oli asetatud kortik*, mis kujutas endast küllaltki suurt raskust väikesele mudelile.“**

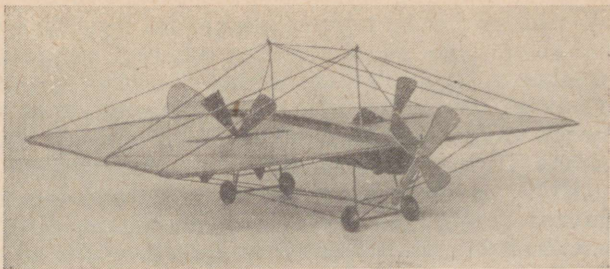
Pärast A. Možaiskit demonstreerisid vene konstruktorid ja leidurid lendavaid mudeleid korduvalt. 1877. aastal demonstreeris Peterburis omakonstrueeritud, kummimootoriga mudellennukeid edukalt V. Kress; hiljem, 1895. aastal aga demonstreeris omatehtud lendavaid purimudellennukeid kuulsale vene õpetlasele D. Mendelejevile V. Kotov.

Möödunud sajandi üheksakümnendatest aastatest väärivad märkimist veel S. Neždanovski tööd lohesarnaselt lendavate purimudellennukitega. Neždanovski tööd olid suunatud peamiselt lennuaparaatide püsivuse uurimisele.

1910. aasta 1. aprillil toimus Moskva maneežis erakordne sündmus: „kotkagümnaastika“ harrastajad demonstreerisid esmakordselt avalikkusele „iselendavaid aeroplaanide mudeleid“. Selleks puhuks ehitatud puutribüünid olid tulvil publikut, kui ilmus frakki rietatud läikivat silindrit kandev teadustaja ja kuulutas avatuks „esimesed Venemaa iselendavate aeroplaanide mudelite võistlused“.

* Mereväehvitseri lühike kitsas pistoda.

** „Kroonlinna Teataja“ nr. 134, 15. detsembrist 1877. a.



Joonis 1. A. Možaiski poolt valmistatud esimene mudellennuk.

Parim mudel lendas 17 meetri kaugusele.

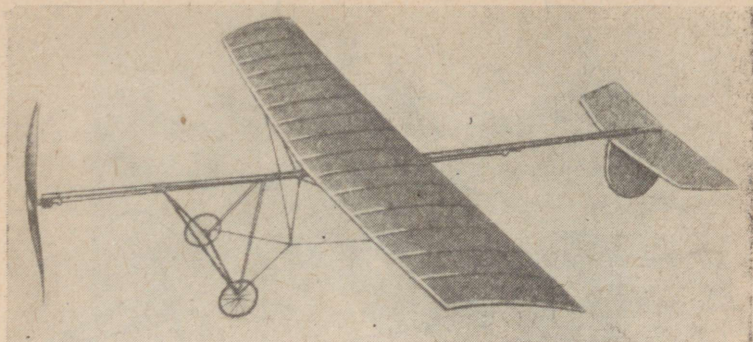
Nende võistluste organisaatoriks ja peakohtunikuks oli kuuekümmne kahe aastane professor N. Žukovski.

Kaasaegse lennuteooria rajaja N. Žukovski omistas mudellennukite ehitamisele suurt tähtsust. Ta oskas väärtustada selle kauni tehnika-ala innustunud harrastajaiks hulgaliselt noori ning pani sellega aluse mudellennuspordi laialdasele arengule Venemaal.

Mudellennusporti luges Žukovski teerajaks lennuasjandusse. Ja ta ei eksinud. Nõukogude lennuasjanduse kuulsamad esindajad, Stalini preemia laureaadid ja sotsialistliku töö kangelased Tupolev, Mikulin, Jurjev, Jakovlev alustasid oma lennu alast tegevust mudellennukite ehitamisega. Seda teed käisid ka vanim vene lendur Rossinski, Nõukogude Liidu kangelane Gromov ja paljud teised.

Mudellennu arengu Venemaal katkestas esimene imperialistlik maailmasõda. Mudellennu taassünd toimus juba meie nõukogude korra tingimustes. See oli 1923. aastal, kui „Lennuväe Sõprade Ühingu“ poolt väljakuulutatud „Punalennuväe nädala“ raames asutati esimesed mudellennuringid Moskvas, Leningradis ja Tbilisis.

Aasta hiljem, 28. septembril 1924, toimusid Moskvas üleliidulise põllumajandusnäituse ühes paviljonis esimesed Moskva linna mudellennu-esivõistlused. Võistlustest võtsid osa mudellendurid 47 kummimootori abil lendava mudellennukiga, 25 paberist purimudellennukiga ja 29 mittelendava lennukimudelig. Saavutused olid tagasihoidlikud. Parimad mudelid ei suutnud lennukauguses ületada 50 meetri piiri. Suurim lennukõrgus oli 12 meet-



Joonis 2. 1924. aasta parim kummimootoriga mudellennuk.

rit ja kiirus 10,7 meetrit sekundis. Kõige kauem püsis õhus skemaatiline kummimootoriga mudellennuk (joonis 2), ja nimelt 13,4 sekundit.

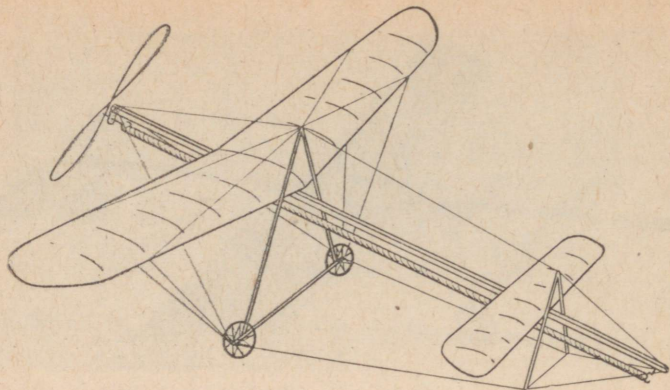
Samal aastal toimusid mudellennuvõistlused ka Leningradis ja teistes suuremates linnades.

Nõukogude lennundus kasvas ja tugevnes. Meie lennukasjanduse arenemist ei loetud enam päevadega, vaid tundidega. Tekkis loosung: „Mudellennukist purilennukini, purilennukist lennukini!“

Esimesed üleliidulised mudellennu-esivõistlused toimusid 28.—30. augustini 1926. aastal Moskva keskaerodroomil. Võisteldi peamiselt skemaatiliste mudellennukitega. Kaugusrekordi püstitas Tuula mudellendur Šubin, kelle tagatiivaga kahemootoriline mudellennuk lendas 410 meetrit. Kestusrekord märgiti Tambovi mudellenduri Kiršteini nimele ajaga 3 minutit ja 1 sekund.

Teistel üleliidulistel esivõistlustel 1927. aastal, mis toimusid Moskva lähedal Kolomenskis, lendasid mudellennukid juba 700 meetrit ja rohkem ning püsisid õhus ligi 7 minutit. Ilmusid esimesed keremudellennukid. Üks keremudellennukitest, mille konstruktoriks oli Nižni-Novgorodi mudellendur Kozlov, lendas 446 meetri kaugusele, ületades 4 meetriga Saksa mudellennurekordi.

Järgneval aastal, kolmandatel üleliidulistel esivõistlustel, ületati skemaatiliste mudellennukite klassis juba maailmarekordeid. Parim mudel lendas 2000 meetri kaugusele, püsid esimesed õhus 49 minutit 55 sekundit!



Joonis 3. Aastatel 1924—28 ehitati palju tagatiivaga mudellennukeid, mis olid varustatud arvukate niitpingutajatega.

Möödus veel kaks aastat ja viiendatel üleliidulistel esivõistlustel püstitas Miša Zjurin Kirovist korraka kaks maailmarekordit ka keremudellennukite klassis. Zjurini keremudellennuk maandus 2020 meetri kaugusel stardi-paigast, püsidis õhus 27 minutit 20 sekundit (joonis 4).

Alates 1934. aastast levis kiiresti purimudellennukite ehitamine. Töötati välja rida originaalseid konstruktsioone, millistest kõige silmapaistvam oli D. Barmitševi oma (joonis 5). Tänu voolujoonelisele kerele ja ülespaitatud tiivaotstele olid mudellennuki lennusaavutused väga head.

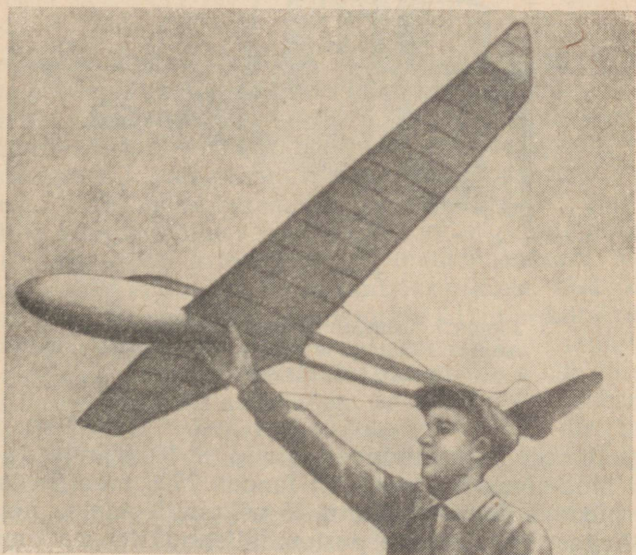
1933.—34. aastatel saavutati noorte mudellendurite poolt rekordilisi tulemusi ka eritüübiliste mudellennukitega; autožiir-mudellennuk, mille konstrueeris moskvane O. Gajevski, lendas 200 meetri kaugusele, püsidis õhus 33 sekundit; Kulajevi helikopteri lennusaavutused olid: 21 meetrit kõrgust, 21 sekundit kestust ja 61 meetrit kaugust; Demenkovi reaktiivmootoriga mudellennuk (joonis 6) lendas 18 sekundi jooksul 97 meetri kaugusele; tiibmudellennuk, mille ehitajaks oli Truntšenkov, saavutas lennukauguseks 315 meetrit ja kestuseks 100 sekundit.

Neil aastatel konstrueeriti Moskva Mudellennu Kesklaboratooriumis G. Miklaševski poolt esimene mudellennuki kolbmootor (joonis 7).

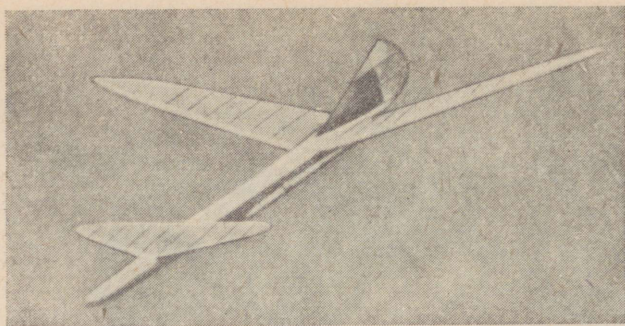
Kümnendatel üleliidulistel mudellennu-esivõistlustel, mis peeti 1936. a. Krasnodaris, demonstreeriti esmakord-



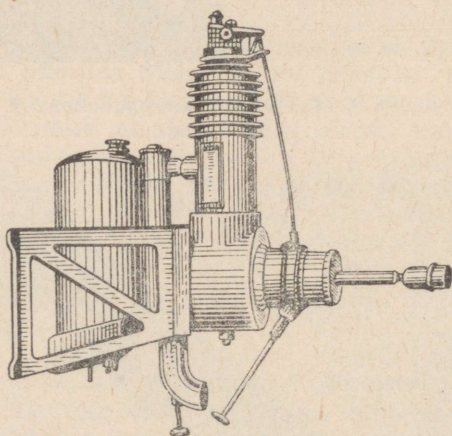
Joonis 4. M. Zjurini rekordmudellennuk.



Joonis 5. D. Barmitševi purimudellennuk.

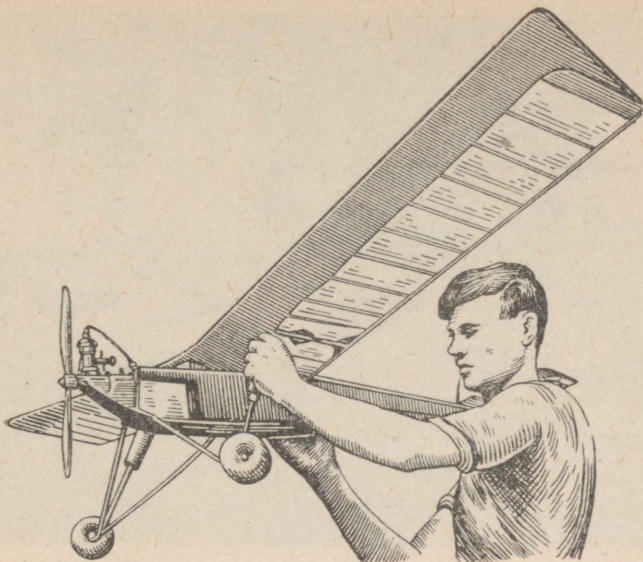


Joonis 6. A. Demenkovi reaktiivmootoriga varustatud tagatiivaga mudellennuk.



Joonis 7. Esimene mudellennuki kolbmootor Nõukogude Liidus, konstrueeritud G. Miklaševski poolt.

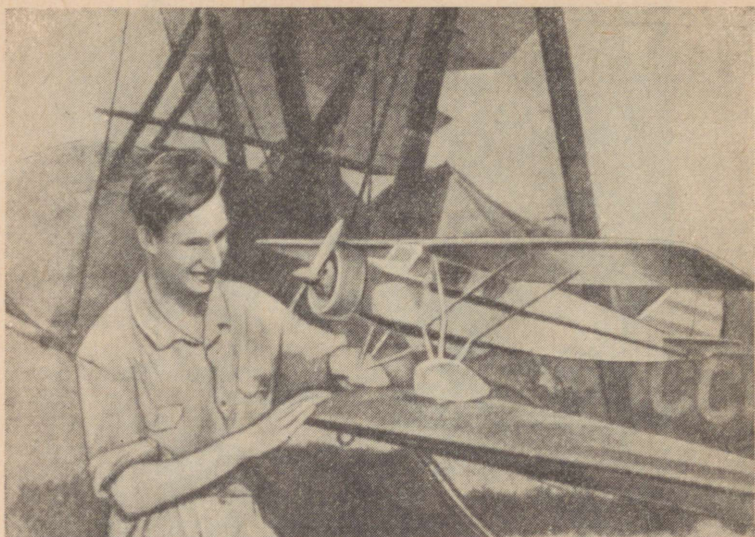
selt kolbmootoriga mudellennukeid. S. Kudrjavitsevi seda tüüpi mudellennuk (joonis 8) lendas 2500 meetri kaugusele, püsis õhus 8 minutit 15 sekundit. Alates nendest võistlustest kasutatakse purimudellennukite startimiseks lauskmaal nn. „kõrgstarti“, mille tulemusena lennukestused suurenevad tunduvalt.



Joonis 8. S. Kudrjajtsevi kolbmootoriga mudellennuk.

Järgnevad aastad tõid üha uusi ja uusi võite. 1938. a. kaheteistkümnendatel üleliidulistel mudellennu-esivõistlustel Krimmis püsis S. Maliku poolt konstrueeritud lennukimudel Ja-6 õhus 1 tund 13 minutit (joonis 9). Krimmi mudellenduri J. Kaširini purimudellennuk püstitas 11 118 meetriga uue maailmarekordi lennukauguses. Rahvusvaheline kauguslennu rekord kolbmootoriga mudellennukite klassis — 66 kilomeetrit 83 meetrit märgiti Novosibirski mudellenduri N. Truntšenkovi nimele. 1938. aasta sügisel püstitati esimene Nõukogude Liidu rekord kolbmootoriga vesimudellennukite klassis; Harkovi mudellenduri Kozlovi vesimudellennuk püsis õhus 30 minutit 30 sekundit, lennates selle ajaga 25 kilomeetrit 542 meetrit. Aasta hiljem baškiiri mudellendur V. Davõdov püstitas tagajärjega 30,35 m/sek. (109,26 km/t.) uue hiilgava kiirusrekordi.

1938. aastal kuulusid pooled rahvusvahelistest rekorditest Nõukogude Liidu mudellendureile. 1941. aastal oli registreeritud rahvusvahelisse mudellennurekordite tabelisse juba kolmteist meie mudellendurite saavutust. Sel-



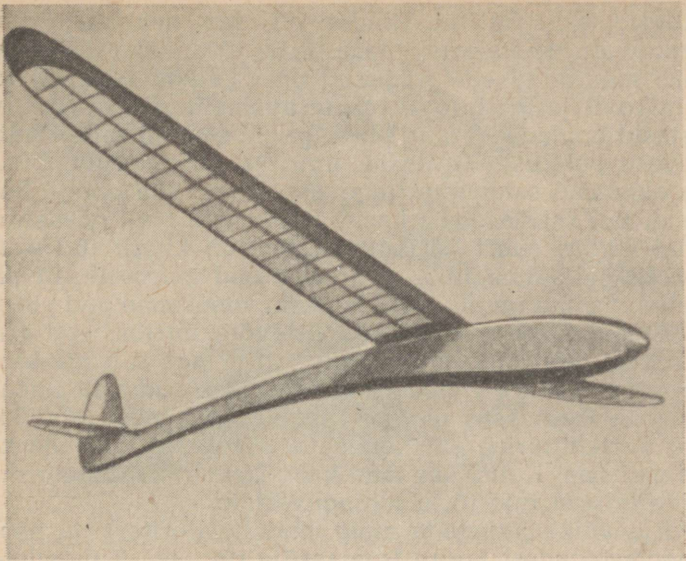
Joonis 9. S. Maliku lendav lennukimudel Ja-6.

lal ei leidunud nõukogude mudellennule maailmas väärilist vastast ei mudellendurite arvult ega saavutustelt. Mudellennuringid said tavalisteks nii koolides kui pioneerilaagrites. Mudellennuvõistlused aga kujunesid traditsiooniks.

Igal aastal toimusid ringide, rajoonide, linnade ja oblastite mudellennuvõistlused. Neil võistlustel parimaks osutunud mudellendurid saadeti võistleva vabariiklikele ja üleliidulistele võistlustele.

Ettevalmistused viieteistkümnendateks üleliidulisteks mudellennuvõistlusteks katkestas Suur Isamaasõda. Võistlused tuli loomulikult edasi lükata, kuid mudellennu-alane töö ei katkenud. Tagalas töötasid endiselt mudellennuringid. Poisid ja tüdrukud õppisid vaimustusega lennuasjanduse aluseid ja lennuvälja teenistust, püüdes omandatud teadmisi võimalikult kiiresti rakendada praktikas. Sõja ajal püstitas Novosibirski mudellendur Trun-tšenkov kolm uut rahvusvahelist rekordit.

Vanemad mudellendurid ja instruktorid võitlesid rindel, kusjuures mudellennuringides omandatud teadmised olid neile sõjaväeteenistuses suureks abiks. Enamik mudellen-



Joonis 10. Tüüpiline purimudellennuk aastatest 1936—1940.

dureist astus sõja puhkemisel teenistusse lennuväeüksustesse või läks sõjalennukoolidesse. Tänu juba omandatud teadmistele õppisid nad kiiresti tundma keerukat lennutehnikat. Kuid ka teistes väeliikides teenivad mudellendurid kasutasid eduga varem omandatud mudellennualaseid teadmisi.

Uhes Leningradi rinde lõigus ületas väike üksus jäätnud jõe ja kindlustas end vastaskaldal. Sakslased püüdsid julgeid võitlejaid korduvate rünnakutega oma positsioonidelt välja lüüa, kuid kõik nende üritused varisesid kokku meie võitlejate mehisuse ees. Et jõgi oli sakslaste tule all, oli võimatu täiendada laskemoonavarusid. Siin tulid meie võitlejaile appi mudellenduri teadmised. Endine mudellennuinstruktor Gromov ehitas paar suurt tuulelohet, millede abil oli soodsa tuulesuuna tõttu võimalik laskemoonakaste üle jõe saata. Tuulelohed viisid üle jõe ka trossi, mille abil varustati hiljem meie võitlejaid korrapäraselt.

Palju nalja valmistas läänerinde võitlejaile mudellendurite Melnikovi ja Fjodorovi ettevõtte. Üksus, milles nad

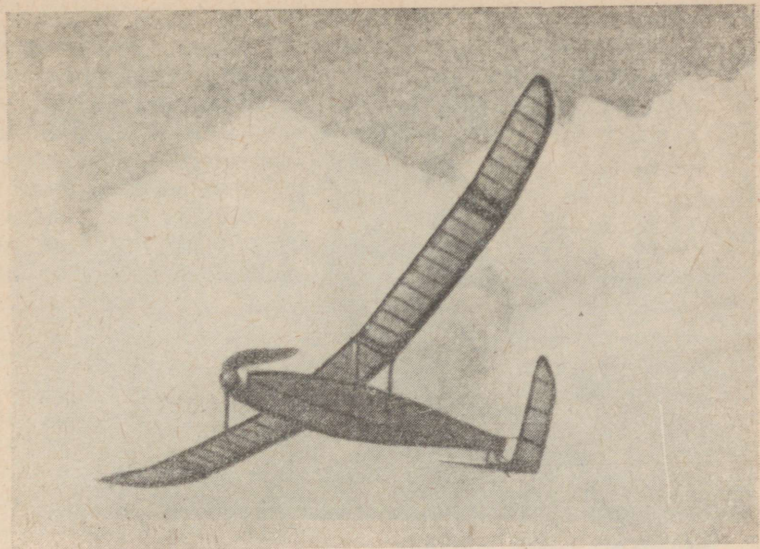
võitlesid, asus kaitsel. Rindel oli elav snaiperitegevus. Nõukogude snaiperite täpse tule tõttu olid sakslased araks muutunud ega julgenud oma kaevikutest väljuda. Melnikovil ja Fjodorovil tuli teravmeelne mõte. Nad tutvustasid komandöri oma plaaniga ja, saanud sellelt kahepäevase puhkuse, siirdusid ühte poollagunenud küüni, kus alustasid salapärast tegevust. Kolmanda päeva hommikul, kui sakslased ärkasid, nägid nad oma positsiooni kohal Hitleri suurt karikatuuri, mis oli kinnitatud tuulelohe külge. Jalamaid avasid sakslased marutule. Et oma „füüreri“ pihta oli ebameeldiv lasta, otsustasid nad puruks tulistada lohe kinnitustraadi. Ettevõtte nurjus, sest traat oli ainult 1 mm jämedune. Karikatuur aga tuli iga hinna eest alla tuua. Siis otsustasid sakslased roomata kohani, kus lohe traat asus ulatuskõrguses, ja konksu abil lohe koos karikatuuriga alla tõmmata. See katse läks aga kalliks maksuma. Kolmkümmend kaks „fritsu“ jäid meie snaiperite tabava tule tõttu lahinguväljale.

Palju võiks jutustada meie mudellenduritest ja nende kangelastegudest Suure Isamaasõja rinnetel. Tuhandetest mudellenduritest said neil aastail vaprad lendurid, paljusid autasustati Nõukogude Liidu kangelase austava nime-tusega.

Kohe pärast sõja lõppu pidasid moskvalased 1945. aastal oma esimesed pärast sõjaaegsed mudellennuvõistlused.

1946. aasta augustis toimusid viieteistkümnendad üleliidulised mudellennu-esivõistlused, kus püstitati 4 uut rahvusvahelist rekordit. Kõrvuti noorte mudellenduritega võtsid võistlustest osa mudellendurid avioinstituutidest, konstruktsioonibüroodest ja lennukitehastest. Mudellend oli vahendiks, mille abil uuriti keerukaid teoreetilisi probleeme ja rakendati oma ideid tegelikkuses. Alates 15. üleliidulistest mudellennuvõistlustest levisid massiliselt klapp-propelleriga varustatud kummimootoriga mudellennukid. Sellistel mudellennukitel on järsk tõus ja head lauglennuomadused, mis võimaldavad paremini kasutada tõusvaid õhuvoolusid. I. Kostenko ja V. Nassonovi V-kujulise stabilisaatoriga varustatud kummimootoriga mudellennuk (joonis 11) püsis õhus 1 tund ja 43 minutit.

1947. aastal tõid üleliidulised mudellennu-esivõistlused jällegi uusi võite nõukogude mudellennuspordile. 1936. aastast püsis vesimudellennukite maailmarekord itaallase Peleggi nimel, kelle mudel lendas 1 minuti ja 30,2 sekun-



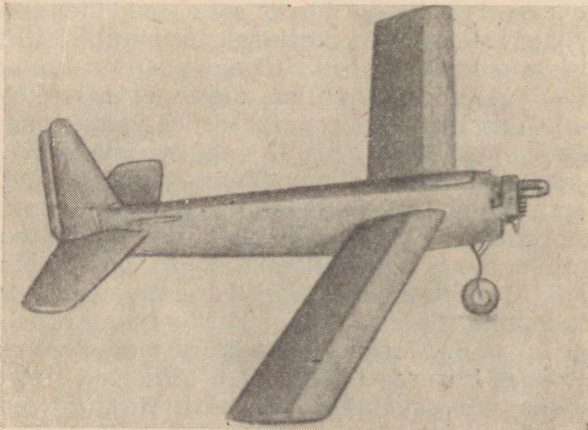
Joonis 11. I. Kostenko ja V. Nassonovi originaalse konstruktsiooniga kummimootoriga mudellennuk.

diga 723 meetrit. Üle kümne aasta ei suutnud ükski mudellendur seda saavutust ületada. 1947. aasta üleliidulistel mudellennu-esivõistlustel ületas selle mudellendur Truntšenkov, saavutades lennukestuseks 5 minutit 55,8 sekundit. Moskva mudellendur Pavlov aga püstitas uue kaugusrekordi — 1117 meetrit. Hiljem ületas Truntšenkovi saavutuse A. Vassiljev, kelle erakordsete lennuomadustega vesimudellennuk püsis õhus 41 minutit (joonis 12).

1948. aasta üleliidulistel mudellennu-esivõistlustel nägid mudellendurid esmakordselt lendamas Mudellennu Kesklaboratooriumis kollektiivtööna valminud raadio teel juhitavat kolbmootoriga mudellennukit. Samadel võistlustel arendas B. Martõnovi ja N. Gorini kolbmootoriga vesikiirusmudellennuk 66,84 kilomeetrilist tunni kiirust ning R. Habarovi ja B. Martõnovi maakiirusmudellennuk (joonis 13) lendas kiirusega 50,05 km/t. Mõlemad saavutused olid uuteks rahvusvahelisteks rekorditeks. Võistlustel kasutati massiliselt Moskva Mudellennu Kesklaboratooriumi tehniku Filipõtševi konstrueeritud uuelaadilist jõuallikat — kompressioonsüütega mootorit (joonis 14).



Joonis 12. Moskva mudellendur A. Vassiljev stardib oma vesimudel-
lennukit rekordlennuks.



Joonis 13. R. Habarovi ja B. Martõnovi rekord-
kiirusmudellennuk.

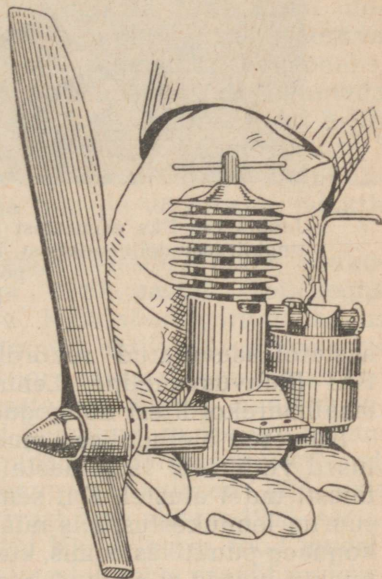
Aastatel 1946—1948 võitis üldise tunnustuse uus mudel-
lennukitüüp — ringkiirusmudellennuk. Samal ajal mudel-
lendurid Malik, Ljubuškin ja Vassiltšenko ületasid rah-
vusvahelisi rekordeid kolbmootoriga mudellennukitele —
lennukõrguses üle 4000 meetri, kestuses üle 2 tunni ja
kauguses üle 200 kilomeetri!

1948. aasta jaanuaris toi-
musid Leningradis esime-
sed üleliidulised sise-
mudellennu-esivõistlused,
millest võtsid osa mudel-
lendurid Moskvast, Leni-
ngradist, Kiievist, Bakuust,
Riiast ja Tallinnast. Prae-
gu on sisemudellend lahu-
tamatu osa mudellennu-
ringide tööpraktikas ja
talvised sisemudellennu-
esivõistlused on kujune-
nud juba iga-aastaseks
traditsiooniks.

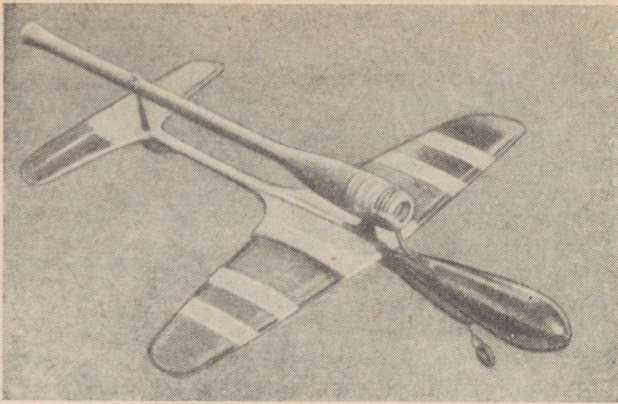
1949. aasta üleliidulis-
tele mudellennu-esivõist-
lustele registreeriti 500
mudellennukit, milledest
40% olid varustatud kolb-
või reaktiivmootoriga.
Võistlustel ületati 6 rah-
vusvahelist rekordit. Sa-
mal aastal toimusid Un-
garis NSV Liidu, Ungari,
Poola, Tšehhoslovakkia, Rumeenia ja Bulgaaria osavõtul
suured rahvusvahelised mudellennuvõistlused.

Esikohale tuli NSV Liit, omandades rändauhinna „Vaba-
duse karika“. Eriti edukalt esines võistlustel Leningradi
mudellendur A. Anissimov, kelle reaktiivmootoriga ring-
kiirusmudellennuk arendas kiirust 110 km/t (joonis 15).

Järgnevatel aastatel püstitasid nõukogude mudellendu-
rid üha uusi rekordeid; 1950. aastal ületati 78 korral maa-
ilma- ja üleliidulisi rekordeid. 1951. aastaks oli absoluutne
kestusrekord viidud L. Sekirini poolt 4 tunni 2 minuti ja
30 sekundini! Järjest paremaid lennusaavutusi näitasid
ringkiirusmudellennukid ja eksperimentaaltüübid. Neil



Joonis 14. Tehnik Filipõtševi
kompressioonsüütega mootor F-10.



Joonis 15. Üks esimestest pulseeriva reaktiivmootoriga ringkiirusmudellennukitest, konstrueeritud A. Anissimovi poolt.

aastatel saavutatud rekordlendude tulemusena märkis FAI (Rahvusvaheline Lennuföderatsioon) 80% kõigist maailmarekorditest nõukogude mudellendurite nimele.

Esimesed üleliidulised mudellendurite-sportlaste* võistlused viidi läbi 1952. aasta suvel. Võistlused toimusid täiesti uutel alustel. Kui seni otsustas paremusjärjestuse suurim lennukestus, siis nüüd võeti arvesse kolme stardi koguaeg punktisüsteemis, kusjuures lennuaeg üle 5 minuti punkte juurde ei andnud. Startimine toimus kindlas järjekorras ning stardiks ettevalmistuse aeg oli piiratud 5 minutiga. Kui eelmistel võistlustel kestuslend sõltus peamiselt tõusvate õhuvoolude tugevusest, siis nüüd olid otsustavaks ainult mudeli lennuomadused. Mudeli sattumine tõusvasse õhuvoolu osutus isegi ebasoovitavaks, sest stardikohalt liiga kaugele kandunud mudelit ei oleks jõudnud mudellendur järgmiseks kohustuslikuks stardiks tagasi tuua. Tekkis vajadus täiendada mudeleid eriliste lennuaja piirajatega, mis sunniksid mudeleid maanduma pärast 5—6-minutilist lendu. Võistluste uus süsteem osutus vanast igakülgselt paremaks. Startide range järjekord tagas pineva sportliku võistluse, milles esikohtadele võisid tulla ainult parimatest parimad. Mudelid lendasid kogu

* Mudellendurite-sportlaste vanus peab olema vähemalt 17 aastat.

aeg nähtavuse piirides, mis muutis võistluse huvitava-
maks nii võistlejaile kui ka pealtvaatajaile. Enne võist-
luste algust hindas tehniline komisjon mudeli konstrukt-
siooni ja viimistlust punktidega, mis hiljem lisati lennu-
saavutustele. Võistlustest võttis osa 22 meeskonda ja esi-
kohale tulid Ukraina mudellendurid. Eesti NSV meeskond
saavutas neil võistlustel hinnatava neljanda koha.

Sama määrustiku järgi korraldati ka 1953. aasta üle-
liidulised esivõistlused, kus esikohale tuli Moskva
oblasti meeskond. Eestlased jäid sedapuhku kuuendaks.
Võistlustel tuli igal meeskonnal kohustuslikult lennutada
raadio teel juhivat mudellennukit. Tallinlane V. Kotli
tuli selles klassis individuaalselt teisele kohale.

Alates 1953. aastast toimuvad mitte üksnes üleliiduli-
sed, vaid ka vabariiklikud ja linnade võistlused punkti-
süsteemis.

Eesti NSV-s algas mudellennu massiline areng nõuko-
gude korra kehtestamisega 1940. aastal. Tolleaegne
Tsiiviilõhukaitse Mudellennu Kesklaboratoorium kogus
lühikese ajaga enda ümber tugeva aktiivi ja organiseeris
mudellennutööd kogu vabariigi ulatuses. Laboratoorium
alustas oma töökojas nägusate ja lihtsate mudellennu-
pakendite tootmist, milliseid valmistati ja levitati tuhan-
deid. 1941. aasta suvel jõuti pidada Tallinna esivõistlused,
kuid vabariiklikud mudellennu-esivõistlused jäid sõja
puhkemise tõttu pidamata. Pärast sõda alustas 1946. aastal
Tallinna Purilennu-Langevarju Klubi juures tööd mudel-
lennusektsioon, kes sai samal aastal kutse osavõtuks viie-
teistkümnendatest üleliidulistest mudellennu-esivõistlus-
test. Kuigi sellises konkurentsivõisteldi esmakordselt,
saavutati purimudellennukite klassis 2. ja 3. koht. Alates
neist võistlustest on Eesti NSV mudellendurid edukalt osa
võtnud ka kõigist järgnevatest üleliidulistest kokkutule-
kutest.

Esimesed vabariiklikud mudellennu-esivõistlused peeti
1947. aastal Tallinnas, kus peale tallinlaste võistlesid ka
Tartu mudellendurid. Vabariiklikud võistlused kujunesid
traditsiooniks ja võitsid üha enam populaarsust eesti
noorte hulgas. 1953. aastal võtsid vabariiklikest mudel-
lennu-esivõistlustest osa mudellendurid peaaegu kõigist
vabariigi rajoonidest.

Sõjajärgsete aastate jooksul on meie vabariigis mudel-
lennuspordi arendamisel tehtud ära suur töö. Armeed,



Joonis 16. M. Kutser oma rekordmudellennukiga.

Lennu- ja Mereväe Abistamise Vabatahtliku Ühingu süsteemis ja pioneeride majade juures töötavad mudellennulaboratooriumid. Koolides on asutatud arvukalt mudellennuringe. Eesti noortest on võrsunud mudellennusportlasi, kes kuuluvad NSV Liidu mudellendurite perekmiku hulka.

Erilist edu on meie vabariigi mudellendurid saavutanud puri- ja sisemudellennukitega. 1950. aastal peetud üheksateistkümnendatel üleliidulistel mudellennu-esivõistlustel ületas tallinlase Matti Kutseri tiibpurimudellennuk (joonis 16) maailmarekordi, püsidis õhus 17 minutit 35 sekundit, tõustes 547 meetri kõrgusele ja lennates 4,1 kilomeetri kaugusele. Üleliidulisi rekordeid on purimudellennukite klassis püstitanud veel Heldur Meelak, kelle mudellennuk tõusis 1895 meetri kõrgusele, ja Ernst Salo, kellele kuulus 39-kilomeetrise lennukaugusega NSV Liidu noorterekord.

Purimudellennukite täiustamisel on rida aastaid edukalt töötanud Harry Aarelaid, kes leiutas üleliidulise tunnustuse osaliseks saanud automaadi mudeli ringlema panemiseks ja täiustas mudellennukite sõrestike konstruktsioone.



Joonis 17. H. Aarelaid oma parima purimudellennukiga.

Sisemudellennutehnika on meie vabariigis võrdlemisi kõrgel järjel ja seda eriti eksperimentaaltüüpide osas. Boleslav Tšernomor püstitas 1949. aastal tänaseni ületamata rekordi ornitoptertüüpi mudellennukile kestusega 2 minutit 20 sekundit. Toomas Mardna autožiiri tagajärg — 1 minut ja 58 sekundit — püsib samuti üleliiduliste rekordite tabelis.

Nõukogude Liidu mudellendurite paremiku hulka kuulub veel Viido Kotli, kes 1953. aastal demonstreeris esmakordselt Eesti NSV-s raadio teel juhivat mudellennukit.

Mudellennuspordi populariseerimisel ja noorte mudellendurite kasvatamisel on suuri teeneid Tallinna Avioklubil ja Tartu Pioneeride Maja mudellennuringil, kelle juhtimisel on väikesest asjaarmastajate grupist kujunenud tuhandetesse küündiv noorte lennuhuviliste pere.

II. MUDELLENNUKI PEAMISED OSAD JA MUDELLENNUKITE LIIGITUS

Joonisel 18 kujutatud nn. normaalmudellennuk koosneb järgmistest osadest:

1) Tiib — mudellennuki tähtsaim osa. Tiiva ülesandeks on arendada tõstejõudu. Juhitavatel mudellennukitel kinnituvad tiiva külge kaldtüürid.

2) Kere — ühendab tiiba sabaga. Kere külge kinnitatakse mudellennuki jõuallikas ja maandumiseadmed.

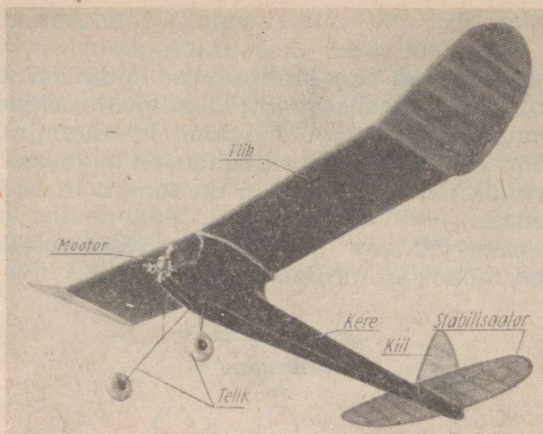
3) Saba — koosneb kiilust ja stabilisaatorist, mis annavad mudellennukile lennuks vajaliku püsivuse. Juhitavatel mudellennukitel kinnitatakse kiilu külge pöördetüür ja stabilisaatori külge kõrgustüür.

4) Maandumisseadmed — koosnevad ratastega telikust ja sabakargust või sabarattast. Vesimudellennukitel on rattad asendatud ujukitega. Maandumisseadmed võtavad vastu stardi- ja maandumistõukeid.

5) Jõuseade — koosneb kummi- või kolbmootorist koos propelleriga või reaktiivmootorist. Jõuseadmed muudavad kütuse energia või väände all olevate kummilintide energia tõmbejõuks.

Mitte igal mudellennukil ei ole kõiki loetletud osi. Näiteks purimudellennukil pole jõuseadet ja enamasti puudub ka nimetamisväärne maandumiseseade (kuna see omab suurt õhutakistust ja lisakaalu). Võib ka puududa kere (nn. tiibmudellennukil).

Mudellennuasjandus on mitmekülgne ala, pakkudes noorele katsetajale laialdast tegevusvälja. Nagu „suures“ lennuasjanduses, nii ka mudellennus ei ole konstruktor seotud mingi kindla mudelitüübiga, vaid võib põhiskeemi muuta vabalt oma äranägemise järgi. Üldiselt liigitatakse mudeleid sõltuvalt:



Joonis 18. Normaalmudellennuki peamised osad ja nende nimetused.

- 1) kasutamise otstarbest,
- 2) konstruktsioonist,
- 3) lennupõhimõttest,
- 4) ehitusviisist.

Kasutamise otstarbelt liigitatakse mudelid mittelendavaiks ja lendavaiks lennukimudeliteks ning mudellennukiteks. Lendav lennukimudel kujutab „suure“ lennuki koopiat, kusjuures paremate lennuomaduste saavutamiseks on proportsioone veidi muudetud. Mittelendavad lennukimudelid on tavaliselt valmistatud läbinisti puidust ja kujutavad kõigis üksikasjus „päris“ lennukit kindlas mõõdusuhtes ning on hoolikalt viimistletud.

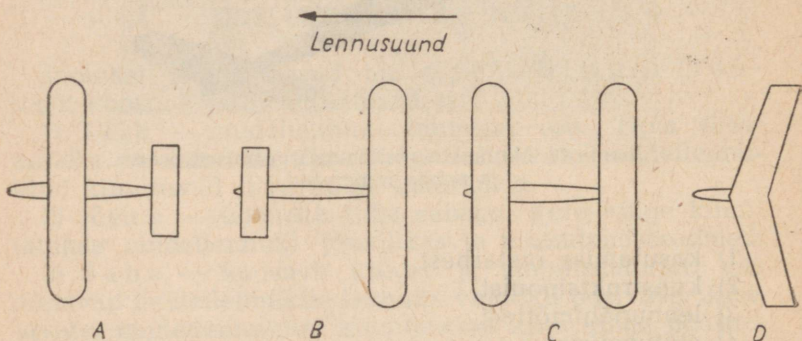
Mudellennukid ei kujuta endist mingeid lennukite koopiaid, vaid on konstrueeritud puht kestus-, kõrgus-, kaugus- või kiiruslendudeks. Mudellennukid liigitatakse sise- ja välismudellennukiteks.

Sisemudellennukid on mõeldud lennutamiseks ainult kinnistes ruumides, võimaldades mudellennusporti harastada ka talvel. Suurema lennukestuse saavutamiseks ehitatakse sisemudellennukid võimalikult kerged, kasutades ehitusmaterjalidena õlge, kasteheina ja balsapuud. Hoolimata sisemudellennukite konstruktsiooni näilisest lihtsusest, loetakse seda haru mudellennuasjanduses kee-

rukaimaks. Kui välismudellennuki lennusaavutused on suurelt osalt sõltuvad ilmastikutingimustest, siis sismudeleil olenevad lennusaavutused ainuüksi konstruktsiooni otstarbekohasusest ja töö viimistlusastmest.

Välismudellennukid on mõeldud lennutamiseks ainult vabas õhus. Nende konstruktsioon on tugevam kui sismudellennukitel, mistõttu nad on tunduvalt raskemad ja kogukamad.

Ehitusmaterjalidena kasutatakse välismudellennukitel peamiselt mändi ja aerovineeri.



Joonis 19. Mudellennukite liigitus sõltuvalt konstruktsioonist:
 A) Normaalmudellennuk. B) Tagatiivaga mudellennuk. C) Järjestikku tiibadega mudellennuk. D) Tiibmudellennuk.

Konstruktsioonilt liigitatakse mudellennukeid järgnevalt:

a) normaalmudellennukid (joonis 19 A) on kõige levinum skeem lennu- ja mudellennuasjanduses. Tiib asub kere esiosas, stabilisaatorist eespool;

b) tagatiivaga mudellennukitel (joonis 19 B) asub tiib stabilisaatorist tagapool;

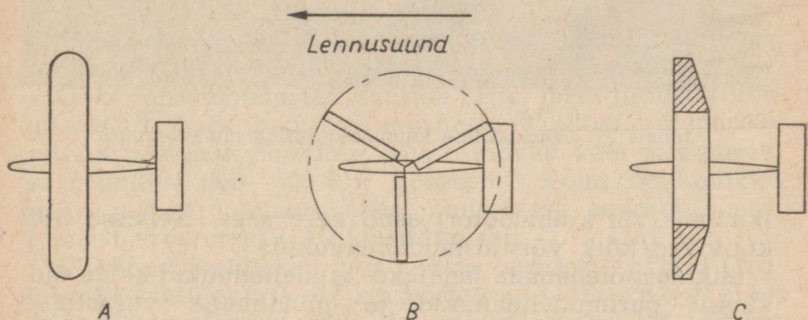
c) järjestikku tiibadega mudellennukitel (joonis 19 C) on kere esiosas asuva tiiva (mis on ühtlasi stabilisaatoriks) pindala pool või rohkem tagumise tiiva pindalast;

d) tiibmudellennukeil (joonis 19 D) puuduvad stabilisaator ja enamasti ka kiil. Tiibmudellennuk on ideaalne mudellennuki tüüp, sest siin on viidud kahjulik õhutakistus miinimumini.

Lennupõhimõttelt liigitatakse mudellennukeid järgmiselt:

- a) liikumatu tiivaga mudellennukid (joonis 20 A),
- b) rootormudellennukid (joonis 20 B),
- c) ornitopterid (joonis 20 C).

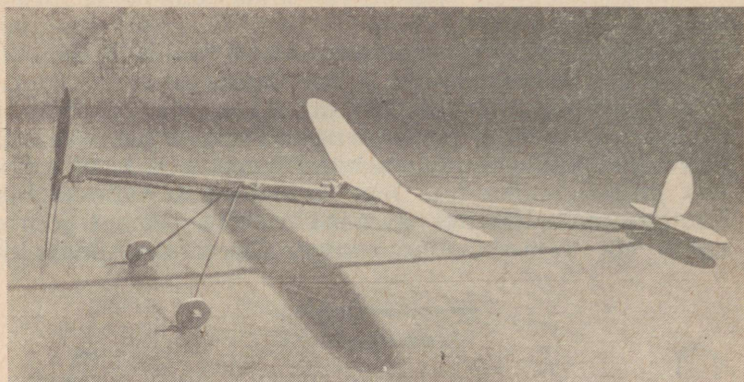
Liikumatu tiivaga mudellennukil arendab lennuks vajalikku tõstejõudu mudellennuki liikumatu jäik tiib. Enamik mudellennukeid ja lennukeid kuulub sellesse liiki. Rootormudellennukitel on harilikult tiiva asemel pöörlev kahe- või kolmelabaline rootor. Rootormudellennukite



Joonis 20. Lennupõhimõttelt erinevaid mudellennuki tüüpe: A) Liikumatu tiivaga mudellennuk. B) Rootormudellennuk. C) Ornitopter.

hulka kuuluvad: autožiiro, mille rootor pöörleb edasiliikumisel tekkiva õhuvooluse tõttu, ja helikopter, mille rootorit ajab ringi mootor. Ornitopterid ehk lööktiivalised mudellennukid lendavad linnulennu põhimõttel, s. t. püsivad õhus ja liiguvad edasi tiivalöökide varal.

Ehitusviisilt liigitatakse mudellennukid: a) skemaatilisteks ja b) keremudellennukiteks. Skemaatilistel mudellennukitel on tiib ja saba kinnitatud pulgale, mis asendab keret. Skemaatiliste mudelite juures asub jõuallikana kasutatav kummimootor väljaspool kerepulka. Seda tüüpi mudellennukid on konstruktsiooni lihtsuse ja vähese materjalikulu tõttu mõeldud ehituseks peamiselt algajatele mudellenduritele. Skemaatiliste mudellennukitega saavutatud tagajärgi ei kinnitata rahvusvahelisteks ega üleliidulisteks rekorditeks. Keremudellennukitel on kandiline, ümmargune või ovaalne kere, kusjuures jõuallikas



Joonis 21. Skemaatiline kummimootoriga mudellennuk.

(kummi- või kolbmootor) asub kere sees. Sellesse liiki kuuluvad kõik võistlusmudellennukid.

Liikidest olenemata jagatakse mudellennukid kahte üldklassi: purimudellennukid ja jõuallikaga varustatud mudellennukid.

Purimudellennukitel mingisugust jõuallikat ei ole. Stardituna nõoriga või käsitsi alustab purimudel lauglemist ja, kasutades tõusvaid õhuvoolusid, võib sooritada pikemaid lendusid.

Jõuallikaga mudellennukid on varustatud mehaaniliste jõuseadmetega, mille tõmbel mudellennuk stardib iseseisvalt ja vastavalt jõuallika iseloomule sooritab pikema või lühema lennu. Jõuallikatest on tänapäeval levinumaid kummimootor, kolbmootorid ja reaktiivmootor.

Praktikas on liigitatud enamkasutatavad mudelitüübid rahvusvahelise mudellennumäärustikuga kehtestatud klassidesse.*

* Mudellennukite klassid on toodud raamatu lisas 1.

III. ÕHKKOND

Õhkkonna ehitus. Kuna lendamine toimub õhkkonnas, on vajalik tutvuda selle ehituse, omaduste ja nähtustega.

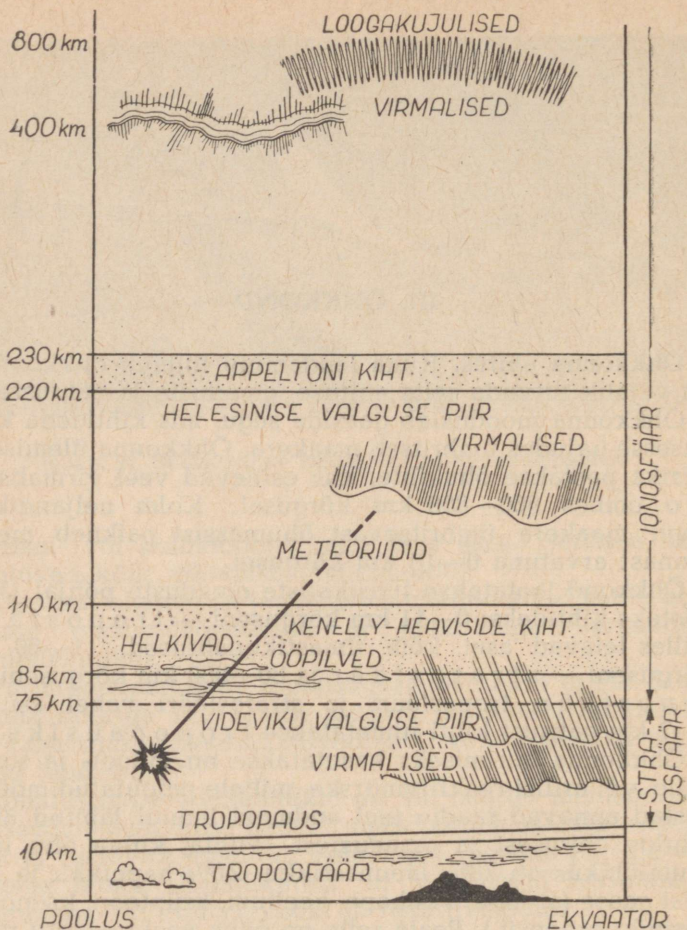
Õhkkonna moodustab gaaside segu, mis kihtidena kõrgusesse hajudes ümbritseb maakera. Õhkkonna ülemiseks piiriks peetakse õhukihte, kus esinevad veel virmalised, s. o. umbes 600—800 km kõrgusel. Kolm neljandikku kogu maakera ümbritsevast õhumassist paikneb merepinnast arvatuna 0—10 km kõrgusel.

Õhkkond jaotatakse füüsikaliste omaduste põhjal järgmisteks kihtideks: 0—11 km kõrguseni — t r o p o s f ä ä r, milles leiavad aset kõik ilmastikunähtused; 11—80 km kõrguseni — s t r a t o s f ä ä r ja 80—800 km kõrguseni — i o n o s f ä ä r; troposfääri ja stratosfääri vahel asuvat 1—2 km paksust kihti nimetatakse t r o p o p a u s i k s.

Õhkkonna uurimiseks kasutatakse nn. piloot- ja sondpalle või erilisi reaktiivmürske, millele paigutatud mõõteriistad annavad radio teel andmeid lennul läbitud õhukihtide ehitusest ja omadustest. Puhta, kuiva õhu igas ruumiühikus on 78% lämmastikku, 21% hapnikku ja 1% teisi gaase (argoon, süsihape, heelium, krüpton, ksenoon, vesinik, osoon jt.). Peale selle on õhus veel veeauru ning tolmu.

Õhkkonda iseloomustavad: temperatuur, rõhk, erikaal, tihedus, niiskus, pilvitus, sademed ja tuuled.

Õhurõhk. Õhurõhk sõltub temperatuurist, kõrgusest ja koha laiuskraadist. Keskmistel laiuskraadidel $+15^{\circ}\text{C}$ temperatuuri juures rõhub õhk merepinnale survega $1,033\text{ kg/m}^2$, millele vastab 1 mm^2 ristlõikega 760 mm kõrguse elavhõbedasamba kaal. Õhurõhku mõõdetakse baromeetriga elavhõbedasamba millimeetrites. Mida kõrgemale tõusta, seda vähemaks muutub rõhk. Maapinna



Joonis 22. Õhkkonna ehitus.

läheduses väheneb õhurõhk umbes 1 mm Hg võrra kõrguse kasvu iga 11 m kohta.

Õhutemperatuur. Õhu soojusallikaks on päikeseenergia. Päikesekiired läbivad maakera ümbritseva õhukihi ilma viimast nimetamisväärselt soojendamata. Jõudnud maapinnale, soojendavad päikesekiired maapinda ja see omakorda õhku, mis asub pinnase vahetus läheduses. Sooje-

nenud õhk kerkib üles ja asendub uue, jahedama õhuga — tekivad konvektsioonvoolud. Õhutemperatuuri mõõdetakse Celsiuse kraadides või väljendatakse absoluutse temperatuurina. Absoluutne temperatuur T on absoluutse nulltemperatuuri -273°C ja antud momendil valitseva õhutemperatuuri $t^{\circ}\text{C}$ summa $T = 273^{\circ} + t^{\circ}$. Õhutemperatuur on kõige kõrgem maapinna lähedal ja väheneb kõrgemal umbes $0,65^{\circ}\text{C}$ iga 100 m kõrguse kasvu kohta.

Õhu erikaal ja tihedus. Õhu erikaal — γ (gamma) — oleneb õhurõhust (p) ja absoluutsest temperatuurist (T), mis vabas õhkkonnas on muutuvad. Normaalingimustes, s. o. kui õhurõhk $p = 760$ mm ja temperatuur $t^{\circ} = +15^{\circ}\text{C}$, kaalub 1 m^3 kuiva puhast õhku merepinnal $1,225$ kg ($\gamma_0 = 1,225\text{ kg/m}^3$). Et leida õhu erikaalu mõne teistsuguse temperatuuri ja rõhumise puhul, kasutatakse valemit:

$$\gamma = 0,465 \frac{p}{T} \text{ (kg/m}^3\text{)}.$$

Lennuasjanduses, aerodünaamikas on mõjuvaks teguriks õhutihedus ρ (ro).

Normaalingimustes on õhutihedus:

$$\rho_0 = \frac{\gamma_0}{g} = \frac{1,225}{9,81} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ (} \frac{\text{kg sek.}^2}{\text{m}^4}\text{)},$$

millest ρ_0 on õhutihedus normaalingimustes, γ_0 — õhu erikaal normaalingimustes, g — raskuskiirendus.

Teistel juhtudel

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{0,465}{9,81} \cdot \frac{p}{T} = 0,0474 \frac{p}{T} \text{ (} \frac{\text{kg sek.}^2}{\text{m}^4}\text{)}.$$

Õhkkonda iseloomustavate suuruste muutumist väljendab nn. rahvusvaheline standardõhkkond, mis antakse tabeli või graafiku kujul.

Õhuniiskus. Õhuniiskuseks nimetatakse nähtamatu veeauru hulka õhus. Õhkusattunud veeauru hulk sõltub temperatuurist, mis valitseb pinnal, kust toimub auramine (veekogu, soo, raba, mets jne.). Kindla temperatuuriga õhk võib sisaldada piiratud koguse niiskust. Kui veeauru hulk ületab mainitud koguse, tiheneb ülejääk nähtavaks uduks või sademeteks.

Rahvusvaheline standardõhkkond

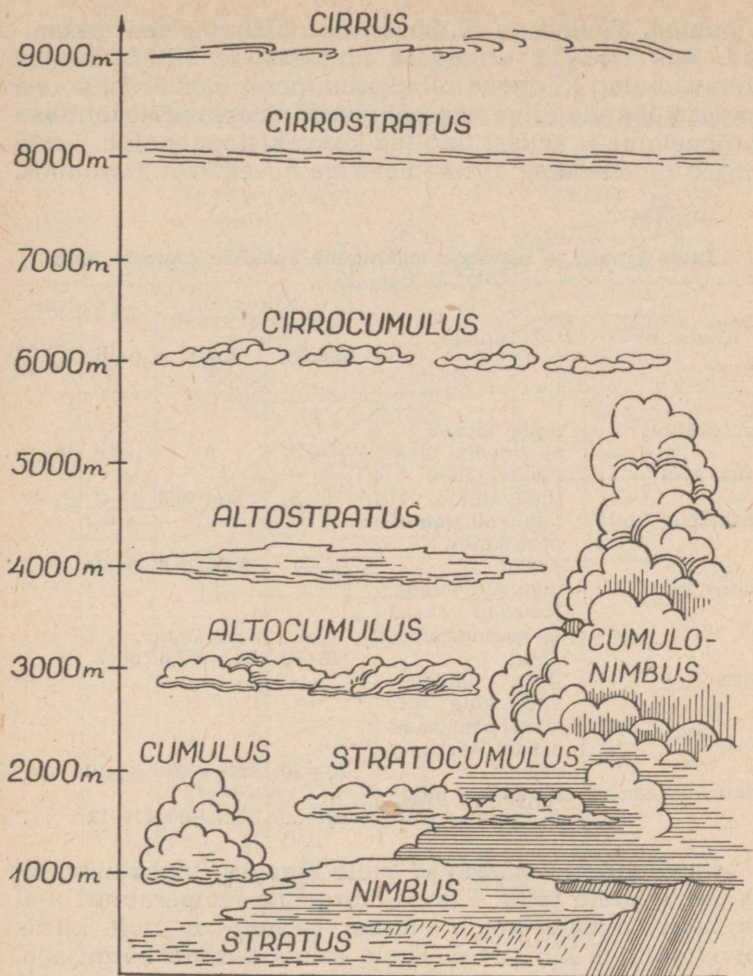
Kõrgus H m	Tempera- tuur $t^{\circ}C$	Rõhk p mm Hg	Õhu erikaal γ kg/m ³	Õhutihedus ρ $\frac{\text{kg sek.}^2}{\text{m}^4}$
0	15,00	760,0	1,225	0,125
100	14,35	751,0	1,214	0,124
500	11,75	716,0	1,168	0,119
1000	8,50	674,1	1,112	0,113
2000	2,00	596,2	1,007	0,103
3000	-4,50	525,8	0,909	0,093
5000	-17,5	405,1	0,736	0,075

Pilvitus. Õhutemperatuuri langus põhjustab veeauru tihenemist veepiiskadeks või jääkristallideks. Pilvede tekkimisel on suur tähtsus konvektsioonvooludel, mis kannavad niiskust kõrgustesse, kus õhutemperatuur langeb. Veeauru tihenemisel pilvedeks on vajalikud tihene-mispihud tolmu või tahmakübemete näol. Ümber pihude moodustuvad kergesti veetilgad ja, saavutanud läbimõõdu 0,005—0,1 mm, koonduvad pilvedeks. Sõltuvalt tekkimise ja paiknemise kõrgusest nimetatakse nähtavaid veeauru kogusid kas pilvedeks või uduks. Peamisteks pilvede kujudeks on: kiudpilved (Cirrus), kihtpilved (Stratus) ja rünkpilved (Cumulus). Rünkpilved on tõusvate õhuvoolude nn. „termika“ kindlateks tunnusteks.

Sademed. Sademed tekivad siis, kui veeaur ühineb tilkadeks, mille läbimõõt on üle 0,4 mm, ning õhk ei suuda neid enam kanda. Olenevalt vihma iseloomust on vihma-piiskade läbimõõt 0,4—10 mm ja langemiskiirus 1,8—8 m/sek. On tõusvate õhuvoolude kiirus üle 8 m/sek., siis ei ole vihmasadu enam võimalik.

Rahe tekkimiseks on vajalikud tugevad tõusvad õhuvoolud, mis suure kiirusega kannavad vihmapiisad kõrgele, nii et viimased jahtuvad jääteradeks ning sajavad maha. Rahet sajab peamiselt soojadel aastaegadel.

Lumi tekib niiske õhu jahtumisel alla 0° C. Veeaur muutub siis vahetult jääkristallideks, mis langemisel ühinevad lumeräitsakateks.



Joonis 23. Pilved ja nende paiknemine õhkkonnas.

Kaste ja härmatis. Maapind jaheneb õhtul kiiremini kui õhk ja veeaur selle lähedal tiheneb uduks, mis hiljem langeb maha kastena. Härmatis tekib talvel pärast suurt külma, kui niiskuserikas õhk puutub kokku külmade esemetega, mis niiskuse muudavad jääkristallideks.

Tuuled. Tuuled on õhumasside rõhtsuunalised liikumised, mis tekivad erinevate õhurõhkude tõttu. Tuuled puhuvad alati kõrgema rõhkkonna poolt madalrõhkkonna poole. Rõhkude erinevust põhjustab maapinna ebaühtlane soojenemine ja sellest tingitud konvektsioonvoolud. Tuule kiirust mõõdetakse anemomeetriga m/sek. või km/tunnis.

Tabel 2

Tuule kiiruse ja tugevuse määramine kohalike esemete järgi

Tuule liik	Tunnus	Kiirus		Tugevus	
		m/sek.	km/t.	palli	pulka (vildi)
Tuulevaikus	Suits tõuseb püstloodis üles	0—0,3	0	0	0—1
Nõrk tuul	Puude lehed liiguvad	1—3	3,6—10,8	1—2	1—3
Keskmine tuul	Liiguvad puude peenikesed oksad	4—7	14,4—25,2	3—4	4—5
Tugev tuul	Liiguvad puude jämedad oksad ja peenemad puud	8—16	28,8—57,6	5—7	6—7
Torm	Puud painduvad, käia on raske, peenemad oksad murduvad	20—30	72,0—108	8—10	8
Maru, orkaan	Purustab puid ja maju	40—50	144—180	11—12	—

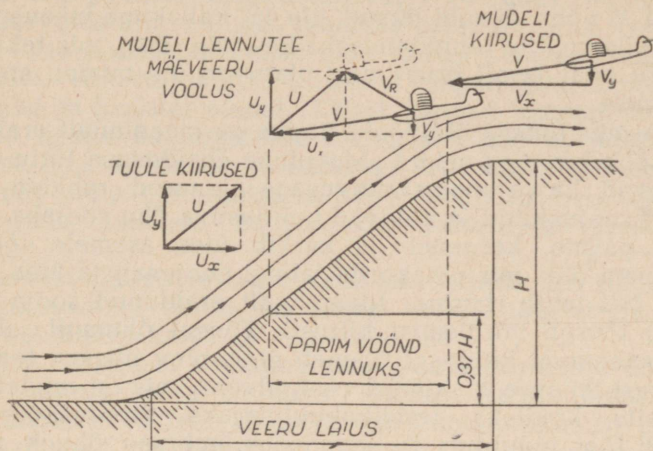
Mudellendurid määravad tuule tugevust umbkaudu kohalike esemete järgi. Päeval, kõrgeima temperatuuri ajal on tuule tugevus kõige suurem. Samuti on tuule kiirus talvel suurem kui suvel. Tuule kiirus kasvab kõrgusega, sest maapinna konarused pidurdavad õhu liikumist.

Mida peab mudellendur teadma tõusvatest õhuvooludest

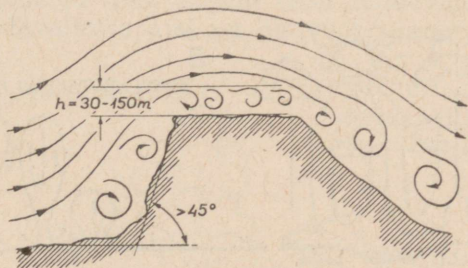
Mudellennus tehakse vahet lauglennu ja purilennu vahel, millest viimane toimub tõusvate õhuvoolude kasutamise ja võimaldab mudellennukitel tõusta kõrgele, püsida kaua õhus ja lennata kaugele.

Üheks tõusva õhuvoolu liigiks on mäeveeru poolt üles suunatud tuul (joonised 24 ja 25).

Joonisel 24 on kujutatud mudellennuki lend tõusvas tuules. Mäeveeru poolt üles suunatud tuule kiiruse U võib



Joonis 24. Purilend mäeveerul tõusvas tuules.



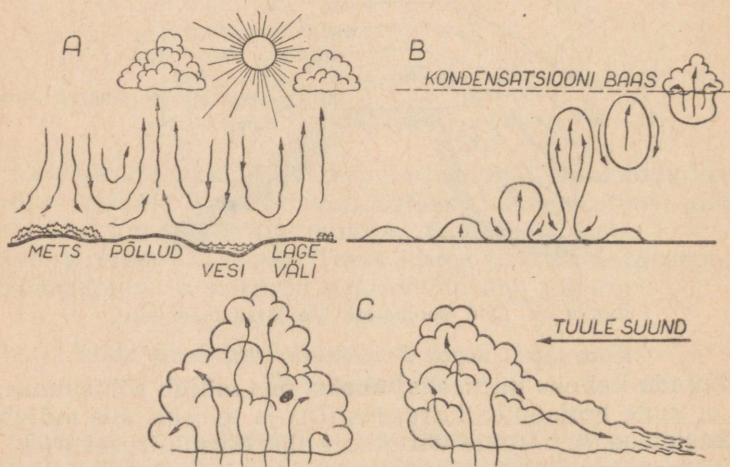
Joonis 25. Õhu voolamine üle järsu mäeveeru.

lahutada kaheks kiiruseks: üheks, mis mõjub rõhtsuunas, s. o. tuule horisontaalkiiruseks (U_x) ja teiseks, mis mõjub püstsuunas, s. o. tuule vertikaal- ehk tõusukiiruseks (U_y).

Ülessuunatud tuul üheaegselt pidurdab ja tõstab mudellennukit ning mudel liigub kiirusega V_R ülespoole. Juhul kui mudeli lennu- ja vajumiskiirused on võrdsed tuule

vastavate kiirustega, püsib mudel maapinna suhtes paigal. Ületab tuule kiirus mudeli lennukiiruse, kantakse mudel allatuult mäeveeru taha. Mäeveerulendudeks kasutatakse eriti selleks ehitatud mudellennukeid, millised on hea suunapüsivusega ja hoiduvad alati vastutuult. Nagu joonisel 25 näha, ei sobi järsud, üle 45° kallakuga mäeveerud mudellennukite lennutamiseks keeriste tõttu, mis tekivad veeru peal ja all orus ning ulatuvad üle mudeli stardikõrguse.

Teiseks tõusva õhuvoolu liigiks on maapinnalt eralduv soe õhk, nn. *termika*. Maapinna ebaühtsuse tõttu soojenevad halva soojusjuhtivusega pinnased rohkem kui head soojusjuhid ja kütavad neil lasuva õhu soojaks. Soe õhk paisub, kergeneb ja kerkib üles, asemele voolab külmem õhk, mis omakorda jällegi soojeneb ja üles kerkib. Nii tekib ringlus. Maapinnalt eraldunud sooja õhu mull tõuseb võrdlemisi kiiresti. Tõusul õhumull jahtub ning teataval kõrgusel tiheneb õhus olev niiskus temperatuuri languse tagajärjel rünpilveks, mis on mudellendureile kindlaks termikakuulutajaks. Pilvituskõrgusel mulli tõus pidurdub ja, segunedes ümbruse õhuga, mull mõne aja pärast laguneb; laguneb ka rünpilv. Lagunevates rünpilvedes ei ole enam tõusvaid õhuvoole.

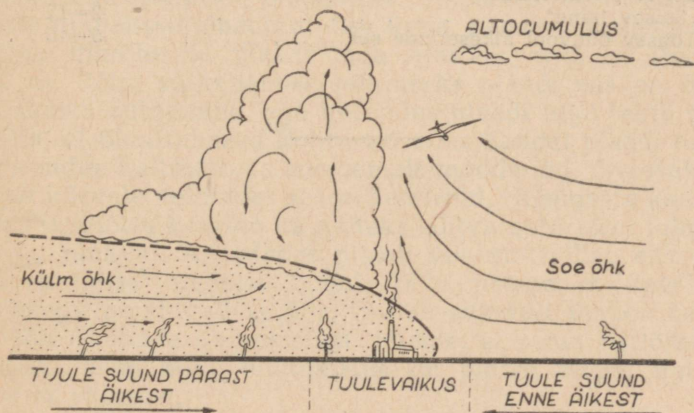


Joonis 26. A) Konveksioonivoolud päeval. B) Termikamulli aremine. C) Rünpilved, tõusvate õhuvoolude tähistajad.

Et mudellennuk püsiks kauem termikas, tuleb panna ta sooritama võrdlemisi väikesi ringe ning suurendada mudeli kaldpüsivust kahekordse V-kuju andmisega tiibadele. Mõnikord varustatakse mudellennukeid automaatidega, mis panevad mudeli tõusvates vooludes ringlema ja langevates õhuvooludes lendama otse. Termilisi voole tekib ilusa päikesepaistelise ilma juures heledatel viljapõldudel, liivaväljakutel, kuivadel lagendikel, küntud põldudel ja kivistel aladel. Öösel tekivad tõusvad õhuvoolud heade soojusjuhtide kohal, mis päeval juhtisid soojuste oma sisemusse ja annavad selle öösel kiirgamisena üle õhule. Öötermika on päevasest nõrgem ja tekib veekogude, niiskete heinamaade, rabade ja metsade kohal.

Tõusvaid õhuvoole tekib veel äikeserinde ees (joonis 27). Äikeserinde ulatus on sageli sadu kilomeetreid ja kiiresti liikudes katab ta suuri kaugusi.

Külma õhumassi sissetungimine kohalikku sooja õhk-konda sunnib sooja õhumassi tõusma. Kahe õhumassi puutekohtades tekivad äikesepilved (Cumulo-nimbus), mis ulatuvad 4—5 km kõrguseni. Tavaliselt ilmuvad mõni tund enne äikest taevasse ridadena väikesed valged kõrg-rünkpilved (Alto-cumulus). Enne äikese saabumist tuul vaikib, et puhuda hetk hiljem seda tugevamalt vastasuunas. Tuulevaikuse ajal on õhuvool suunatud üles ja



Joonis 27. Tõusev õhuvoolus äikesepilve ees.

aeg mudeli startimiseks kõige soodsam. Tõusva õhuvoolu kiirus äikeserinde ees on väga suur, pilvedes veelgi suurem, kuid võimsate keeriste tõttu ohtlik mudelile ja ka lennukile.

Eestis on mudelid lennanud äikeserinde ees üle 20 minuti ja katnud kauguse 20—22 km.

Äikeserinde-eelsete lendude halvaks küljeks on asjaolu, et mudel kaob kiiresti silmist halva nähtavuse (madal pilvitus, vihm) ja rinde suure liikumiskiiruse tõttu.

Peale eespoolmainitud õhuvoolude esineb veel seni väheuuritud tõusva õhuvoolu liik, nn. „seisev laine“, mis tekib mägismaa kohal suure tuulekiiruse juures (15—100 km/t.). „Seisva laine“ kõrgus ulatub 2—15 kilomeetrini ja pikkus harjast harjani 2—15 km-ni. Kuna laine tekkekõrgus on väljaspool mudellennukite stardikõrgust ning tuule kiirus on mudelite lennutamiseks liiga suur (mudelid purunevad), ei ole sellel vooluseliigil praegu veel tähtsust mudellendureile.

Tabel 3

Tõusvate õhuvoolude liigid

Nimetus	Tõusu kiirus m/sek.
Nõrk mäeveeruvool, nõrk maastikutermika	0,5—1
Tugev mäeveeruvool, tugev maastikutermika	1—3
Tugev pilvetermika	4—6
„Seisev laine“	2—12
Tõusev õhuvool äikeserinde ees	5—15

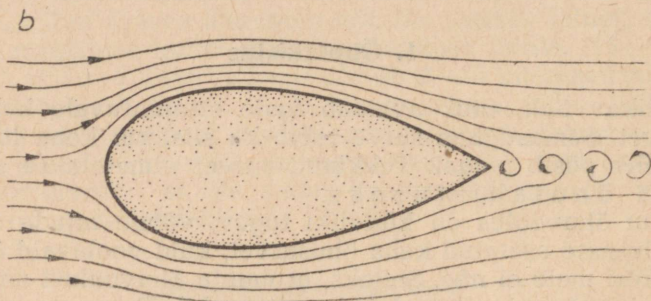
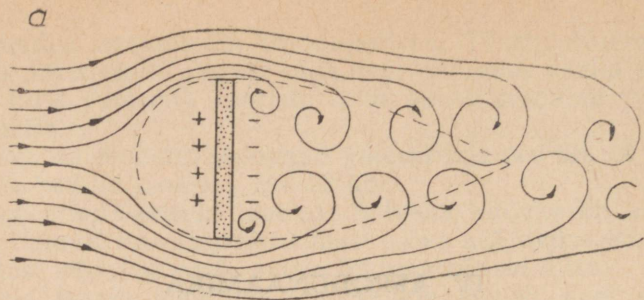
IV. AERODUNAAMIKA

1. Õhutakistus

Liikuv õhk, tuul, avaldab igale ettejuhtuvale kehale survet. Samasugune surve tekib ka siis, kui keha liigub ja õhk püsib paigal. Tekkinud survet nimetatakse selle keha õhutakistuseks.

Kui õhuvoolus on küllaltki tugev, võime tajuda õhuvoolusesse asetatud keha õhusurvet, kuid voolavaid õhusakesi meie ei näe. Selleks, et muuta õhuvoolust nähtavaks, „värvitakse“ õhk suitsu abil. Tugevate ventilaatorite poolt läbi selleks ehitatud toru või nn. aerodünaamilise tunneli suunatud õhuvoolusse lastakse peenikeste avade kaudu suitsujoad, mis liikudes koos õhusakestega joonistavad voolusesse asetatud kehade ümber voolupildi ehk nn. vooluspektri, muutes seega õhu liikumise nähtavaks. Asetades aerodünaamilisse tunnelisse plaadikujulise keha, näeme, et plaadi ees tekib ülerõhu ja plaadi taga alarõhu piirkond (joonis 28 a). Rõhu suurenemise põhjuseks plaadi ees on õhusakeste kuhjumine, aga hõrendus plaadi taga tekib seetõttu, et õhusakesed kohtuvad alles kaugel plaadi taga. Hõrendus kallutab ka kaugemalt möödunud õhusakesi teelt kõrvale, tekitades seega keeriseid. Niisuguste keerisvoolude tõttu keerleb ka näiteks sõitva auto järel tolmu ja praht tänaval. Asendades plaadi voolujoonelise ehk nn. tilgakujulise* kehaga (joonis 28 b), näeme, et keerised peaaegu puuduvad ja õhk voolab sujuvalt ümber keha. Mõõtes kehade õhutakistust, leiame, et sama ristlõikega tilgakujulise keha õhutakistus on plaadi omast ligi 25 korda väiksem.

* Langev veetilk võtab endale niisuguse kuju, millel on väikseim õhutakistus.



c

Õhuvoolu suund ja kiirus	keha kuju	Ristlõike pind (cm ²)	Õhutakistus (g)
 $V=10\text{ m/sek}$	 Kera	160	47
	 Õõnes poolkera	160	54
	 Õõnes poolkera	160	133
	 Ketas	160	111
	 Sigari kuju	160	11,9
	 Voolujooneline kuju	160	5,66

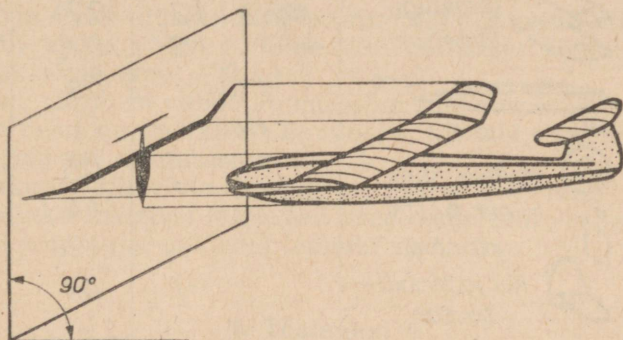
Joonis 28. a) Õhuvoolu spekter ümber lameda plaadi. b) Õhuvoolu spekter ümber tilgakujulise keha. c) Kehade rindtakistuse sõltuvus keha kujust.

Kuivõrd erinevad on ühesuuruse ristlõikega erikujuliste kehade õhutakistused, näitab joonis 28 c.

Katseliselt on kindlaks tehtud, et mida rohkem jätab keha liikumisel enese taha keeriseid, seda suurem on õhutakistus.

Loomulikult, mida väiksem on keha ristlõike pindala ja mida enam sarnaneb keha tilgale, seda väiksem on selle keha õhutakistus.

Keha ristlõike pindalaks nimetatakse keha (või mudeli) projektsiooni pindala, mis on risti õhuvoolu suunale (joonis 29). Kehadel, mis arendavad tõstejõudu, nimetatakse



Joonis 29. Mudellennuki ristlõike pindala, millest sõltub rindtakistuse suurus.

liikumissuunale vastupidiselt mõjuvat õhutakistust rindtakistuseks. Aerodünaamikas kasutatakse rindtakistuse arvutamiseks valemit:

$$X = c_x \cdot S \frac{\rho V^2}{2}, \text{ kus:}$$

X = rindtakistus (kg);


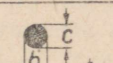

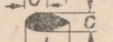

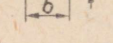
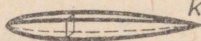






c_x = rindtakistuse koefitsient (leitakse katseliselt aerodünaamilises tunnelis);

ρ = õhutihedus ($\frac{\text{kg sek.}^2}{\text{m}^4}$);

V = liikumiskiirus õhu suhtes (m/sek.);

S = keha ristlõike pindala (tiival ja stabilisaatoril kandev pindala) (m^2).

Aerodünaamilises tunnelis on katseliselt kindlaks tehtud, et suuruselt erinevatel, kuid geomeetriselt sarnastel kehadel on ühesuurused rindtakistuse koefitsiendid*. Seega võib koefitsientide c_x kaudu võrrelda kehasid rindtakistuse seisukohalt.

Keha	Paksuse ja pikkuse suhe c/b	c_x
 torutugi	 1:1	1,0
 lametugi	 1:2	0,25
 lametygi	 1:3	0,12
 kere	1:10	0,3
 traat	1:1	1,1
 mudeli ratas		0,5
 niit ϕ 0,54		1,4
 plaat		1,28
 kiil ja stabilisaator		0,1
 ujuk		0,2-0,4

Joonis 30. Mudellennuki osade rindtakistuste koefitsiendid.

Võrreldes mudellennuki üksikute osade rindtakistusi, näeme, et parema voolujoonelise kuju ja siledama pealispinnaga osadel on väiksemad rindtakistused.

Kujuka pildi rindtakistuse sõltuvusest annab tänapäeva lennuki erikujuliste osade rindtakistuste võrdlemine erinevate kiiruste juures.

N ä i d e:

Lennuki kiirus on 72 km/tunnis ehk 20 m/sek; tiiva toe pikkus 2 m ja diameeter 0,03 m.

* Siinjuures tuleb aga arvestada vooluse iseloomu, s. o. turbulentsi või laminaarsust, mida väljendab „Re“ arv. „Re“ arvu mõju c_x suurusele on tunduv.

Torukujulise toe $c_x = 1,0$; õhutihedus $\rho = 0,125 = \frac{1}{8} \frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}^4}$; ristlõike pindala $S = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ m}^2$; torukujulise toe rindtakistus $X = c_x \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot S = 1 \cdot \frac{1/8 \cdot 20^2}{2} \cdot 0,06 = 1,5 \text{ kg}$.

Kui sama tugi liiguks kiirusega $V = 200 \text{ m/sek.}$, s. t. 10 korda kiiremini, kasvaks rindtakistus X sajakordseks, s. o. $X = 150 \text{ kg}$. Kasutades aga tilgakujulise ristlõikega tuge, mille $c_x = 0,12$, saaksime lennukiirusel $V = 200 \text{ m/sek.}$

rindtakistuseks: $X = \frac{0,12 \cdot 1 \cdot 200 \cdot 200 \cdot 0,06}{8 \cdot 2} = 18 \text{ kg}$.

Seega oleks tilgakujulise toe rindtakistus antud kiirusel ligi 8,5 korda väiksem. Õige kuju valikuga võidaksime rindtakistuse arvel 132 kg!

Sama tähtis on valida ka mudellennuki osade õige kuju. Kõige peamine on vältida õhuvoolus olevaid tugesid, mis suurendavad rindtakistust.

Eeskju võib võtta moodsatest lennukitest, millel kõik kahjulikku takistust tekitavad osad, nagu telik, sabaratas jt., on lennu ajal peidetud lennuki sisemusse.

2. Tõstejõud

Õhust kergema lennuaparaadi — õhupalli õhus püsimiseks täidetakse palli kest õhust kergema gaasiga. Tõstejõud tekib õhu ja gaasi erikaalude vahe tõttu.

Kuidas lendavad õhust raskemad lennuaparaadid?

Tuulelohet ja lennukit hoiab õhus tõstejõud, mis tekib lennuaparaadi või õhu liikumise tõttu.

Kuidas siis tekib tõstejõud?

Igäuks teab, et tuulelohel, mis kujutab lamedat plaati, peab olema tuule suhtes mingisugune kaldenurk, s. t. lohe esiserv peab asetsema tagaservast kõrgemal.

Kui plaatlohe asub õhuvoolus serviti, tõstejõudu ei teki ning lohe langeb raskustungi (G) mõjul maha (joonis 31).

Asetades plaatlohe tuule suhtes lapiti, ei teki samuti mingit tõstejõudu, küll aga kasvab rindtakistus.

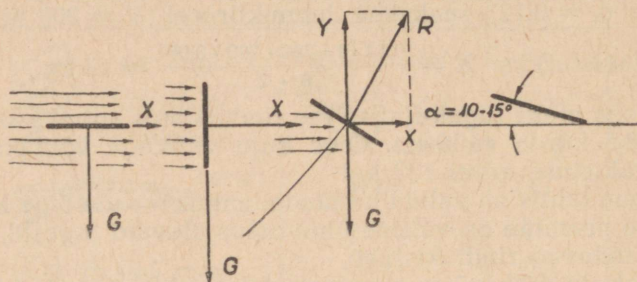
Plaatlohel on õhuvoolu suhtes parim kaldenurk $10-15^\circ$. Edaspidi nimetame seda nurka kohtumisnurgaks (α) (joonis 31).

Parima kohtumisnurga suurus määratakse praktiliselt.

Nagu joonisel 31 näha, tekib kalduasetatud plaatlohel takistus, mis on suunatud üles ja taha. Seega püüab plaatlohe tuule mõjul taganeda ja samaaegselt ka tõusta.

Tekkinud jõudu (takistust) nimetatakse aerodünaamiliseks kogujõuks R .

Aerodünaamilist kogujõudu võib lahutada kaheks komponendiks: rindtakistuseks X (paralleelne õhuvoolu suunaga) ja tõstejõuks Y (perpendikulaarne õhuvoolu suu-



Joonis 31. Tõstejõu tekkimine plaatlohel.

naga). Aerodünaamilise kogujõu komponent — tõstejõud Y ongi see kasulik jõud, mis tõstab tuulelohe üles.

Juba esimese lennuki konstruktor Možaiski pani tähele, et kalduasetatud plaadil tekib tuule mõjul tõstejõud.

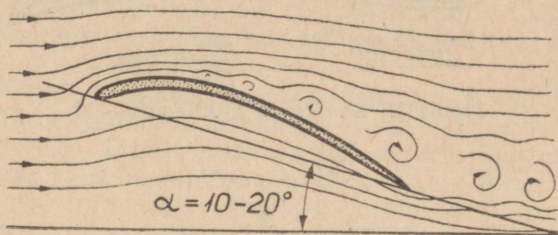
Esimesed lennukid ehitatigi lamedate tiibadega. Lameda tiiva tugevus on aga väga väikene, sest on võimatu paigutada sellisesse tiiba tugevaid talasid.

Uurides linnu tiibade ehitust, võib märgata, et need on pealt kumerad ja alt nõgusad. Katsed kumerate plaattiibadega näitasid, et niisugune tiib annab sama kohtumisnurga puhul suuremat tõstejõudu kui lame tiib; pealegi on kumer tiib tugevam ja arendab tõstejõudu juba 0° kohtumisnurga juures.

Kumeraid tiibu kasutas esimese lendava lennuki ehitaja A. Možaiski. Tänapäeval esineb selliseid tiibu lihtsamate mudellennukite juures. Plaattiiva sõrestik kaetakse ainult pealt, kuna altpoolt jääb sõrestik ilma katteta. Loomulikult muudavad tiiva talad õhuvoolu keeriseliseks ja tekitavad vägagi suurt rindtakistust.

Kui lennukid hakkasid lendama üha kiiremini ja kiiremini, ei pidanud ka kumerad plaattiivad vastu aerodünaa-

milistele jõududele ning purunesid sageli. Samuti kaotasid nad kergesti püsivuse. Nagu hilisemad uurimused näitasid, eraldub sujuv õhuvool suuremate kohtumisnurkade juures tiiva pinnalt ning tiiva peal tekib lai keeriseline õhuvool, mis järsult suurendab rindtakistust ja kahandab tõstejõudu (joonis 32). Kohtumisnurka, mille juures tiib



Joonis 32. Õhuvooluse rebenemine õhukese profiiliga tiival üle kriitilise kohtumisnurga juures.

arendab maksimaalset tõstejõudu, nimetatakse kriitiliseks. Kriitilise kohtumisnurga ületamisel tõstejõud järsult langeb, mis omakorda põhjustab lennuki püsivuse kaotuse.

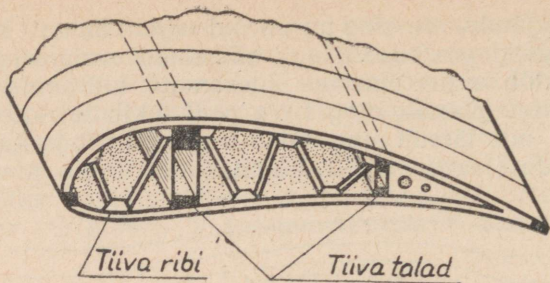
Selleks, et arendada suuremat kiirust ja parandada lennuki püsivust, olid aerodünaamikud ja konstruktorid sunnitud muutma tiibade profiili ja konstruktsiooni.

Professor Žukovski oli esimene, kes soovitas kasutada linnutiivale sarnanevaid kumeraid, kuid pakse tiibu. Nii sugused, nn. „žukovski profiilid“ leiavad kasutamist kuni tänapäevani (joonis 33). Need profiilid arendavad suuremat tõstejõudu kui õhukesed plaattiivad, neil on tunduvalt suurem kriitiline kohtumisnurk ning tõstejõud tekib neil juba väikeste negatiivsete kohtumisnurkade juures. Oma paksuse tõttu võimaldavad nad ehitada tiibu tugevamana.

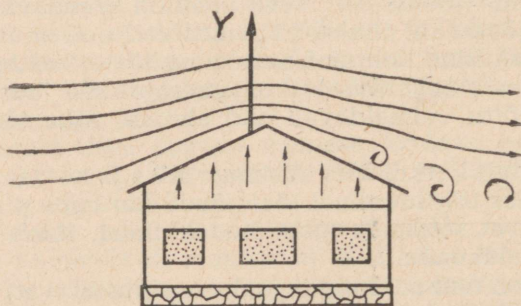
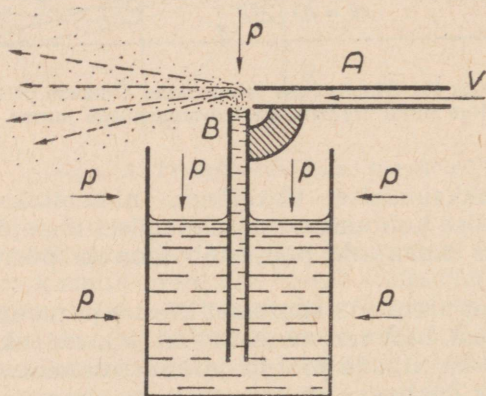
Tahtmatult kerkib üles küsimus: miks ja kuidas arendab pealt kumer tiib suuremat tõstejõudu kui lame plaat?

Selleks, et selgitada tõstejõu tekkimist, tuleb siirduda füüsika valdkonda.

Igaüks on näinud, kuidas juuksur pihustab vett pulverisaatori abil. Samuti on teada, et tuul viib majadel katusid pealt.



Joonis 33. Kaasaegne profileeritud tiib.



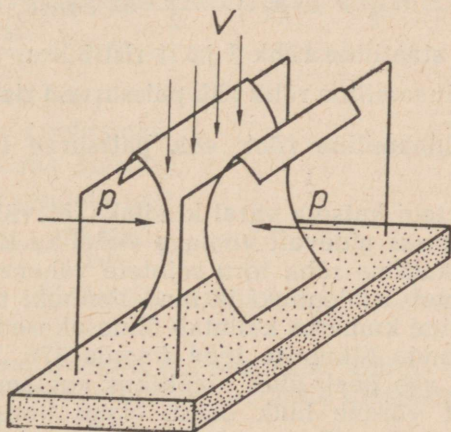
Joonis 34. Tõstejõu tekkimise juhtumeid.

Need elust võetud juhtumid ongi kõige reaalsemad tõstejõu avaldumised.

Mis toimub pulverisaatoris (joonis 34)?

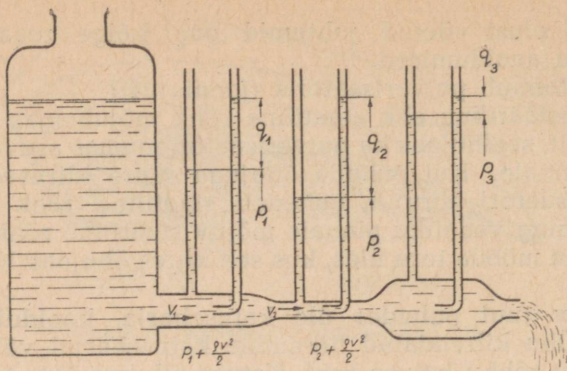
Atmosfääriline ehk staatiline rõhk mõjub igas suunas ühtlaselt, sealhulgas ka pulverisaatorianumas asuva vedeliku pinnale. Kui puhuda õhujuga suure kiirusega läbi pulverisaatori toru *A*, väheneb staatiline rõhk toru *B* otsale ning vedeliku pinnale mõjuv staatiline rõhk surub vedeliku mööda toru üles, kus see kiires õhujoas *V* pihustub.

Tugev tuul, puhudes üle katuseharja, kooldub selle järgi. Õhu kiirendatud liikumine katuseharjal vähendab staatilist rõhku katuse peal. Katuse all, kus õhk on liikumatu, jääb staatiline rõhk muutmatuks, ja olles suurem katuse peal valitsevast rõhust, kergitab katust ülespoole (joonis 34). Sama nähtus ilmneb ka siis, kui puhuda kahe kumera plaadi vahelt läbi tugev õhujuga (joonis 35); plaadid tõmbuvad kokku.



Joonis 35. Staatilise rõhu langus põhjustab plaatide kokkutõmbumise.

Lähtunud taolistest nähtustest, avastas õpetlane Bernoulli (loe: Bernulli) seose staatilise rõhu ja gaaside ning vedelike pideval voolamisel tekkiva dünaamilise rõhu vahel (joonis 36).



Joonis 36. Bernoulli katse.

Bernoulli seadus:

Staatilise ja dünaamilise rõhu summa on jääv suurus —

$$P_1 + \frac{\rho \cdot V_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho \cdot V_2^2}{2} = \text{const.}, \text{ kus:}$$

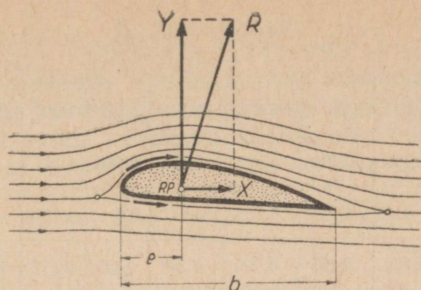
P_1 ja P_2 — staatiline rõhk I ja II ristlõikes;

$\frac{\rho \cdot V_1^2}{2}$ — dünaamiline rõhk ehk paissurve I ristlõikes (q_1);

$\frac{\rho \cdot V_2^2}{2}$ — dünaamiline rõhk ehk paissurve II ristlõikes (q_2).

Bernoulli tegi katsete varal kindlaks, et väiksema ristlõikega toruosas pidevalt voolava vedeliku kiirus suureneb ning staatiline rõhk toru seintele väheneb.

Sama toimub ka lennuki ja mudellennuki tiiva ümber. Tiiva pealne kumerus kallutab õhusakesed kõrvale ja pikendab nende liikumise teed (joonis 37). Pidevusseaduse põhjal aga peab ühes ajaühikus voolama läbi tiiva pealt ja alt võrdne hulk õhku. Nagu Bernoulli katse puhulgi sunnitakse tiiva peal õhusakesed liikuma kiiremini, mistõttu seal staatiline rõhk väheneb. Tiiva all õhusakesed pidurduvad kohtumisnurga tõttu ning rõhk suureneb. Rõhumiste vahe tagajärjel tekkinud jõud (Y), mis tegelikult on üks osa tiivale mõjuvast aerodünaamilisest kogujõust R , on suunatud üles ja moodustabki tõstejõu. Keskmistel kohtumisnurkadel moodustab $\frac{2}{3}$ tõstejõust tiiva peal tekkinud alarõhk ja $\frac{1}{3}$ tiiva all esinev ülerõhk.



Joonis 37. Aerodünaamiline kogujõud jaguneb tõstejõuks ja rindtakistuseks.

Aerodünaamilise kogujõu R rakenduspunkti (RP) nimetatakse tõstekeskmeks. Normaalmudellennukitel asub tõstekeste tavaliselt tiiva esimesel kolmandikul.

Tõstejõu arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$Y = c_y S \frac{\rho \cdot V^2}{2} \text{ ehk } Y = c_y \cdot q \cdot S, \text{ kus}$$

Y — tõstejõud (kg),

c_y — tõstejõu koefitsient,

V — lennukiirus (m/sek.),

S — kandev pindala (m^2),

ρ — õhutihedus ($\frac{kg \text{ sek}^2}{m^4}$),

$q = \frac{\rho \cdot V^2}{2}$ — dünaamiline rõhk ehk paissurve.

Tõstejõu koefitsiendid (c_y) saadakse samuti nagu rindtakistuse koefitsiendidki tiiva mudelite katsetamisel aerodünaamilistes tunnelites.

Tiiva profiile iseloomustavad tõstejõu, rindtakistuse ja momendi koefitsiendid c_y , c_x ja c_m , mis sõltuvad kohtumisnurkadest ja tiiva profiili kujust.

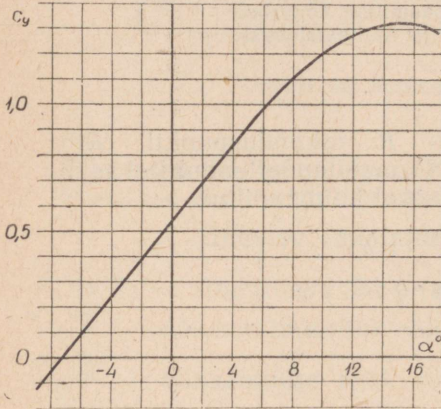
Tiiva momendiks nimetatakse tõstejõu Y ja tema õla e korrutatist (joon. 37). Tiiva momendi koefitsiendi c_m abil võib määrata tõstekeskme asukoha.

Tabelis 4 on antud profiili G-500 aerodünaamilised koefitsiendid.

Profiil G — 500

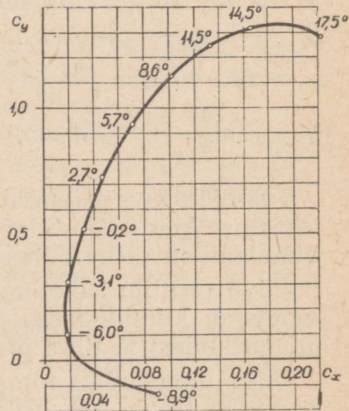
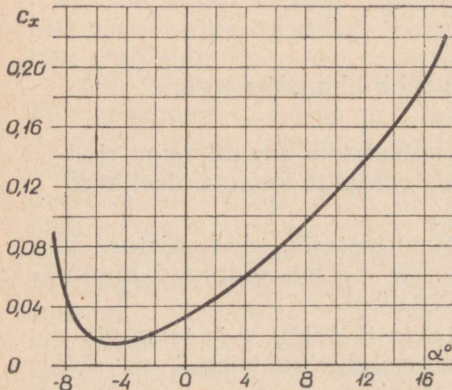
Tabel 4

α°	-8,9	-6,0	-3,1	-0,2	+2,7	5,7	8,6	11,5	14,5	17,5
c_y	-0,134	+0,103	0,312	0,523	0,735	0,943	1,127	1,260	1,318	1,288
c_x	0,0899	0,0175	0,0187	0,0308	0,0470	0,0710	0,1010	0,1330	0,1660	0,2210
c_m	0,0212	0,181	0,235	0,290	0,343	0,395	0,442	0,469	0,447	0,447



Tabelite alusel koostatakse iga tiiva profiili kohta graafikud (joonis 38), mis näitavad tõstejõu ja rindtakistuse koefitsientide sõltuvust kohtumisnurkadest.

Graafikut, millel on kujutatud c_y ja c_x väärtuste muutumine ühise kõvera, nimetatakse polaargraafikuks (joonis 38 c).



Joonis 38. a) Tõstejõu koefitsiendi sõltuvus kohtumisnurgast. b) Rindtakistuse koefitsiendi sõltuvus kohtumisnurgast. c) Tiiva profiili polaargraafik.

3. Lennukiirus

Lennukiirus sõltub mudellennuki kaalust, tiiva pindalast, kujust ja kohtumisnurgast ning õhutihedusest. Hori-son-taallennul peab võrduma tõstejõud Y (kg) lennuki kaaluga G (kg). Teades mudellennuki kaalu, tiibade pindala ja tõstejõu koefitsienti lennuk kasutatava kohtumisnurga juures, võime arvutada mudellennuki lennukiiruse valemi järgi:

$$V = \sqrt{\frac{G}{S} \cdot \frac{2}{\rho \cdot c_y}} \text{ (m/sek.)}, \text{ kus:}$$

G — mudellennuki kaal (kg),

S — tiiva pindala (m^2),

$\frac{G}{S}$ — pinnakoormatus (kg/m^2),

ρ — õhutihedus ($\frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}^4}$),

c_y — tõstejõu koefitsient.

N ä i d e:

Mudellennuki kaal $G = 1$ kg

Tiiva pindala $S = 0,5$ m^2

Tõstejõu koefitsient $c_y = 0,735$ (profiil G—500; $\alpha = 2,7^\circ$)

Õhutihedus $\rho = 0,125 \frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}^4}$

Lennukiirus $V = \sqrt{\frac{1,0}{0,5} \cdot \frac{2}{0,125 \cdot 0,735}} = 6,6$ m/sek. ehk
23,76 km/t.

4. Lauglemissuhe ja aerodünaamiline väärtus

Mudellennuk võib näiteks 10 m kõrguselt lauelda 100 m kaugusele. Suhet kõrguse H ja kauguse L vahel nimetatakse lauglemissuhteks ε (epsilon).

$$\varepsilon = \frac{H}{L}$$

Antud juhul on mudellennuki lauglemissuhe $\varepsilon = 1 : 10$. Mida lamedam on lauglemisnurk Θ (teeta), seda parem on lauglemissuhe ε (joonis 39).

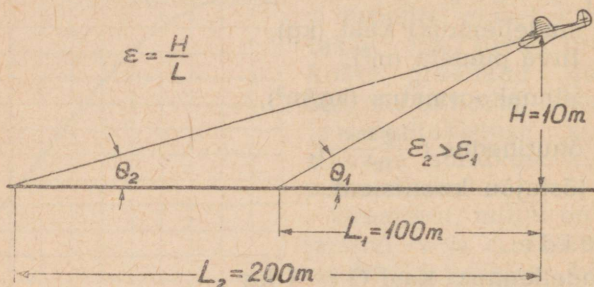
Lauglemissuhe oleneb tiiva tõstejõust ning mudellennuki rindtakistusest ja lennusuunast tuule suhtes. Vastutuul halvendab ja pärituul parandab lauglemissuhet.

Mudellennuki aerodünaamiline väärtus aga on arv, mis näitab, mitu korda on tõstejõud suurem mudeli rindtakistusest.

$$K = \frac{Y}{X_{\text{mudeli}}} = \frac{c_y}{c_x \text{ mudeli}}$$

Lauglemissuhe on mudeli aerodünaamilise väärtuse pöördväärtus (tuulevaikuse puhul).

$$\varepsilon = \frac{X}{Y} = \frac{c_x}{c_y} = \frac{1}{K}$$



Joonis 39. Lauglemissuhe.

Tiiva parima aerodünaamilise väärtuse leidmiseks polaargraafikult on vajalik tõmmata graafiku nullpunktist polaarkõverale puutuja. Puutepunkti koordinaadid annavad c_x ja c_y vastavad suurused, mille kaudu võib leida aerodünaamilise väärtuse (joonis 40).

Kogu mudellennuki aerodünaamilise väärtuse leidmiseks tuleb algul leida kogu mudeli rindtakistuse koefitsient.

$$c_{x \text{ mudeli}} = c_{x \text{ tiiva}} + c_{x \text{ lisa}}$$

Lisatakistuse koefitsient koosneb: $c_{x \text{ lisa}} =$

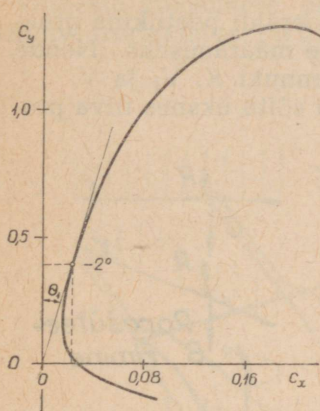
$$\frac{c_{x \text{ saba}} \cdot S_{\text{saba}} + c_{x \text{ kere}} \cdot S_{\text{kere}} + c_{x \text{ teliku}} \cdot S_{\text{teliku}} + c_{x \text{ tugede}} \cdot S_{\text{tugede}}}{S_{\text{tiiva}}}$$

millest c_x -de suurused leitakse graafikuilt ja S -id arvutatakse mudeli joonise järgi. (Sabadel arvutatakse kandev pindala, teistel osadel suurima ristlõike pindala.)

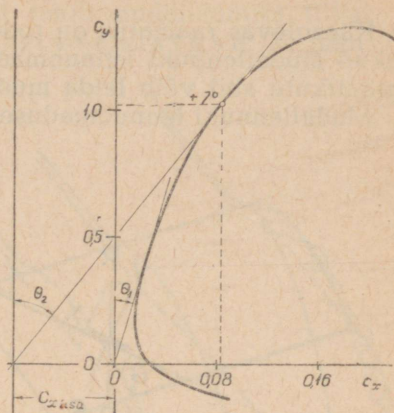
Nihutades tiiva polaargraafiku Y -telge $c_{x \text{ lisa}}$ võrra

vasakule, saame kogu mudeli polaargraafiku. Uuest nullpunktist tõmmatud puutuja annab puutepunktis kogu mudellennuki parima aerodünaamilise väärtuse arvutamiseks vajalikud c_x ja c_y suurused (joonis 41).

Kuidas toimub lauglend?



Joonis 40. Tiiva parima aerodünaamilise väärtuse leidmine polaargraafikul.



Joonis 41. Tiiva polaargraafiku muutmine kogu mudellennuki polaargraafikuks.

Õhku asetatud, õieti reguleeritud mudellennuk hakkab raskusjõu G mõjul kukkuma (joonis 42), algul parašüteerides, s. t. lapiti, hiljem aga kaldub tiiva ja sabapindade õhutakistuse mõjul ninaga alla ja kogub kiirust. Õhk, voolates ümber tiiva, tekitab sellel tõstejõu Y , mis kiiruse kasvades üha suureneb ja viib mudeli üle lauglennule. Mudel laugleb püsivalt alles siis, kui aerodünaamiline kogujõud R on võrdne raskusjõuga G .

Uheks olulisemaks lennuomaduste näitajaks on mudellennuki vajumiskiirus V_y (m/sek.).

Mida väiksem on vajumiskiirus, seda aeglasemalt läheb mudellennuk maapinnale ja seda nõrgemat tõusvat õhuvoolu vajab ta kestuslennuks.

Ligikaudu võib vajumiskiirust leida valemi järgi:

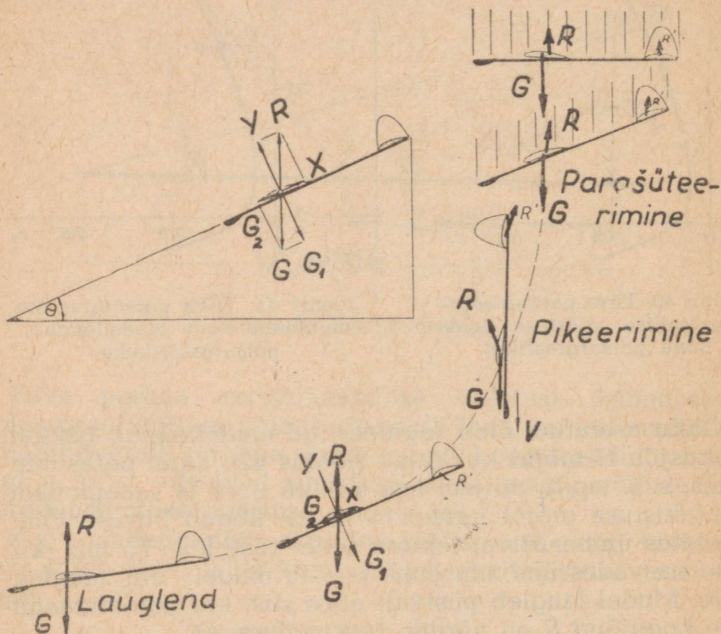
$$V_y \approx \frac{V_{\text{mudell}}}{K_{\text{mudell}}}$$

Vajumiskiiruse täpsemaks arvutamiseks kasutatakse valemit (eeldusel, et $\rho = 0,125 \frac{\text{kg sek.}^2}{\text{m}^4}$)

$$V_y = 4 \sqrt{\frac{G}{S} \cdot \frac{c_x^2}{c_y^3}}$$

Käesolevas raamatus on toodud eraldi peatükina graafikud mudellennuki lennuomaduste määramiseks. Nende graafikute abil võib leida mudellennuki K , V_y ja V .

Mudellennuki lennuomadused ei sõltu üksnes tiiva pro-



Joonis 42. Lauglend.

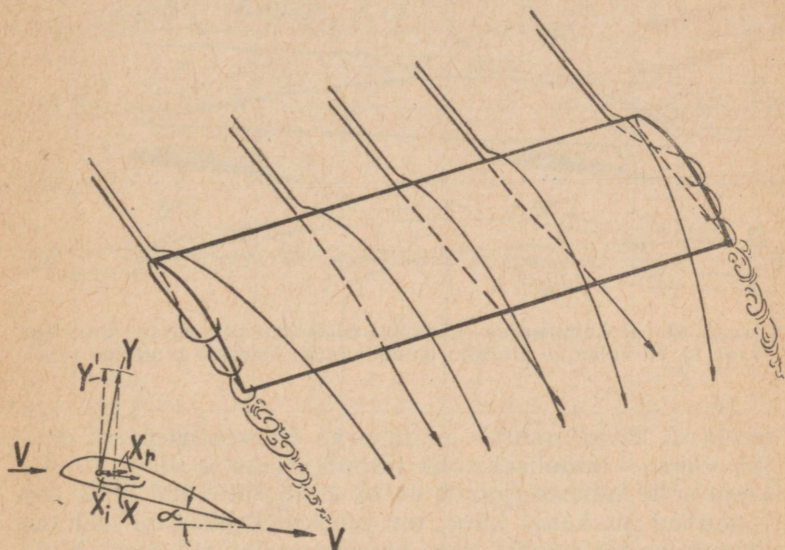
fiili omadustest, vaid ka tiiva seadenurgast (nurk tiiva kõõlu ja kere pikitelje vahel). Liiga väike või suur seadenurk halvendab lauglemissuhet. Tavaliselt on tiiva seadenurgad $2-4^\circ$ piirides.

Hea lauglemissuhte saavutamiseks peab mudeli tiival olema ka sobiv külgsuhe.

Külgsuhteks λ (lambda) nimetatakse tiiva ulatuse l suhet tiiva laiusesse (kõõlu) b , ehk tiiva ulatuse ruudu l^2 suhet tiiva pindalasse S .

$$\text{Seega } \lambda = \frac{l}{b} \text{ ehk } \frac{l^2}{S}$$

Väikeste külgsuhte puhul tekib mudellennuki tiival tunduv lisatakistus induktiivtakistuse X_i näol.



Joonis 43. Induktiivtakistus.

Rõhkude vahe tõttu tiiva all ja peal tekib tiiva otstes õhusakeste keeriseline ülevoolamine, mis on seda suurem, mida lühem ja laiem on tiib. Õhuvoolus tiiva peal kooldub ja kaldub alla. Seetõttu kaldub ka tõstejõud Y vertikaalsuunast tahapoole, andes lisatakistusena induktiivtakistuse X_i . Järelikult koosneb tiiva kogutakistus profiili- ja induktiivtakistusest.

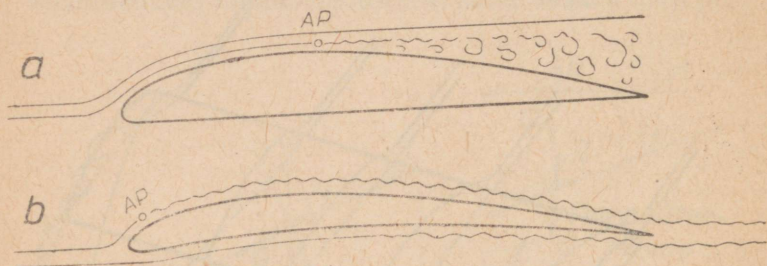
$c_{x \text{ tiiva}} = c_{xp} + c_{xi}$, millest:

c_{xp} — profiilitakistuse koefitsient,

c_{xi} — induktiivtakistuse koefitsient.

Tahtmatult tekib arvamus, et mudellennukil on soodne kasutada suure külgsuhtega tiiba. Praktika aga näitab, et parimaid lennusaavutusi annavad tiivad, mille külgsuhted on 5—10. Asi selgub, kui uurida õhuvooluste iseloomu lennuki ja mudellennuki tiibadel.

Mudellennuki kitsal, väikese kiirusega lendaval tiival rebeneb sujuv ehk laminaarne õhuvoolus tiiva pealispinnalt hõlpsasti ning põhjustab rindtakistuse kasvu ja tõstejõu langust (joonis 44 a). Lennuki laiial ja kiiresti-



Joonis 44. a) Laminaarne piirikiht mudellennuki paksu profiiliga tiival. b) Turbulentne piirikiht mudellennuki õhukese profiiliga tiival.

lendaval tiival muutub laminaarne õhuvoolus peagi ebasujuvaks — laineliseks ehk turbulentseks ja liibub tiivale kogu selle laiuses (joonis 44 b). Eespooltoodud nähtused toimuvad õhukeses kihis, nn. piirikihis. Piirikihi iseloom oleneb lennukiirusest, tiiva laiusest ja õhu sitkusest. Mida suurem on lennukiirus ja tiiva laius, seda turbulentsem on piirikiht ja seda kasulikumalt töötab tiib. Seepärast ei ole kasulik liialdada mudellennuki tiiva külgsuhtega.

Tiiva laiuse, lennukiiruse ja õhuvoolu iseloomu vahelist seost väljendab Reynolds'i arv Re :

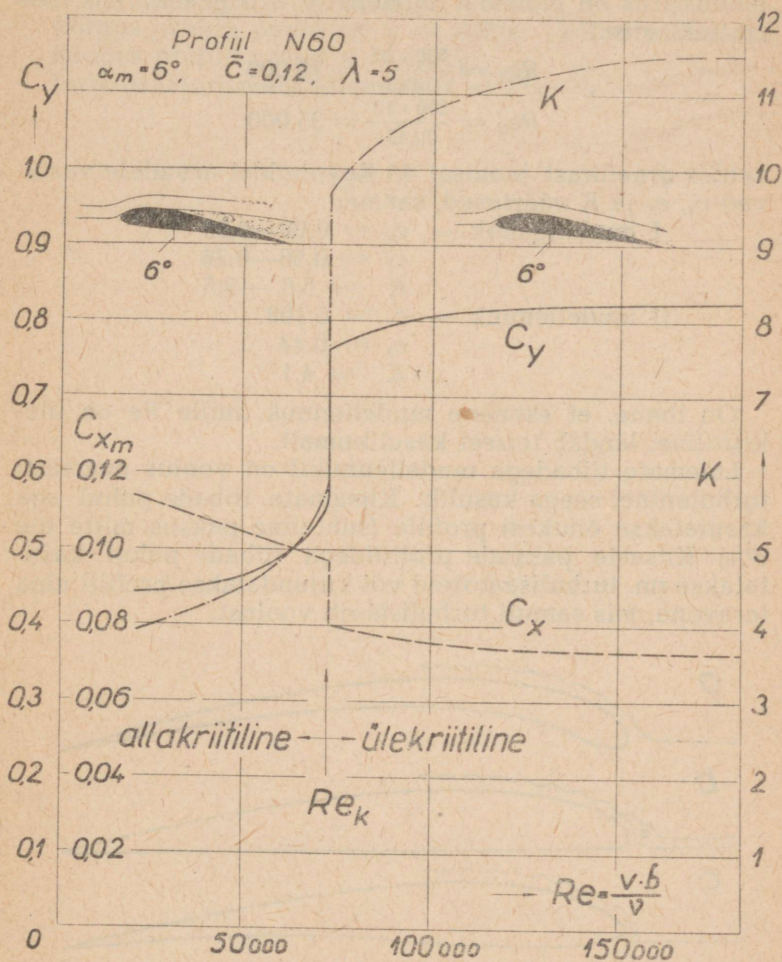
$$Re = \frac{V \cdot b}{\nu}, \text{ kus}$$

V — lennukiirus (cm/sek.),

b — tiiva laius (cm) ja

ν (nüü) — õhu sitkus (0,143 cm/sek.), mis iseloomustab õhuosakeste omavahelist siduvust.

Hetkel, kui õhuvoolus muutub tiival laminaarsest turbulentseks, suureneb c_y ja väheneb c_x hüppeliselt. Reynholds'i arvu, mille juures toimub õhuvooluse hüppeline muutumine, nimetatakse kriitiliseks. Re kriitiline on umbes 60 000—70 000 piires (joonis 45).



Joonis 45. Reynholds'i arvu mõju mudellennuki c_x , c_y ja K suurusele.

Näide:

Kahel mudellennukil on võrdne tiiva pindala $S = 40 \text{ dm}^2$. Vastavad külgsuhted, kõõlud ja tiiva ulatused on:

$$\begin{array}{ll} \lambda_1 = 10 & \lambda_2 = 20 \\ l_1 = 200 \text{ cm} & l_2 = 400 \text{ cm} \\ b_1 = 20 \text{ cm} & b_2 = 10 \text{ cm} \end{array}$$

lennukiirus on mõlemal mudelil $V = 5 \text{ m/sek.}$ ehk 500 cm/sek. , siis:

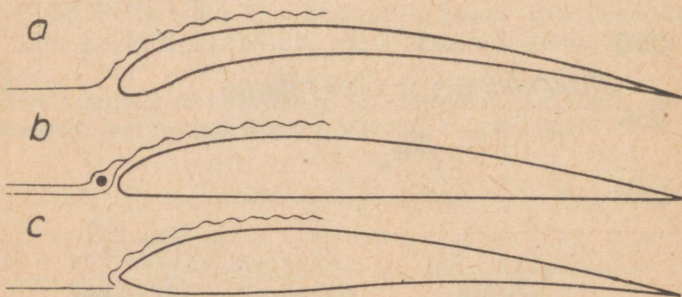
$$\begin{aligned} Re_1 &= \frac{500 \cdot 20}{0,143} = 70\,000 \\ Re_2 &= \frac{500 \cdot 10}{0,143} = 35\,000 \end{aligned}$$

Leides graafikust joonisel 45 Reynholds'i arvudele vastavad c_x , c_y ja K väärtused, saame:

$$\begin{array}{l} \text{I mudellennuk} \text{ — } c_x \approx 0,08\text{—}0,09 \\ \phantom{\text{I mudellennuk}} \phantom{\text{ — }} c_y \approx 0,56\text{—}0,76 \\ \phantom{\text{I mudellennuk}} \phantom{\text{ — }} K \approx 5,6\text{—}9,5 \\ \text{II mudellennuk} \text{ — } c_x \approx 0,108 \\ \phantom{\text{II mudellennuk}} \phantom{\text{ — }} c_y \approx 0,44 \\ \phantom{\text{II mudellennuk}} \phantom{\text{ — }} K \approx 4,1 \end{array}$$

On ilmne, et esimene mudellennuk, mille Re on ülekritiline, lendab teisest kasulikumalt.

Laiemate tiibadega mudellennukil on voolus enamasti turbulentne, seega kasulik. Kitsamate tiibade puhul aga kasutatakse õhuke si profiile (suhteline paksus mitte üle 8%). Kitsaste, paksude profiilidega tiibade puhul kasutatakse nn. turbulisaatoreid või kujundatakse profiili nina teravana, mis samuti turbuliseerib voolust.



Joonis 46. Turbulentse voolusega tiiva profiilid.

Joonisel 46 on toodud kolm turbulentsse voolusega profiili:

- a) õhuke „linnutiiva“ profiil,
- b) traat-turbulisaator tiiva esiserva ees,
- c) teritatud tiiva esiserv.

Traat-turbulisaatori õige asukoht leitakse katseliselt.

Lähteandmeteks kasutatakse turbulisaatori asukoha määramisel järgmisi suhteid:

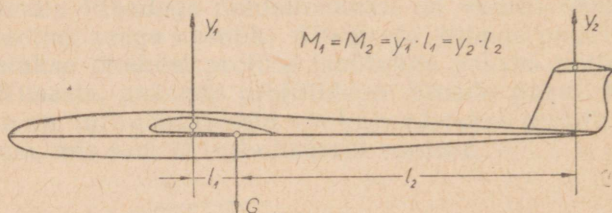
kõrgus profiili puutujast $y \approx 3,6\%$	kõõlu pikkusest,
kaugus profiili ninast $x \approx 1,5\%$	" " "
turbulisaatoritraadi läbimõõt $d \approx 1\%$	" " "

V. MUDELLENNUKI TASAKAAL JA PUSIVUS

Mudellennuki tasakaaluks normaallennus nimetatakse tema niisugust olukorda, kus mudellennukile mõjuvad jõud ei põhjusta tema asendi muutusi (ei pööra mudellennukit).

Nagu igal esemel, on ka mudellennukil raskuskese (*RK*), s. o. punkt, kus mudeli kõikide osade raskustungid on tasakaalus ning kuhu on rakendatud kogu mudellennuki raskusjõud.

Mudellennuki tasakaaluks on vajalik, et tõstekese ja raskuskese asuksid kohastikku või vähemalt oleks säilitatud momentide võrdsus.



Joonis 47. Mudellennuk on tasakaalus, kui $M_1 = M_2$.

Raskuskeset võib leida mudellennuki balansseerimise teel.

Tõstekeskme leidmiseks kasutatakse valemit:

$$e = \frac{c_m}{c_y} \cdot b, \text{ kus:}$$

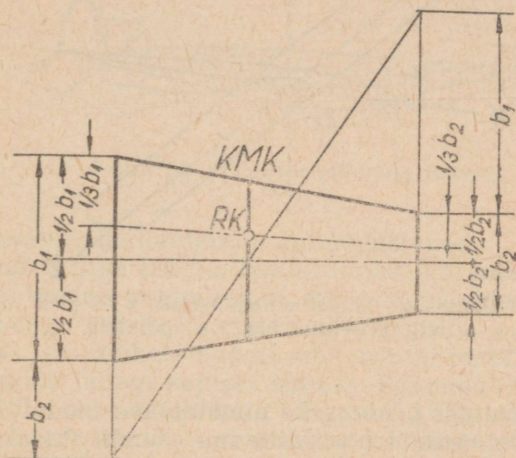
e — tõstekeskme kaugus tiiva kõõlu esiservast (m)
(vt. joonis 37),

c_m — tiiva profiili momendi koefitsient,

c_y — tõstejõu koefitsient,

b — tiiva kõõl (m).

Nii raskuskeskme kui ka tõstkeskme asukoht määratakse ära tiiva kõõlu suhtes. Ristkülikukujulisel tiival on raskuskeskme ja tõstkeskme määramine hõlpus, sest kõõlud on kogu tiiva ulatuses ühepikkused. Trapetsikujulisel tiival määratakse raskuskeset ja tõstkeset keskmise momentide kõõlu suhtes (joonis 48). Raskuskeskme tegelikku kaugust keskmise momentide kõõlu esiservast kõõlu pikkuse protsentides nimetatakse tsentreeringuks.



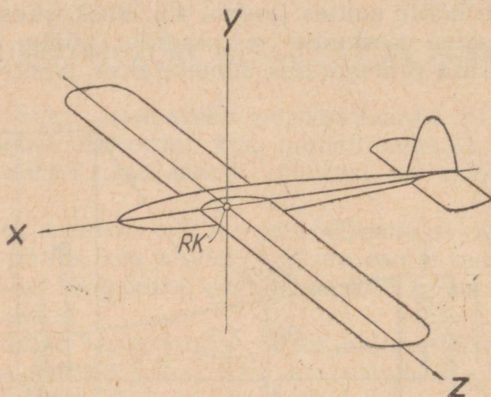
Joonis 48. Trapetsikujulise tiiva keskmine momentide kõõl KMK.

Ninaraskel mudelil asub raskuskeske eespool tõstkeset, sellest ka nimetus eesmine tsentreering. Tagumine tsentreering tähendab, et raskuskeske asub tagapool tõstkeset ning mudel on sabaraske.

Et kinniste tiibadega mudellennukeil on tõste- ja raskuskeskme mitteühtimisel tülikas nihutada tiibu raskuskeskme suhtes, siis tavaliselt nihutatakse raskuskeset trimmraskuste abil tõstkeskme kohale ning seepärast määrab tõstkeskme asukoht ka raskuskeskme vajaliku asukoha.

Mudellennukil, millel on sümmeetrilise profiiliga stabilisaator, mis normaallennus tõstejõudu ei arenda, peab olema tsentreering 25—30%, tõstva stabilisaatoriga mudellennukil 40—70%.

Mudellennuki kõik pöörlevad liikumised toimuvad ümber raskuskeskme kahes püst- ja ühes rõhttasapinnas. Raskuskeset läbivad mudellennuki pöörlemisteljed x , y ja z .



Joonis 49. Mudellennuki teljed: x — pikitelg, y — püsttelg, z — põiktelg.

Mudellennuki püsivuseks nimetatakse mudeli omadust iseseisvalt taastada normaallennu asendit (tasakaalu).

Ümber pikitelje x võib mudellennuk kalduda paremale või vasakule küljele; püsivust selle telje suhtes nimetatakse kaldpüsivuseks. Püsttelje y ümber võib mudellennuk muuta lennusuunda; püsivust y -telje suhtes nimetatakse suunapüsivuseks. Põiktelje z ümber võib mudellennuk pöörduda üles või alla ning püsivust selle telje suhtes nimetatakse pikipüsivuseks.

Mudellennuki lennupüsivus saavutatakse sabapindade ning tiiva V -kuju, noolekuju ja väände abil. Nendele, mudellennuki lennupüsivust andvatele vahenditele peab osutama erilist tähelepanu, sest vähimgi eksimus nende osade ehitamisel või parandamisel võib põhjustada avarii.

Kõige olulisemateks püsivuse saavutamise vahenditeks on mudellennuki sabaosa rõht- ja püstpinnad — stabilisaator ja kiil.

Stabilisaator annab mudelile pikipüsivuse.

Kui mudellennuk viiakse mõne õhuvoolu poolt välja normaallennuasendist, näiteks suunatakse ninaga üles, siis liigub tõstetud ninaga mudel inertsil mõjul moni aeg endises suunas.

Stabilisaator, mis normaallennus lendas 0° -lise kohtumisnurgaga ega arendanud tõstejõudu, saab nüüd positiivse kohtumisnurga ning arendab tõstejõudu, mis tostab mudellennuki saba üles ning viib mudeli endisse asendisse. Kui langev õhuvoolus viib mudeli nina alla, avaldub stabilisaatori mõju vastupidiselt (joonis 50).



Joonis 50. Stabilisaatori mõju lennus.

Kiil annab mudellennukile suunapüsivuse.

Kui mudeli nina kaldub lennusuunast kõrvale, näiteks paremale, lendab mudellennuk küljega triivides endises suunas. Seega antakse kiilule kohtumisnurk, mille tõttu tekib jõud, mis lükkab mudeli saba samuti paremale, kuni mudel lendab jällegi endises suunas. Suunapüsivust aitab suurendada veel mudeli kere külgpind. Liiga suur kiil on mudellennukile ohtlik, sest selle mõjul läheb mudel hõlpsasti sügavasse spiraali, kust ta enam ei välju ning avariil on vältimatu. Purimudellennukitel on kiilu pindala umbes 8—12% ja mootoriga mudellennukeil 12—15% tiiva pindalast. Kiilu pindala suurus sõltub oluliselt ka tiiva V-kujust.

Tiiva noolekujuga suurendab mudellennuki piki- ja suunapüsivust. Kui noolekujulise tiivaga mudellennuk kaldub suunast kõrvale, siis tekib tema ette liikunud tiivapoolel suurem rindtakistus kui tahaliikunud tiivapoolel. See soodustab mudeli kiiremat tagasipöördumist endisesse suunda (joonis 51 d).

Mudellennuki kaldpüsivuse tagab libisemine. Kui mudellennuk kaldub ühele tiivapoollele, siis hakkab ta libisema selle tiivapoolle suunas. Õhuvoolus allalangenud tiivapoolle ümber on parem kui ülestõusnud tiivapoolle

ning selle tõttu tõstejõud allalangenud tiivapoolel suureneb ja ülestõusnud tiivapoolel kahaneb. Tekkinud nähtuse mõjul mudel tasakaalustub (joonis 51).

Mudellennuki kaldpüsivust suurendab tiiva V-kuju. V-kujuliste tiibadega mudellennukil toimub tasakaalustumine efektiivsemalt kui sirgete tiibadega mudelil,

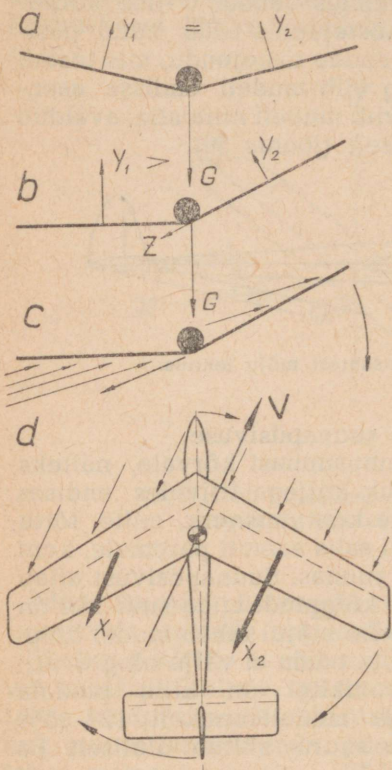
sest V-kujulise tiiva allalangenud poole kohtumisnurk suureneb ning ülestõusnud poolel väheneb.

Tiibade vääne suurendab mudeli piki- ja kaldpüsivust. Tiiva vääne võib olla geomeetiline või aerodünaamiline.

Tiiva geomeetriliseks väändeks nimetatakse tiiva seadenurga muutumist. Tavaliselt vähendatakse seadenurka $2-5^\circ$ võrra tiiva otste poole. Aerodünaamiliseks väändeks nimetatakse tiiva profiili kuju muutumist. Tiiva vääne valitakse selline, et õhuvooluse rebenemine ülekriitilise kohtumisnurga puhul algaks tiiva keskelt varem kui otstest, ning seega säiluks mudeli piki- ja kaldpüsivus. Sageli kasutatakse geomeetrilist ja aerodünaamilist väänet koos, eriti tiibmudellennukitel (joonis 52).

Propellerireaktsiooni mõju vähendamiseks kallutatakse mudellennuki propelleri telge. Kaldenurga suund ja suurus on mudellennuki tüübist, propelleri pöörlemise suunast ja propellerireaktsiooni suurusel.

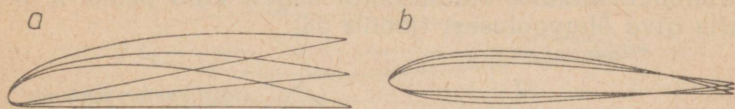
Ulatiivalistel mudellennukitel kallutatakse propelleri telge $1-5^\circ$ allapoole, alatiivalistel ülespoole. Kõikidel vabaltlendavatel mudellennukitel (peale taimermudel-



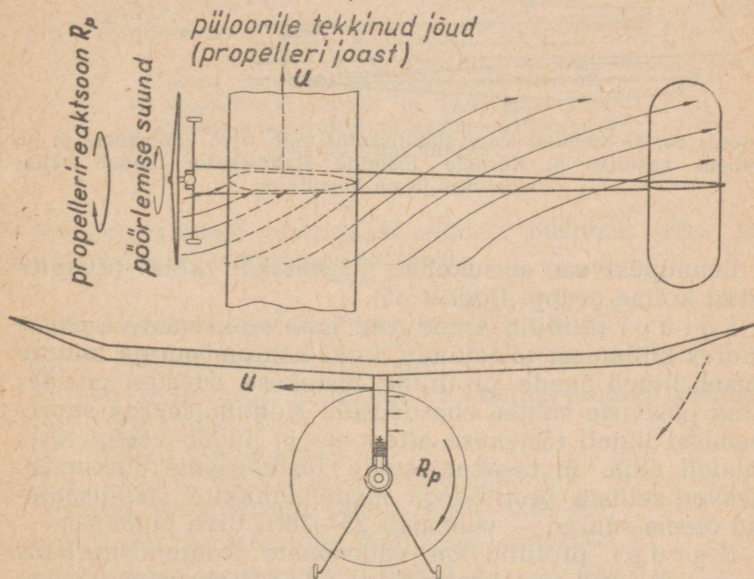
Joonis 51. Tiibade V-kuju (a, b, c) ja noolekuju (d) mõju lennus.

lennuki) kallutatakse propelleri telge pöörlemise suunas kõrvale $1-2^\circ$, aga ringkiirusmudelitel kuni 10° .

Taimermudellennukitel tasakaalustab propellerireaktsiooni püloon, mis propelleri õhujoa mõjul arendab aerodünaamilist vastujõudu (joonis 53).



Joonis 52. a) Tiiva geomeetriline vääne. b) Tiiva aerodünaamiline vääne.



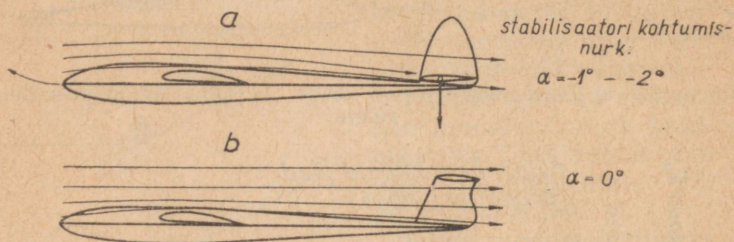
Joonis 53. a) Pülooni mõju propellerireaktsiooni kõrvaldamisel.

Peale selle võimaldavad püloonile asetatud tiib ja propelleri joas asuv tõstev stabilisaator tõusta taimermudellennukil $50-60^\circ$ nurgaga ja minna ilma kabreerimata üle lauglennule.

See on seletatav sellega, et samal ajal, kui propelleri tõmbe puudumisel vähenevad mudeli lennukiirus ja

tõstejõud, mõjub propelleri õhujuga pärast mootori seismajäämist veel mõni hetk stabilisaatorile ja tekitab seal saba üles suunava tõstejõu.

Et viia stabilisaatorit välja tiiva poolt alla suunatud õhuvoolusest, mis kahjustab lennupüsivust, tõstetakse purimudellennukite stabilisaator sageli kiilu peale, s. o. välja tiiva õhuvoolusest (joonis 54).



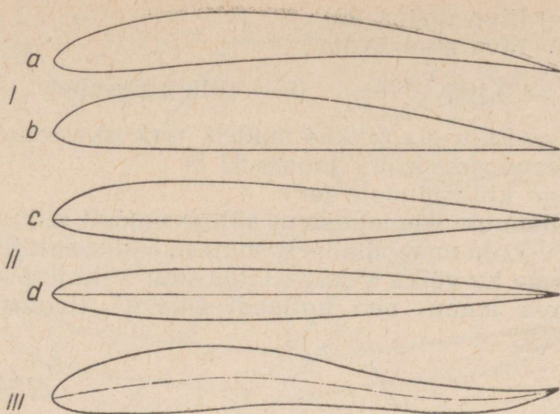
Joonis 54. a) Madalal asuv stabilisaator jääb tiiva voolusesse ja on vähem kasulik. b) Kõrgele tõstetud stabilisaator lendab vabas vooluses ja on kasulik.

Lennupüsivuse seisukohalt liigitatakse kõik tiivaprofiilid kolme gruppi (joonis 55).

I grupi profiilid arendavad juba väiksemate kiiruste juures küllaldast tõstejõudu, kuid kohtumisnurga muutumisel liigub nende profiilide tõstekese suurtes piirides ning püsivuse suhtes ebasoodsalt. Kohtumisnurga suurenemisel liigub tõstekese ettepoole ja püüab veelgi tõsta mudeli nina. Et tasakaalustada tõstekeskme nihkumist, peavad selliste profiilidega mudellennukite stabilisaatorid olema suured — vähemalt 25—30% tiiva pindalast.

II grupi profiilid on väiksemate kohtumisnurkade juures (0—10°) tõstekeskme kindlad. Tõstekese asub tiiva kõõlu esiotsast umbes 25—30% kaugusel. Vajaliku tõstejõu arendamiseks nõuavad need profiilid suuremat kiirust kui I grupi omad. II grupi profiile kasutatakse peamiselt stabiliseerivate pindade ja kiirusmudelite tiibade profiilidena.

III grupi profiilidel liigub tõstekese püsivust suurendavalt, s. t. kui mudeli nina tõuseb, siis liigub tõstekese tiiva tagaserva poole ja püüab tõsta ka saba. Neid profiile kasutatakse tiibmudellennukitel.



Joonis 55. Tiivaprofiilide liigid:
 a) Nõguskumer profiil. b) Tasakumer profiil.
 c) Kaksikkumer profiil. d) Sümmeetriline profiil.
 e) S-kujuline profiil.

Projekteerimisel määratakse mudeli püsivust piki- ja suunapüsivuse koefitsientide järgi.

Pikipüsivuse koefitsient $A_H = \frac{S_s \cdot L}{S_t \cdot b}$, kus:

S_s — stabilisaatori pindala (m^2),

L — stabilisaatori tõstkeskme kaugus mudeli raskuskeskmest (m),

S_t — tiiva pindala (m^2),

b — tiiva keskmine momentide kõõl (m).

Eesmise tsentreeringu puhul $A_H = 0,6—0,9$;

normaalse tsentreeringu puhul $A_H = 1,0—1,3$

ja tagumise tsentreeringu puhul $A_H = 1,4—1,5$.

Kui tagumine tsentreering ületab 75%, siis on väga raske muuta mudeli lendu püsivaks.

Suunapüsivuse koefitsient

$$A_{kiilu} = \frac{B_{kiilu} \cdot L_{kiilu} \cdot S_{kiilu}}{B_{tiiva} \cdot l_{tiiva} \cdot S_{tiiva}}, \text{ kus:}$$

$$B_{tiiva} = 0,109 \frac{\lambda_{tiiva}}{\lambda_{tiiva} + 2} \quad (\lambda \text{ — tiiva külgsuhe})$$

$l_{tiiva} =$ tiiva ulatus (m)

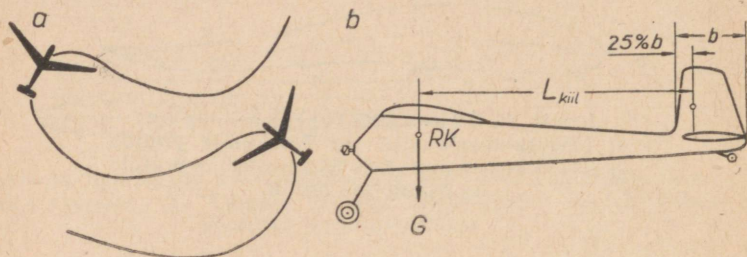
$S_{tiiva} =$ tiiva pindala (m^2)

$B_{kiilu} = 0,109 \frac{\lambda_{kiilu}}{\lambda_{kiilu} + 2}$ (λ — kiilu külgsuhe)

$L_{kiilu} =$ kiilu õla pikkus mudeli raskuskeskmest kuni kiilu rakenduspunktini (joonis 52 b)

$S_{kiilu} =$ kiilu pindala (m^2)

Mudellennuki suunapüsivus sõltub mudeli kiilu pindala ja tiiva V-kuju omavahelisest suhtest. Väikese kiilu puhul peab olema ka väike V-kuju. Liiga suur V-kuju põhjustab tuigerdava lennu, nn. „hollandi sammu“ (joonis 56 a).



Joonis 56. a) Tiibade liiga suur V-kuju põhjustab nn. „hollandi sammu“. b) Kiilu õla pikkus.

Püsivaks lennuks vajaliku kiilu pindala leitakse suunapüsivuse koefitsiendi A_{kiilu} abil, valemi järgi:

$$S_{kiilu} = \frac{A_{kiilu} \cdot B_{tiiva} \cdot l_{tiiva} \cdot S_{tiiva}}{B_{kiilu} \cdot L_{kiilu}}$$

Näide:

tiiva kõõl $b = 0,2$ m $\lambda_{tiiva} = 10$

tiiva V-kuju $\Psi = 8^\circ$ $l_{tiiva} = 2$ m

tiiva pindala $S_t = 0,4$ m^2 λ_{kiilu} valime $= 2$

$L_{kiilu} = 0,8$

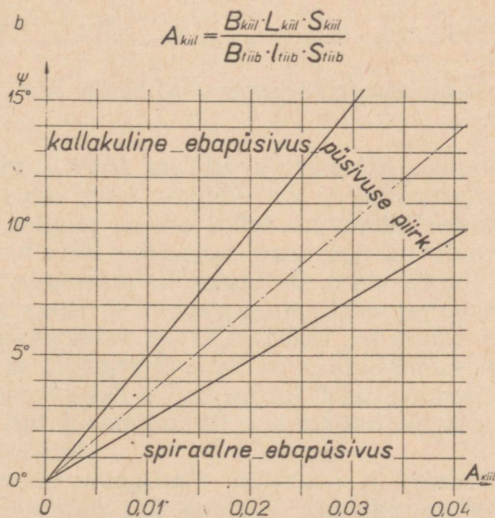
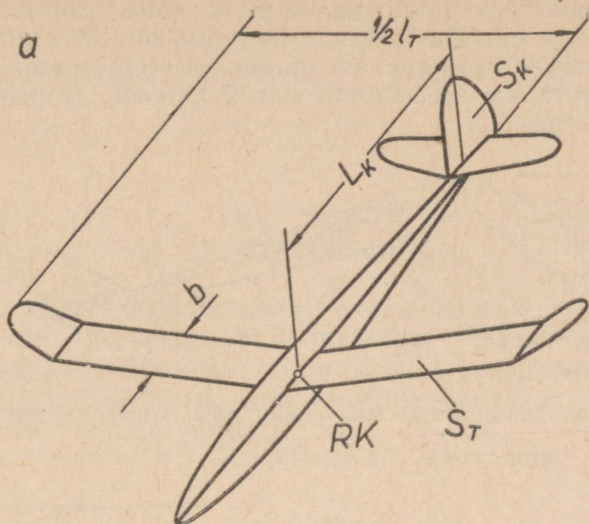
Lähtudes V-kujust, leiame graafikult (joonis 57 b), et

$A_{kiilu} = 0,026,$

$B_{tiiva} = 0,109 \frac{10}{10 + 2} = 0,0908,$

$B_{kiilu} = 0,109 \frac{2}{2 + 2} = 0,0545,$

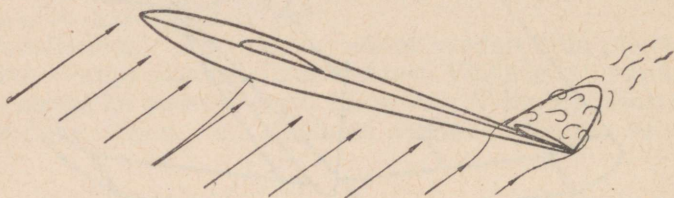
$$\begin{aligned} \text{siis } S_{kiilu} &= \frac{A_k \cdot B_t \cdot l_t \cdot S_t}{B_k \cdot L_k} = \\ &= \frac{0,026 \cdot 0,0908 \cdot 2 \cdot 0,4}{0,0545 \cdot 0,8} = 0,0433 \text{ m}^2. \end{aligned}$$



Joonis 57. a) Pikipüsisusele mõjuvad suurused. b) Suunapüsisuse koefitsiendi A_{kiilu} sõltuvus tiibade V-kujust.

Propelleri ja teliku segava mõju tõttu suurendatakse mootoriga mudellennukeil kiilu pinda 20—80% võrra.

Purimudellennukitel on oluline, et stabilisaator ei varjaks kiilu, sest see mõjub stardil halvasti suunapüsivusele (joonis 58).

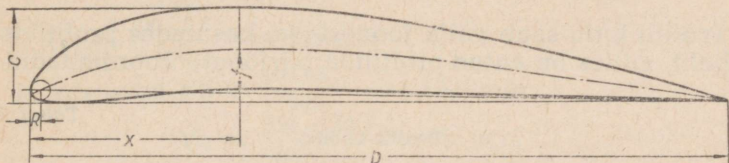


Joonis 58. Tõusul varjab stabilisaator kiilu ja mudel ei pea suunda.

VI. PROFIILIDE VALIK

Tiiva profiili iseloomustavad geomeetriselt:

- suhteline paksus \bar{c} kõõlu pikkusest protsentides,
- keskjoone kõverus \bar{f} kõõlu pikkusest protsentides,
- suurima kumeruse kaugus profiili esiservast \bar{x} kõõlu pikkusest protsentides,
- nina raadius R kõõlu pikkusest protsentides.



Joonis 59. Tiiva profiili iseloomustavad geomeetriselised suurused.

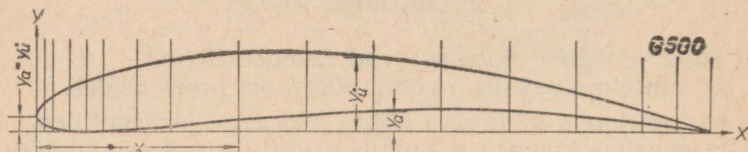
Tiiva profiili valik on üks olulisemaid küsimusi, millele peab mõtlema enne mudeli konstrueerimisele asumist. Vastavalt sellele, millist tüüpi on mudellennuk ja milliseid nõudeid talle esitatakse, valitakse ka tiiva profiil.

Puri- ja taimermodellennukitele võib valida, sõltuvalt mudeli suurusest ja kandva pinna koormatusest, profiile suhtelise paksusega 8—12%. Mida väiksema pinnakoormatusega ja kitsama tiivaga on mudellennuk, seda õhem ja alt nõrgasam peab olema profiil (hästi sobivad nn. linnutiiva profiilid). Kummimootoriga mudelitele sobivad ainult õhemad profiilid.

Raskematele mudelitele valitakse paksemad profiilid. Kiirusmodellennukitele sobivad kaksikkumerad profiilid suhtelise paksusega 5—8%. Ringpilootaazmudelitele on kohased sümmeetrilised profiilid suhtelise paksusega 15—20%.

Kandvatel stabilisaatoritel kasutatakse alt sirgeid profiile, suhtelise paksusega 8—11⁰/. Mõnikord kasutatakse ka alt nõgusaid profiile, kuid sel juhul nõuab mudeli reguleerimine erilist täpsust ja oskust.

Vabatlendavatele mootoriga mudellennukitele on soovitatav valida tiiva profiiliks rahulik, s. t. tõstkeskme väikese liikuvusega, alt sirge või veidi nõgus profiil, suhtelise paksusega 11—12⁰/%.



Joonis 60. Tiiva profiili joonestamine.

Profiili kuju saab välja joonestada, kasutades profiilide tabelit, milles on antud profiilide piirjoonte koordinaadid.

Profiil G-500

Tabel 5

X%	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Yü%	2,05	4,15	5,00	6,30	7,35	8,20	9,55	10,50	11,60	11,65	11,05	9,85	8,10	5,85	3,10	1,60	0,00
Ya%	2,05	0,85	0,45	0,10	0,00	0,05	0,30	0,70	1,60	2,40	3,00	3,30	3,15	2,45	1,45	0,75	0,00

Näide:

Profiili G-500 joonestamiseks tabeli alusel (tabel 5) joonestatakse algul üksteisega ristioleavad teljed Y ja X. Edasi tõmmatakse Y-teljega paralleelsed püstjooned, millele kaugused Y-teljest on antud tabelis tähise X all. Tabelis on tähistatud Yü-ga ülemise piirjoone ja Ya-ga alumise piirjoone kaugused X-teljest. Kõik tabeli arvud on antud kõõlu pikkuse protsentides.

Selleks, et tõmmata Y-teljele paralleelsed püstjooned ning siis neile ära märkida profiili piirjoonte kaugused, peab algul välja arvestama X, Yü ja Ya tegelikud suurused.

Võtnud profiili kõõluks (b) näiteks 200 mm, leitakse:

$$X = \frac{b \cdot X_{\text{tabeli}}}{100} \quad X = \frac{200 \cdot 0}{100} = 0 \text{ mm};$$

sellele vastavad:

$$Y_{\ddot{u}} = \frac{b \cdot Y_{\ddot{u}, \text{tabeli}}}{100} \quad Y_{\ddot{u}} = \frac{200 \cdot 2,05}{100} = 4,1 \text{ mm}$$

$$Y_a = \frac{b \cdot Y_{a, \text{tabeli}}}{100} \quad Y_a = \frac{200 \cdot 2,05}{100} = 4,1 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = \frac{200 \cdot 1,25}{100} = 2,5 \text{ mm};$$

sellele vastavad:

$$Y_{\ddot{u}} = \frac{200 \cdot 4,15}{100} = 8,3 \text{ mm};$$

$$Y_a = \frac{200 \cdot 0,85}{100} = 1,7 \text{ mm.}$$

$$X_{2,5} = \frac{200 \cdot 2,5}{100} = 5,0 \text{ mm}$$

ja vastavad $Y_{\ddot{u}} = \frac{200 \cdot 5}{100} = 10,0 \text{ mm}$

$$Y_a = \frac{200 \cdot 0,45}{100} = 0,9 \text{ mm.}$$

Kandes arvutuste tulemused joonlaua abil joonisele ja ühendades saadud punktid lekaali abil, saame profiili piirjoone.

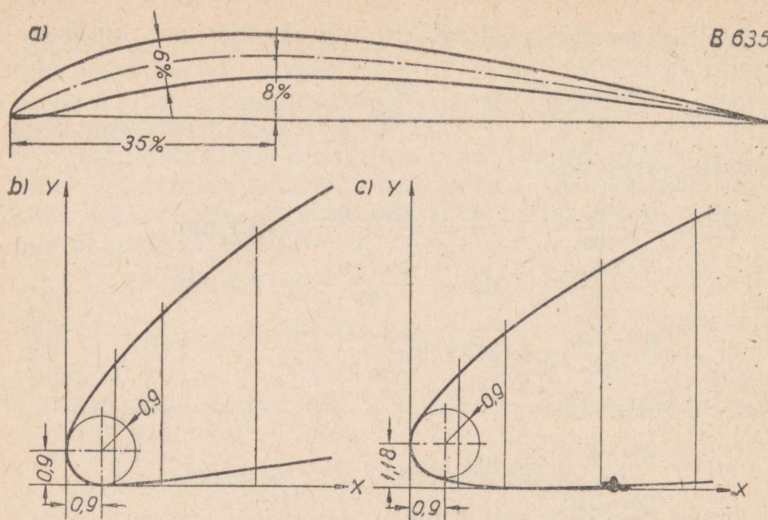
Profiilidel seeriast B (tabel 6) on numeratsioon antud selliselt, et jagades numbrid gruppideks, saame profiili geomeetriliselt iseloomustavad andmed.

Näiteks: B-6358 grupeeritakse: 6 — 35 — 8.

Esimene arv näitab profiili suhtelist paksust, teine arvudepaar suurima kumeruse kaugust profiili esiservast ja kolmas arv suhtelist kumerust protsentides.

Samadel profiilidel antakse profiilide tabelis veel nina raadius R , mis näitab, kui suure raadiusega ringi osa moodustab ninakumeruse (joonis 61).

Ka NACA profiilidel kasutatakse tähistamisel arvude grupeerimist profiili geomeetriliste andmete järgi. Näiteks NACA 4412, grupeeritult 4—4—12 tähendab, et keskjoone suurim kumerus \bar{f} on 4% kõõlust ja asetseb esiservast 40% kaugusel; profiili suhteline paksus \bar{c} on 12%.



Joonis 61. a) Seeriast B profiili number on selle profiili iseloomustajaks. b) ja c) Ninakumeruse joonestamine.

Tiibade parimad seadenurgad:

Seeria B	profiilide seadenurgad	$2,5^{\circ} - 5^{\circ}$
N 60	profiili seadenurk	$2,0^{\circ} - 2,5^{\circ}$
G-595	" "	$0^{\circ} - 2^{\circ}$
G-612	" "	$0^{\circ} - 2^{\circ}$
G-301	" "	$2^{\circ} - 3^{\circ}$
G-417	" "	$3^{\circ} - 4^{\circ}$
MVA-344	" "	$1,5^{\circ} - 2^{\circ}$
MVA-123	" "	$5^{\circ} - 7^{\circ}$
G-5-P	" "	$1,4^{\circ} - 2,8^{\circ}$
RAF-32	" "	$1,5^{\circ} - 2,5^{\circ}$
Broggini 55509	" "	$0^{\circ} - 2^{\circ}$
Clark-Y	" "	$0^{\circ} - 1,5^{\circ}$
NACA-23012	" "	$0^{\circ} - 3^{\circ}$
NACA-4409	" "	$1,5^{\circ} - 2^{\circ}$
ЦАГИ-911	" "	$0^{\circ} - 1,5^{\circ}$
ЦАГИ-"D"-2	" "	$1^{\circ} - 2^{\circ}$

Kõikidel sümmeetrilistel profiilidel, milliseid kasutatakse sabades, on seadenurgad tavaliselt 0° .

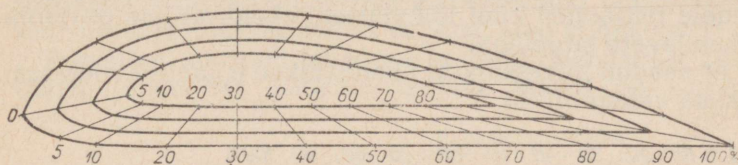
PROFIILIDE KOORDINAADID

Nimetus	X Y	0	1,25	2,5	5,0	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95	100
		B 3357	Yü	0,4	1,61	2,45	3,78	4,83	5,63	6,98	7,80	8,29	8,58	8,55	8,07	7,03	5,65	4,00	2,12
R = 0,4	Ya	0,4	0,22	0,58	1,47	2,25	2,91	4,03	4,82	5,38	5,67	5,82	5,64	4,97	3,98	2,75	1,42	—	0,00
B 10357	Yü	1,23	3,50	4,17	6,67	8,00	9,07	10,65	11,68	12,20	12,22	12,03	11,0	9,47	7,55	5,35	2,9	—	0,27
R = 1,0	Ya	1,23	0,15	0,00	0,08	0,28	0,55	1,11	1,69	2,18	2,55	2,85	2,7	2,25	1,78	1,2	0,65	—	0,00
B 10305	Yü	1,53	3,53	4,63	6,32	7,56	8,42	9,75	10,43	10,70	10,70	10,18	9,28	7,96	6,4	4,55	2,5	—	0,25
R = 1,0	Ya	1,53	0,40	0,17	0,00	0,06	0,12	0,39	0,65	0,82	0,9	0,93	0,9	0,75	0,55	0,38	0,2	—	0,00
N 60	Yü	3,40	5,60	6,76	8,42	9,33	10,14	11,32	11,98	—	12,41	12,03	11,06	9,55	7,66	5,5	3,04	1,72	0,40
	Ya	3,40	1,91	1,46	0,96	0,62	0,40	0,15	0,04	—	0,04	0,22	0,48	0,71	0,78	0,64	0,37	0,19	0,00
G-595	Yü	2,80	4,45	5,15	6,20	7,10	7,80	8,75	9,25	—	9,70	9,40	8,75	7,75	6,35	4,60	2,45	1,30	0,00
	Ya	2,80	1,95	1,65	1,15	0,90	0,70	0,45	0,30	—	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G-612	Yü	2,70	4,45	5,25	6,55	7,50	8,15	9,25	9,90	—	10,40	10,10	9,25	8,10	6,65	4,90	2,70	1,40	0,00
	Ya	2,70	1,40	0,95	0,45	0,25	0,15	0,10	0,05	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G-301	Yü	4,3	—	8,3	9,9	—	12,0	13,4	14,2	14,7	14,9	14,3	13,4	12,3	10,6	8,3	6,2	—	3,5
R = 1,2	Ya	4,3	—	3,1	3,3	—	3,7	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,3	5,2	4,9	4,3	3,8	—	3,2
G-417	Yü	0,65	2,50	3,75	5,05	6,25	7,05	8,15	8,85	—	9,30	9,15	8,55	7,55	6,25	4,50	2,40	1,20	0,00
	Ya	0,65	0,05	0,25	0,70	1,10	1,50	2,20	2,55	—	3,65	3,90	3,65	3,20	2,50	1,70	0,80	0,40	0,00
G-c/b	Yü	0,00	1,6	2,15	2,88	3,38	3,77	4,32	4,67	—	5,00	4,99	4,66	4,10	3,36	2,46	1,41	0,85	0,25
1 : 10	Ya	0,00	-1,6	-2,15	-2,88	-3,38	-3,77	-4,32	-4,67	—	-5,00	-4,99	-4,66	-4,10	-3,36	-2,46	-1,41	-0,85	-0,25
MVA-344	Yü	5,1	—	8,0	9,0	—	10,0	10,6	11,1	11,3	11,3	11,0	10,5	9,8	9,0	8,0	6,7	—	4,7
(Nina terav)	Ya	5,1	—	3,9	3,6	—	3,5	3,8	4,0	4,3	4,4	4,5	4,4	3,9	3,6	3,8	3,8	—	4,3
MVA-123	Yü	4,5	—	7,1	8,4	—	10,1	11,2	11,9	12,3	12,5	12,5	12,0	11,1	9,7	7,9	5,8	—	3,7
R = 0,8	Ya	4,5	—	3,7	4,1	—	5,1	5,9	6,3	6,7	7,1	7,1	6,7	6,1	5,5	4,8	4,2	—	3,5
G-5-P	Yü	1,65	4,26	5,35	6,82	8,02	8,92	10,30	11,04	11,44	11,60	11,28	10,34	8,86	6,92	4,60	2,15	0,96	0,00
	Ya	1,65	0,29	0,00	0,14	0,46	0,78	1,20	1,55	1,89	2,16	2,48	2,48	2,00	1,48	1,01	0,58	0,26	0,00
RAF 32	Yü	3,42	5,56	6,52	7,84	8,85	9,72	11,02	11,92	—	12,98	13,10	12,46	11,06	9,10	6,56	3,60	1,98	0,12
	Ya	3,42	1,90	1,50	0,88	0,50	0,30	0,08	0,00	—	0,30	0,70	1,10	1,46	1,60	1,46	0,92	0,52	0,00
Broggini	Yü	0	2,5	3,5	5,3	6,3	7,5	8,6	9,3	9,5	9,3	8,3	6,4	4,5	2,7	1,2	0,3	0,1	0
55509	Ya	0	-1,4	-1,3	-1,2	-1,0	-0,8	-0,3	+0,1	0,3	0,4	0,2	-0,4	-1,2	-1,9	-2,2	-2,0	-1,2	0
Clark-Y	Yü	3,5	5,45	6,50	7,90	8,85	9,60	10,69	11,36	—	11,70	11,40	0,52	9,15	7,35	5,22	2,80	1,49	0,12
	Ya	3,5	1,93	1,47	0,93	0,63	0,42	0,15	0,30	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NACA-23012	Yü	0,00	2,67	3,61	4,91	5,80	6,43	7,19	7,50	—	7,55	7,14	6,41	5,47	4,36	3,08	1,68	0,92	0,13
R = 1,58	Ya	0,00	-1,23	-1,71	-2,26	-2,61	-2,92	-3,50	-3,97	—	-4,46	-4,48	-4,17	-3,67	-3,00	-2,16	-1,23	-0,70	-0,13
NACA-0009	Yü	0,00	—	1,96	2,67	—	3,51	—	4,30	—	4,50	4,35	3,97	3,42	2,75	1,97	1,09	—	0,09
R = 0,89	Ya	0,00	—	-1,96	-2,67	—	-3,51	—	-4,30	—	-4,50	-4,35	-3,97	-3,42	-2,75	-1,97	-1,09	—	-0,09
NACA-4409	Yü	0,00	—	2,61	3,74	—	5,37	—	7,33	—	8,25	8,35	7,87	7,00	5,76	4,21	2,33	—	0,09
R = 0,89	Ya	0,00	—	-1,37	-1,65	—	-1,73	—	-1,30	—	-0,76	-0,35	-0,007	+0,14	0,26	0,26	0,14	—	0,09
ЦАГИ-911	Yü	2,43	3,84	4,63	5,73	6,85	7,26	8,26	8,40	—	9,00	8,64	7,80	6,73	5,36	3,76	1,97	1,02	0,00
	Ya	2,43	0,81	0,41	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ЦАГИ-«D»-2	Yü	0,00	2,10	3,10	4,53	5,54	6,27	7,27	7,76	—	7,83	7,21	6,16	4,90	3,49	2,17	0,86	0,36	0,00
	Ya	0,00	-0,985	-1,28	-1,59	-1,72	-1,81	-1,92	-2,00	—	2,14	-2,19	-2,15	-2,05	-1,89	-1,58	-1,06	-0,57	0,00

Profiilide strakkimine

Kui konstrueeritaval mudellennukil on trapetsilised tiivad, peab tiiva ribide valmistamiseks välja joonestama ka vahepealsed profiilid. On tiiva tüve ja otsa profiilid samased, võib leida vahepealsete profiilide koordinaate arvutamise teel, lähtudes joonisel toodud vaheprofiilide kõõlude pikkustest. Kui aga profiilid tiivas ja otsas on erinevad, tuleb kasutada profiilide graafilist teisendamist ehk strakkimist. Sõltuvalt tüve ja otsa profiilide suuruste omavahelisest erinevusest, vahepealsete profiilide arvust ning tiiva kujust pealtvaates, kasutatakse strakkimisel kas sissejoonestamist või nihutamist.

Sissejoonestamine (joonis 62):



Joonis 62. Profiili strakkimine sissejoonestamise teel.

a) joonestatakse paberile tiiva tüve normaalsuuruses profiil ja tähistatakse X-telje 0%-d profiili piirjoonele;

b) joonestatakse tiiva otsa profiil tüve profiili sisse nii, et X-30% jooned langeksid ühte ja profiilide piirjoonte vahele jääks võimalikult ühtlane vaba ruum vahepealsete profiilide paigutamiseks;

c) kui tiival on strakitavas osas geomeetiline vääne, on soovitatav otsa profiili väände nurga võrra kallutada;

d) märgitakse X-telje 0%-d otsa profiili piirjoonele;

e) ühendatakse mõlemate profiilide piirjoonte samanimelised punktid sirgjoontega;

f) sõltuvalt sellest, mitu vaheprofiili on vaja joonestada, jagatakse piirjoonte vahelised sirglõigud sirkli abil ühesuurusteks osadeks;

g) ühendades saadud lõikepunktid lekaali abil, saadakse vaheprofiilid.

Nihutamine (joonis 63).

On vahepealseid profiile palju, siis ei ole sissejoonistamist võimalik kasutada, sest profiilide piirjooned langeksid üksteisele väga lähedale ja oleksid raskesti eraldatavad. Sel juhul kasutatakse strakkimisel nihutamist:

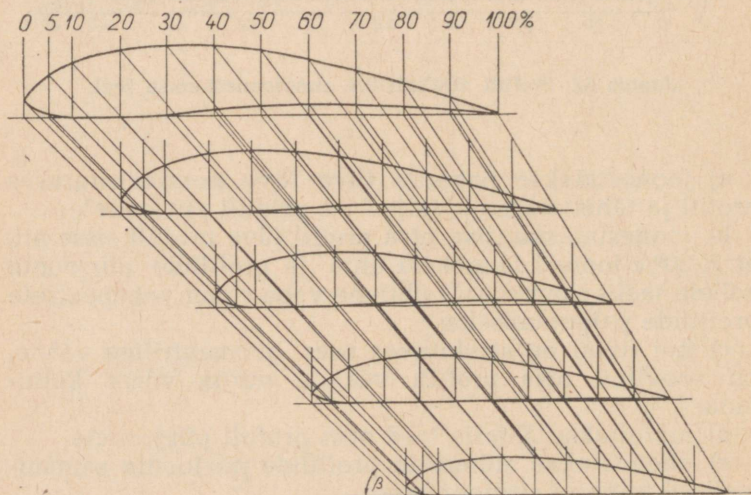
a) joonestatakse strakitava tiivaosa pealtvaade koos alusprofiilidega nihutatult 30° — 60° nurga võrra kas ette või taha;

b) määratakse vaheprofiilide paigutus ja joonestatakse vastavad kõõlud paralleelsetena tüve ja otsa profiilide kõõludele;

c) ühendatakse sirgjoontega alusprofiilide kõõlude ja piirjoonte jaotuspunktid;

d) punktidest, kus alusprofiilide kõõle ühendavad sirged lõikuvad vaheprofiilide kõõludega, tõmmatakse kõõludele ristjooned kuni lõikumiseni alusprofiilide piirjooni ühendavate sirgetega;

e) saadud lõikepunktid ühendatakse lekaaliga ning saadakse vaheprofiilid.

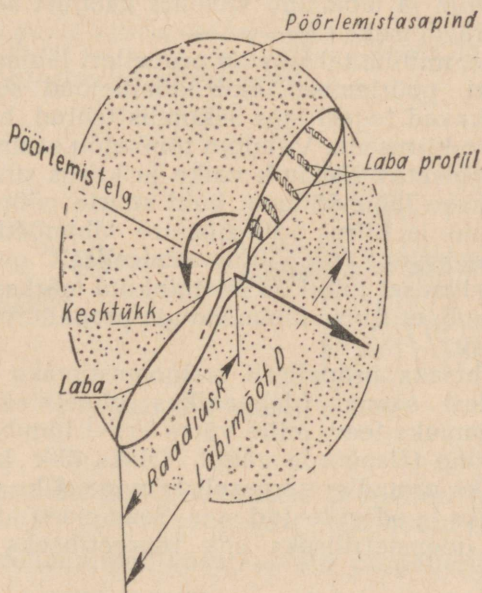


Joonis 63. Profiili strakkimine nihutamise teel.

VII. MÕISTEID PROPELLERITEOORIAS

Kummi- ja kolbmootoriga mudellennukitel muudab jõuallika energia tõmbejõuks jõurakendaja, milleks on tavaliselt propeller. Horisontaallennul peab propelleri poolt arendatav tõmbejõud tasakaalustama mudellennuki takistuse, aga tõusulennul peale selle veel osa raskusjõudu; seepärast sõltuvad mootoriga mudellennuki lennuomadused suurel määral propelleri valikust ning viimistlusest.

Propeller koosneb labadest ja neid ühendavast keskükist (joonis 64). Labade ristlõike profiil on sarnane



Joonis 64. Propelleri osade ja propellerit iseloomustavate suuruste nimetused.

mudellennuki tiiva profiiliga. Propellerile ühtlase tugevuse andmiseks tehakse labade profiil otstes õhem ja kesktüki juures paksem.

Propelleri teljega risti olevat pinda nimetatakse propelleri pöörlemistasapinnaks.

Sõltuvalt pöörlemissuunast liigitatakse propellerid vasakpoolse ja parempoolse pöörlemissuunaga propelleriteks. Kui vaadata mudellennukit tagant (lennusuunas), siis propeller, mis pöörleb kellaosuti suunas, on parempoolse, vastassuunaliselt pöörlev — vasakpoolse pöörlemissuunaga. Käsitsemise mugavuse tõttu on enam levinud parempoolse pöörlemissuunaga propellerid.

Propelleri asetuse järgi mootori suhtes liigitatakse propellerid tõmbavateks (asetsevad mootori ees) ja tõukavateks (asetsevad mootori taga). Labade arvu järgi liigitatakse mudellennukite propellerid ühe-, kahe- ja kolmelabalisteks.

Tähtsaimaks propellerit iseloomustavaks suuruseks on tema läbimõõt (*D*), s. o. labade tippude vaheline kaugus. Pöörlemistelje ja laba tipu vahelist kaugust nimetatakse propelleri raadiuseks (*R*).

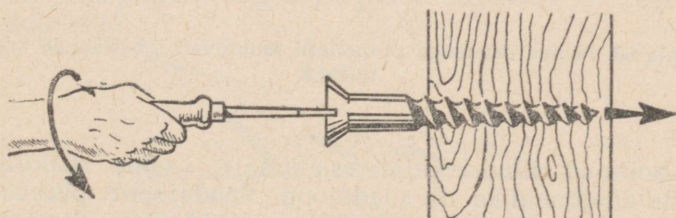
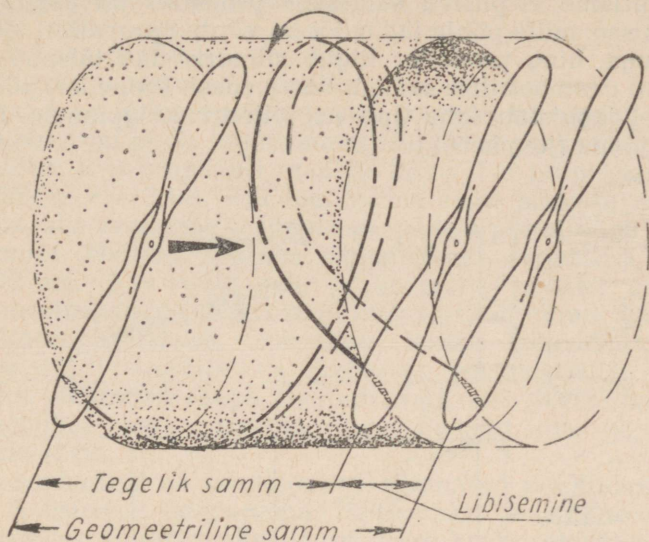
Vaatleme, milline tähtsus on propelleri läbimõõdul.

Propelleri pöörlemisel tekib tõmbejõud seetõttu, et labad paiskavad tagasi igas sekundis teatud hulga õhku mingisuguse kiirusega. Vajaliku tõmbejõu saamiseks võib olla tagasipaisatav õhuhulk väike ja kiirus suur (propeller on väikese läbimõõduga, kuid suurte pööretega) või õhuhulk suur ja kiirus väike (suure läbimõõduga, kuid väikeste pööretega propeller). Katseliselt on kindlaks tehtud, et viimasel juhul on energiakulu märksa väiksem, millest selgub, et suure läbimõõduga propellerid töötavad kasulikumalt.

Väga tähtsaks propellerit iseloomustavaks suuruseks on propelleri samm. Mehaanikas nimetatakse kruvikeerme sammuks teed, mille võrra kruvi liigub telje suunas edasi ühe täispöörde vältel. Oleks õhk kokkusurumatu, liiguks propeller sarnaselt kruviga. Ühe täispöörde vältel liiguks ta edasi teatud maa. Seda maad nimetatakse propelleri geomeetriliseks ehk teoreetiliseks sammuks (joonis 65).

Kuid õhu kokkusurutavuse tõttu läbib mudellennuki propeller ühe täispöörde vältel geomeetrisest sammust tunduvalt lühema vahemaa. Seda vahemaad nimetatakse

propelleri tegelikuks sammuks. Geomeetrilise ja tegeliku sammu vahet nimetatakse libisemiseks. Sageli kohtame kirjanduses väljendust „suhteline samm“. Propelleri suh-



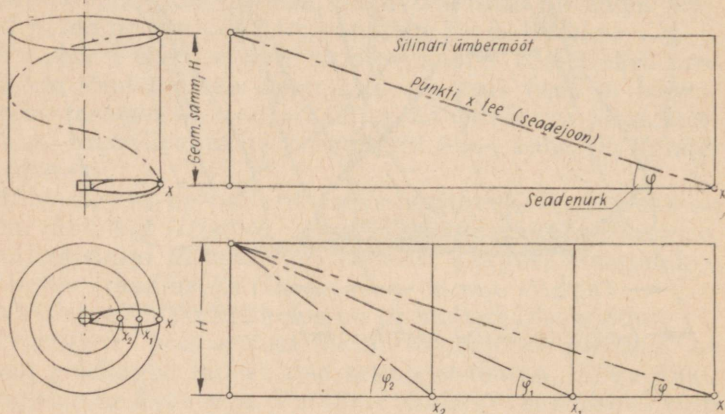
Joonis 65. Propelleri sammud.

teliseks sammuks (h) nimetatakse propelleri geomeetrilise sammu (H) suhet propelleri läbimõõtu (D). Seega $h = \frac{H}{D}$. Mudellennukeil kasutatavate propellerite suhtelised sammud on 0,8—2,0 piires.

Mudellennuasjanduse algpäevil kasutati propellereid, millede labad kujutasid endast osa geomeetrisest krui-

pinnast. Kuigi tänapäeval selliseid nn. püsiva sammuga propellereid enam ei kasutata, on kasulik propelleri töö mõistmiseks neid tundma õppida.

Kujutleme, et püsiva sammuga propeller on asetatud silindrisse, mille põhja läbimõõt on võrdne propelleri läbimõõduga, ning propeller liigub silindris ühe täispöörde jooksul geomeetrilise sammu võrra edasi. Propelleri pöörlemisel joonistab laba tipp (x) silindri külgpinnale nn. seadejoone (joonis 66).



Joonis 66. Püsiva sammuga propelleril muutuvad labalõikude seadenurgad.

Laotanud silindri külje tasapinnale, saame ristküliku, mille diagonaaliks on seadejoon. Seadejoone pikkuseks on tee, mille läbib laba tipp ühe täispöördega. Ristküliku alumise külje ja seadejoone vahelist nurka nimetatakse propelleri seadenurgaks (φ). Kui asetada mõtteliselt välimisse silindrisse kaks väiksemat silindrit, millede külgpinnad lõigatakse laba erinevate kohtade poolt, siis näeme, et punktide x , x_1 ja x_2 kohal on geomeetiline samm ühesuurune, kuid seadenurk muutub kesktüki poole suuremaks. Seadenurga suurenemine on vajalik sammu ühtlustamiseks kogu laba ulatuses, sest kesktükile lähemad laba osad läbivad lühema tee ega jõuaks ühtliku seadenurga puhul läbida laba otstega võrdset sammu.

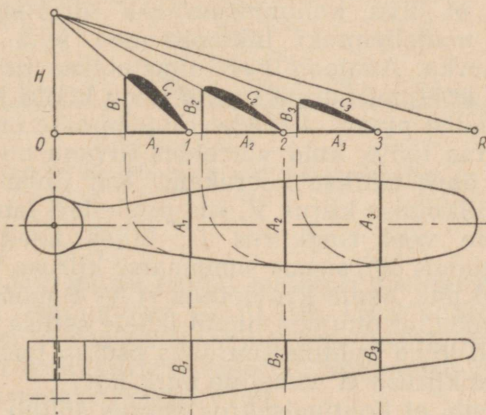
Propelleri konstrueerimiseks on vaja teada tema järgmisi andmeid:

1. Läbimõõt D (raadius R)
2. Geomeetriline samm H
3. Laba laius
4. Laba profiil.

Püsiva sammuga propelleri konstrueerimisel määratakse laba lõikude seadenurgad joonisel 67 toodud viisil.

Laba tipu poolt joonistatava ringjoone pikkus on $2R \cdot \pi$ (millest $R =$ propelleri raadius, $2R = D =$ propelleri läbimõõt ja $\pi = 3,14$). Kui laotaksime ringi pikkuse sirglõigule, siis saaksime suurema propelleri puhul väga suure joonise. Näiteks 300 mm läbimõõduga propelleri puhul ($300 \text{ mm} \cdot 3,14 = 942 \text{ mm}$), oleks vaja 1 meetri pikkust joonestuspaberit. Konstrueerimisel piisab ainult ühe laba väljajoonistamisest. Tähendab, võime vähendada laba tipu poolt joonistatava ringjoone pikkuse R -le. Kuna ringi pikkus on seega jagatud 2π -ga, siis peame ka geomeetrilise sammu jagama 2π -ga. Saadud suuruse tähistame H -ga.

Joonisel 67 on seadejooned tõmmatud punktidest 1, 2 ja 3. Esimese seadejoone lähtepunkti asukoha valime propelleri teljest umbes $\frac{1}{3}$ raadiuse kaugusele, kuna ülejäänud punktid paigutame, olenevalt nende arvust, vabalt. Ühendanud lõigu H otspunkti punktidega 1, 2 ja 3, saame seadejooned.



Joonis 67. Püsiva sammuga propelleri konstrueerimine.

Nüüd joonestame propelleri laba pealtvaate nii, et tema telg oleks rööbiti lõigu $O-R$ -ga ning tõmbame punktidest 1, 2 ja 3 ristsirged $O-R$ -le. Lõikumisel laba pealtvaatega saame pikkused A_1 , A_2 ja A_3 , millised kanname punktide 1, 2 ja 3 kohalt $O-R$ -le propelleri telje suunas. A_1 , A_2 ja A_3 otstest tõmbame ristsirged seadejoonteni, ning saame nii propelleri külgsuuna joonestamiseks vajalikud lõigud B_1 , B_2 ja B_3 .

Külgsuuna joonestamiseks tõmbame rööpjoone $O-R$ -le ja temaga risti lõigud B_1 , B_2 ja B_3 , mille otspunktid ühendame sujuva kõveraga.

Seadejoontel eraldunud pikkused C_1 , C_2 ja C_3 on laba lõikude kõõludeks punktides 1, 2 ja 3.

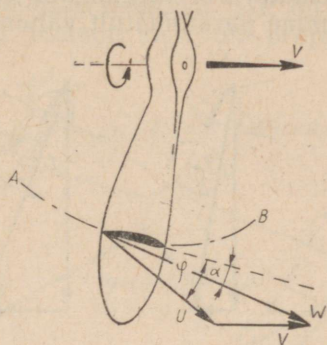
Vastandina püsiva sammuga propelleritele on kaasaegsete mudellennukite propellerite samm erinevates laba lõikudes erinev. Selliste, nn. muutuva sammuga propellerite keskmiseks sammuks loetakse leppeliselt teljest $\frac{3}{4} R$ kaugusel asuva lõigu sammu. Võrreldes eelmise tüübiga on muutuva sammuga propelleritel paremad aerodünaamilised näitajad. Kui püsiva sammuga propelleril on laba lõikude kohtumisnurgad erineva suurusega, siis muutuvat sammu kasutades aga võib konstrueerida propelleri, mille laba kõik lõigud on teatud lennukiirusel õhuvoolu suhtes ühesuuruse, kõige kasulikuma kohtumisnurgaga.

Mis on propelleri laba kohtumisnurk, millest ta sõltub ja milline on tema tähtsus?

Teame, et tiiva kohtumisnurgaks nimetatakse tiiva kõõlu ja mudellennuki liikumissuuna (ehk õhuvoolu) vahelist nurka. Analoogiliselt nimetatakse ka propelleri laba lõigu kohtumisnurgaks selle lõigu kõõlu ja liikumissuuna vahelist nurka. Labade tööpõhimõte on põhiliselt samane tiiva tööle, kuid võrreldes tiivaga on propelleri liikumine õhus märksa keerukam. Kui tiival on ainult üks, edasiliikumise kiirus V , siis propelleri labadel lisandub sellele veel ringkiirus U . Liites need mõlemad kiirused (joonis 68), saame summaarse kiiruse W , millega laba antud lõik liigub kruvipinda $A - B$ mööda (samuti võib ka öelda, et õhujuga liigub labale sellise kiirusega). Laba antud lõigu kohtumisnurgaks osutub tema kõõlu ja summaarse kiiruse W vaheline nurk (α).

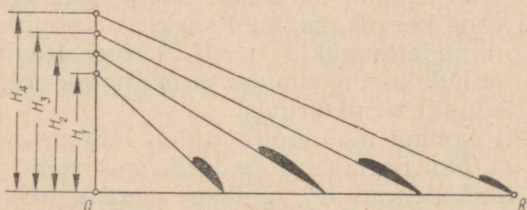
Siit selgub, et kohtumisnurga suurus sõltub edasiliikumise kiiruse suhtest ringkiiruse ehk, teisiti väljendades, edasiliikumise kiiruse suhtest propelleri pöörete arvusse

sekundis. Propelleri püsivatel pööretel sõltub kohtumisnurk ainult edasiliikumise kiirusest, s. o. mudellennuki lennukiirusest.



Joonis 68. Laba kohtumisnurk.

Kohtumisnurga ühtlustamiseks peab laba samm olema telje lähedal keskmisest propelleri sammust väiksem ja otstes suurem (joonis 69).



Joonis 69. Muutuva sammuga propeller.

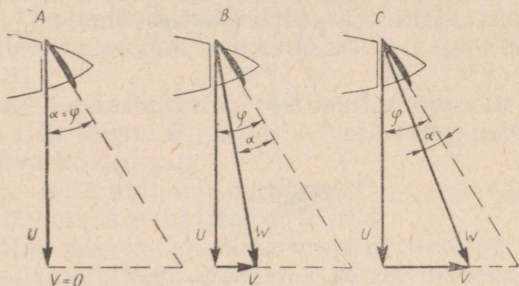
Selgub, et:

propelleri töötamisel paigal (mootori proovimisel maapinnal), kui lennukiirus $V = 0$, on laba kohtumisnurk kõige suurem, võrdues seadenurgaga (joonis 70 A);

keskmistel lennukiirustel muutub kohtumisnurk seadenurgast väiksemaks (joonis 70 B);

lennukiiruse edasisel suurenemisel kohtumisnurk veelgi väheneb (joonis 70 C).

Propelleri labade kohtumisnurga sõltuvus lennukiirusest näitab, et mudellennuki propeller töötab kõige kasulikumalt ainult kindla lennukiiruse ja pöörete arvu juures, millest väiksematel või suurematel kiirustel ja pöörtel propelleri tõmme paratamatult väheneb. Kaasaegse-



Joonis 70. Propelleri kohtumisnurga sõltuvus lennukiirusest.

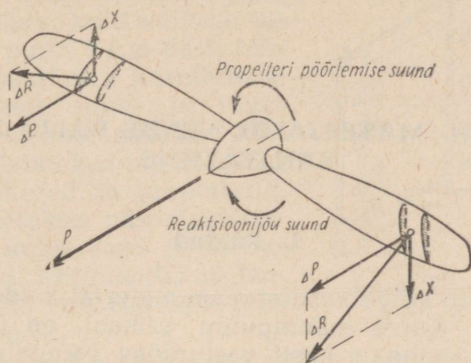
tel lennukitel on propelleri samm lennus muudetav (ühes sammuga muutub ka kohtumisnurk), mis tagab propelleri kasuliku töö suures lennukiiruste vahemikus. Mudellennukil kujuneks sammu muutmise seade propelleri väikseuse tõttu väga keerukaks, kuid siiski varustatakse mõnikord rekordmudellennukid (eriti kiirusmudellennukid) maapinnal muudetava sammuga propelleriga, mis hõlbus- tab mudellennuki reguleerimist.

Propelleri sammu määramisel tuleb lähtuda mudellennuki tüübist. Nn. normaalpropelleril, mis sobib peaaegu iga tüüpi mudellennukile, võetakse geomeetriline samm võrdne propelleri läbimõõduga. Laba on pealtvaates sümmeetriline ja ümardatud otstega. Laba kõige laiem koht asub propelleri teljest 0,7 raadiuse kaugusel ja on keskmiselt 0,1 läbimõõdust. Peab mudel olema hea tõusuga (nagu taimermudellennukid), siis tuleb laba sammu vähendada ja laiust suurendada. Kaugus- ja kiirusmudellennukite propelleritele antakse normaalsest suurem samm ning vähendatakse laba laiust.

Propelleri pöörlemisel tekkivaid jõude selgitab joonis 71.

Vaadeldes propelleri mõlema laba kahe lõikega piiratud osa, näeme, et sarnaselt tiivaga tekib labaosadel

aerodünaamiline kogujõud ΔR . Aerodünaamilise kogujõu võib lahutada kaheks osajõuks, millest üks mõjub propelleri telje suunas ja teine propelleri pöörlemistasapinnas. Teljesuunaline osajõud ΔP on laba äntud osa tõmbejõud ning temaga risti on propelleri pöörlemist



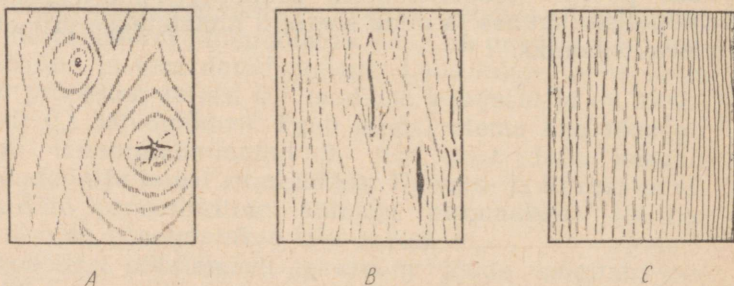
Joonis 71. Propellerile mõjuvad jõud.

takistav jõud ΔX . Liites kõigi labaelementide tõmbejõud, saame kogu propelleri tõmbejõu P , mis on rakendatud propelleri teljele ja mõjub lennusuunas. Labaelementide takistuste liitmisel saame propelleri labade pöörlemist takistavate jõudude paari, mis mõjuvad propelleri pöörlemistasapinnas. Korrutades jõud X ja X nende õlgadega, s. o. kaugustega propelleri teljest, saame momendi, mis püüab pöörata mudellennukit propelleri pöörlemisele vastupidises suunas ja mida seetõttu nimetatakse propellerireaktsiooniks.

VIII. MATERJALID, NENDE VALIK JA SAILITAMINE

1. Puidud

Mänd on kõige kasutatavam materjal mudellennukite ehitamisel. Kuiva männipuidu erikaal on $0,52 \text{ g/cm}^3$. Mänd on elastne ja hästi vastupidav paindele; seetõttu kasutatakse teda mudellennuki konstruktsioonis kõige vastutusrikkamatel kohtadel. Männist tehakse mudellennuki tiiva ja kere talad, abiliistud ning sõrestikkere raamid. Liistude valmistamiseks valitav puit peab olema kuiv, sirge ja tiheda süüga, ilma oksakohtade ja lõhedeta ning mitte liiga vaigune, sest vaigust puitu ei saa hästi liimida (joonis 72). Valmissaetud liiste ei tohi hoida püstasendis, sest need kaarduvad kergesti ning muutuvad seega tarvitamiskõlbmatuks. Väga praktiline on hoida liiste liisturiikulil, mida võib ise valmistada (joonis 73).

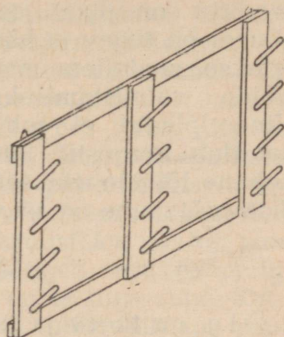


Joonis 72. Hästi ja halvasti kasvanud puitmaterjal: A) Keerdukasvanud, ebaühtlase süüga, oksakohtadega puit. B) Vaigupesade ja tuulelõhedega puit. C) Hästi kasvanud, ühtlase süüga puit.

Kuuske kasutatakse männi aseainena. Erikaal $0,5 \text{ g/cm}^3$. Omadustelt sarnane männiga, kuid rabedam.

Pärn on männi kõrval järgmise tähtsusega puit mudellennukite ehituses. Erikaal

$0,5 \text{ g/cm}^3$. Tihe, nõrga süüga, hästi painduv, kuid väikese tugevusega puit. Väga hästi töödeldav, mistõttu kasutatakse mitmesuguste nina- ja täiteklotside valmistamiseks. Pärnast valmistatakse mudellennukite kaunkered ja propellerid. Sageli kaetakse pärnalauakestega kere kumerused ja üleminekukohad. Mittelendavad lennukimudelid valmistatakse enamuses pärnast.



Joonis 73. Liisturiiu.

Lepa ja haaba kasutatakse pärna aseainena. Erikaalud: lepal $0,52 \text{ g/cm}^3$ ja haaval $0,5 \text{ g/cm}^3$. Mõlemad puidud on halvemini töödeldavad kui pärn.

Bambus. Bambusputke läbimõõt on 30—80 mm ja seinapaksus 3—5 mm. Erikaal $0,7 \text{ g/cm}^3$. Kõige raskem puidusort, mida kasutatakse mudellennukite ehituses, kuid seejuures väga vastupidav. Bambust kasutatakse mudellennukitel niisuguste osade materjalina, kus on vaja suurt vastupidavust väikeste mõõtude juures. Bambusest valmistatakse teliku ja tiiva toed ning otsakaared. Materjali valikul jälgida, et bambusputk oleks sirge, läbimõõduga 30—50 mm ja sõlmekohtade vahega mitte alla 300 mm. Töötlemisel hoiduda vigastamast putke pealmist läikivat kihti, sest see on puidu kõige tugevam osa.

Balsa on ühe Lõuna-Ameerika palmiliigi märg ja poorne südamik, mis muudetakse kasutamiskõlblikuks kuivatamisega erilistes kuivatusahjudes. Kaalult on balsa kaks korda kergem korgist ning teda on väga kerge töödelda. Erikaal, olenevalt sordist, $0,08—0,17 \text{ g/cm}^3$. Oma kaalu kohta on balsa küllalt tugev, seetõttu kasutati teda varem rekordmudellennukite materjalina. Tänapäeval on balsa tähtsus mudellennukite konstruktsiooni ja ehitusvõtete täiustamisega vähenenud.

Vineer. Mudellennukite ehitamisel kasutatakse peamiselt kasevineeri, paksustes 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 ja 3,0 mm.

Erikaal $0,8 \text{ g/cm}^3$. Vineer on kokku liimitud kolmest õhukesest plaadist (špoonist) nii, et kihtide süüd on üksteisega risti. Välimiste kihtide süüd on omavahel rööbiti; seetõttu on plaat selles suunas suurema jäikusega. Vineer on tugev ja hästi painduv materjal. Vineeri kasutatakse mudellennuasjanduses laialdaselt tiiva ja kere ribide valmistamiseks, samuti ka kattematerjalina. Vineeriplaate ei tohi hoida püstasendis, sest vineer kaardub kergesti. Suured vineeritahvlid on otstarbekohane lõigata väiksemateks tükkideks, sest suure plaadiga töötamine on väga tülikas.

2. Õlg ja kastehein

Õlg on tugev ja kerge materjal. Õlest valmistatakse sisemudellennukite kered ja propellerite kesktükid. Sobivaimad on 3—5 mm läbimõõduga kõrred.

Kastehein on hea materjal sisemudellennukite tiiva, stabilisaatori, kiilu ja propelleri sõrestikuks. Sobivaimad on 0,5—1,5 mm läbimõõduga kõrred.

Õlg ja kastehein korjatakse hilissügisel, kui kõrred on muutunud juba kollakaks. Valitakse sirged ja pikkade sõlmevahedega kõrred ning eemaldatakse lehed. Kõrred seotakse ühte kimpu nii, et ükski kõrs ei jääks painde alla, ning asetatakse kuivama. Kuivanud kõrred sorteeritakse pikkuse ja paksuse järgi ning säilitatakse toatemperatuuril. Mudellennuki ehitamisel mitte kasutada väändunud või ovaalse ristlõikega kõrsi.

3. Joonistuspaper

Joonistuspaperit kasutatakse väikeste paberist mudellennukite valmistamiseks. Suurematel mudellennukitel tugevdatakse joonistuspaperist nurgakestega sõlmkohti ja servliistude ühendusi sõrestikuga. Joonistuspaper on sobiv kattematerjal kere kumeratele osadele ja tiiva esiservale. Ruutmeeter joonistuspaperit kaalub 100—120 g.

4. Kattematerjalid

Maispaper on laialdaselt kasutatav mudellennukite kattematerjalina. Kaalub $17\text{—}25 \text{ g/m}^2$. Väiksemad mudellennukid kaetakse maispaperiga ühekordselt, keskmised

ja suuremad kahekordselt (liimitakse esimese katte peale veel teine kiht paberit).

Pakkimis paberit kasutatakse suuremate mudellennukite katmiseks. Teda on saadaval kolmes paksuses, erikaaluga 20, 40 ja 60 g/m². Olenevalt mudellennuki suurusest valitakse kas õhem või paksem kattepaper. Eriti heaks kattematerjaliks on nn. jõupaber, mida on saadaval kahes paksuses, kaaluga 40 ja 60 g/m². Pakkimispaberi väärtus tehakse kindlaks proovitüki käristamisega kahes, üksteisega risti olevas suunas. Kui paber käriseb ühes suunas hõlpsasti ja teises suunas halvasti, siksakiliselt ning käristuskoha servad jäävad kiulisteks, siis on paber sobiv mudellennuki katmiseks. Käriseb aga paber igas suunas hõlpsasti ja ühtviisi, siis on ta liiga rabe. Kattepaperid ei tohi kokku murda, vaid tuleb säilitada papist rulli ümber keeratuna kuivas kohas.

Siidbatist on tugev kattematerjal suurematele mudellennukitele, kuid vähe levinud, sest ta on võrdlemisi kallis. Kasutatakse enamasti kere ja tiiva liitekohtade katmiseks.

Siid. Siidkate on kerge, kuid muutub mitmekordsel lakkimisel rabedaks; seetõttu kasutatakse vähe.

Peamiseks põhjuseks, miks mudellendurid eelistavad paberkatet riidekattele, on asjaolu, et katte pingutamisel tõmbab riie ennast liialt ribide vahekohtade sisse, rikkudes seega mudellennuki kuju ning lennuomadusi. Pealegi on riidega katmine keerukas ja aegaviitev toiming.

Mikrofilmi* kasutatakse sisemudellennukite katmiseks. Mikrofilmist kate on väga tihe ja õhukene ning 100—120 korda kergem maispaberist. Ruutmeeter mikrofilmi kaalub 0,2—0,3 g. Vedelas olekus on mikrofilm kleepuv läbipaistev kollakas vedelik. Mikrofilmi segamiseks on sobiv kasutada 200-grammist mõõtpudelit ehk mensuuri. Tugeva ja kerge mikrofilmi saamiseks on soovitatav kasutada järgmiste koostistega segusid:

1. segu

Aerolakki	12 osa
Atsetooni	2 "
Kastoorõli	1 "

* „Mikrofilm“ on lühend sõnadest „mikron“ — tuhandendik osa millimeetrist ja „film“ — kile.

Segu on kerge valmistada ja soovitav kasutada algajal mudellenduril, sest sellest segust valmistatud kile on tugev ning lihtsustab seega mudeli katmist. Kõiki neid kolme koostisosa võib asendada. Aerolaki asemel võib kasutada nitrolakki, atsetooni asemel nitrovedeldajat ja kastoorõli asemel kampriõli.

2. segu

Aerolakki	40	osa
Atsetooni	2	"
Kastoorõli	3	"
Kampriõli	1	"
Aniisiõli	4	"

Segu on sama tugev kui segu nr. 1, kuid tunduvalt kergem.

3. segu

Kolloodiumi	16	osa
Atsetooni	3	"
Kastoorõli	2	"

Omadustelt on segu sarnane segule nr. 1, ainult kolloodiumi olemasolu muudab filmi vähetundlikuks temperatuuri kõikumistele. Viimane omadus tagab filmi ühtlase pinge ning väldib seega mudellennuki osade kaardumist.

4. segu

Aerolakki	12	osa
Kolloodiumi	4	"
Atsetooni	2	"
Kastoorõli	1	"

Aerolaki ja kolloodiumi kombinatsioon annab väga tugeva ja kerge mikrofilmi, mis samuti ei allu temperatuuri mõjutustele.

Mikrofilmi segamisel kasutatakse ainult pestud, puhtaid nõusid ja toimitakse kindlas järjekorras. Esmalt kallatakse mõõtpudelisse õli (või õlid), siis atsetoon ja viimaseks aerolakk. Sulgenud pudeli, loksutatakse seda niikaua, kuni vedelikud on hästi segunenud. Loksutamisel satub segusse palju õhumullikesi, seepärast tuleb enne mikrofilmi kasutamist lasta teda seista 30—40 minutit. Kui soovitakse saada eriti kõrgeväertuslikku mikrofilmi, tuleb lasta segul seista ööpäev, sest kastoorõli täielik segunemine ja ühinemine teiste vedelikega toimub väga aeglaselt.

Mikrofilmi säilitatakse tihedalt suletavas klaasanumas, soovitav klaaskorgiga pudelis.

5. Liimid

Atsetoonliim on levinuim liimisort mudellenukiehituses. Atsetoonliim kuivab kiiresti ja on kõlblik nii puidu kui ka paberi ja papi liimimiseks. Eriti otstarbekohane on atsetoonliim mudellennukite sõrestike liimimisel. Atsetoonliimi on müügil „agoliimi“ (nahaliimi) nimetuse all ja aeroliimi „AK“-na. Mõlemaid liimisorte kaubastatakse plekkpurkides. Tuubiliimidest tulevad kõne alla mitmesugused universaalliimid, mis on valmistatud atsetooni alusel. Atsetoonliimi võib ka ise valmistada tselluloiditükikeste lahustamisega atsetoonis. Tselluloidi saab vanast filmilindist, millelt tuleb kuuma veega maha pesta želatiini- (pildi-) kord. Tselluloidi lisatakse atsetoonile seni, kuni liimivedelik on muutunud meepaksuseks massiks. Lahustamisel liimi aeg-ajalt segatakse. Eeltoodud liimisortide asendajatena võib kasutada ka paksuks muutunud (lahtunud) värvitut aerolakki (emaliiti) või nitrolakki. Kuna lakid kuivavad veidi kauemini kui atsetoonliimid, siis on neid sobiv kasutada mudellennukite katmisel paberiga.

Atsetoonliime säilitatakse tihedalt suletavates anumates. Tarvitamiseks kallatakse liim anumast väiksemasse 100—150-grammise mahuga purki või tuubi.

Külmliim (kaseiinliim) on lennukiehituses sideainena kasutatav liimisort, mis on tarvitusel ka mudellennuasjanduses. Külmliim on valmistatud kaseiinist ja lubjast ning on müügil valkjaskollaka pulbrina. Liimpulber segatakse portselanist, klaasist või bakeliidist nõus, vahekorras 1 : 1 (mahuliselt), külma veega ja segatakse saadud putru seni, kuni on peenendatud kõik liimiklimbid. Umbes 20 minuti pärast on liim käärinud ja muutunud paksuks kleepuvaks massiks. Hea liimi puhul tõmbub liimitõstmise labidakeselt rippuv liimitilk labidakesele tagasi. Liimi segada valmis mitte rohkem kui see on vajalik üheks tööpäevaks, sest 3—4 tunni jooksul pärast segamist kaotab külmliim oma sidumisvõime.

Külmliimi pulber säilitatakse õhu- ja valguskindlas purgis toatemperatuuril. Madalatel temperatuuridel (alla 0° C) muutub liim tarvitamiskõlbmatuks.

6. Lakid

Kattematerjali pingutamise ja ilmastikukindlaks muutmise eesmärgil kaetakse mudellennukid lakiga. Lakeeritud kate muutub õhukindlaks ja siledaks, parandades tunduvalt mudellennuki lennuomadusi.

Aerolak (emaliit) on veekindel, pingutava toimega, kiiresti kuivav lakisort. Aerolak koosneb põhiliselt atsetoonis lahustatud tselluloidist. Atsetoonisisaldavuse tõttu on ta tuleohtlik ning nõuab tarvitamisel erilist ettevaatust. Aerolaki valmistatakse mitmesugustes värvitoonides. Mudellennukite lakkimiseks kasutatakse peamiselt värvitut, punast, kollast, oranži, sinist ja musta laki, sest need toonid hõlbustavad mudeli jälgimist taevafoonil ja maastikul. Aerolak vedeldatakse enne mudelile kandmist arovedeldajaga vahekorras 1 : 1.

Säilitatakse õhukindlalt suletavas anumas.

Nitrolak kasutatakse samuti mudellennukite katmiseks. Omadustelt on nitrolak samane aerolakiga, kuid tal on tugevam pingutav toime ja ta muudab kattematerjali rabedamaks. Vedeldatakse nitrovedeldajaga.

Mõnikord kasutatakse mudellennuasjanduses ka õilakkeid, mis annavad ühtlase värvkatte, kuid kuivavad aeglaselt ja on tunduvalt raskemad nitrolakkidest. Hästi kaitseb ilmastikumõjutuste eest ja annab sileda pinna nn. kopaallak, millega sageli kaetakse just kummimootoriga mudellennukeid, sest sel lakisordil on väga nõrk pingutav toime ja ta ei tõmba mudellennuki osasid kaardu.

7. Kummi

Mudellennukite kummimootorid valmistatakse looduslikust või sünteetilisest kummist. Lintkummit turustatakse mitmesugustes värvitoonides: helekollast, punakaspruuni, tumepruuni, musta jne. Mudellennu tarbeks valmistatakse lintkummit ristlõigetega 1×1 , 2×2 , 3×1 ja 4×1 mm. Viimasel ajal valmistatakse rekordmudellennukitele ka ümmarguse ristlõikega kummit, mis kvaliteedilt ületab kandilise kummi. Kummi erikaal on $0,88 \text{ g/cm}^3$. Kummimootoriks kasutatav lintkummi peab olema ühtlase laiuse ja paksusega. Venitusel ei tohi tekkida lindi servadesse pragusid. Kummi venivus on küllaldane, kui ta pikeneb tugeval venitusel 7 korda oma esialgsest pikkusest. Edasi-

sel venitamisel aga peab kummi osutama tõmbele tugevat vastupanu. Venitusproovi läbiteinud kummi ei tohi olla veninud pikemaks kui $\frac{1}{6}$ oma esialgsest pikkusest.

Lintkummit säilitatakse talgiga kaetult puu- või papp- rulli ümber õhu- ja valguskindlas purgis. Kummi ei talu suuri temperatuuri kõikumisi. Madalal temperatuuril kaotab kummi elastsuse ja muutub ülivenivaks; kõrgetel temperatuuridel aga rabadaks.

8. Metallid

Alumiinium on pehme, hästi töödeldav kerge metall. Erikaal $2,6 \text{ g/cm}^3$. Alumiiniumi kasutatakse kronsteinide, liigendite, hoobade, mootori raamide ja kapottide valmistamiseks. Omal ajal prooviti alumiiniumist valmistada mudellennukite sõrestikke, kuid oma kalliduse ja keerukuse tõttu ei leidnud metallkonstruktsioon laiemat levikut. Mudellennuasjanduses kasutatakse peamiselt 0,2, 0,5, 1,0, 1,5 ja 2,0 mm paksust alumiiniumplekki.

Duralumiinium on alumiiniumile mõnede metallide lisamise teel saadud sulam. Duralumiinium on alumiiniumist tunduvalt tugevam, kuid rabadam; seetõttu kasutatakse teda mudellennukiehituses ainult erilist tugevust nõudvates kohtades.

Elektron on alumiiniumist veelgi kergem metallisulam. Erikaal $1,82 \text{ g/cm}^3$. Oma kerguse ja hea töödeldavuse poolest kasutatakse teda mudellennukite automaat- ja kaugjuhtimis-seadmete valmistamiseks.

Vaske kasutatakse vähesel määral laagripuksideks ja seibideks.

Terasplekk esineb mudellennuki konstruktsioonis väga harva ja ainult eriti suurt tugevust nõudvates kohtades.

Terastraat (klaverikeele traat) on tähtis materjal jõuallikaga mudellennukitel. Erikaal $7,86 \text{ g/cm}^3$. Väga elastne ja tugev. Mudellennukite ehitamisel kasutatavate terastraatide läbimõõdud on 0,2, 0,3, 0,5, 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 ja 3,0 mm. Terastraadist valmistatakse propellerite võllid, kummimootorite kinnituskonksud, telikute toed jne.

9. Abimaterjalid

Tselluloidi kasutatakse 0,2—2 mm paksuste lehtedena lennukimudelite kabiinide, rataste ja kütusepaakide valmistamiseks. Erikaal $1,4 \text{ g/cm}^3$.

Atsetoliini kasutatakse hea lahustusvõime tõttu tselluloidosade liimimiseks.

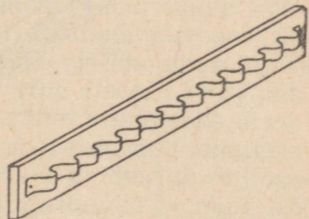
Aerokitti kasutatakse mudellennukite puitosade katmiseks enne värvimist.

IX. TÕORIISTAD

Mudellennusport ei nõua erilisi sisseseadeid ega abinõusid. Mudellennukeid võib edukalt ehitada kõige tavalisematest materjalidest ja väga väheste tööriistadega. Võimaluse korral aga peaks iga mudellendur hankima endale järgmised tööriistad:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| 1 vineerisae raam | 1 väike käsipuurmasin |
| 1 nuga | 1 lõiketangid |
| 1 poolümar viil | 1 lapiktangid |
| 1 puiduraspel | 1 ümartangid |
| 1 tapisaag | 1 peenikeste otstega pintsett |
| 1 lihvimisklots | 1 käärid |
| 1 liivapaber-viil | 1 pehme lai pintsell |
| 1 kõvasi | 1 piirituslamp |
| 1 väike raudhöövel | 1 terasjoonlaud, 50 cm |
| 1 peitel, 4 mm | 1 terasnurgik |
| 1 naaskel | 1 mõõdulint |
| 1 vasar, 100 g | 1 varbsirkel (supler) |
| 1 väikesed kruustangid | 1 jootekolb |
| 20—30 pesuklambrit | |

Tööriistad peavad olema mudellenduril käepärast ning otstarbekalt paigutatud. Hoolas mudellendur valmistab endale vineerist või laudadest tööriistakapi, kus igal tööriistal on kindel koht. Lihtne ja praktiline on tööriistade paigutamiseks lai liist, millele naeltega kinnitatakse painutatud plekiriba (joonis 74).



Joonis 74. Puitliistust ja plekiribast valmistatud tööriistahoidja.

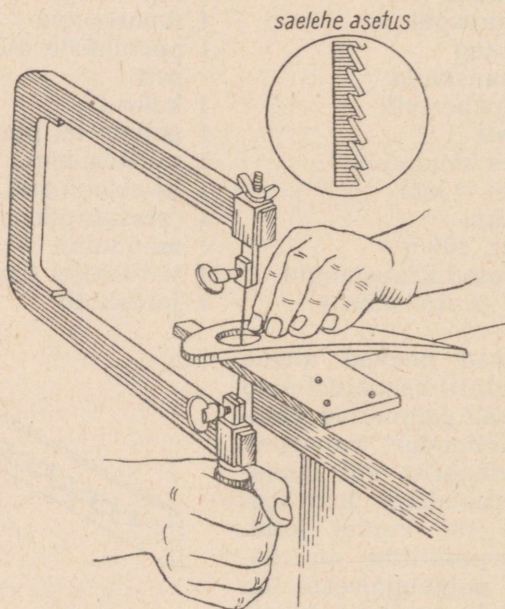
Tööriistad peavad olema alati korras ja puhtad; ühtegi tööriista ei tohi panna puhastamatult käest.

Tööriistade kasutamisel tuleb silmas pidada, et iga tööoperatsiooni puhul kasutataks õiget tööriista.

Üksikute tööriistade käsitlemisel ja hooldamisel järgida järgmisi näpunäiteid.

Vineerisae raam on mudellennukite ehitamisel kõige vajalikum tööriist. Vineerisae kinnitamisel raami külge peavad sae hambad olema suunatud raami pideme poole. Saag peab olema raami vahel pingul (näpuga tõmmates heliseb). Sae kinnituskruvid keeratakse kinni käega või vastava võtmega, mitte kunagi aga tangidega, sest tiibmutrid murduvad kergesti.

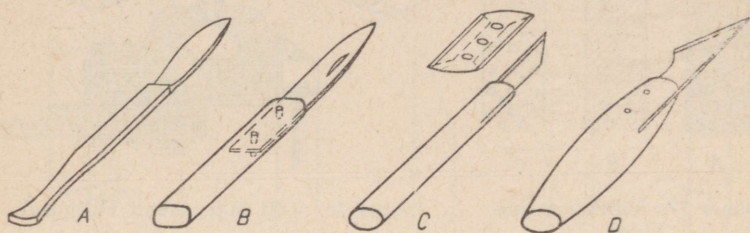
Saagimisel kasutatakse pitskruvi abil töölaua külge kinnitatavat aluslauda. Saeraami hoitakse risti aluslauale ja liigutatakse üles-alla kogu vineerisae pikkuses (joonis 75). Saagi ei tohi tugevasti vastu töödeldavat eset suruda, sest peened vineerisaed katkevad kergesti. Poolikud vineeri-



Joonis 75. Vineerisae raami õige asend saagimisel.

saed visatakse ära, sest on lihtsam muretseda uusi saage kui asendada kokkukooldunud raami. Pärast saagimise lõpetamist tuleb raam kohe pinge alt vabastada. Aegajalt õlitada kinnituskruvisid.

Nuga peab olema alati terav ja puhas. Otstarbekamaks on osutunud 4—5 cm pikkuse poolümara teraga nuga. Selliseid nuge, nn. „skalpelle“, (joonis 76 A) on müügil, kuid neid võib ka ise valmistada, varustades vana taskunoa tera puust pidemega (joonis 76 B). Sisemudel-



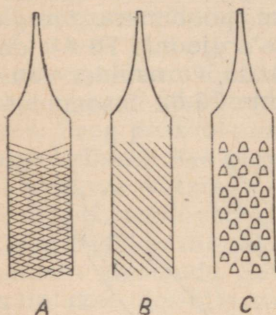
Joonis 76. Mudellennukite ehitamisel kasutatavaid nuge.

lennukite ehitamisel on soovitatav kasutada žiletiterast valmistatud nuga (joonis 76 C). Žiletitera tükeldatakse lapiktangidega ja varustatakse puust sidemega. Propellerite valmistamisel on mugav kasutada sirge lõiketeraga nuga, mille allosas on õõnsus pöidla jaoks (joonis 76 D). Nuga ei tohi kasutada kruvikeerajana või naelte kangutajana. Nii nuga kui ka teised terariistad asetatakse lauale pidevaga töötaja poole.

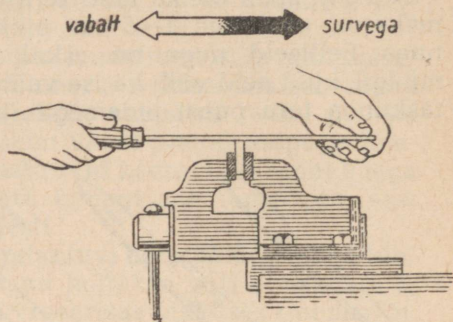
Viilid ja rasplid. Viilimisel peab kasutama materjalile sobivat viili. Metalliga jaoks kasutatakse teistsuguseid viile kui puidu viilimisel. Risthammastega viile (joonis 77 A) kasutatakse kõvade materjalide, nagu terase ja pronksi puhul, lihthammastega viile (joonis 77 B) pehmemate materjalide, nagu puidu ja tina viilimiseks. Rasplid (joonis 77 C) kasutatakse samuti pehmemate materjalide jämedal töötlemisel. On tähtis, et puiduviile ei kasutataks metalli viilimiseks, sest siis nürinevad hambad kiiresti ja viil muutub puidu töötlemiseks kõlbmatuks. Viilimisel hoitakse viili 90°-lise nurga all töödeldavale esemele (joonis 78), ning viili juhtimine peab toimuma ühes tasapinnas. Kõik rasplid ja viilid peavad olema varusta-

tud pidemetega. Pärast tööd puhastatakse ummistunud viilid traatharjaga.

Tapisaag. Jämedamate saagimistöode puhul kasutatakse vineerisae asemel tapisaagi. Tapisaaga saetakse



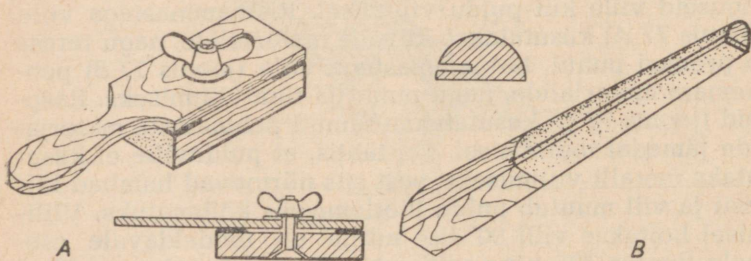
Joonis 77. Viilihammaste tüüpe.



Joonis 78. Viili õige asend viilimisel.

välja nina- ja täiteklotsid ning poolitatakse jämedamad liistud. Saagimisel surutakse saag kergelt vastu töödeldavat eset ja liigutatakse täpselt saetee suunas. Saagi ei tohi painutada, kuna siis võib ta kaarduda ega võimalda enam täpset tööd.

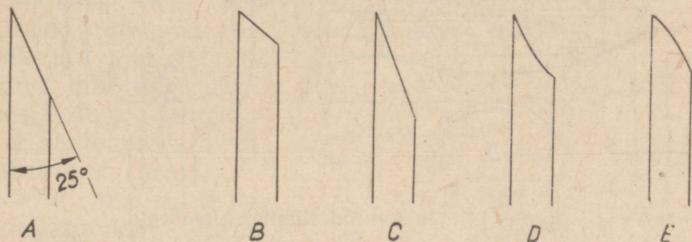
Lihvimisklots ja liivapaber-viil on väga mitmekesise kasutamisevõimalusega tööriistad. Olenevalt liivapaberi numbrist võib nendega teostada jämedamaid või peenemaid lihvimis- ja viilimistöid. Lihvimisklotsi ja liivapaber-viili valmistame ise puust ja liivapaberist. Viili poolümara kuju tõttu võib temaga töödelda mitmesugu-



Joonis 79. Lihvimisvahendeid: A) Lihvimisklots. B) Liivapaber-viil.

seid pindu. Lihvimisklotsil kinnitatakse liivapaber servadega klotsi ja pidemeplaadi vahele. Liivapaberi vahetamiseks keeratakse klotsi kinnitav mutter lahti. Liivapaberiviilil kinnitatakse liivapaber kiilukesega pilusse viili kehas.

Höövvel ja peitel. Uhegi teise tööriistaga töötades ei olene töö kiirus ja puhtus niivõrd tööriista hooldamisest, kui hõövli ja peitli puhul. Seda tuleb eriti silmas pidada teritamisel. Hõövli ja peitli lõikenurk peab olema keskmiselt 25° ja tera täiesti sirge (joonis 80).



Joonis 80. Õigesti ja valesti teritatud hõövliterasid: A) Õige nurk. B) Liiga nürri nurk. C) Liiga terav nurk. D) Nõrgusaks lihvitud tera. E) Kumeraks lihvitud tera.

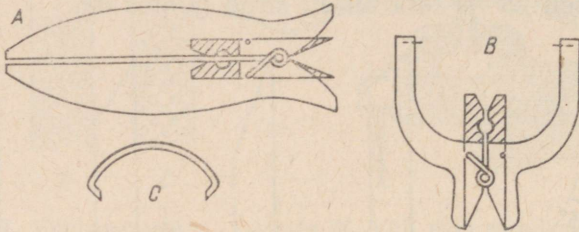
Naaskli võib valmistada iga mudellendur ise, kinnitades kotinõela külge puust pideme. Soovitav on valmistada 2—3 erineva jämeduse ja pikkusega naasklit.

Muude tööriistade käsitsemine ja hooldamine. Kääridega lõigatakse ainult paberit ja riiet. Plekki, tina ja vineeri lõigatakse plekikäärtega. Kuni 2-millimeetrise vineeri lõikamiseks on olemas eri käärid. Juhuslikult liimiga määrduvad terad tuleb otsekohe puhastada.

Jämeda traadi lõikamisel lõiketangidega asetatakse traat võimalikult terade keskaika. Traati ei tohi lõikamisel painutada, sest tangide karastatud terasest lõiketerad võivad kergesti murduda. Kõik tangid peavad käima kergelt; selleks on vaja neid aeg-ajalt õlitada. Vasarad peavad olema tugevasti varre külge kinnitatud. Et kruustangide keere oleks kerge käiguga, tuleb neid enne kasutamist õlitada ning mõned korrad kinni ja lahti keerata. Kruustangide põski ei tohi kasutada alasina; selleks on kruustangidel põskede taga plaadike.

Abitööriistad

Liimimisklambrid. Mudellennukite sõrestikude kokkupanekul puuduvad sageli kohased liimimisklambrid. Pesuklambreid ei saa igal pool kasutada nende väikese haardeulatuse tõttu; küll aga võime pesuklambrite haardeulatust suurendada omavalmistatud põskedega (joonis 81 A ja B). Põsed lõigatakse välja vineerist ning

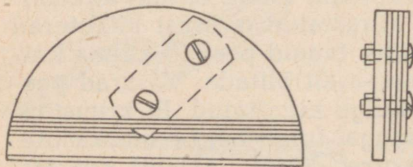


Joonis 81. Omatehtud liimimisklambreid.

kinnitatakse pesuklambrite külge naelte ja liimiga. Joonisel 81 A toodud liimimisklambreid kasutatakse peaaesjalikult tiiva sõrestiku kokkuliimimisel kui ka kere ribide ja ninaklotsi paigaldamisel. Põskede otstesse lüüakse peata vineerinaelad, mis väldivad klambri libisemist sõrestikul. Joonisel 81 B kujutatud liimimisklambreid kasutatakse juhul, kui pesuklambri haardeulatatus jääb väikeseks. Klambrite valmistamisel tuleb pesuklambrite joonisel viirutatud osad ära saagida.

Joonisel 81 C on näidatud 2–3 mm paksusest terastraadist klambri kuju.

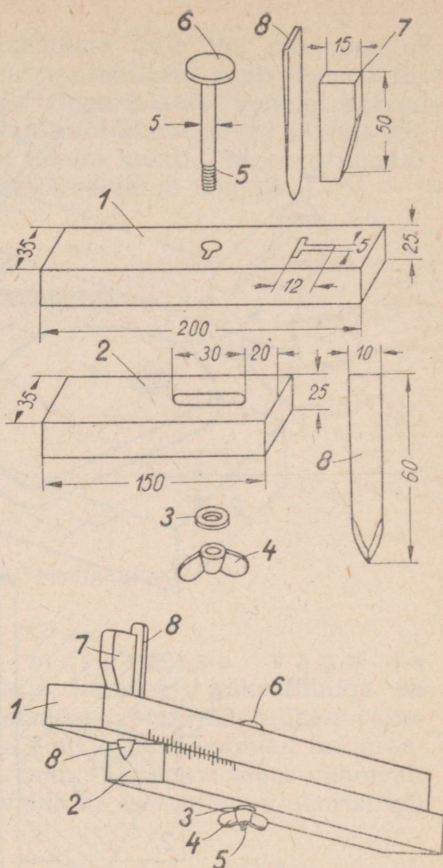
Liistulõikaja. Sisemudellennukite ehitamisel vajaliku tööriista — liistulõikaja võib valmistada 1 mm paksuse vineeri jäätmeist. Nagu jooniselt 82 näha, koosneb liistulõikaja poolringikujulistest vineeriplaadikes- test, mis on ühendatud kahe montaažikruvi abil. Kuna äärmine plaat jookseb liistu lõi-



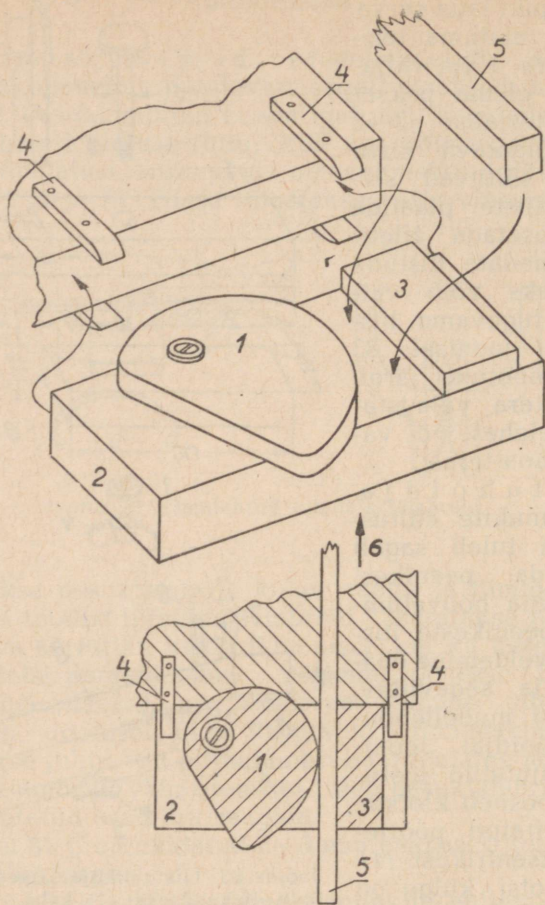
Joonis 82. Liistulõikaja peente liistude lõikamiseks.

kamisel piki laua serva, peab see ulatuma teistest umbes 1 cm välja poole ja olema paksemast materjalist (2—3 mm). Lõigatava liistu mõõdud sõltuvad sellest, milliste plaatide vahele asetada žiletitera. Jämedate liistude lõikamiseks võib valmistada tugevama liistulõikaja joonisel 83 toodud mõõtude järgi. Lõikaja tera valmistatakse saelehest või vana taskunoa terast.

Liistuhoidja. Mudellennukite ehituspraktikas tuleb sageli hõõveldada peenikesi liiste. Kuna hõõvelpinnil on peenikeste liistude hõõveldamine ebamugav ja aegaviitev, kasutavad mudellendurid liistuhoidjat. Joonisel 84 kujutatud liistuhoidja koosneb klotsile (2) kinnitatud pöörlevast ekstsentriskust (1). Sama klotsi külge on naeltega kinnitatud piiraja (3). Hõõveldatav liist (5) asetatakse ekstsentriku ja piiraja vahele. Hõõveldamisel tõmbab hõõvel liistu noolega näidatud suunas (6), kuid liist omakorda pöörab ekstsentriku, mis surub ta vastu piirajat ega lase paigalt libiseda. Pärast hõõveldamist tõmmatakse liist klambri vahelt välja hõõveldamisele vastupidises suunas. Liistuhoidja kinnitatakse laua serva külge käppade (4) vahele. Liistuhoidja valmistamisel teha klots täpselt lauaplaadi paksune.



Joonis 83. Liistulõikaja jämedate liistude lõikamiseks: 1) keha, 2) juhtplaat, 3) seib, 4) tiibmutter, 5) kinnituskruvi keere, 6) kinnituskruvi, 7) kiil, 8) tera.

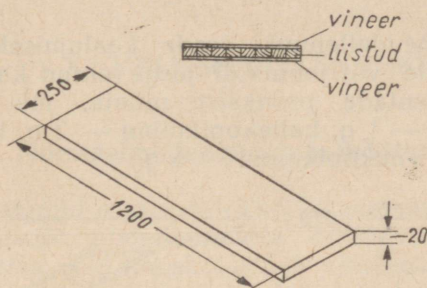


Joonis 84. Liistuhoidja.

Muud varustust

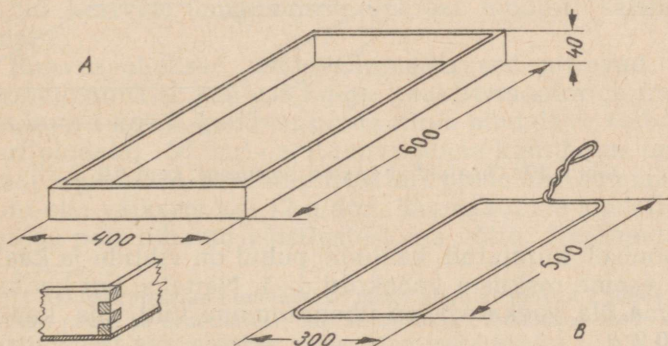
Montaažilaud. Peale tööriistade kuulub mudellennukite ehitamiseks vajaliku varustuse hulka veel montaažilaud, millel valmistatakse mudellennuki sõrestik. Montaažilaua mõõdud peavad olema vähemalt $20 \times$

× 250 × 1200 mm. Montaažilaua võib iga mudellendur endale ise valmistada. Hea montaažilaua saab siis, kui liimida kahe 4 mm paksuse vineeriplaadi vahele kuivad 10 × 10 mm paksused männi- või kuuseliistud (joonis 85). Selline laud on tugev ega tõmbu kaardu. Montaažilauaks sobib ka tavaline siledakshööveldatud lauaots.



Joonis 85. Montaažilaud.

Mikrofilmi valmistamise vann ja raam. Sisemudellennukite katmisel mikrofilmiga on tarvilik mikrofilmi valmistamise vann, mõõtudega vähemalt 400 × 600 mm. Selleks otstarbeks sobivad fotograafias kasutatavad ilmutusvannid, sügavusega vähemalt 40 mm. Vanni võib valmistada ka ise: puust, vineerist või

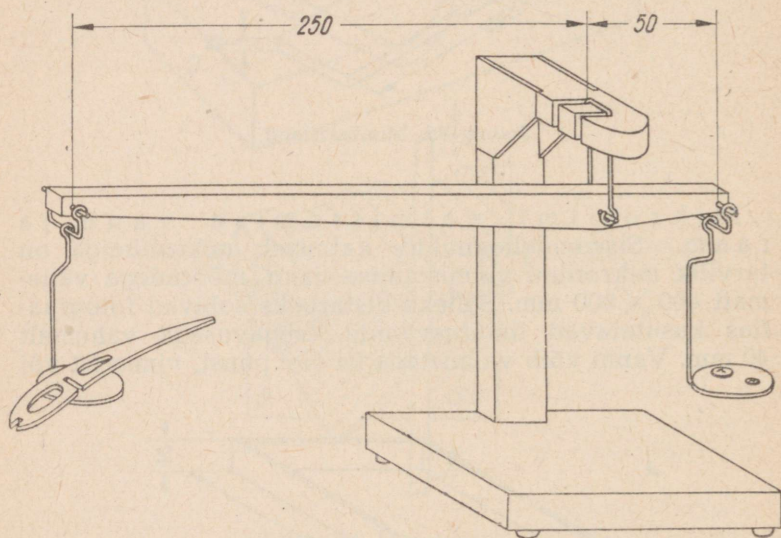


Joonis 86. Mikrofilmi vann (A) ja raam (B).

plekist. Puust või vineerist vann tuleb seestpoolt katta parafiini, vaha või nitrolakiga.

Raam painutatakse 2,5—3 mm paksusest alumiinium- või vasktraadist. Raamile antakse täisnurkne kuju ja varustatakse pidemega. Hea kui on varuks mitu raami, sest sisemudellennukite osade katmisel läheb vaja mitmesuguse suurusega mikrofilmi tükke. Kõige suurema raami mõõdud peavad olema 100—120 mm väiksemad vanni mõõtudest.

Kaalud. Mudellennuki osade kaalumiseks kasutatakse kirjakaale või joonis 87 järgi tehtud kaale. Vihtidena võib kasutada pronksist münste, mis kaaluvad: ühekoopikaline — 1 g, kahekoopikaline — 2 g, kolmekoopikaline — 3 g, viiekoopikaline — 5 g.



Joonis 87. Omatehtud kaalud täpsusega kuni 0,2 g.

Joonisel kujutatud kaalude puhul on vihtide ja kaalutava eseme raskuste vahekord 5 : 1. Näiteks, kui kaalude lühema õla vaekausil on ühegrammine viht, siis kaalub ese 0,2 g.

X. VALISMUDELLENNUKID

1. Normaalmudellennukite mõõtude valik

Mudellennuki eskiisprojekti* koostamisel peab teadma valmistatavale mudellennukile esitatavaid põhinõudeid ning oskama neid kooskõlastada võistlusmäärustega.

Lennu- ja mudellennuasjanduses on kaasajal levinuim ülatiivaline monoplaan** kui aerodünaamiliselt soodsaim ja konstruktsioonilt lihtsaim skeem. Ülatiivalisel mudellennukil asub raskuskese allpool tiiba, andes seega mudelile hea kaldpüsivuse. Ka on kere peale asetatud tiiba lihtne ehitada nihutatavana, mis hõlbustab mudeli reguleerimist.

Mudellennukite osad püütakse kujundada võimalikult lihtsatena, sest keerukad vormid toovad kaasa konstruktsiooni raskenemise ja aerodünaamilise kuju halvendamise. Enamik kaasäegsetest mudellennukitest on arvestatud kestvale lauglemisele (pärast mootori seismajäämist).

Rahvusvahelised mudellennumäärused piiravad välismudellennukite kaalu 5 kg-ga (reaktiivmootoriga mudelitel kuni 1 kg) ja kandvat pinda (tiiva pindala + stabilisaatori pindala) 150 dm²-ga. Kandva pinna koormatus (mudeli kaal jagatud tiiva ja stabilisaatori pindalade summale) ei tohi olla väiksem kui 12 g/dm². Skemaatiliste mudellennukitega pole lubatud võistlustest osa võtta. Keremudellen-

* Eskiisprojektiks nimetatakse mudellennuki joonist kolmes vaates (kõlg-, pealt- ja eestvaates), millelt on näha tähtsamate osade suhted. Eskiisprojekt valmistatakse vähendatud mõõdusuhtes 1 : 2,5, 1 : 5 või 1 : 10 ning selle järgi tehakse hiljem üksikasjaline joonis.

** Monoplaan on ühe tiivaga lennuk või mudellennuk.

nukite kere ristlõike minimaalne pindala (võetud kere jämedaimast kohast) määratakse järgmiste valemitega:

$$1) \text{ purimudellennukitel } S_k = \frac{S + S_s}{100}$$

$$2) \text{ mootormudellennukitel } S_k = \frac{S + S_s}{80}$$

milledest S_k = kere ristlõike pindala

S = tiiva pindala

S_s = stabilisaatori pindala

Valemities on kõik pindalad ruutdetsimeetrites.

Projekteerimisel tekib sageli üsna suuri raskusi. Näiteks on soovitav, et mudeli kere oleks ümmargune või ovaalne, kuid niisugust keret on keerukas valmistada ja see kipub tulema liiga raske. Siin peab mudellendur ise leidma sobiva lahenduse, lähtudes eesmärgist: ehitada võimalikult heade lennuomadustega mudellennuk väheses materjalikulu ja lühikese tööajaga.

Lihtsaim mudellennukite arvutus on rajatud mudeli mõõtude sõltuvusele põhimõõdust — tiiva ulatusest. Allpooltoodud andmed on koostatud parimate lennuomadustega mudelite konstruktsioonide analüüside põhjal. Tuleb märkida, et mõõdud kujutavad endast keskmisi suurusi ja neid võib projekteerimisel muuta 10—15% piires.

Purimudellennukid. Purimudellennuki konstrueerimisel tuleb suunata kõik püüdlused väikese vajumiskiiruse saavutamisele, sest võistlustel osutub parimaks mudel, mis kõrgstardist, s. o. umbes 80 m kõrguselt, lendab kõige kauem. Ainult väikese vajumiskiirusega mudelile tulevad märgatavalt kasuks ka nõrgad tõusvad õhuvoolud, pikendades lennuaega. Ka lennukõrguse ja -kauguse otsustab vajumiskiirus, sest ühesuguse vertikaalkiirusega tõusvas õhuvoolus tõuseb väikese vajumiskiirusega mudel kiiremini ja saavutab suurema kõrguse kui suurema vajumiskiirusega mudel. On loomulik, et kõrgemale tõusnud mudel lendab ka kaugemale.

Mõned mudellendurid hindavad ekslikult purimudellennuki väärtust ainult lauglemissuhte järgi. See ei ole õige. Hea lauglemissuhtega kiire purimudellennuk võib küll väikeselt kõrguselt lennata kaugele, kuid laskuda seejuures tunduvalt kiiremini kui halvema lauglemissuhtega aeglane mudel, mille vajumiskiirus on väiksem.



Joonis 88. Tüüpiline purimudellennuk. Konstruktor M. Kutser.

Mudellennuki vajumiskiirus sõltub aerodünaamilisest väärtusest ja lennukiirusest. Mida suurem on mudeli aerodünaamiline väärtus ja väiksem lennukiirus, seda väiksem on ka vajumiskiirus. Aerodünaamiline väärtus aga on pöördvõrdeline mudeli rindtakistusega. Tähendab, selleks et saada võimalikult väiksema vajumiskiirusega mudellennukit, peab mudeli konstrueerimisel vähendama kõigi osade rindtakistust miinimumini.

Alustame kerega. Kere ristlõige võetakse projekteerimisel nii väike, kui määrused seda vähegi lubavad ning kerele antakse sujuv sümmeetriline voolujooneline kuju. Kõik mudeli mehhanismid, kinnitussõlmed ja konstruktsiooni osad peavad olema kere katte all. Kere sõrestik peab olema valmistatud puhtalt, et pärast kate pingutamist ei jääks kerele sõrestiku osade väljaulatuvaid kühme. Purimudellennukeid tasub viimistleda äärmise peensuseni, nagu näiteks valmistada seest õõnestatud ovaalsed või ümmargused pärnapuust kered, sissetõmmatav stardikonks jne. Takistuse vähendamise eesmärgil ei kasutata purimudellennukeil ratastega telikut; maandu-

misseadmeks on kere põhja alla liimitud õhuke bambussusk.

Takistuse vähendamisel peetakse silmas ka tiibade konstruktsiooni, eriti tiiva ja kere ühenduskohti, kus ei tohi olla mingeid pilusid ega konarusi. Samad nõuded kehtivad ka stabilisaatori ja kiilu kohta.

Mudeli aerodünaamilist väärtust suurendab stabilisaatori asetamine kiilu peale või tagaserva külge. Purimudellennuki kate peab olema oskuslikult pingutatud, ilma kortsudeta ja võimalikult siledaks lakeeritud.

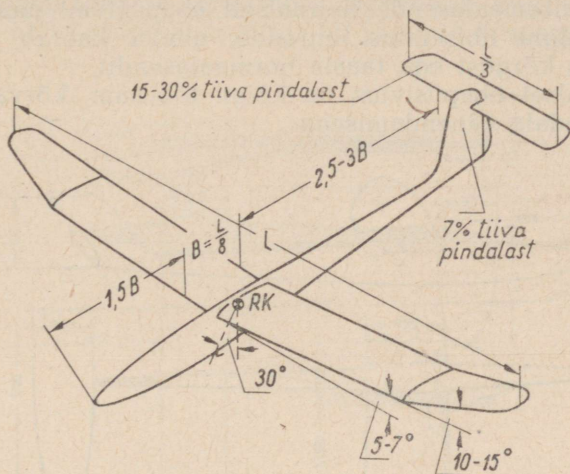
Mudellennuki lennukiirus oleneb tiivakoormatusest. Tiivakoormatuse vähendamiseks kasutatakse ebasümmeetrilise profiiliga stabilisaatorit, s. t. antakse stabilisaatorile tasakumer või nõguskumer profiil. Stabilisaator kinnitatakse mudelile seadenurgaga, mis on veidi väiksem tiiva seadenurgast. Kandva stabilisaatori puhul peab meeles pidama, et tiiva ja stabilisaatori profiilid ning seadenurgad omavahel sobiksid. Sobivad profiilipaarid on: tiiva profiil RAF 32 1,5—2,5°-lise seadenurgaga, stabilisaatoril Clark Y 0—0,5°-lise nurgaga; tiiva profiil B 10 305 2,5—5°-lise seadenurgaga, stabilisaatoril B 3 357 0,5—2°-lise nurgaga. Stabilisaatoril võib kasutada ka sama profiili mis tiivalgi, muutes selle kumerust veidi väiksemaks ja profiili üldiselt õhemaks (profiilid seeriast B, N 60, G 301, MVA 123, MVA 344 jne.). Sümmeetrilistest profiilidest kasutatakse stabilisaatoril: c/b 1 : 10, NACA 0009 jne.

Tiivakoormatus oleneb kandvast pinnast ja mudeli kaalust. Et saavutada minimaalset koormatust, s. o. 12 g/dm², valmistatakse kõik mudeli osad nii kerged kui vähegi võimalik.

Purimudellennuki omadusi mõjutavad veel tema mõõdud ja suhted. Tiiva ulatus peab olema võistlusmudelitel vähemalt 1300—1400 mm; soovitav 1500—2000 mm piires. Üle 3000 mm pikkusi tiibu ei ole enam kasulik ehitada, sest suur tiiva ulatus raskendab mudeli startimist ning mõjub nõrgendavalt konstruktsioonile. Tiiva külgsuhe võetakse 8—12. Väikese tiivaulatusega mudelitel kasutatakse õhemaid, suurema tiivaulatusega mudelitel paksemaid profiile.

Stabilisaatori pindala on 15—30% tiiva pindalast. Külgsuhe võetakse tunduvalt väiksem kui tiival (keskmiselt 4—6). Stabilisaatori kaugus tiivast valitakse selline, et

pikipüsivuse koefitsient* oleks 1,0—1,3. Kiilu pindala on 6—8,5% tiiva pindalast ning kõrgus tavaliselt 2—4 korda suurem kiilu keskmisest laiusest.



Joonis 89. Purimudellennuki suhted.

Mudeli kere pikkus olgu 60—75% tiiva ulatusest. Tiib paigutatakse mudeli ninast 30—35% kere pikkuse kaugusele.

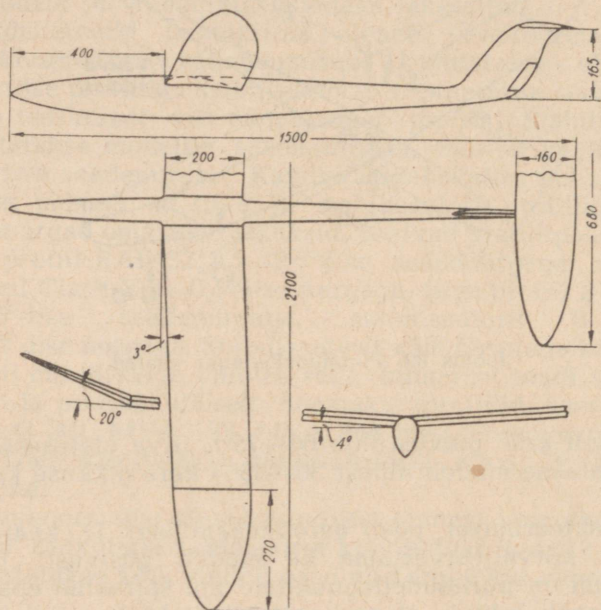
Projekteerimisel peab aerodünaamiliste ja kaaluliste nõuete kõrval arvestama ka mudeli püsivust. Kõige ohtlikum on purimudellennukitele nn. spiraalne ebapüsivus. Sageli juhtub, et esimesel pilgul hästi reguleeritud mudel lendab algul korralikult, kuid tasakaalu kaotusel ei välju enam pöörangust, vaid, suurendades kallakut, suunab nina alla ja kaotab järsult kõrgust. Nähtus võib olla põhjustatud tiiva või kiilu kiivatõmbumisest või korras mudeli puhul — spiraalsest ebapüsivusest.

Spiraalse ebapüsivuse põhjustajaks on liiga suure pindalaga kiil tiiva väikese V-kuju juures. Seda liiki ebapüsivust seletatakse järgmiselt. Mingi välisjõu mõjul mudel kaldub ja hakkab libisema allalangenud tiivapoole suu-

* Graafik pikipüsivuse koefitsiendi arvutamiseks on toodud peatükis „Mudellennukite arvutus graafikute abil“.

nas. On mudel hea kaldpüsivusega, s. t. on valitud õigesti kere külprojektsioon, tiiva asetus ja V-kuju ning kiilu pindala, siis mudel, muutnud veidi lennusuunda, taastab kiiresti normaalasendi. Spiraalselt ebapüsivail mudelitel aga esialgne libisemine suureneb, mudel kaotab järsus spiraalis kõrgust ega taasta normaalasendit.

Spiraalset ebapüsivust on kõige tõhusam kõrvaldada kiilu pindala vähendamisega.

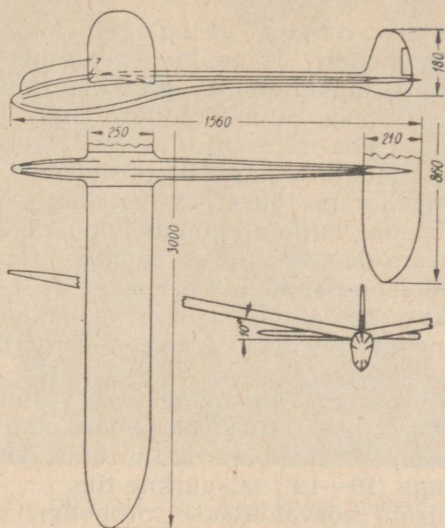


Joonis 90. Hea aerodünaamilise kujundusega purimudellennuk. Tiiva pindala $38,5 \text{ dm}^2$; stabilisaatori pindala $11,5 \text{ dm}^2$; lennukaal 600 g; pinnakoormatus 14 g/dm^2 ; tiiva profiil — nõguskumer.

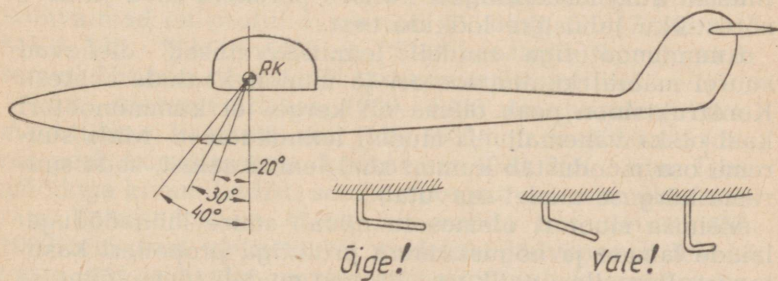
Purimudeli startimisel oleneb saavutatav kõrgus palju stardikonksu asendist. Tavaliselt paigutatakse konks nii, et nurk raskuskeset läbiva vertikaali ja konksu raskuskeskmega ühendava sirge vahel oleks 30° . Praktika on näidanud, et ei tee halba veel kahe konksu asetamine kere alla, millest üks oleks umbes 20° -lise ja teine 40° -lise

nurgaga. Stardikonksuga ühendatakse automaat, mis pööneb lauglennul mudeli ringlema.

Purimudellennuki konstrueerimisel tuleb pöörata erilist tähelepanu tiiva ja kere esiosa tugevusele. Stardil tõuseb mudel nõõri otsas järsu nurga all ja suure kiirusega, mille



Joonis 91. J. Sokolovi rekordpurimudellennuk. Tiiva pindala 15 dm^2 ; lennukaal 1050 g ; pinnakoormatus $12,3 \text{ g/dm}^2$; tiiva profiil — nõguskumer.



Joonis 92. Stardikonksu asukoha määramine ja konksu kuju.

tõttu kasvab ülekoormus kuni 6-ni, s. t. mudeli tiib peab vastu pidama 6-kordsele mudeli kaalule. Nii tiivapoolte kinnitus kere külge kui ka tiiva sõrestik peavad olema tunduvalt tugevamad kui teistel mudelitüüpidel. Kere esi-osa tugevus peab olema küllaldane maandumistõugete vastuvõtmiseks.

Kummimootoriga mudellennukid. Kummimootori, propelleri ja teliku olemasolu muudavad kummimootoriga mudellennuki projekteerimise keerukamaks, kui see oli eelmise mudelitüübi puhul. Kummimootoriga mudel ei pea mitte üksnes hästi lauglema, vaid peab olema ka mootorlennus hea püsivusega. Suure läbimõõduga propeller ja võimas kummimootor põhjustavad tugeva reaktsiooni, mille mõjul mudel püüab kalduda propelleri pöörlemisele vastupidises suunas. Propelleri tugev tõmme tekitab lennu algul kabreerimisohu. Teliku olemasolu, samuti ka pärast kummimootori mahakäimist seismajäänud propeller vähendavad mudeli aerodünaamilist väärtust.

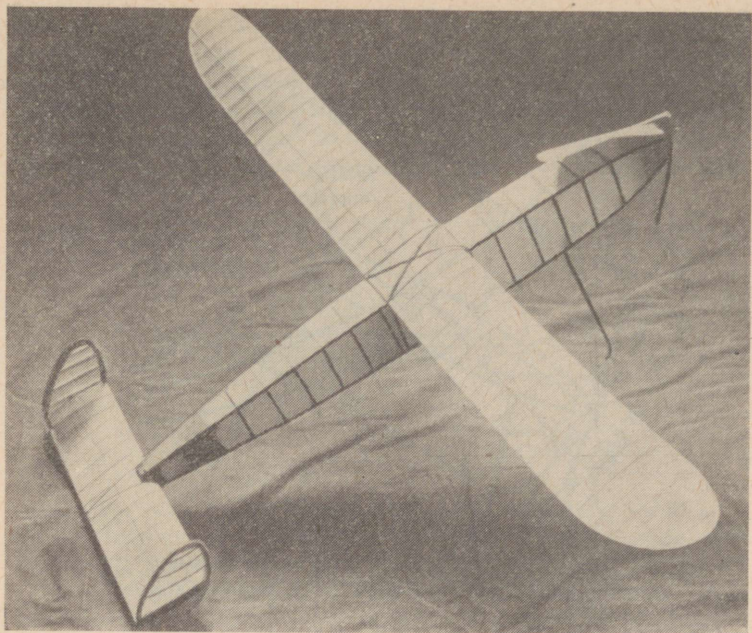
Propellerireaktsiooni vähendamiseks kallutatakse propelleri võll mudeli pikiteljest propelleri pöörlemissuunas $1,5-3^\circ$ kõrvale. Reaktsiooni mõju aitab vähendada ka suure V-kujuga ($10-12^\circ$) täisnurkne tiib.

Kabreerimisohu kõrvaldatakse propelleri võlli suunamisega $2-6^\circ$ mudeli pikiteljest allapoole. Osaliselt vähendatakse kabreerimisohu ka suure pindalaga stabilisaatori abil.

Suurema püsivuse saavutamiseks asetatakse tiib mõnikord kere kohale tugede otsa. Tavaliselt kinnitatakse aga tiib kummilindiga otse kere peale, sest see moodus on lihtsam ning maandumisel kaitseb paremini tiiva ja kere sõrestikku juhuslike löökide eest.

Kummimootoriga mudeli lennusaavutused olenevad suurel määral kummimootori ja mudeli kaalude suhtest. Konstruktsioon peab olema nii kerge, et kummimootori kaal oleks vähemalt $\frac{1}{3}$ mudeli lennukaalust. Mida suurema osa moodustab kummi kaal lennukaalust, seda suurema kõrguse mudel saavutab.

Võimsa mootori olemasolu nõuab suure läbimõõduga laiade labade ja nõguskumera profiiliga propelleri kasutamist. Propelleri valikust sõltuvad mudeli tõusuvõime ja lennukestus. On soovitatav, et pärast mootori mahakäimist propelleri labad klapiksid taha või propeller läheks üle



Joonis 93. Tüüpiline kummimootoriga mudellennuk.

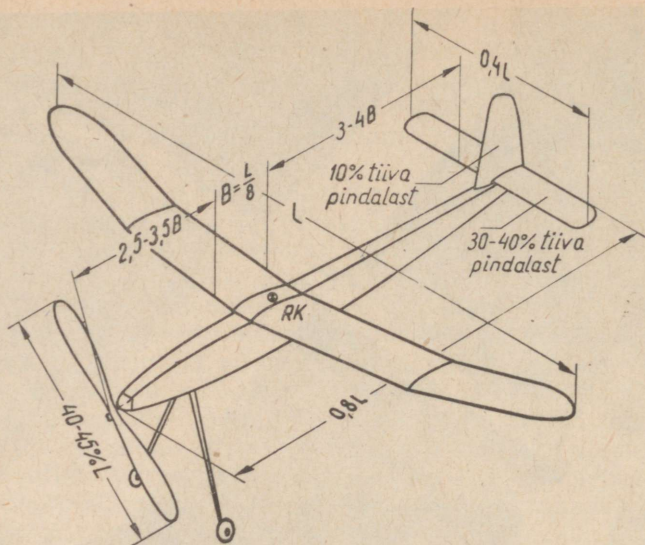
vabajooksule, s. t. oleks lahutatud kummimootorist. Mõlemal juhul väheneb takistus tunduvalt, parandades lauglemisel mudeli aerodünaamilist väärtust.

Väikese vajumiskiiruse saavutamiseks lauglennul antakse stabilisaatorile ebasümmeetriline profiil.

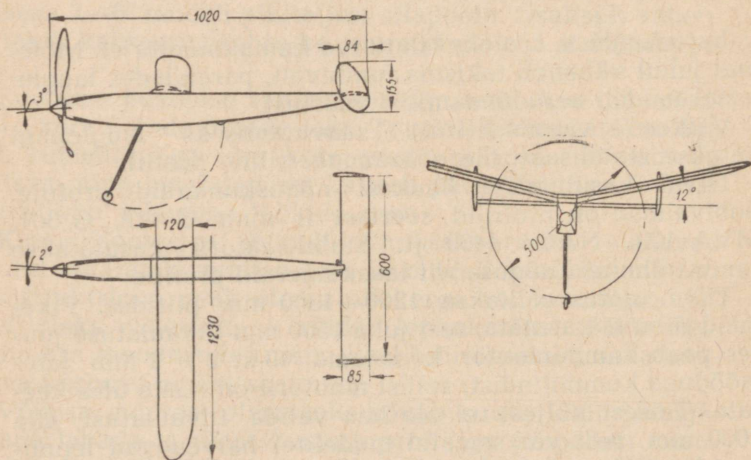
Tiival kasutatakse õhukesti nõguskumeraid profiile. Sobivaimad on profiilid seeriast B ning G 417, G 301, MVA 123, NACA 4409 jt. Stabilisaatoril kasutatakse samuti õhukesti nõgus- või tasakumeraid profiile.

Tiiva ulatus valitakse 1200—1300 mm piirides. Pikemaid tiibu ei kasutata, sest juba 1500 mm tiivaulatuse juures peab kummimootor koosnema 40-st 2×2 mm läbimõõduga kummilindist; sellist mootorit on raske üles keerata. Teisest küljest ei ole hea valida tiivaulatust alla 1000 mm, sest väiksematel mudelitel halvenevad lennumomadused ja nende reguleerimine muutub keerukamaks. Tiiva külgsuhe on soovitav valida 8—10 piires.

Stabilisaatori pindala on 30—40% tiiva pindalast. Sta-



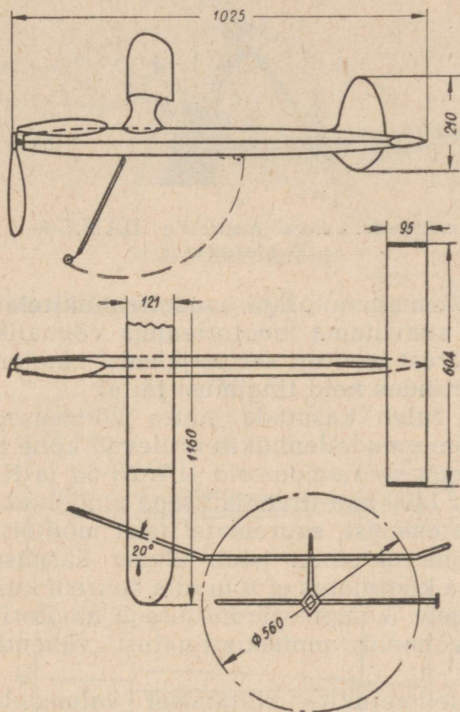
Joonis 94. Kummimootoriga mudellennuki suhted.



Joonis 95. Hea aerodünaamilise kujundusega kummimootoriga mudellennuk.

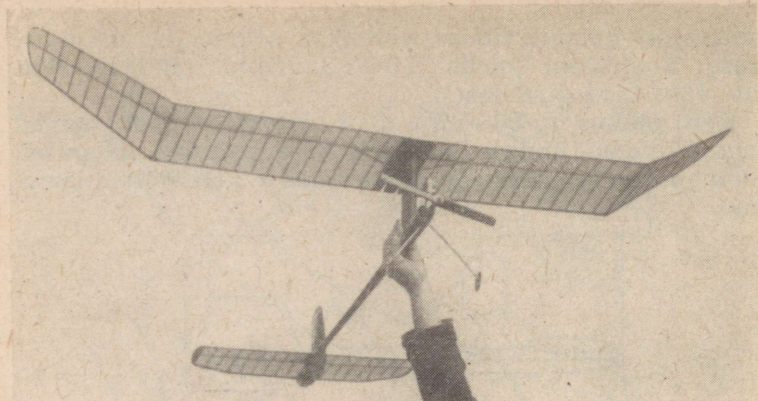
bilisaatori kaugus tiivast valitakse selline, et pikipüsi-
vuse koefitsient oleks 1,0—1,3. Kiilu pindala olgu
10—15% tiiva pindalast.

Kere pikkus on 80—95% tiiva ulatusest; tiivad asuvad
mudeli ninast umbes 30—40% kere pikkuse kaugusel.
Suunapüsi- vuse suurendamiseks tehakse kere küljed lame-
dad.



Joonis 96. V. Matvejevi kummimootoriga
mudellennuk. Tiiva pindala 14 dm²; sta-
bilisaatori pindala 5 dm²; lennukaal
236 g; tiiva profiil — nõguskumer.

Taimermudellennukid. Taimermudellennukid
on kolbmootoriga mudelid, millede mootori tööaega piira-
takse 10—20 sekundile. Mootor jääb seisma automaat-
lülilija abil või seetõttu, et paaki on kallatud piiratud hulk
kütust.



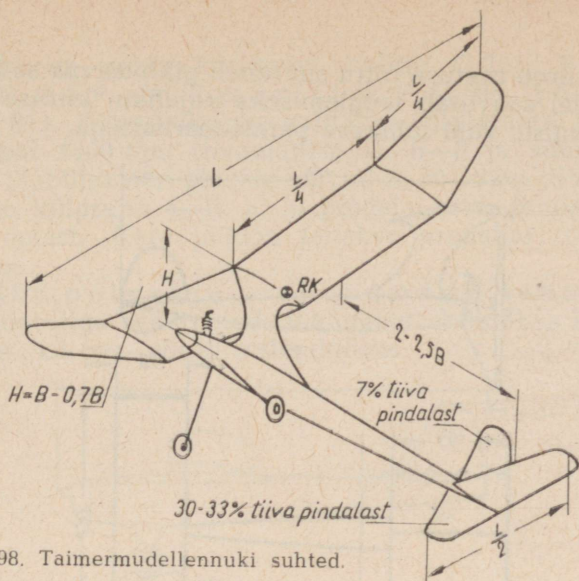
Joonis 97. Taimermudellennuk mootorile ЦАМЛ-50. Konstruktor T. Mardna.

Sarnaselt kummimootoriga mudellennukitele peab ka taimermudel saavutama mootorlennus võimalikult suure kõrguse ja pärast mootori seismajäämist lauglema võimalikult kaua. Kuidas neid tingimusi täita?

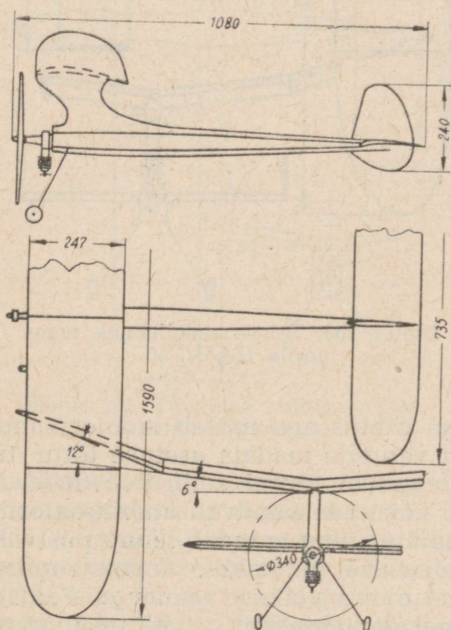
Kõigepealt tuleb kasutada suure võimsusega kerget mootorit. Taimermudellennukitel tulevad kõne alla kompressioonsüütega seeriamootorid ЦАМЛ-50 ja K-16. Väiksematel, kuni 1400 mm tiivaulatusega mudelitel, on soovitatav kasutada esimest, suurematel teist mootoritüüpi.

Mudeli konstruktsioon peab olema äärmiselt kerge. Kandva pinna koormatus ei tohi olla suurem kui 15 g/dm^2 . Kaalult kergete kompressioonsüütega mootorite kasutamisega on võimalik pinnakoormatust vähendada isegi kuni 12 g/dm^2 -ni.

Taimermudellennukite ehitamisel valmistab peamist raskust küllaldase püsivuse saavutamine mootorlennus ja lauglemisele üleminekul. Tõusul töötab mootor maksimumaalpööretega ja propelleri tõmme ületab mõnikord isegi mudeli kaalu. Parimatel taimermudelitel; mis tõusevad horisondi suhtes kuni 70° nurgaga, ei tasakaalusta mudeli raskust mitte tiival tekkiv tõstejõud, vaid peamiselt mootori tõmme. Edasiliikumise kiirus on tõusul niivõrd väike, et mootori seismajäämisel jääb mudel momendiks õhku „rippuma“. Selleks, et mudel läheks üle lauglemisele võimalikult väikese kõrgusekaotusega, asetatakse tiivad kõrgele kere kohale erilise pealisehituse — pülooni — otsa.

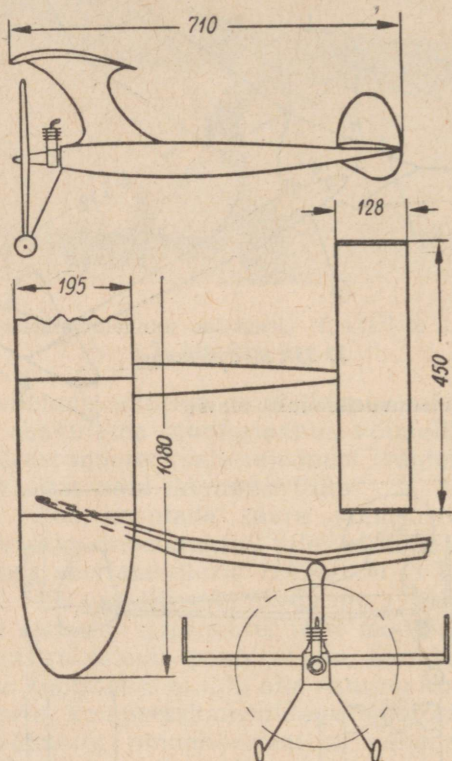


Joonis 98. Taimermudellennuki suhted.



Joonis 99. Taimermudellennuk mootorile K-16.

Tiiva kõrge asetuse tõttu suureneb pikipüsivus sedavõrd, et mudel saavutab lauglemiseks vajaliku kiiruse mitte pikeerimise, vaid lühikese parašüteerimisega.



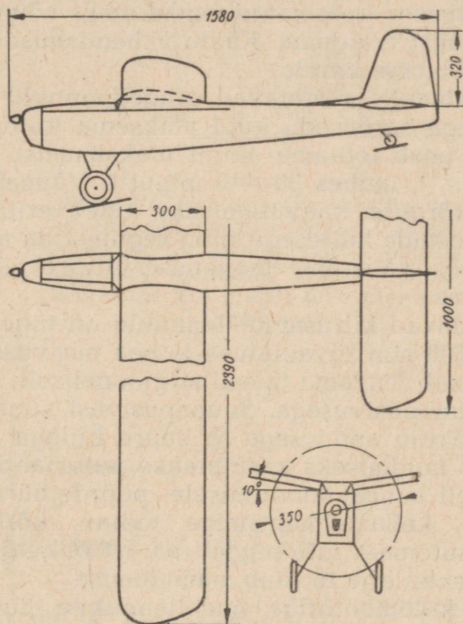
Joonis 100. Taimermudellennuk mootorile ЦАМЛ-50.

Tiiva kõrge asetuse aga mõjub mootorlennus ebasoodsalt. Mootori veotelje madala asetuse tõttu tõstkeskme suhtes püüab mudel tõusul selili pöörduda. Selle vältimiseks tuleb kasutada kandvat stabilisaatorit, mis nagu „upitab“ saba üles ning muudab lennu püsivaks.

Mootori võimsuse paremaks ära kasutamiseks tõusul peab propeller olema väikese sammuga. Takistuse vähendamiseks ning aerodünaamilise väärtuse suurendamiseks kaetakse mootori karter mõnikord kapotiga.

Tiival on sobiv kasutada profiile G 301, B 10 357, RAF 32, G 5' P; stabilisaatoril Clark Y, G 595, G 612, ning ЦАГИ 911. Tiiva külgsuhe valitakse väiksematel mudelitel (kuni 1400 mm tiivaulatusega) 6—8 ja suurematel 8—10. Stabilisaatori pindala on umbes 30—33% tiiva pindalast ja külgsuhe 4—6. Kiilu pindala on keskmiselt 7% tiiva omast. Kere püloon tehakse propelleri raadiuse kõrgune.

Kolbmootoriga rekordmudellennukid. Kolbmootoriga rekordmudellennukeid ehitatakse kestus-, kaugus-, kõrgus- või kiiruslendudeks.



Joonis 101. Tüüpiline kolbmootoriga rekordmudellennuk.

Mudeli lennukestuse ja -kauguse suurendamiseks tuleb mootori tööaega pikendada mitme tunnini. Selleks ehitatakse kesse, võimalikult raskuskeskme lähedale, liitrise või suurema mahuga tselluloidist kütusepaak. Mootor lastakse hästi „sisse joosta“ ja reguleeritakse hoolikalt. Et kõrgemates õhukihtides valitsevad ebasoodsad tingimused (madal õhurõhk ja tugevad vertikaalsed õhuvoo-

lud), võivad põhjustada mootori seismajäämise, piiratakse kaugus- ja kestuslennumudelite lennukõrgust erilise automaadi abil 600—700 meetrini.

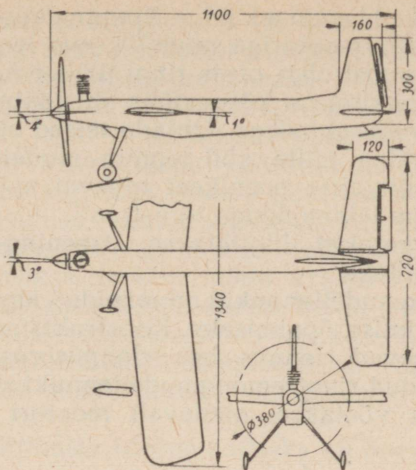
Mudeli kandevõime tõstmiseks suurendatakse tiivaulatust 2—3 meetrini. Hea püsivus saavutatakse tiiva V-kuju suurendamisega kuni 15° -ni ja stabilisaatorile sümmeetrilise profiili andmisega. Aerodünaamilisele väärtusele erilist rõhku ei panda; kere on enamasti neljakandiline ja mootor parema jahutamise eesmärgil katmata. Tiivad on täisnurksed ja kandiliste või ümardatud otstega. Kogu mudellennuki konstruktsioon püütakse valmistada hästi kerge, et kütusega koormatud mudel oleks võimeline veel omal jõul maast eralduma. Kaalu vähendamise eesmärgil asetatakse tiib otse kerele.

Kõrguslendudeks ehitatavad mudellennukid on üldkuult eelmistega sarnased, kuid väiksema kütusepaagiga, sest mootor peab töötama ainult maksimaalse kõrguseni jõudmiseni, s. t. umbes 30—45 minutit. Võimalikult suurema lennukõrguse saavutamiseks tuleb eriti hoolikalt valida ja koostada küttesegu ning reguleerida mootor nii, et ta kõrguses välisrõhu langemise tõttu ei jääks enneaegselt seisma.

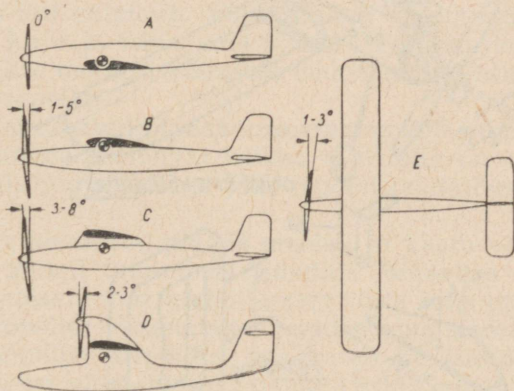
Vabaltlendavad kiirusmudellennukid on tugeva mootoriga, kuni 1500 mm tiivaulatuse ja hea püsivusega mudelid. Mudel peab lendama täiesti sirgjooneliselt, s. t. olema eriti hea suunapüsivusega. Suunapüsivust suurendatakse tiivale noolekuju andmisega ja suure kiiluga. Määratud lennusuunas hojdmiseks kasutatakse automaati, mis reageerib mudeli suuna muutumisele pöördetüüri väljalöögiga. Teine, kellamehhanismiga töötav, kõrgustüüri ühendatud automaat viib mudeli pärast õhku tõusmist üle horisontaallennule ja teostab maandumise.

Eri klassi kolbmootoriga mudellennukite hulgas moodustavad raadio teel juhitud mudellennukid. Juhtimine toimub 7,5—7,9 m või 10,3—10,7 m lainepikkusel töötava lühilainsaatjaga maast. Saatja signaalidele reageerib mudelis asuv vastuvõtja tüüride liigutamisega või mootori pöörete muutmise.

Propellerireaktsiooni ja kabreerimise vältimiseks pannakse propeller, nagu kummimootoriga mudelitelgi, viltu vedama. Propelleri võlli kalde suund ja nurk (arvatuna mudeli pikiteljest) olenevad tiiva ja mootori asetusest (joonis 103).



Joonis 102. B: Martõnovi vabaltlendav kiirusmudellennuk. Tiiva pindala 26,8 dm²; stabilisaatori pindala 10,8 dm²; lennukaal 1500 g; pinna-koormatus 39,8 g/dm²; tiiva profiil — kaksikkumer.



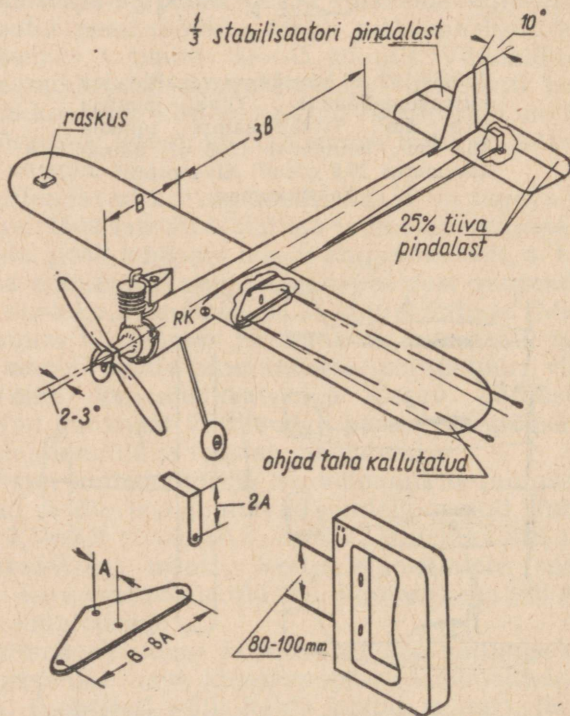
Joonis 103. Propelleri võlli kaldenurga sõltuvus tiiva ja mootori asetusest. A—D) Külgsuunas. E) Pealtsuunas.

Ringmudellennukid. Ringmudellennukid on kolb- või reaktiivmootoriga mudelid, mis lendavad kahe nööri või traadist ohja otsas ringi ümber mudellenduri. Ringmudellennukitel on kõrgustüür ühendatud ülekandehoovastiku kaudu ohjadega. Ohjade teised otsad kinnituvad pideme külge, mille abil toimub mudeli juhtimine. Ohjadeks kasutatakse peenikest tugevat spinningunööri või 0,3—0,8 mm läbimõõduga terastraati.

Ringmudellennukid liigitatakse: treening-, kiirus- ja pilootaazimudeliteks.

Ringtreeningmudellennukid on mõeldud algajale mudellendurile juhtimise õppimiseks. Konstruksioonilt on nad lihtsad ja tugevad, lennus hea ringpüsivusega. Joonisel 104 on toodud ringtreeningmudellennuki suhted.

Tiiva ulatus võetakse, olenevalt mootori võimsusest,



Joonis 104. Ringtreeningmudellennuki suhted.

400—800 mm ja külgsuhe 4—6. V-kuju tiivale ei anta. Hea püsivuse saavutamiseks viiakse stabilisaator tiivast 2—4-kordse tiivalaiuse kaugusele. Stabilisaatori ja kõrgustüüri pindala on umbes 25% tiiva pindalast, kõrgustüüri pindala aga $\frac{1}{3}$ stabilisaatori pindalast. Kiilu tagaserva külge kinnitatakse pöördetüür, millele antakse püsiv 10° -line väljalöökk mudeli pöörlemisele vastupidises suunas. Püsivuse suurendamiseks koormatakse väline tiivapool mõnekümnegrammise raskusega. Samal eesmärgil pannakse mootor mõne kraadi võrra väljapoole vedama ja ohjatraadid tahapoole kaldu (joonis 104).

Profiilidest kasutatakse tiival tasakumeraid või kaksikumeraid, stabilisaatoril sümmeetrilisi. Tiib kinnitatakse kerele 0° -lise seadenurgaga, stabilisaator pisut negatiivselt.

Mudeli juhtimise hõlbustamiseks on soovitatav:

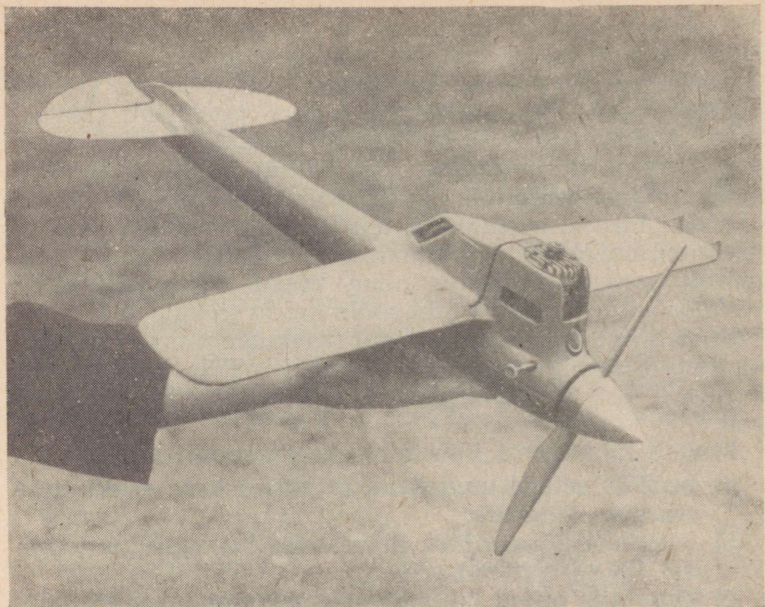
- a) tasakaalustada mudel nii, et raskuskese asuks tiiva esiserva lähedal;
- b) kasutada kõrgustüüri liigutamise hoovastikus joonisel 104 toodud suhteid;
- c) kinnitada ohjad juhtpidemele teineteisest mitte kaugemale kui 100 mm.

Ringkiirusmudellennukite konstrueerimisel suunatakse kõik püüdlused võimalikult suurema lennukiiruse saavutamiseks. Selleks vähendatakse mudeli kaalu ja mõõteid niipalju kui võimalik. Väga oluline on aerodünaamiliselt soodne kuju ja välispinna siledus. Forsseerimisega* suurendatakse mootori võimsust maksimumini ning valitakse sobiv propeller.

Suurim lubatud pinnakoormatus on 200 g/dm^2 . On lubatud kasutada eralduvat telikut, s. t. telik on mudeli kere all ainult hoojooksul ja jääb mudeli lendutõusmisel maapinnale.

Konstrueerimisel pidada meeles, et kaalu vähendamine ei tohi mingil tingimusel sündida tugevuse arvel, sest maandumisel tuleb mudelil vastu võtta üsna tugevaid tõukeid. Propeller varustatakse nupuqa ning mootor kaetakse volujuonelise kapotiqa, mis katab ka silindri. Kapott peab olema võimalikult väikese ristlõikega, kuid tagama mootorile küllaldase jahutuse.

* Forsseerimiseks nimetatakse väiksemate muudatuste tegemist mootori konstruktsioonis suurema võimsuse saavutamise eesmärgil.

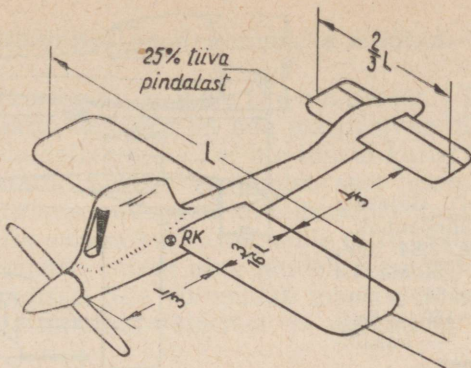


Joonis 105. Hästikaetud mootoriga ringkiirusmudellennuk. Konstruktor M. Kork.

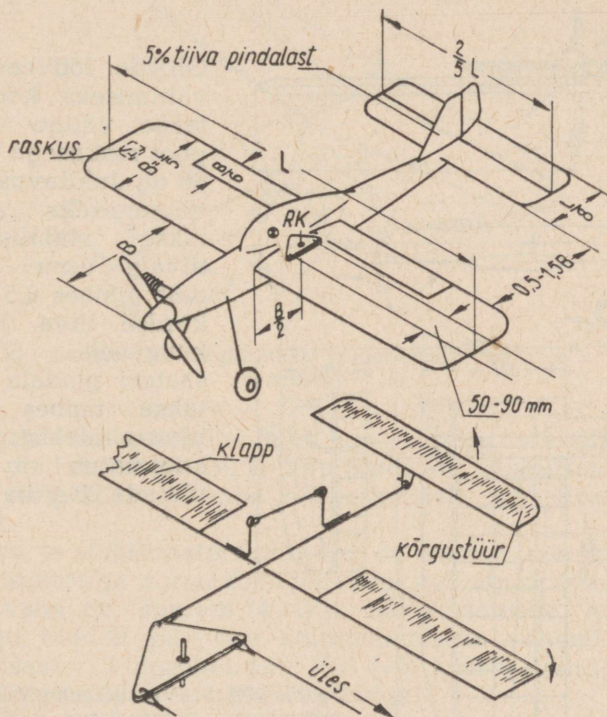
Tüüpilise ringkiirusmudellennuki suhted on toodud joonisel 106. Õhutakistuse vähendamiseks ning ringpüsivuse suurendamiseks kiilu sageli üldse ei kasutata. Nii tiivale kui ka stabilisaatorile antakse õhuke tasakumer profiil 0° -lise seadenurgaga.

Pilotaazimudelitega sooritatakse sõlmi, selililendu ja muid lennugureid; seepärast peab see mudelitüüp olema hästi juhitud. Hea juhitud saavutatakse suurte juhtpindade ja võimsa mootoriga. On loomulik, et ka mudeli ringpüsivus peab olema hea.

Selililennu võimaldamiseks kasutatakse tiival sümmeetrilisi $15\text{--}20\%$ -lise suhtelise paksusega profiile 0° -lise seadenurgaga. Tõstejõu suurendamiseks väikestel kiirustel ning sõlme raadiuse vähendamiseks varustatakse tiiva tagaserv klapiaga, mis kaldub vastupidises suunas kõrgustüürile üles ja alla võrdse nurga võrra. Klapi liigutamise mehhanism on ühendatud kõrgustüüri hoovastikuga. See tagab hea juhitud nii normaal- kui ka selililennus.

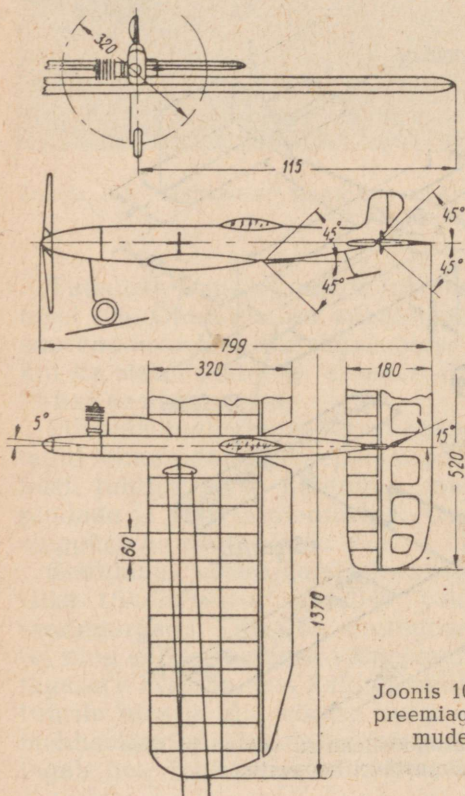
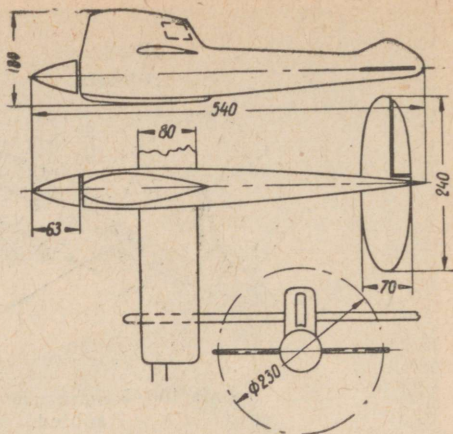


Joonis 106. Ringkiirusmodellennuki suhted.



Joonis 107. Ringpilotaazimudellennuki suhted ja tiiva-klapi ning kõrgustüüri hoovastik.

Joonis 108. O. Gajevski ringkiirusmudellennuk. Tiiva pindala $3,84 \text{ dm}^2$; stabilisaatori pindala $1,4 \text{ dm}^2$; lennukaal 840 g ; pinnakoormatus 160 g/dm^2 ; tiiva profiil — kaksikumer.

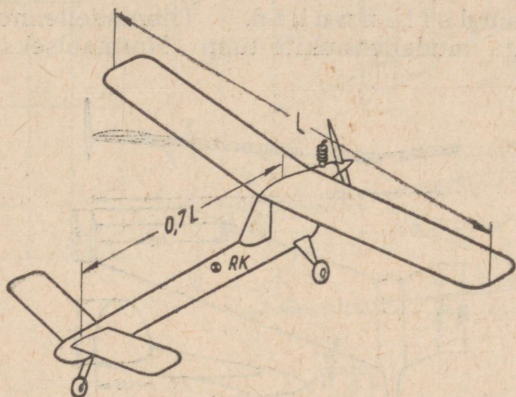


Ohjade lõdvenemise vältimiseks koormatakse väline tiivapool raskusega (kuni 80 g). Juhitavuse parandamiseks asetatakse stabilisaator tiivale üsna lähedale, umbes 0,5–1,5-kordse tiiva laiuse kaugusele. Stabilisaatori pindala võetakse umbes 40% tiiva pindalast. Tiiva koormatus ei tohi ületada 20 g/dm^2 .

Joonis 109. M. Vassiltšenko Nesterovi preemiaga autasustatud pilootažimudellennuk. Len nukaal 830 g .

2. Eritüübiliste mudellennukite mõõtude valik

Tagatiivaga mudellennukid. Tagatiivaga mudellennukite eeliseks on hea pikipüsivus. Sellist tüüpi mootoriga mudellennukitel ei ole tõusul karta kabreerimisest põhjustatud kiiruse kaotamist, sest mudeli ninaosas asuval suure seadenurgaga stabilisaatoril tekib kriitiline kohtumisnurk varem kui tiival, mille tõttu tõstejõu langus algab seal samuti varem ning mudeli nina vajub sujuvalt normaalasendisse. See võimaldab mootorlennus paremini ära kasutada mootori võimsust ja saavutada suuremaid kõrgusi.



Joonis 110. Tagatiivaga mudellennuki kuju ja suhted.

Tagatiivaga mudellennukil on kandev stabilisaator, mille pindala on 20—30% tiiva pindalast. Stabilisaatori ja tiiva tõstkeskmete vahe on keskmiselt 70% tiiva ulatusest.

Tiiva ja stabilisaatori profiilid on samad, mis kandva stabilisaatoriga normaalmudellennukitel, ainult seadenurkade vahe on suurem (4—5°). Stabilisaatorile antakse V-kuju. Mudeli püsivuse suurendamiseks vähendatakse stabilisaatori külgsuhet 4-ni. Kiil (või kiilud) kinnitatakse kere lõppu või tiiva tagaserva külge.

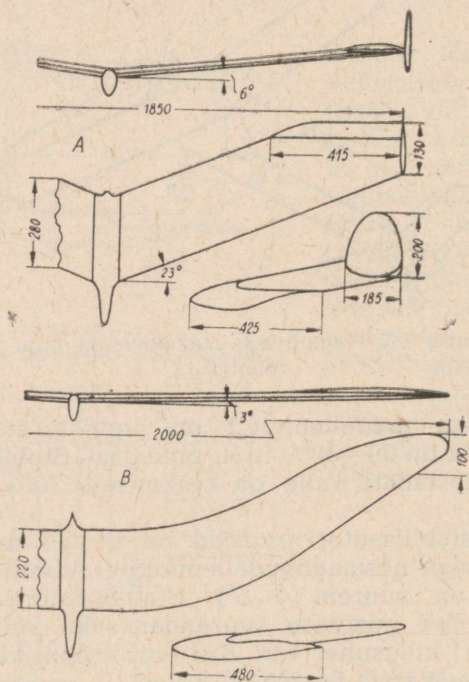
Tagatiivaga skeemi kasutatakse sagedamini kummi- ja kolbmootoriga mudellennukitel, harvemini purimudellennukitel.

Kolbmootoriga varustatud tagatiivaga mudellennukitel asetatakse mootor kere tahaossa ja kasutatakse tõukavat propellerit. Enamasti on ka kummimootoriga varustatud tagatiivaga mudelitel tõukav propeller, välja arvatud kiirusudelitel, kus propellerireaktsiooni kaotamiseks kasutatakse kaht vastassuunas pöörlevat propellerit, milledest üks asub ninas ja teine sabas.

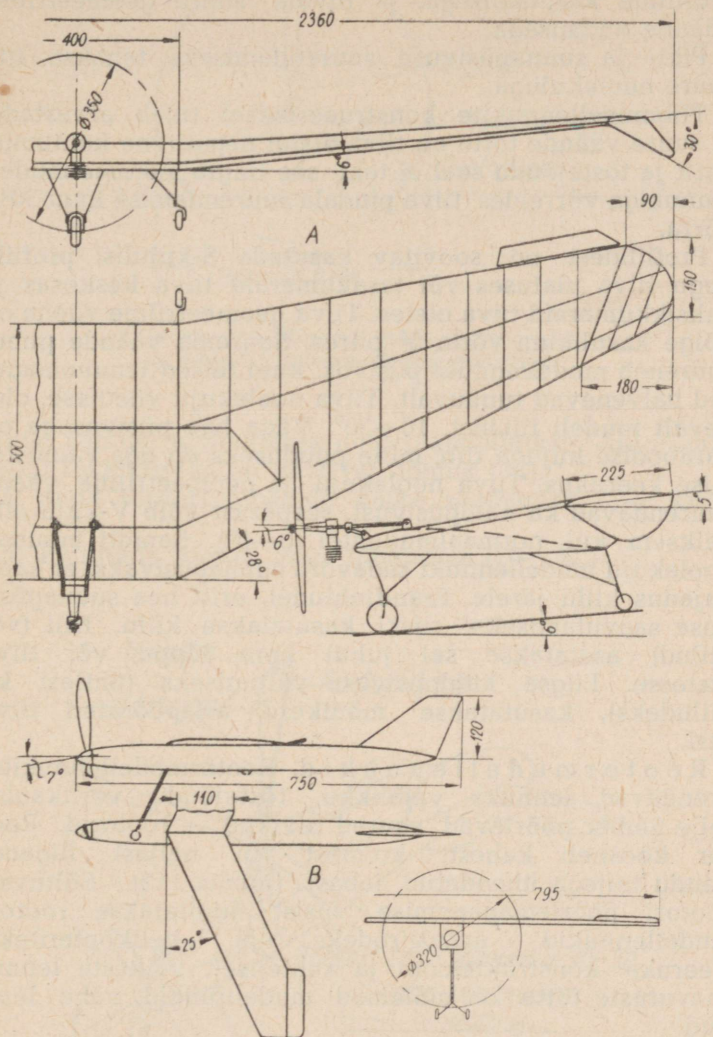
Tiiva V-kuju võib olla tunduvalt väiksem kui normaal-mudellennukitel.

Järjestikku tiibadega mudellennukid. Võrreldes teiste mudelitüüpidega on järjestikku asetatud tiibadega mudellennukite omadused tunduvalt halvemad, mille tõttu tänapäeval neid peaaegu üldse ei kasutata.

Tiibmudellennukid. Tiibmudellennukid on ilma sabata mudellennukite tüüp. Normaalseks lennuks



Joonis 111. I. Muraštšenko (A) ja M. Kutseri (B) tiib-purimudellennukid.



Joonis 112. Mootoriga tiibmudellennukid: A) M. Kupferi kolbmootoriga kestusmudellennuk. B) V. Kumanini kummimootoriga kiirusmudellennuk

vajalik pikipüsivus saavutatakse nn. tõstkeskmekindlate profiilide kasutamisega ja tiivale suure geomeetrilise väände andmisega.

Piki- ja suunapüsivuse suurendamiseks tehakse tiib suure noolekujuga.

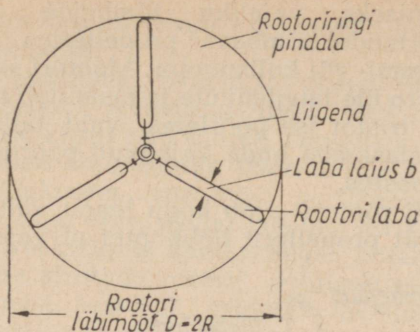
Tiibmudellennukite konstrueerimisel tuleb arvestada, et suure väände tõttu on tiiva otstel negatiivne kohtumisnurk ja tõstejõudu seal ei teki; see tingib normaalmudellennukiga võrreldes tiiva pindala suurendamise kuni 30% võrra.

Profiilidest on soovitatav kasutada S-kujulisi profiile kogu tiiva ulatuses või tasakumeraid tiiva keskosas ja kaksikkumeraid tiiva otstes. Tiiva geomeetiline vääne on kõige kasulikum võtta 5° piires. Suurema väände puhul suureneb mudellennuki püsivus, kuid teised lennuomadused halvenevad tunduvalt. Tiiva noolekuju võetakse, olenevalt mudeli tüübist, $10\text{--}30^\circ$. Väga hea püsivusega on paraboolse kujuga tiib, mille puuduseks on aga valmistamise keerukus. Tiiva noolekuju ja geomeetiline vääne suurendavad ka kaldpüsivust, seepärast võib V-kuju olla väiksem kui normaalmudelitel ($0\text{--}5^\circ$). Samuti muudab noolekuju mudellennuki sedavõrd suunapüsivaks, et kaob vajadus kiilu järele. Erandjuhtudel, eriti hea suunapüsivuse saavutamiseks, siiski kasutatakse kiilu. Kiil (või kiilud) asetatakse sel juhul kere lõppu või tiiva otstesse. Liigse kaldpüsivuse vältimiseks (ühtlasi ka kiiludeks), kasutatakse mõnikord allapööratud tiiva otsi.

R o o t o r m u d e l l e n n u k i d. Rootormudellennukitel arendavad lennuks vajalikku tõstejõudu vertikaalse telje ümber pöörlevad suured tiivikud — rootorid. Rootor koosneb kahest, kolmest või neljast liigendi kaudu teljega ühendatud labast (joonis 113). Sõltuvalt rootori pöörlemapanemise viisist liigitatakse rootormudellennukid autožiirodeks ja helikopteriteks. Keeruka konstruktsiooni ja suhteliselt väikeste lennu-saavutuste tõttu on mõlemad mudelitüübid vähe levinud.

Edasijõudnud mudellenduritele on nende konstrueerimine jõukohane ja huvitav, sest siin saab proovida oma võimeid ning teadmisi hoopis uuelaadsete lennuaparatuuride juures.

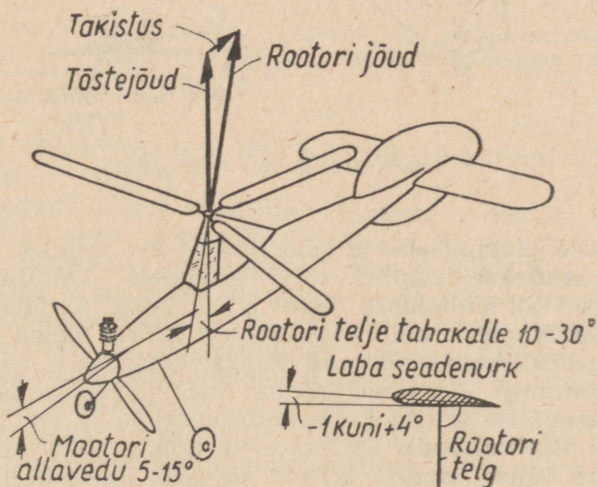
Autožiiröl hakkab rootor pöörlema õhuvoolu mõjul,



Joonis 113. Rootori osade nimetused ja rootorit iseloomustavad suurused.

millist nähtust nimetatakse autorotatsiooniks. Autorotatsiooni tekkimiseks on vaja (vt. joonis 114):

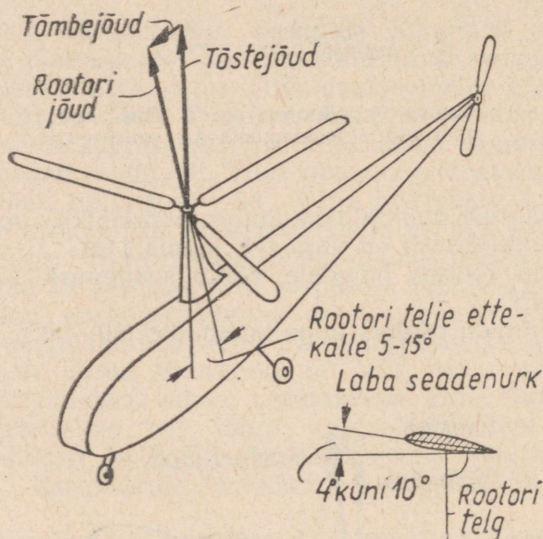
- anda rootori labadele väike seadenurk (-1° kuni $+4^\circ$),
- kallutada rootori telge tahapoole ($10-30^\circ$).



Joonis 114. Rootor autožiirrol.

Edasiliikumiseks vajaliku tõmbejõu arendamiseks varustatakse mudel tõmbava propelleriga, mille paneb pöörlema kummi- või kolbmootor. Mootori seismajäämisel läheb autožiiro üle lauglennule ja maandub sujuvalt. Stardil ei hakka rootor ise pöörlema, vaid talle tuleb enne mudeli lendulaskmist anda vajalikud pöörded käsitsi või vastutuult joostes.

Helikopteri rootorit ajab kogu lennu vältel ringi mootor. Tõmbavat propellerit helikopter ei vaja, sest mudeli

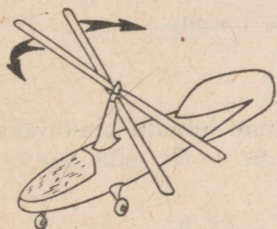


Joonis 115. Rotor helikopteril.

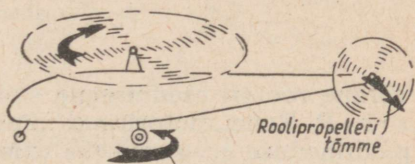
takistuse ületamiseks ja edasiliikumiseks vajalik tõmbejõud saadakse rootori telje ettepoole kallutamise (joonis 115). Küllaldase tõste- ja tõmbejõu arendamiseks peab helikopteri rootori labade seadenurk olema 4—10° (kõige kasulikum seadenurk leitakse katseliselt). Nii suure seadenurgaga labadega rootor aga ei hakka mootori seismajäämise korral kohe autoroteerima ja mudel võib kivina alla kukkuda. Selleks et tagada mudeli sujuv laskumine, tuleb rootori labade ja telje ühendusliigendit täiendada mehhanismiga, mis mootori pöörete langemisel vähendab labade seadenurka niipalju, et seisva mootori

puhul rootor töötab nagu autožirol ning tagaks mudeli sujuva laskumise.

Rootori pöörlema panemise viisist olenevad mudeli lennuomadused. Autožirol peab rootori pöörlemiseks olema teatud kiirus õhu suhtes. Tuulevaikuse puhul ei saa autožiiro ilma hoojooksuta startida ega õhus ühel kohal püsida. Helikopter aga võib vertikaalselt startida ja maanduda ning õhus paigal püsida. Raskusi on helikopteri rootorireaktsiooni kaotamisega. Nimelt püüab helikopteri kere alustada rootori pöörlemisele vastassuunalist pöörlemist, sest õhk, osutades takistust rootori labadele, pidurdab nende liikumist. Reaktsioonijõud tasakaalustatakse teise, vastassuunas pöörleva rootori või roolipropelleriga (joonis 116 ja 117). Kaherootorilisel helikop-



Joonis 116. Rotorireaktsiooni tasakaalustamine kahe vastassuunas pöörleva rootoriga.



Kere püüab pöörduda vastassuunas rootorile

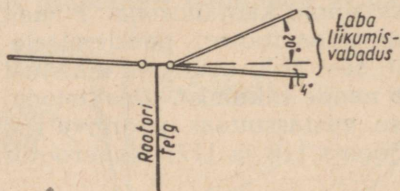
Joonis 117. Rotorireaktsiooni tasakaalustamine roolipropelleriga.

teril võivad rootorid olla pealistikku, kõrvuti või järjestikku.

Rootori labade profiiliks valitakse mõõduka kumerusega alt sirge profiil. Häid tulemusi on saavutatud profiiliga Clark Y. Labad peavad olema võimalikult väändekindlad ja nii ehitatud, et iga üksiku laba tõste- ja raskuskeskmed ühtuaksid 25—30% laba laiuse kaugusel laba esiservast. Labad (eriti nende pealmised küljed) peavad olema võimalikult siledad ja hästi lakeeritud. Rootori labadele mõjuvate paindejõudude vähendamiseks ühendatakse labad rootori teljega liigendi abil, mille piirajad annavad labadele liikumisvabaduse alla kuni 4° ja üles kuni 20° (joonis 118).

Esimestel katsetel on soovitatav kasutada kolmelabalist, ümardatud otstega, täisnurksete labadega rootorit (labade

telgjoonte vahe peab olema täpselt 120°). Labade kuju ja kaal peavad olema kõikidel labadel täpselt ühesugused. Labade laius sõltub nende arvust ja rootori läbimõõdust. Rootorit iseloomustab nn. pindtihedus, s. o. labade pindalade summa ja rootori pöörlemisel moodustuva ringi pindala suhe. Kui tähistada labade arvu z -ga ja ühe laba laiust b -ga ning pikkust R -ga (laba pikkus on ligikaudu



Joonis 118. Rootori labade liikumisvabadus.

võrdne rootori raadiusega), siis saame labade pindalaks $z \cdot b \cdot R$. Kuna rootoringi pindala on $\pi \cdot R^2$, siis saame pindtiheduse arvutamiseks valemi:

$$\text{pindtihedus} = \frac{z \cdot b \cdot R}{\pi \cdot R^2} = \frac{z \cdot b}{\pi \cdot R}$$

Mudellennukitel tulevad kõne alla pindtihedused 0,1 piires, millest tulenevalt saame laba laiuseks:

$$b = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot R}{z}$$

Näide. Rootori raadius $R = 400$ mm ja labade arv $z = 3$.

$$\text{Laius } b = \frac{0,1 \cdot 3,14 \cdot 400}{3} = 42 \text{ mm}$$

Rootormudellennukite lauglemissuhted on väiksemate aerodünaamiliste väärtuste tõttu tunduvalt halvemad kui normaalmudellennukitel, kõikudes 1 : 3 kuni 1 : 4 piires. Lauglemissuhe on parim, kui rootori edasiliikumise koefitsient on 0,4. Edasiliikumise koefitsient on:

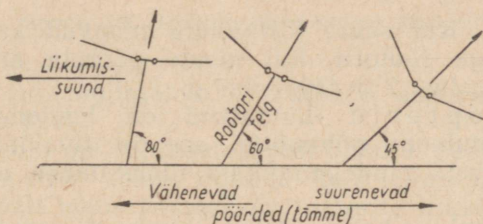
$$\frac{\text{lennukiirus}}{\text{laba tipu pöörlemiskiirus}}$$

Tähistades n -ga rootori pöörded minutis ja R -ga rootori raadiuse meetrites, saame parimale lauglemissuhteale vastava lennukiiruse järgmise valemi abil:

$$V = 0,15 \cdot n \cdot R \text{ (km/t.)}$$

Näide. Rootori raadius $R = 0,4$ m ja pöörete arv minutis $n = 200$. Parimale lauglemissuhteale vastav lennukiirus $V = 0,15 \cdot 200 \cdot 0,4 = 12$ km/t.

Rootormudellennukite konstrueerimisel on soovitatav alustada lihtsa autožiiroga, mille labade seadenurk on reguleeritav. Rootori telg seatakse püstasendisse ja liigutakse vastutuult (joonis 119). Käsitsi pöörlema pandud rootor peab tuules edasi pöörlema. Kui rootori pöörlemine



Joonis 119. Rootori katsetamine.

aeglustub, vähendatakse labade seadenurka või kallutatakse rootori telge tahapoolle. On sobiv seadenurk kindlaks määratud, ehitatakse rootorile alla normaalne kere nii, et rootori telje pikendus läbiks mudeli raskuskeset. Praktika on näidanud, et kõige paremaid tulemusi annab kahe vastassuunas pöörleva ja kõrvuti asuva rootori kasutamine. Erilist tähelepanu tuleb pöörata rootori laagrile, mille hõõrdumine peab olema võimalikult väike. Mudelininas asuva propelleri telg peab olema $4\text{--}10^\circ$ alla kallutatud. Rootor (ülalt vaadates) ja propeller (lennusuunas vaadates) peavad pöörlema ühesuunaliselt. Stabilisaator ja kiil on suuremad kui normaaludelitel. Proovistardid tuleb teha võimalikult vaikse ilmaga, sest autožiiro on külgtuule suhtes väga tundlik.

Helikopteri konstrueerimisel peab arvestama seost mootori võimsuse, rootori läbimõõdu ja tõstejõu vahel. Allpool on toodud tabel rootori jaoks, mille pindtihedus on 0,1.

Seos tõstejõu, mootori võimsuse ja rootori läbimõõdu vahel

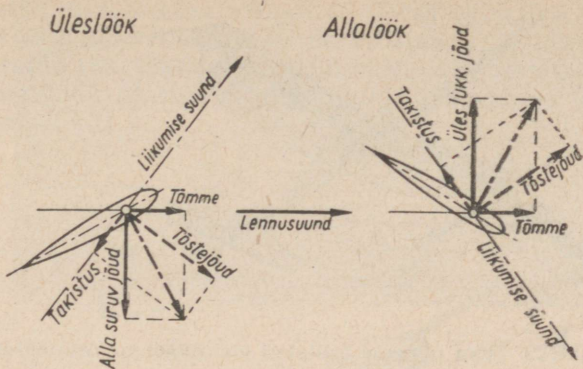
D (m) \ n(p/min.)	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50	
200	5	25	90	210	400	Tõstejõud iga rootori kohta (grammides)
300	10	60	190	470	1000	
400	20	110	350	830	1700	
500	35	170	540	1300	2700	
200					0,04	
300				0,05	0,13	
400			0,04	0,12	0,30	
500		0,02	0,08	0,24	0,60	

Näide. Kui suurt tõstejõudu annavad kaks 1,25 m läbimõõduga rootorit, kui nende pöörete arv minutis on 300? Vastus: $2 \times 470 = 940$ g.

Ornitopterid. Linnulend on lendamise ürgne vorm. Linnulennu põhimõttel, see on tiivalöökkide varal õhus püsivaid mudellennukeid nimetatakse ornitopteriteks.

Linnutiival on kaks põhilist ülesannet: arendada õhus püsimiseks vajalikku tõstejõudu ja edasiliikumiseks vajalikku tõmbejõudu. Linnutiiva paindumus võimaldab ühel ja samal tiivapaaril täita mõlemat ülesannet. Kuna tehnikas on linnutiiva painduvust väga raske saavutada, kasutatakse mudellennus üheaegselt tõste- ja tõmbejõudu tootvat tiiba harva. Enamasti konstrueeritakse ornitopterid kahe tiivapaariga, milledest üks, liikumatu paar, arendab lennuks vajalikku tõstejõudu ja teine, väiksem, liikudes mingi jõuallika mõjul üles-alla, arendab tõmbejõudu.

Joonisel 120 on näha, millised jõud tekivad lööktiiva üles-alla liikumisel. Tiivad on tehtud tavaliselt painduvad: kui tiib liigub üles, paindub tiiva tagaserv alla; tiiva liikumisel alla paindub tagaserv üles. Lööktiiba võib võrrelda propelleriga, mis perioodiliselt muudab liikumise suunda ja samaaegselt ka laba nurka. Kuidas propeller ennast õhku kruvides arendab lennuks vajaliku tõmbejõu, on teada peatükist VII. Lööktiibade-paari asemel võib seega kujutleda kaht üles-alla liikuvat propelleri laba, mis igakordse liikumissuuna muutuse puhul muudavad oma asendit.

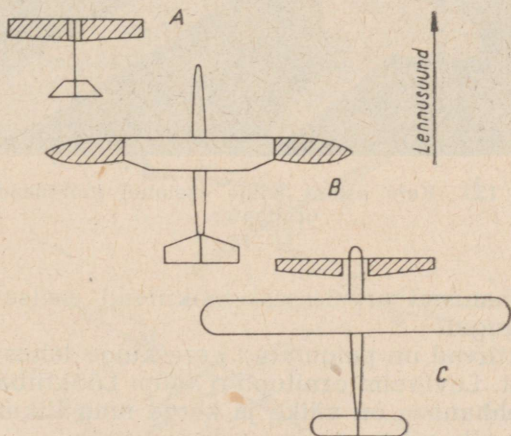


Joonis 120. Lööktiivale mõjuvad jõud.

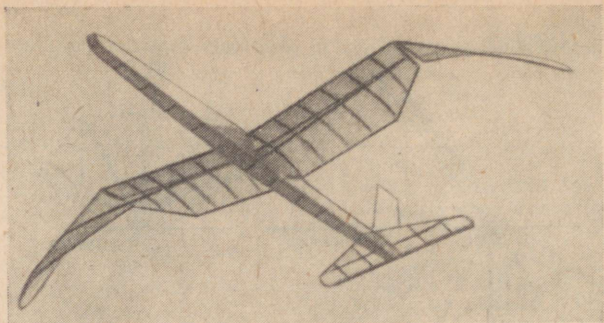
Ornitopterid liigitatakse lööktiivade asetusest kolme liiki (joonis 121).

A) Kogu tiib on kujundatud lööktiivana. See tüüp sarnaneb kõige enam „päris“ linnuga, kuid lennusaavutustelt jääb tunduvalt maha teistest ornitopterite liikidest.

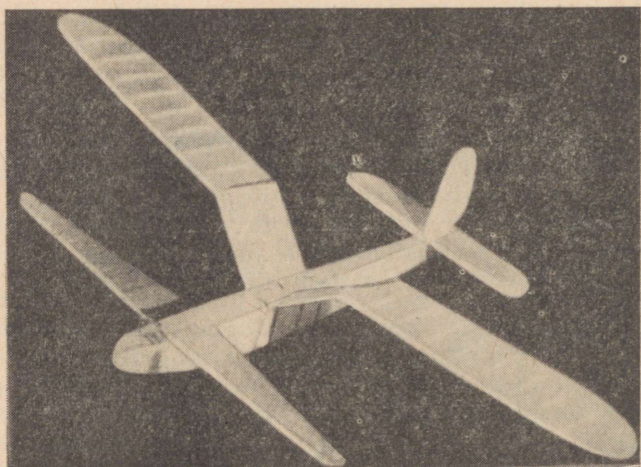
B) Lööktiivad on paigutatud tavalise, liikumatu tiiva otstesse. Lennuomadustelt on ta märksa parem esimesest tüübist. Puuduseks on mudeli liigne raskenemine üle-



Joonis 121. Ornitopterite liigitus sõltuvalt lööktiivade asetusest.



Joonis 122. Tiiva otstesse asetatud lööktiibadega ornitopter.



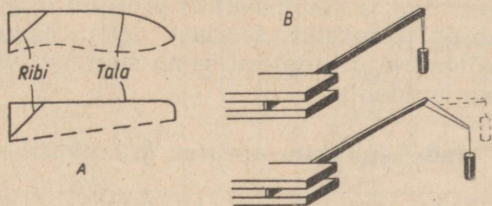
Joonis 123. Kere esiosa külge asetatud lööktiibadega ornitopter.

kandemehhanismi arvel, sest lööktiivad asetsevad jõuallikast kaugel.

C) Lööktiivad on paigutatud kere külge lahus liikumast tiivast. Levinuim ornitopteri tüüp. Lööktiibade liigutamise mehhanism on väike ja kerge ning liikumatu tiib ei tarvitse olla nii tugev kui eelmisel tüübil.

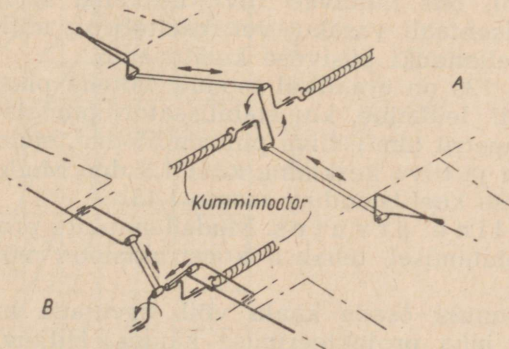
Lööktiiva sõrestik valmistatakse bambusest. Tiiva tala ristlõige valitakse niisugune, et sõrestik oleks painde-

kindel, kuid annaks väänduda. Tiiva sõrestiku moodustavad tala (mis on ühtlasi servliistuks) ja diagonaalselt asetatud ribi. Kattematerjalina kasutatakse sitket õhukest paberit või siidi. Parimad lööktiibade kujud on toodud joonisel 124.



Joonis 124. Lööktiibade kujud (A) ja lööktiiva tala katsetamine (B).

Ornitopteri lennusaavutused olenevad suurel määral tiivalöökide arvust minutis. Löökide sageduse määravad nii tiibade pindala, elastsus ja kaal kui ka jõallika võimsus. Näiteks kummimootoriga ornitoptermudellennukil, mille liikumatu tiiva ulatus on 1200 mm, peab lööktiib tegema minutis ümmarguselt 200 lööki. On liikumatu tiiva ulatus 1000 mm, peab tiivalöökide sagedus olema 300. Veel väiksema liikumatu tiiva puhul suureneb löökide sagedus veelgi. Näiteks 440 mm tiivaulatusega ornitoptersisemudellennukil on vajalik 360 tiivalööki minutis.



Joonis 125. Tiiva otsas (A) ja kere esiosas (B) asuvate lööktiibade liigutamise mehhanismid.

Uhe lööktiiva pindalaks võetakse umbes $\frac{1}{4}$ liikumatu tiiva pindalast. Tuleb silmas pidada, et on kasulik ehitada lööktiivad nii kerged kui võimalik, sest mida kergemad nad on, seda vähem võimsust on vaja nende liigutamiseks.

Lööktiibade liigutamise mehhanism valmistatakse terasraadist (joonis 125).

Liikumatu tiiva ja stabilisaatori profiilid olgu õhukesed nõguskumerad (profiilid seeriast „B“). Kummimootori ristlõige võetakse ornitopteril sama suur kui võrdse kaaluga normaalmudelitel.

3. Mudellennukite arvutus graafikute abil

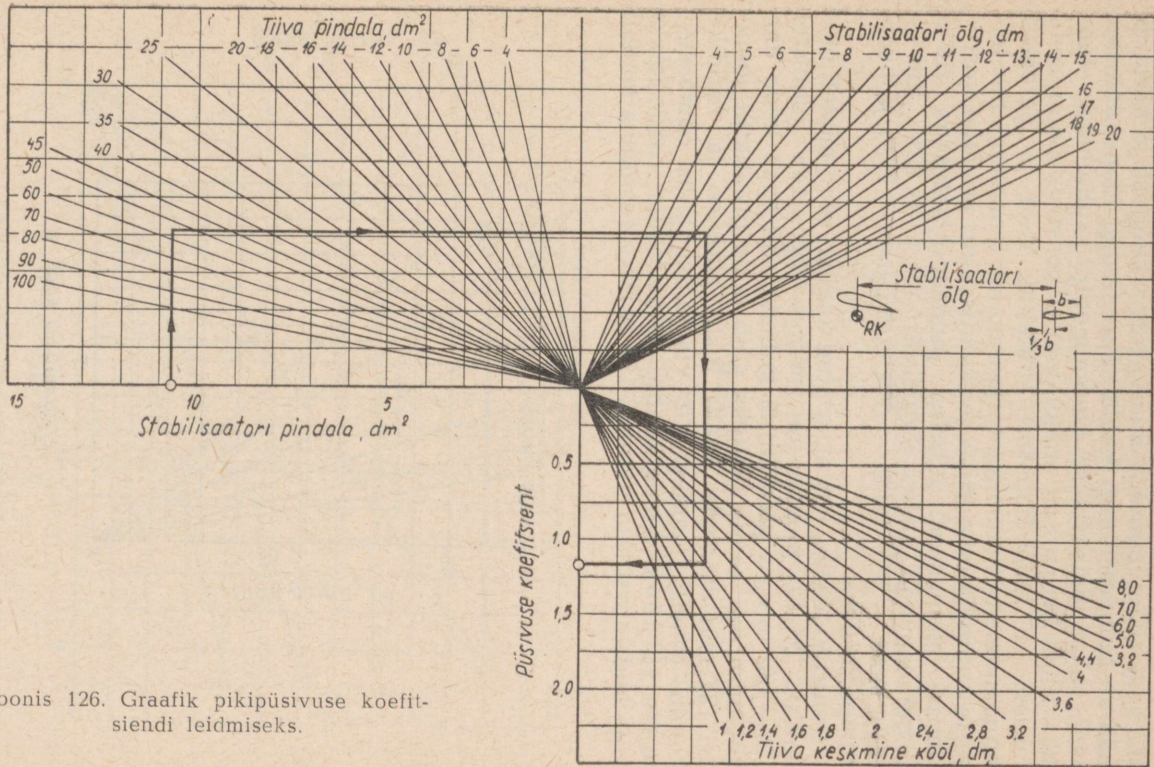
Pikipüsivuse koefitsiendi leidmine. Mudellennuki pikipüsivust iseloomustab koefitsient, mille suurus sõltub tiiva pindalast ja kõõlust ning stabilisaatori pindalast ja õlast, s. o. vahemaast mudeli raskuskeskmest kuni stabilisaatori keskmise ribi esimese kolmandikuni. Mudeli projekteerimisel tuleb pikipüsivuse koefitsient joonisel 126 toodud graafiku abil välja arvutada ja kui see osutub lubatust väiksemaks — suurendada stabilisaatori ja tiiva vahelist kaugust.

Pikipüsivuse koefitsiendi leidmine toimub järgmiselt. Graafiku horisontaalteljel leiame punkti, mis vastab stabilisaatori pindalale, ja tõmbame sellest ristsirge üles kuni tiiva pindalale vastava kaldkiireni. Sealt tõmbame horisontaali paremale kaldkiireni, mis tähistab stabilisaatori õla pikkust. Saadud punktist viime vertikaali alumiste kaldkiirteni, mis näitavad tiiva keskmist kõõlu; sealt viime horisontaali vasaku vertikaalteljeni, millelt leiamegi mudellennuki püsivuse koefitsiendi.

Joonisel 126 on graafikul toodud näitena pikipüsivuse koefitsiendi leidmine, kui stabilisaatori pindala on 10,7 ruutdetsimeetrit (dm^2), tiiva pindala 55 dm^2 , stabilisaatori õlg 7,8 dm ja tiiva keskmine kõõl 1,8 dm. Mudellennuki pikipüsivuse koefitsiendiks saame 1,15.

Kaaluline arvutus. Mudellennukite projekteerimisel ja ehitamisel tehakse konstruktsioon võimalikult kerge.

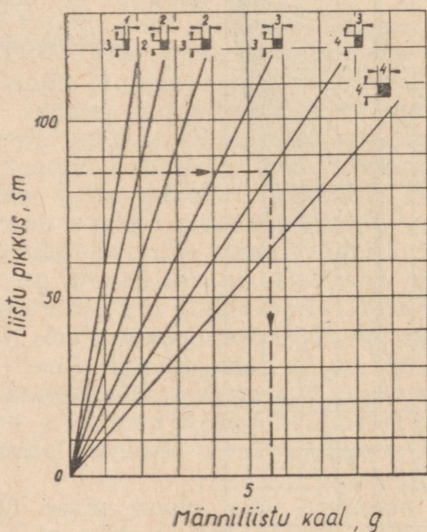
Mudellennuki osade kaalu võib arvutada küllaldase täpsusega juba projekteerimise käigus. Hiljem, mudeli ehitamisel, tuleb arvutatud kaalust kinni pidada, et tagada arvutuslike lennuandmete ühtumist tegelikega. Eriti tuleb



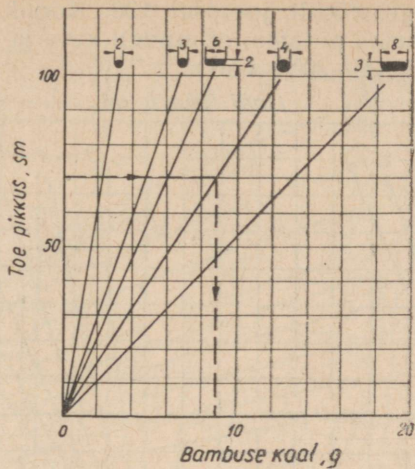
Joonis 126. Graafik pikipüsivuse koefitsiendi leidmiseks.

kaalus kokku hoida kummimootoriga mudellennukitel, sest seda tüüpi mudelite mootorlennu kauguse ja kõrguse määrab kummimootori kaalu suhe mudeli lennukaaluse. Seda suhet nimetatakse kummimootori suhteliseks kaaluks. Mida kergem on mudellennuki konstruktsioon, seda suurem on kummimootori suhteline kaal ja paremad lennuandmed. Kummimootoriga mudeli lennukaal, mis leitakse kandva pinna (tiiva ja stabilisaatori pindala) korrutamisel minimaalse lubatud pinnakoormatusega (12—13-ga), jaguneb umbes järgmiselt: kere — 22%, tiib — 20%, saba — 7%, telik — 6% ja kummimootor 33%.

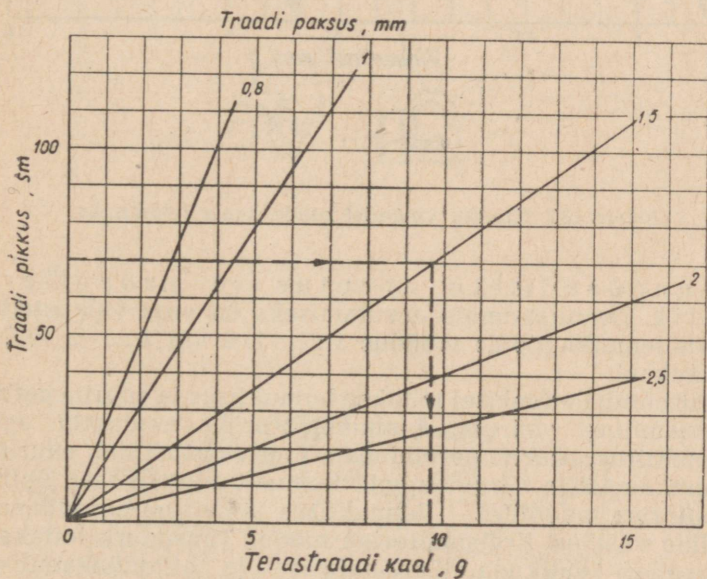
Kontrollimiseks, kas arvutatud kaalust saab mudeli ehitamisel kinni pidada, on mugav kasutada joonistel 127—130 toodud graafikuid, millede abil saab leida ühe või teise osa kaalu. Näiteks võib leida graafikult joonisel 127 männiliistude kaalu liistu pikkuse ja ristlõike kaudu; graafik joonisel 128 võimaldab leida bambusest teliku või tiiva tugede kaalu. Terastraadist osade kaalu võib leida graafikult joonisel 129 ja ribisõrestikuga mudeli



Joonis 127. Graafik männiliistude kaalu leidmiseks.



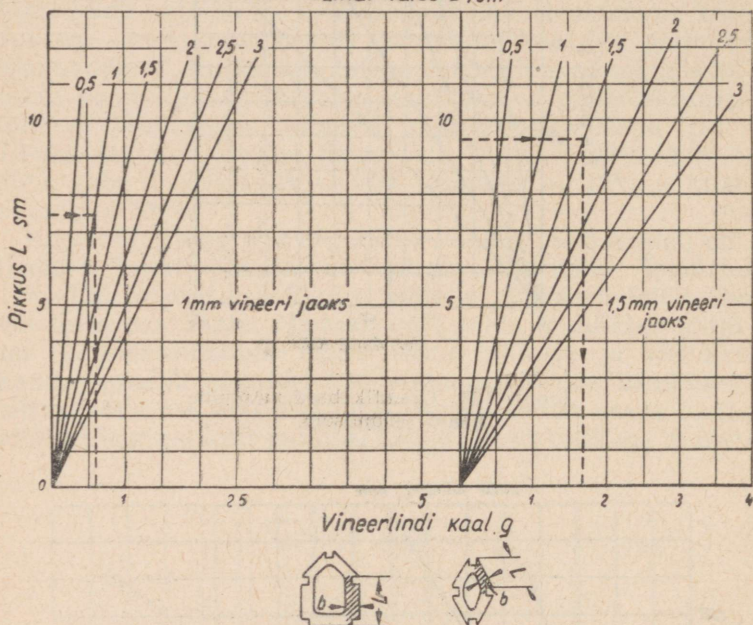
Joonis 128. Graafik bambustugede kaalu leidmiseks.



Joonis 129. Graafik terastraadist osade kaalu leidmiseks.

rihvide kaalu graafikult joonisel 130. Kogukaalu arvutamisel peab meeles pidama, et mudeli kate ja lakk raskendavad mudelit 15—20% võrra.

Lindi laius b , sm

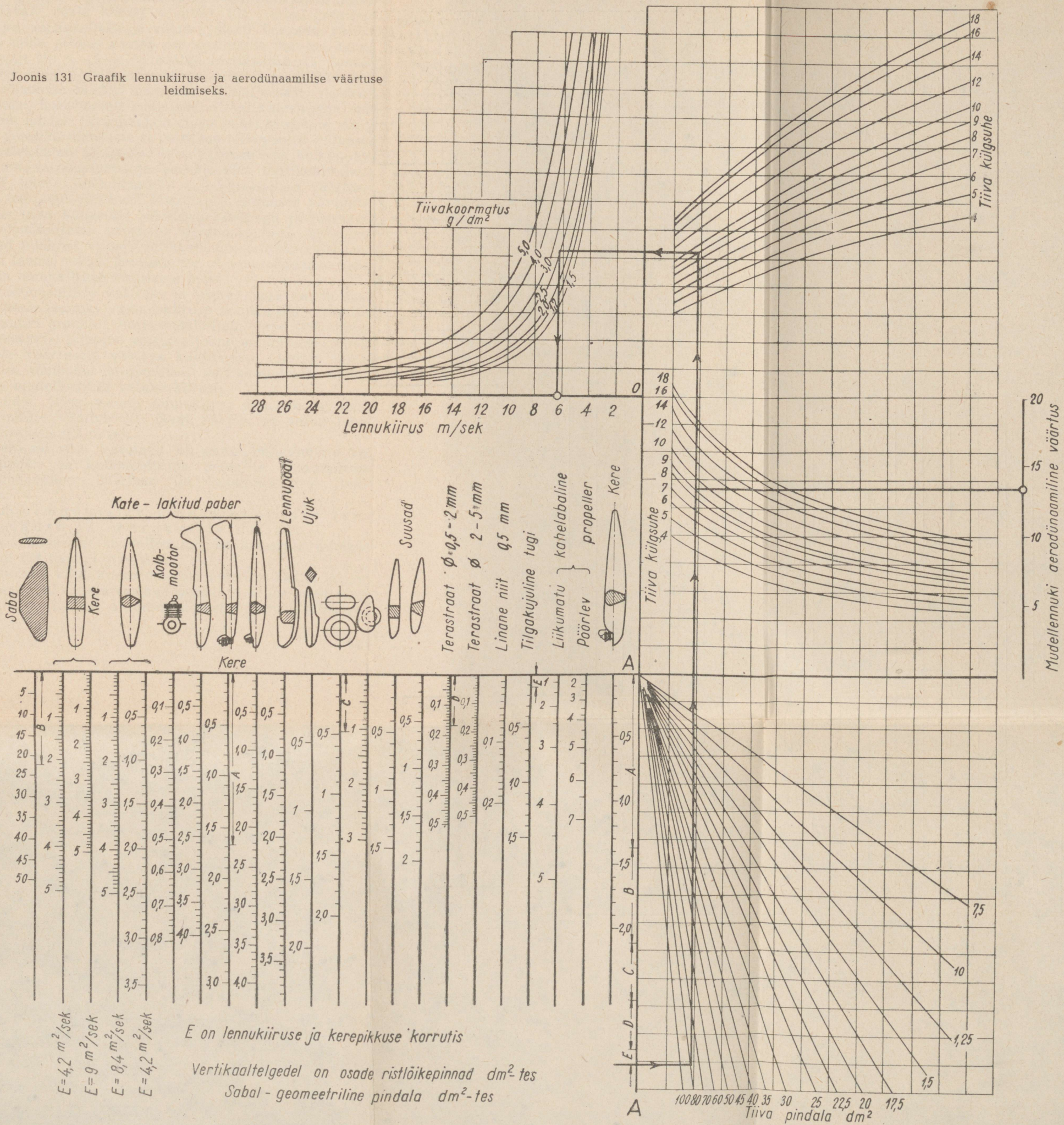


Joonis 130. Graafik vineerist osade kaalu leidmiseks.

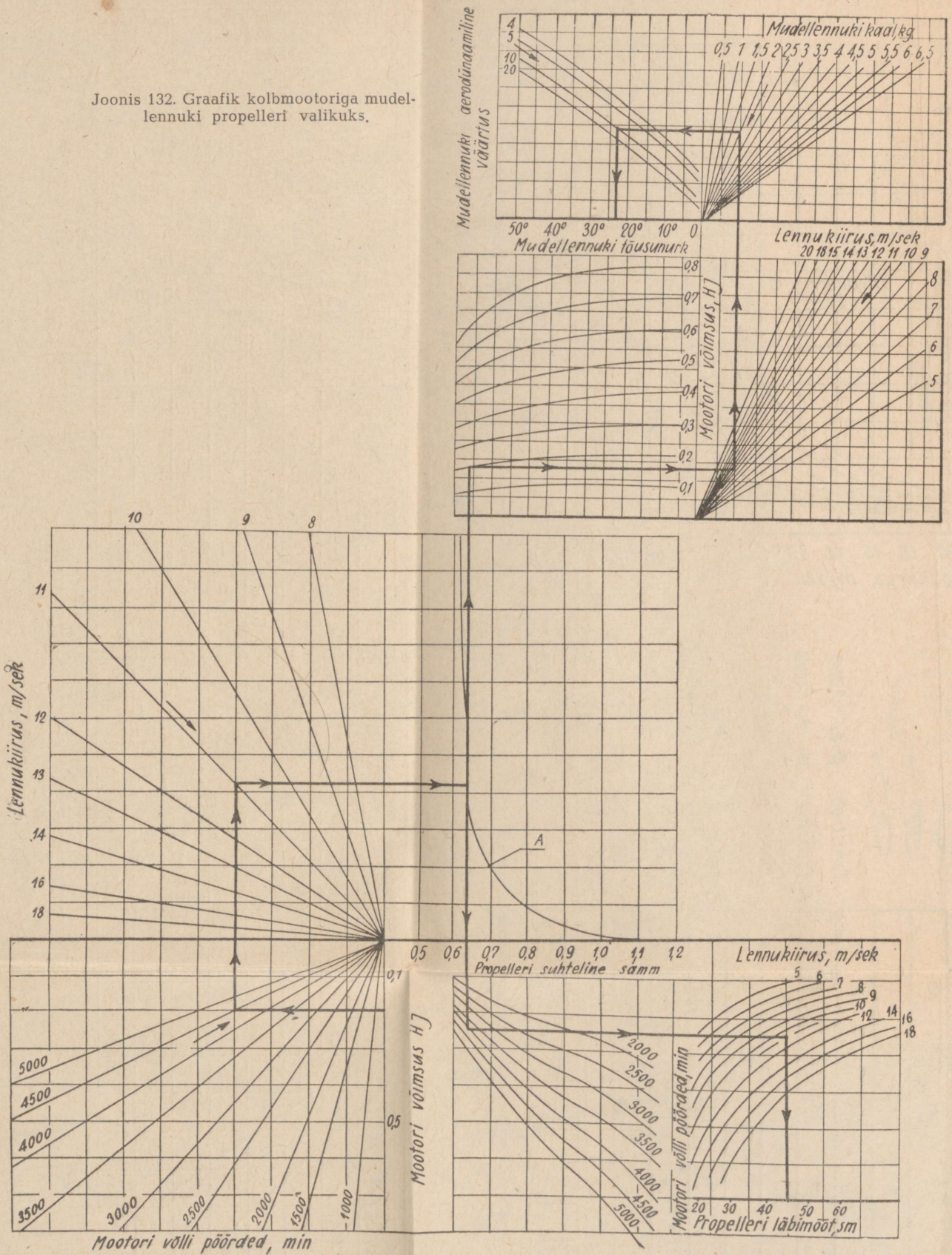
Lennuandmete arvutus ja propelleri valik. Lennuandmete arvutamiseks on vaja valmistada mudellennuki joonis mõõdus 1:1, 1:2 või 1:5 ja leida lennukaal.

Purimudellennukitel leitakse lennukiirus ja suurim aerodünaamiline väärtus; kummimootoriga mudelitel aga lennukiirus, suurim aerodünaamiline väärtus ning suurim lennukaugus ja kõrgus mootorlennus tuulevaikusel; kolbmootoriga mudelitel — lennukiirus ja suurim aerodünaamiline väärtus. Kolbmootoriga mudeli tõusunurk leitakse propelleri valikuga. Lennukiiruse ja aerodünaamilise väärtuse kaudu leitakse kõigil mudelitüüpidel vajumiskiirus.

Joonis 131 Graafik lennukiiruse ja aerodünaamilise väärtuse leidmiseks.



Joonis 132. Graafik kolbmootoriga mudellennuki propelleri valikuks.



Lennukiiruse, aerodünaamilise väärtuse ja vajumiskiiruse leidmine. Koostame nimestiku kõigist õhuvoolus olevatest mudeli osadest, märkides juurde nende ristlõiked. Igale tõstejõudu mittearendavale osale leiame joonisel 131 toodud graafikul vastava vertikaaltelje ja võtame sirkli haarade vahele lõigu, mille pikkus vastab osa ristlõikele dm^2 -tes. Lõigu kanname üle A—A-ga tähistatud vertikaalteljele. Samuti toimime kõigi ülejäänud osadega. Lõigud graafiliselt liitnud, tõmbame saadud summaarse lõigu otsast, vasakult paremale, horisontaali kuni lõikumiseni kaldsirgega, mis tähistab mudeli tiiva pindala. Sealt edasi tõmbame vertikaali graafiku ülaosasse ja märgime lõikepunkti esimeses kõveratekimbus tähistatud tiiva külgsuhtega. Lõikepunktist viime horisontaalsirge parempoolse vertikaalteljeni, millelt loeme mudellennuki aerodünaamilise väärtuse. Edasi märgime vertikaali lõikepunkti ülemises kõveratekimbus tiiva külgsuhtet tähistava kõveraga ja tõmbame sealt horisontaali vasakule tiivakoormatuse kõverani. Saadud punktist viime vertikaali alla horisontaalteljeni, millelt loeme mudeli lennukiiruse. Aerodünaamilise väärtuse ja lennukiiruse kirjutame üles.

Aerodünaamilise väärtuse ja lennukiiruse kaudu saab leida mudellennuki vajumiskiiruse lauglemisel. Joonisel 133 toodud graafiku horisontaalteljelt viime lennukiirusele vastavast punktist vertikaaljoone mudeli aerodünaamilisele väärtusele vastava kaldjooneni. Joonte lõikepunktist tõmbame horisontaali vertikaalteljeni, millelt leiame mudellennuki vajumiskiiruse.

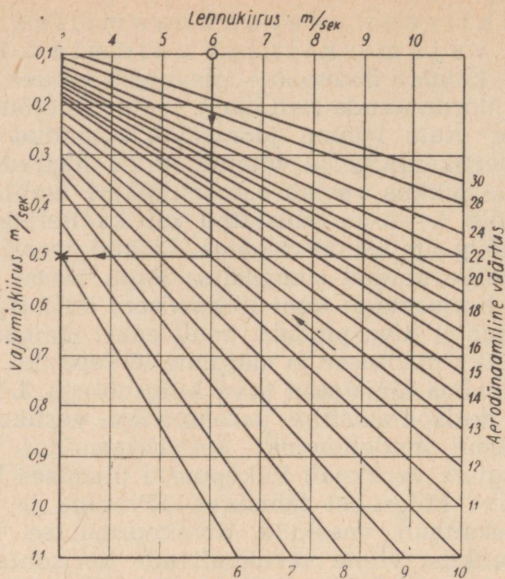
Näide. Olgu mudeli lennukiirus 6 m/sek. ja aerodünaamiline väärtus 12. Nagu näeme, on antud juhul vajumiskiirus 0,5 m/sek.

Graafikuid võib kasutada nii purimudellennukite kui ka kummi- ja kolbmootoriga mudelite lennukiiruse, aerodünaamilise väärtuse ja vajumiskiiruse leidmiseks.

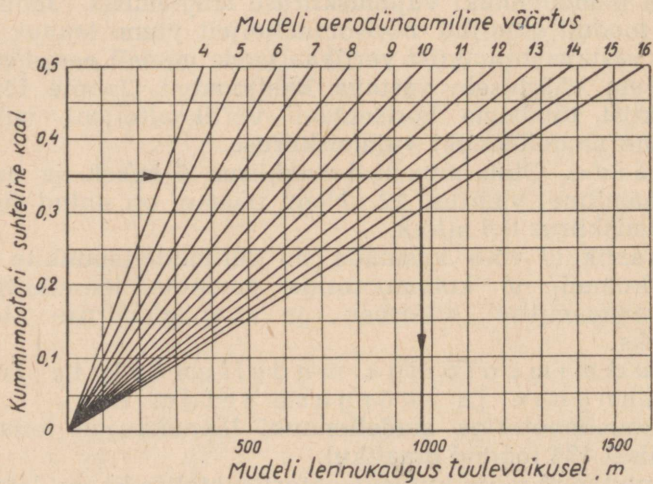
Kummimootoriga mudellennukite lennukauguse ja -kõrguse leidmine.

Kummimootoriga mudellennuki lennukaugus leitakse joonisel 134 toodud graafikul.

Arvutanud välja kummimootori suhtelise kaalu, leiame vertikaalteljel sellele vastava punkti ja viime sealt horisontaalsirge mudeli aerodünaamilist väärtust tähistava



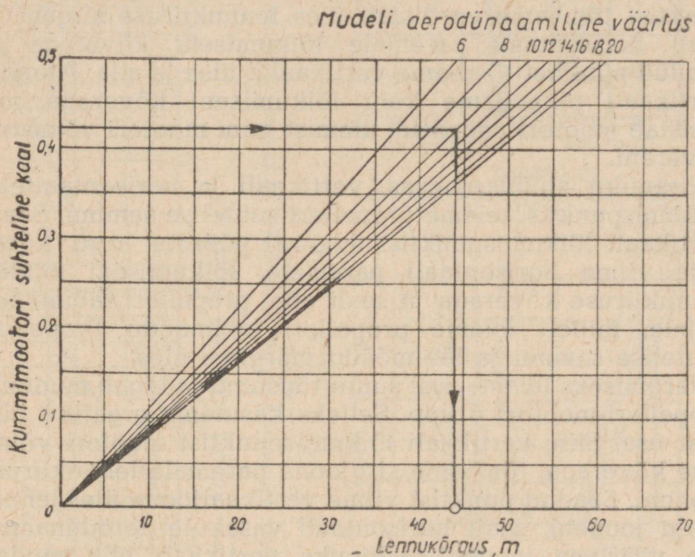
Joonis 133. Graafik vajumiskiiruse leidmiseks.



Joonis 134. Graafik kummimootoriga mudellennukite lennukauguse leidmiseks.

kaldsirgeni. Lõikepunktist tõmbame vertikaali horisontaalteljele ja loeme sealt lennukauguse meetrites.

Graafikult 135 saab leida mudeli mootorlennukõrguse. Vertikaalteljelt, kummimootori suhtelisele kaalule vastavast punktist, viime horisontaali kaldsirgeni, mille juurde on märgitud mudeli aerodünaamiline väärtus. Saadud lõikepunktist viime vertikaali alla horisontaalteljeni, millelt loeme lennukõrguse meetrites.



Joonis 135. Graafik kummimootoriga mudellennukite mootorlennukõrguse leidmiseks.

Olgu öeldud, et graafiku andmed on kehtivad eeskujulikult reguleeritud mudelile, mis lendab ilma tõusvate õhuvooludeta tuulevaikus.

Tuul ja püstõhuvoolud, samuti kui ebaõnnestunud reguleerimine, muudavad lennuandmeid tugevasti.

Kolbmootoriga mudellennuki propelleri valik ja propelleriklotsi mõõtude leidmine. Kolbmootoriga mudellennuki propellerile valitakse niisugune kuju, läbimõõt ja samm, mis antud lennukiiruse, mootori võimsuse ja pöörete arvu juures tagaks propelleri kõige kasulikuma töö. Propeller peab

arendama tõmmet, mis tagaks mudelile küllaldase tõusunurga (mitte vähem kui 15°). Joonisel 132 toodud graafikul võib valida propelleri, kui on teada mudellennuki kaal, lennukiirus, aerodünaamiline väärtus, mootori võimsus ja pöörete arv.

Võimsuste teljelt (graafiku allosas olev vertikaaltelg) leiame punkti, mis vastab mootori võimsusele (HJ), ja viime sellest horisontaali vasakule (vt. noole suunda graafikul), lõikumiseni mootori pöörete arvu sirgega. Lõikepunktist tõmbame vertikaali üles lennukiiruse sirgeni ja sealt horisontaali paremale lõikumiseni kõveraga A. Saadud punktist tõmbame vertikaalid üles ja alla. Alumist vertikaali pikendame kuni lõikumiseni kõveraga, mis tähistab mootori pöördeid, ülemist kuni mootori võimsuse kõverani.

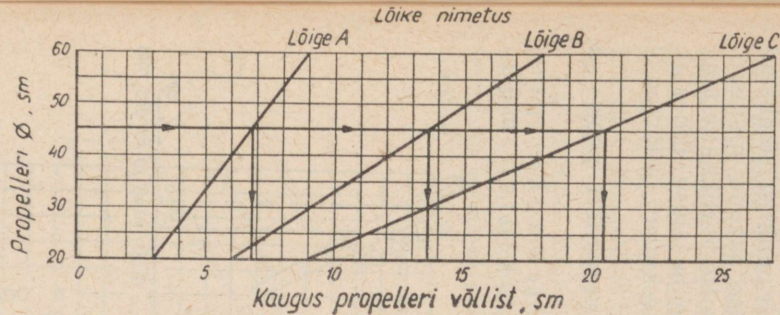
Graafiku alumises osas, vertikaali ja horisontaaltelje lõikumispunktis, leiame propelleri suhtelise sammu. Sama vertikaali lõikumispunktist mootori pöörete arvu kõveraga viime horisontaali paremale, lõikumiseni mudeli lennukiiruse kõveraga ja sealt alla, propelleri läbimõõdu teljele, millelt leiame propelleri läbimõõdu. Propelleri suhtelise sammu ja läbimõõdu märgime üles.

Järgmiseks leiame, kui suure tõusunurga tagab mudelile propelleri-mootori grupp. Selleks kasutame graafiku ülemist osa. Siin, vertikaali lõikumispunktist mootori võimsuse kõveraga, tõmbame sirgjoone paremale lennukiiruse jooneni. Saadud punktist viime vertikaaljoone üles lennukaalu jooneni, sealt horisontaali vasakule aerodünaamilise väärtuse jooneni ja lõpuks vertikaali alla, mudeli tõusunurga teljele, millelt loeme tõusunurga. Ületab tõusunurk 15° , on propelleri-mootori grupp valitud õigesti; on aga tõusunurk väiksem, siis peab mootori asendama võimsamaga, leidma mudellennuki uue lennukaalu ja kordama arvutust.

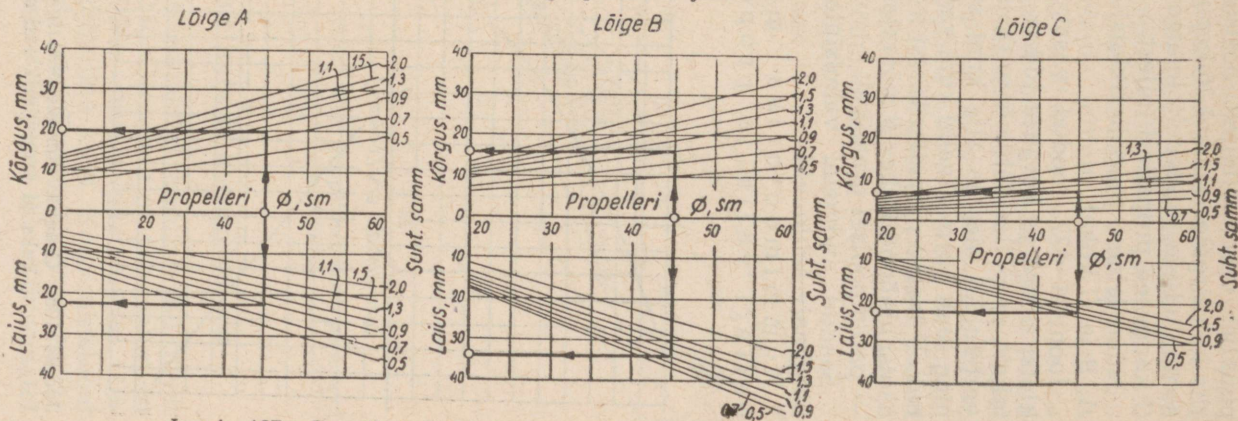
Selgub, et selle graafiku abil on võimalik valida mitte üksnes propelleri läbimõõtu ja sammu, vaid ka mootori tüüpi.

Teades propelleri läbimõõtu ja sammu, võib leida propelleriklotsi mõõdud. Selleks kasutame joonistel 136 ja 137 toodud graafikuid.

Algul leiame propelleri läbimõõdu kaudu propelleri laba kolme ristlõike kaugused propelleri teljest (joonis 136). Selleks tõmbame propelleri läbimõõdule vastavast



Joonis 136. Graafik propelleri laba ristlõigete kauguste leidmiseks propelleri teljest.



Joonis 137. Graafik kolbmootoriga mudellennuki propelleriklotsi mõõtude leidmiseks.

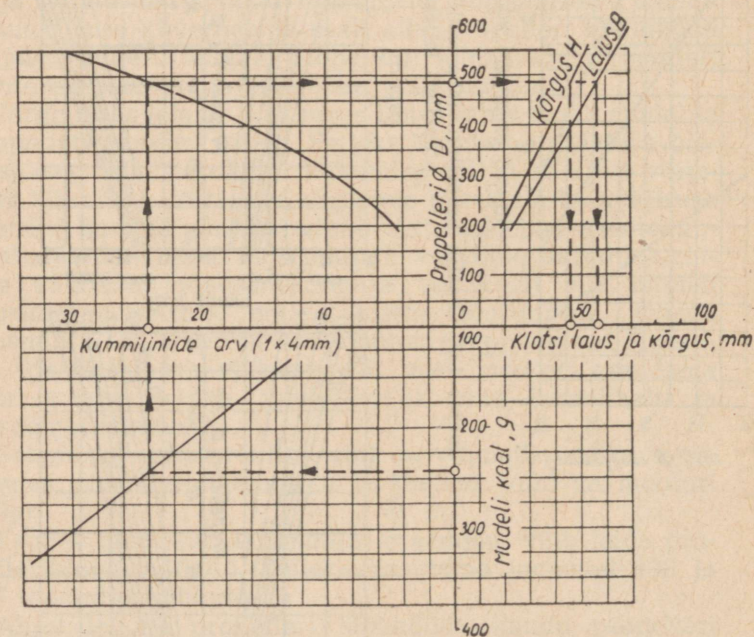
punktist vertikaalteljelt horisontaali paremale ja viimē siis kaldsirgetel saadud lõikepunktidest vertikaalid horisontaalteljēni, millelt leiame laba ristlõigete A, B ja C kaugused propelleri teljest.

Nüüd leiame propelleriklotsi kõrguse ja laiuse lõigete A, B ja C kohal.

Joonisel 137 toodud vasakpoolsel graafikul leiame klotsi laiuse ja kõrguse lõikes A. Graafiku horisontaalteljelt, propelleri läbimõõtu tähistavast punktist, tõmbame vertikaalid üles ja alla kuni suhtelise sammu joonteni, ning sealt horisontaalid kuni vasakpoolse vertikaalteljēni, millelt loeme propelleriklotsi kõrguse ja laiuse lõikes A. Klotsi mõõdud lõikes B määratakse keskmisel ja lõikes C — parempoolsel graafikul.

Saadud andmetel valmistatakse propelleri pealt- ja külgsuure šabloonid.

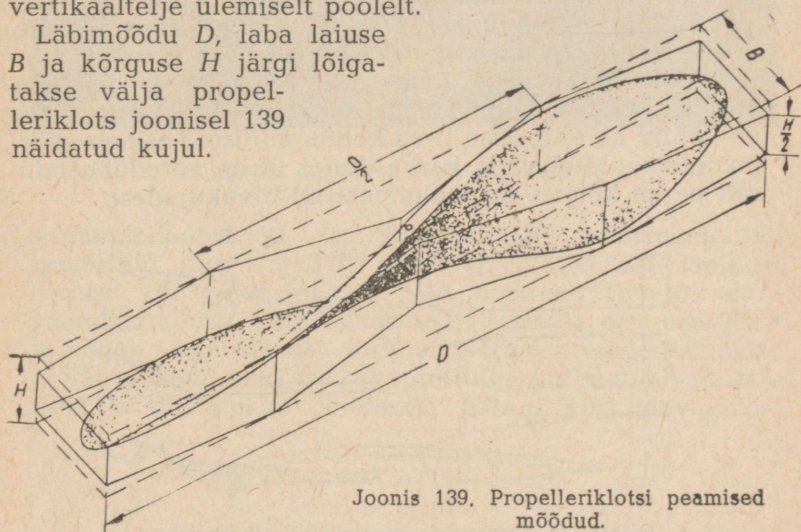
Kummimootoriga mudellennuki propelleri valik ja propelleriklotsi mõõ-



Joonis 138. Graafik kummimootoriga mudellennuki propelleri valikuks ja propelleriklotsi mõõtude leidmiseks.

tude leidmine. Kummimootoriga mudellennuki propelleri ja mootori valikul kasutame joonisel 138 toodud graafikut. Vertikaaltelje alumisel osal leiame mudeli kaalu grammides ja viime sealt horisontaali vasakule kuni kaldjooneni. Sealt edasi viime vertikaali üles kuni horisontaaltelje vasaku pooleni, millelt loeme, mitmest 1×4 mm läbimõõduga kumminiidist peab koosnema projekteeritava mudellennuki mootor. Murdarvu puhul ümardatakse lintide arv lähema täisarvu poole. Edasi pikendame vertikaali ülespoole kuni lõikumiseni kõvera ja viime sealt horisontaali paremale kuni kaldjooneni. Kaldjoonte lõikepunktidest tõmbame vertikaaljooned horisontaalteljeni, millelt loeme propelleriklotsi laiuse ja kõrguse. Propelleri läbimõõdu saame vertikaaltelje ülemiselt poolt.

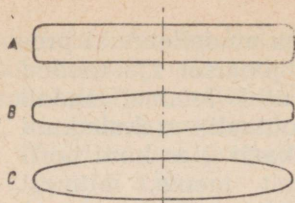
Läbimõõdu D , laba laiuse B ja kõrguse H järgi lõigatakse välja propelleriklots joonisel 139 näidatud kujul.



Joonis 139. Propelleriklotsi peamised mõõdud.

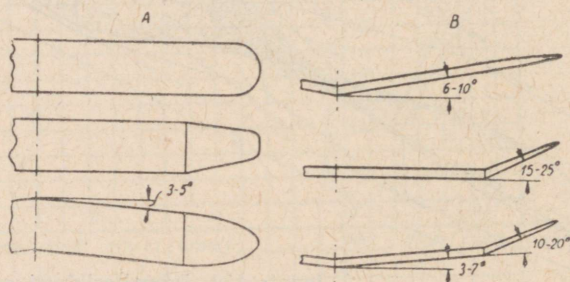
4. Mudellennuki osade kuju ja konstruktsioon

Tiib ja saba. Mudellennukitel kasutatavad tiivakujud on toodud joonisel 140. Olenevalt mudeli otstarbest ja konstruktsioonist, antakse tiivale pealtvaates täisnurkne, trapetsiline või elliptiline kuju. Konstruktsiooni lihtsuse ja küllaltki heade aerodünaamiliste omaduste tõttu on levinuim täisnurkse kujuga tiib. Lihtsamatel



Joonis 140. Tiibade kujud:
A) täisnurkne, B) trapetsiline ja C) elliptiline.

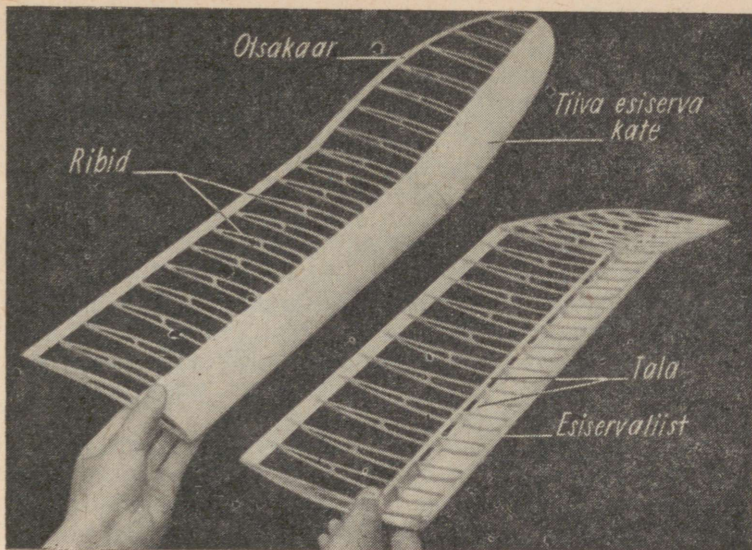
mudellennukitel tiiva otsad ümardatakse või tehakse trapetsikujulisteks ning antakse tiivale ühekordne V-kuju $8-12^\circ$. Konstruktsiooni lihtsustamiseks kasutatakse mudelitel ka sirget tiiba $15-25^\circ$ -liste „kõrvadega“. Rekordmudellennukite tiibade otsad tehakse aerodünaamiliste omaduste parandamiseks elliptiliste otsakaartega ja antakse tiivale kahekordne V-kuju: keskosas $3-7^\circ$ ning otstes $10-20^\circ$ (joonis 141). Mudellennuki suunapüsivuse parandamiseks antakse mõnikord tiivale noolekuju $3-5^\circ$. Ringkiirusmudellennukitel on otstarbekohane üleni trapetsiline tiib, kus tiiva väikese ulatuse tõttu on erineva kujuga ribisid vähe. Vabaltlendavatel mudellennukitel on tiiva suurema ulatuse tõttu trapetsilisel tiival erineva kujuga ribisid palju, mis teeb nende valmistamise väga aegaviitvaks. Sama on kehtiv ka elliptilise tiiva kohta, milliseid esineb välismudellennukitel väga harva, kuigi ta on aerodünaamiliselt parim kõigest eespoolnimetatud tiivakujudest.



Joonis 141. Täisnurkse tiiva otste kujundamine (A) ja tiiva V-kujud (B).

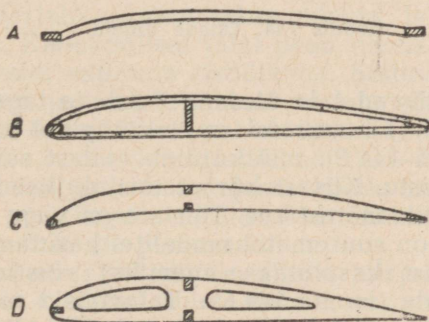
Tiiva sõrestik koosneb talast (või taladest), ribidest, esi- ja tagaserva liistust ning otsakaartest. Tiiva keskmist, kere peal või sees asuvat osa nimetatakse keskpinnaks, tiivapooli — konsoolideks (joonis 142).

Ribid annavad tiivale nõutava profiili. Lihtsama konstruktsiooniga tiibadel painutatakse ribid lapikutest liistudest (joonis 143 A). Niisuguseid nn. liistribisid kasutatakse



Joonis 142. Tiiva osade nimetused.

sisemudellennukitel ja skemaatilistel välismudelitel. Lameribid (joonis 143 B) valmistatakse kahest lapikust liistust või vineeriribast. Nad annavad tiivale suure väändekindluse, kuid nende valmistamine on aegaviitev ja nõuab suurt täpsust. Kummimootoriga mudellennukite ja väiksemate, õhukese tiivaprofiiliga purimudellennukite ribid valmistatakse õhukesest pärna- või haavalauast



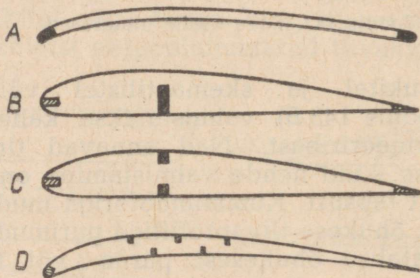
Joonis 143. Ribide tüübid.

(joonis 143 C). Suurematel purimudellennukitel ja kolbmootoriga mudelitel tehakse ribid vineerist ning varustatakse kergendusaukudega (joonis 143 D).

Ribide paksus on 200—300 mm laiusel tiival 1—1,5 mm, kitsamatel tiibadel 0,5—1 mm. Tiivapoolte ühendus- ja murdekohtadel tehakse ribid 3—4 mm paksused ning tavaliselt ilma kergendusaukudeta. Eriti vastutusrikastes kohtades, näiteks tiiva ja kere ühenduskohtades, tugevdatakse ribisid liistude pealeliimimisega.

Ribidevaheline kaugus on kitsastel, 100—150 mm laiustel tiibadel 40—60 mm; keskmistel, 150—200 mm laiustel tiibadel 50—80 mm ja veel laiematel tiibadel 80—100 mm. Tiiva profiili paremaks säilitamiseks on soovitatav kasutada tavaliste ribide vahel nn. poolribisid, mis ühendavad tiiva esiserva liistu talaga.

Tala (või talad) annab tiivale vajaliku tugevuse. Tala tüüp ja asetus olenevad mudeli tiiva konstruktsioonist ja suurusest ning ribide kujust. Kõige levinumad talade tüübid on kujutatud joonisel 144. Õhukese profiiliga mudel-

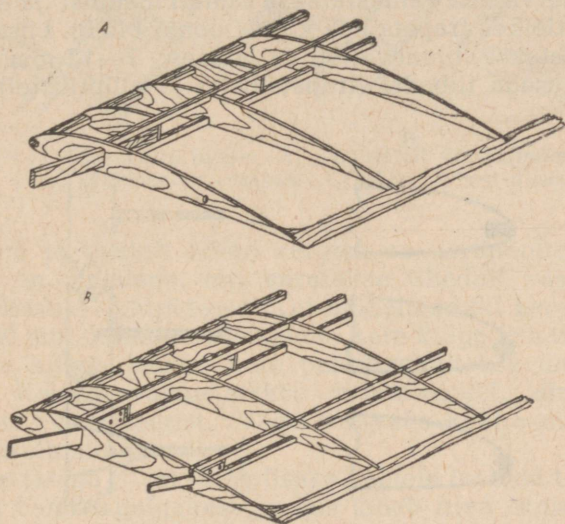


Joonis 144. Talade tüübid.

lennukitel täidavad tala ülesannet esi- ja tagaserva liist (joonis 144 A). Lihtsamatel mudelitüüpidel kasutatakse täistala (joonis 144 B), mis kujutab endast serviti asetatud tugevat liistu. Kitsast kõrget täistala kasutatakse ka lameribidega tiivasõrestikes. Täistala on väga lihtne valmistada, kuid on suurematel mudelitel kasutamiseks liiga raske; seepärast kasutatakse enamikel võistlusmudelitel kahevöölist tala (joonis 144 C). Talavöösid seovad omavahel tiiva ribid. Talale suurema paindekindluse andmiseks kaetakse mõnikord tala küljed vineeri või paberiga.

Väikestel õhukese profiiliga mudelitel (peamiselt kummimootoriga mudelitel) on levinud paljuvööline tala (joonis 144 D), mis koosneb 3—5-st peenest liistust.

Kitsatiivalisel mudelil asub tala tiiva esiservast 20—25% tiiva laiuse kaugusel. Laiematel, kahetalalistel tiibadel, on eesmine tala 20—25% ja tagumine 60—70% tiiva laiuse kaugusel (joonis 145).



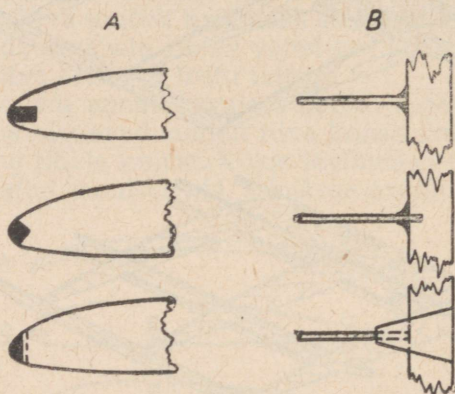
Joonis 145. A) ühe talaga tiib, B) kahe talaga tiib.

Tala materjaliks kasutatakse tiheda ja sirge süüga männipuitu. Kahevöolisel talal peab olema ülemine vöö alumisest veidi suurema ristlõikega. Sõltuvalt tiiva profiili paksusest ja mudeli kaalust on tala vööde ristlõiked 1—1,5 m-se tiivaulatuse puhul 2×2 — 3×2 mm. Tiivaulatustel 1,5—2 m sobivad ristlõiked 3×2 — 3×3 mm; veel suurema ulatusega tiibadel peab vööde ristlõige olema 4×4 — 4×5 mm. Tagumise tala vööd tehakse esimese tala vöödest 1,5—2 korda peenemad.

Servliistud annavad tiivale kindla piirjoone. Esiserva liist võib olla asetatud ribisse serviti, nurgeti või küljega (joonis 146 A). Kaalult kõige kergem on esimest tüüpi servliist, mida kasutatakse peaaegu kõikidel mudelitel.

Nurgeti või küljega vastu ribi asetatud servliiste kasutatakse siis, kui on vaja profiili ninaosa kuju eriti täpselt välja töötada ja kui mudeli kaal ei ole sealjuures määrava tähtsusega (kiirusmudellennukid). Esi- ja tagaserva liistude mõõdud on väikestel mudelitel 2×3 — 2×5 mm ning keskmistel ja suurematel 3×4 — 3×5 mm. Materjaliks on mänd või pärn.

Tagaserva liist valmistatakse samuti männist ja antakse talle ristlõikes trapetsiline kuju (joonis 146 B). Liistu laiuseks võetakse, olenevalt tiiva laiusest, 7—12 mm. Muutuva laiusega tiibadel (trapetsilistel ja elliptilistel) vähe-



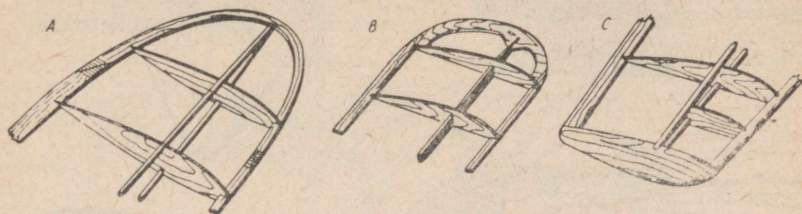
Joonis 146. Esi- ja tagaserva liistude ühendamine ribiga.

neb tagaserva liistu laius tiiva otsa poole. Liistu serva ei hõõveldata liiga teravaks, sest see võib põhjustada sõrestiku kaardumist. Ribid liimitakse servliistu sisse saetud sälkudesse või sidestatakse tagaserva liistuga liimmuhvi abil. Sõrestiku tugevdamiseks liimitakse ühenduskohtadele mõnikord joonistuspaperist kolmnurgad.

Tiiva otsakaared painutatakse bambusest või liimitakse kokku mitmest männiliistust. Tõmbi otstega tiibadel saetakse otsakaared välja 1,5—2 mm paksusest vineerist või voolitakse pärnapuust (seest õõnestada!). Otsakaared peavad tiiva esi- ja tagaservas ühtuma paksuselt täpselt esi- ja tagaserva liistudega.

Suurematel mudellennukitel (tiiva ulatusega üle 1,5 m) tehakse transpordi hõlbustamiseks tiib lahtivõetavana.

Tavaliselt käib tiib lahti täpselt keskkohalt (ülatiivalistel mudelitel), või kere juurest. Tiiva konstrueerimisel tuleb piirduda võimalikult ühe (või kahe) ühenduskohaga, sest mida rohkem neid on, seda enam kaalub mudel. Kõige



Joonis 147. Otsakaarte tüüpe: A) painutatud või lamelleeritud otsakaar, B) vineerist otsakaar, C) pärnaklotsist otsakaar.

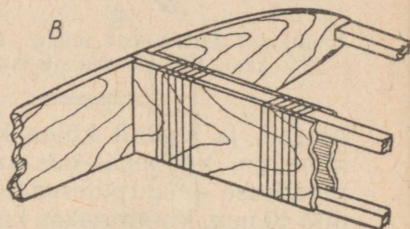
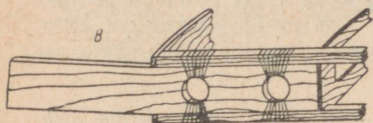
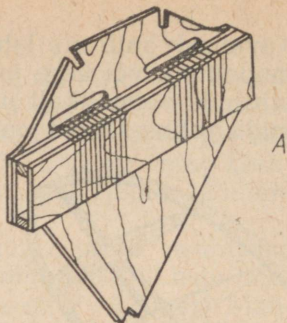
lihtsam ja kaalult kõige kergem on tiivapoolte ühendamine nn. keeltega, mis surutakse tihedalt vastavatesse pesadesse — karpidesse. Kui mudellennuki kere laius on alla 40 mm, kinnitatakse keeled kere külge ja karbid tiivapoolte külge; laiema kere puhul toimitakse ümberpöördu. Keeled valmistatakse männiliistust, alumiiniumplekist või vineerist. Väga sobivaks keelte materjaliks on duralumiinium.

Ühe talaga tiival tuleb lisaks keelele toetada tiiva tagaserva bambuspulgakesega, mis läheb tiiva ribisse saetud auku ning tagab tiivale õige seadenurga; kahetalalisel tiival kasutatakse enamasti kahte keelt, mis ühendavad talade kohal tiiva kerega.

Puust keeled liimitakse talavööde vahele ja ümbritsetakse niitmähisega; alumiiniumplekist keeled kinnitatakse neetide, montaažikruvide või niitmähisega talade vahele liimitud täiteklotsi külge (joonis 148). Tiibadesse valmistatakse keeltekarbid vineerplaatide liimimise teel talavööde külgedele (joonis 149); ühenduskoht kaetakse niitmähisega. Keresse kinnitatakse keeltekarpi kereribi külge.

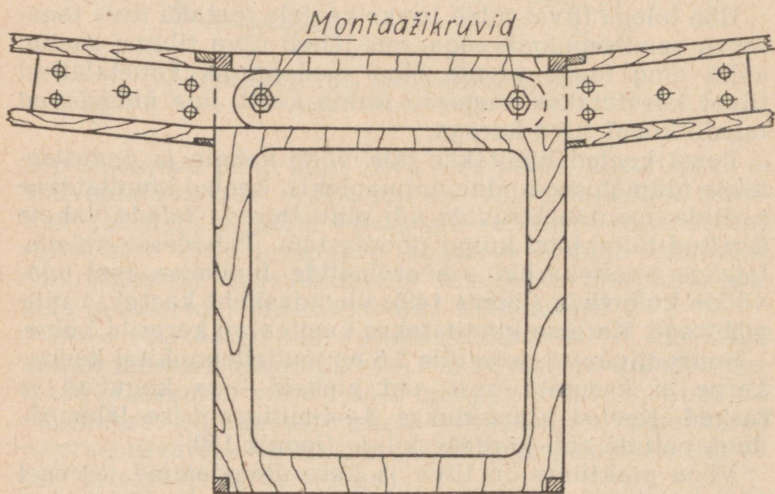
Suure tiivaulatusega (üle 2,5 m) mudellennukitel keeltekarpe ei kasutata, sest nad oleksid liiga kogukad ja rasked. Keeled kinnitatakse 3—4-millimeetrise läbimõõduga poltide abil kereribi külge (joonis 150).

Väga praktiline on tiiva ja kere ühendamine joonisel 151 A kujutatud vineerkeeltega, mis mudeli põrkumisel vastu maapinda vabastavad tiivapooled ning väldivad



Joonis 148. Keelte kinnitus tiiva talaga: A) ja B) — puust keelte kinnitus, C) alumiiniumist keele kinnitus.

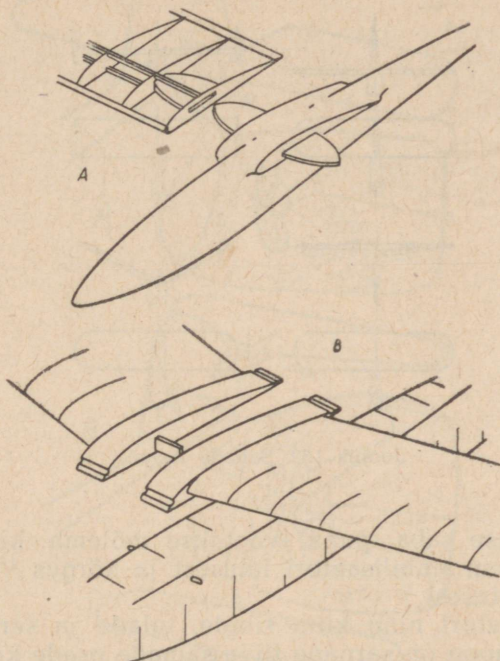
Joonis 149. Keeltekarpi kere (A) ja tiivas (B).



Joonis 150. Keelte kinnitus kereribi külge poltidega.

seega nende purunemist. Keeled liimitakse kere külge; keeltekarbid paigutatakse tiiba, talavööde vahele.

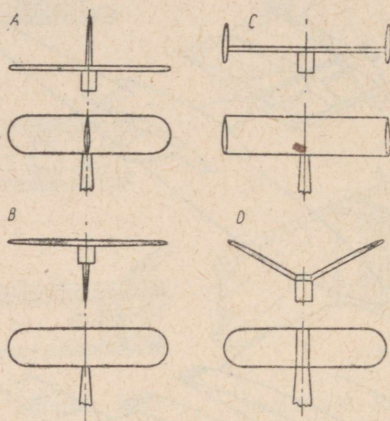
Teine väga lihtne tiivapoolte ühendusviis on toodud joonisel 151 B. Algul ühendatakse tiivapooled omavahel männiliistust keelega ja kinnitatakse siis kere külge kummilintidega.



Joonis 151. Tiiva kinnitusviise: A) vineerkeeltega, B) kummilintidega.

Normaalmudellennukitel koosneb saba horisontaalsest stabilisaatorist ja vertikaalsest kiilust (joonis 152 A). Kummimootoriga mudelitel on saba enamasti kahe kiiluga, mis kinnituvad stabilisaatori ottesse (joonis 152 C). Sisemudellennukitel, mõnikord ka taimermudelitel paigutatakse kiil raskuskeskme allaviimiseks stabilisaatori alla (joonis 152 B). On katsetatud ka V-kujulist saba, mis aerodünaamilistelt omadustelt on parem normaaltüüpi stabilisaatorist ja kiilust, kuigi mudeli reguleerimine on tunduvalt keerukam (joonis 152 D).

Stabilisaatori kuju valitakse sarnane tiiva kujuga, kuid väiksema külgsuhtega. Sõltuvalt kere kujust on kiilu kõrgus $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ stabilisaatori ulatusest. Kõrge kitsa kere puhul peab ka kiil olema kõrgem, madala kere puhul madalam. Kiilu kuju on trapetsiline või elliptiline, olenevalt kere ja tiibade kujust ning mudellenduri maitsest.

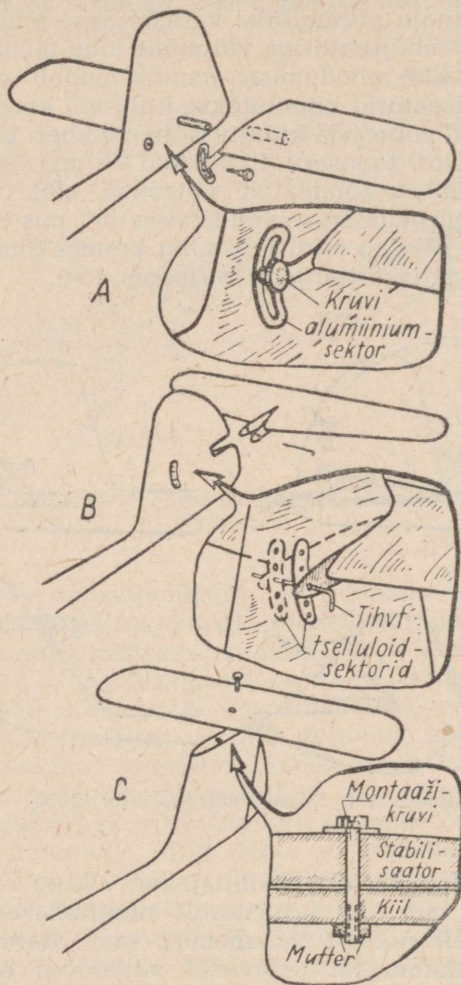


Joonis 152. Sabade tüüpe.

Kahekiilulise saba puhul võetakse mõlema kiilu laius veidi suurem stabilisaatori laiuselt ja kõrgus $\frac{1}{4}$ stabilisaatori ulatusest.

Stabilisaatori ning kiilu ribide, talade ja servliistude konstruktsioon on sarnane tiiva samade osade konstruktsioonile. Kummimootoriga mudelitel valmistatakse kiil ja stabilisaator ühe tervikuna ja kinnitatakse kerele kummilindiga. Suurematel mudelitel valmistatakse kiil kerega ühes tükis, kuid stabilisaator eraldi. Stabilisaatorit võib kiilu külge kinnitada mitmel viisil (joonis 153). Kui stabilisaatoripooled on üksteisest eraldatavad, siis kinnitatakse nad kiilu külge ümmarguste 3—6-millimeetrise läbimõõduga bambuspulkade või alumiiniumtorudega (joonis 153 A). Kinnituspulgad liimitakse kiilu külge ja karbid stabilisaatoripooltesse. Teine kinnituspunkt tuleb valida niisuguse arvestusega, et stabilisaatori seadenurk oleks muudetav, mis hõlbustab mudeli reguleerimist. Üks võimalus on kinnitada stabilisaatori esiserva liistu külge

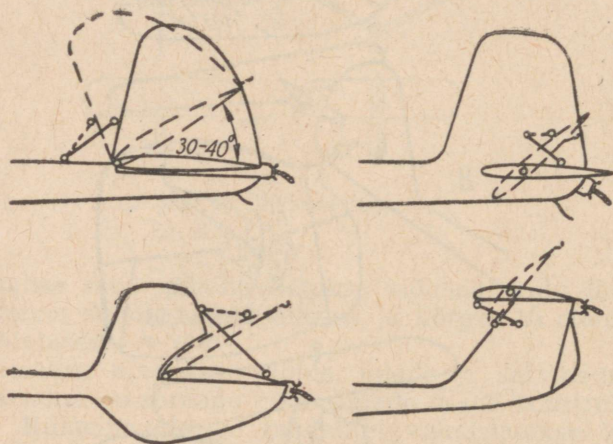
sektor, mille asendit saab reguleerida kruvi abil. Stabi-
 saatori võib kinnitada veel kiilu tagaserva väljalõikesse
 (joonis 153 B) või kiilu peale montaažikruviga (joonis



Joonis 153. Stabilisaatori kinnitusviise:
 A) kruviga reguleeritav kinnitus, B) tihvtiga reguleeritav kinnitus, C) mittereguleeritav kinnitus montaažikruviga.

153 C). Stabilisaatori seadenurka saab viimasel puhul muuta kiilu ja stabilisaatori vahele asetatavate plaatidega.

Võistlustel punktisüsteemis ei ole kasulik lasta mudel-lennukil lennata üle 5 minuti, sest mudel võib kaduda silmist. Lennuaja piiramiseks varustatakse mudel sellisel juhul klapp-stabilisaatoriga või mõne muu mehhanismiga, mis teatava aja möödumisel sunnib mudeli maanduma. Klapp-stabilisaatorid kinnitatakse kiilu või kere külge nii, et nad võivad pöörduda kinnitussõlme ümber. Lennu algul on stabilisaatori tagaserv ühendatud kiiluga terastraadist konksude ümber tõmmatud niitrõnga abil. Konksude vahel on niidirõngasse seotud süütenõör*, mis teatava aja möödumisel põletab niidi läbi ning kummi tõmbab stabilisaatori negatiivse nurga alla (joonis 154).

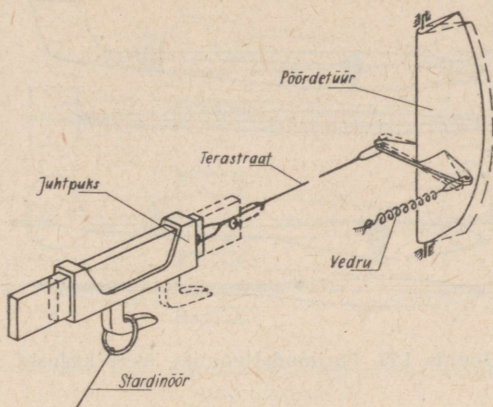


Joonis 154. Klapp-stabilisaatorite tüüpe.

Purimudellennukitel kinnitatakse kiilu tagaserva pöördetüür, mis on kõrgstardil neutraalasendis, kuid pärast mudeli nõorist vabanemist saab stardikonksuga ühendatud automaadi tegevusel väljalöögi ning paneb mudeli ringlema. Ringlev mudel ei lenda stardipaigast

* Süütenõör valmistatakse kingapaelast, mida immutatakse kaaliumpermanganaadi küllastatud vesilahuses. Kuivatatud süütenööri põlemise kiirus määratakse katseliselt.

kaugele ning püsib hästi tõusvates õhuvooludes. Auto-
 maat töötab järgmiselt: stardil tõmbab nõör stardi-
 konksu ette ning pöördetüüri ühendatud terastraat
 hoiab tüüri neutraalasendis; kui stardinõör vabaneb
 stardikonksust, tõmbab vedru pöördetüüri kõrvale ning
 mudel hakkab ringlema.

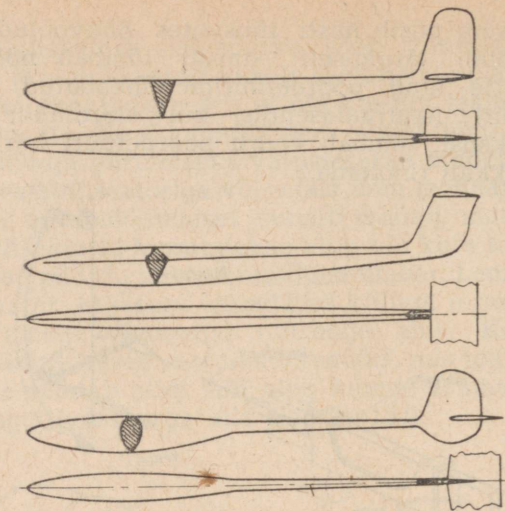


Joonis 155. Purimudellennuki pöördetüüri-
 automaat.

Kere. Aerodünaamiliselt on ideaalne tilgakujuline
 kere. Kuid konstruktsiooni lihtsustamiseks ja mudeli
 püsivuse suurendamiseks antakse kerele enamasti teist-
 sugune kaju. Uldiselt on kere kaju ja konstruktsioon sõl-
 tuvad mudeli skeemist ja osade vastastikusest asetusest.

Pealtvaates antakse kerele sujuvad sümmeetrilised
 vormid, kusjuures enamikul mudeleist on tiiva kinnitus-
 kohal kere piirjoon sirgjooneline. Ka külgsuunas püü-
 takse kujundada kere võimalikult sümmeetrilisena (kõrg-
 tiivalised mudelid); kuid siiski on enamikul mudeleist
 kere ebasümmeetriline — pealne osa sirgem, alumine
 kumeram. Tiib kinnitatakse otse kerele või profileeritud
 pealisehitusele — püloonile. Mõnedel kummimootoriga
 mudelitel kinnitatakse tiib kere peale paigutatud traat-
 tugeledele.

Joonisel 156 on toodud tüüpilisi purimudellennuki
 kere kujusid. Selle mudelitüübi kere püütakse kujun-
 dada peensusteni voolujoonelisena. Küllaldase tugevuse



Joonis 156. Purimudellennuki kere kujusid.

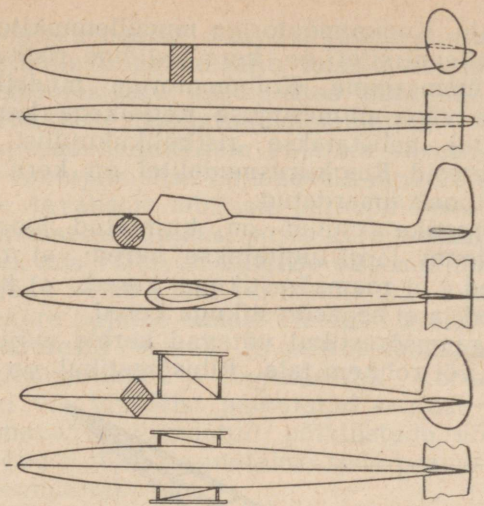
saavutamiseks tehakse kõrgele asetatud stabilisaatoriga purimudelitel kere tagumine osa suhteliselt jämedam.

Kummimootoriga mudellennukitel, millel tiib on kere peal nihutatav, peab kere olema pealt lame ja tasane, et tiiva asendi muutmisel ei muutuks seadenurk. Teliku lühendamiseks antakse kere alaküljele tugev kumerus. Kummimootori mahutamiseks peab kere tagaosa olema suhteliselt suure ristlõikega (joonis 157).

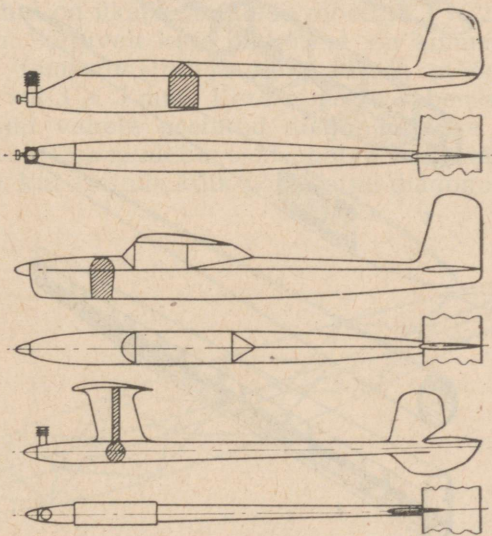
Kolbmootoriga rekordmudellennukitel paigutatakse tiib kere peale või madala, kabiinikujulise pülooni otsa. Püloon annab kerele ilusama kuju ja võimaldab otstarbekohaselt paigutada kütusepaaki. Taimermudellennukitel on kere varustatud kõrge pülooniga, mis nagu kasvab sujuvalt kerest välja (joonis 158).

Aerodünaamilise väärtuse suurendamiseks kaetakse mudeli mootor kapotiga. Sagedamini kaetakse kapotiga ainult mootori karter, kuna silinder jääb mootori paremaks jahutamiseks katmata.

Kere kuju ristlõikes oleneb mudeli skeemist ja konstruktsioonist. Lihtsamatel purimudellennukitel on kere kolm- või nelinurkse kujuga. Rekordmudellennukite keredele antakse ristlõikes viisnurkne, kuusnurkne või



Joonis 157. Kummimootoriga mudellennuki
kere kujusid.

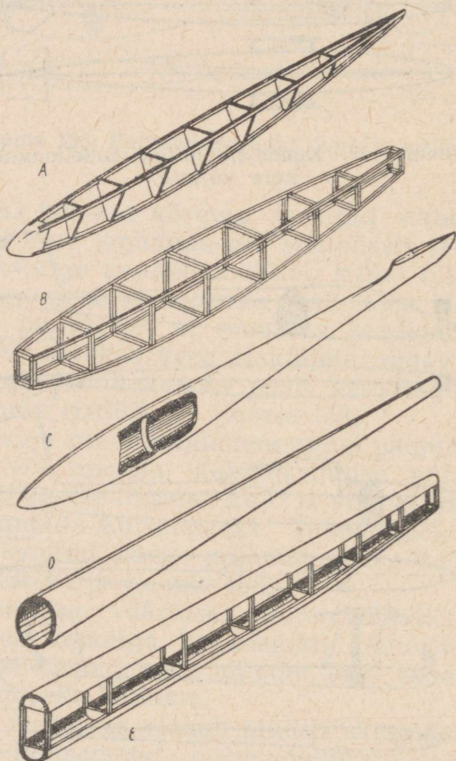


Joonis 158. Kolbmootoriga mudellennuki
kere kujusid.

ovaalne kuju. Kummimootoriga mudellennukitel, samuti taimermudellennukitel on kere ristlõige ristkülikukujuline või ümmargune. Kolbmootoriga mudellennukitel kasutatakse väga mitmesuguse ristlõikega keresid. Rekordmudelitel eelistatakse ristkülikukujulisi või viisnurkseid keresid. Ringkiirusudelitel on kere tavaliselt pealt- ja altpoolt ümardatud.

Kere sõrestike tüübid on kujutatud joonisel 159. Konstruktsiooni järgi liigitatakse kered: a) ribisõrestikuga kered, b) raamsõrestikuga kered, c) kaunkered, d) torukered ja e) segasõrestikuga kered.

Ribi- ja raamsõrestikul võtavad kerele mõjuvad jõud vastu 3—4 või rohkem tala. Ribisõrestikul on kujuand-

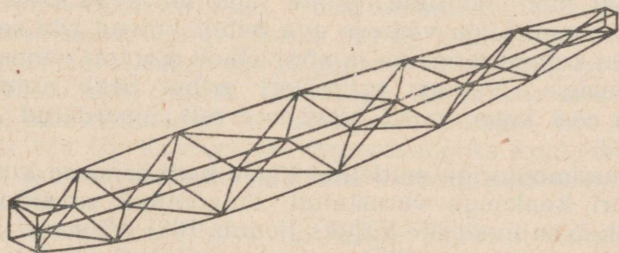


Joonis 159. Kere sõrestike tüübid: A) ribisõrestik, B) raamsõrestik, C) kaunkere, D) torukere, E) segasõrestik.

vaiks osadeks vineerist või õhukesest puitlauast ribid; raamsõrestikule annavad kuju talasid ühendavad põikliistud. Ribisõrestikku kasutatakse purimudellennukitel, raamsõrestikku — mootormudellennukitel.

Eriti purimudellennukitele vajaliku sileda pealispinna ja sujuva voolujoonelise kuju saab kaunkeredel, mis valmistatakse tavaliselt läbinisti pärnapuidust. Kaunkered õñnestatakse seest tühjaks, jättes kere tühemikku mõned vaheseinad, mis väldivad külgede sissemuljumist. Kerele mõjuvad jõud võtab vastu kerekauna 0,5—2 mm paksune sein. Torukere kujutab endast vineerist või alumiiniumist toru. Torukeresid esineb ringkiirusmudellennukitel ja taimermudellennukitel. Segasõrestik koosneb puust õñnestatud või vineerist painutatud harjast ja põhjast, mis on omavahel ühendatud põikliistude või ribidega. Suure tugevuse tõttu kasutatakse seda peamiselt ringkiirusmudellennukitel.

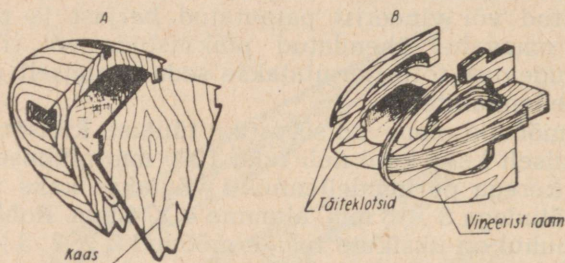
Tala mõõdud olenevad sõrestiku tüübist. Ribisõrestikus on tavaliselt kaks kuni neli tala; 1200 mm pikkuse kolmnurkse kerega purimudellennukil võetakse kaks ülemist tala mõõtudega 3×8 mm, alumine 4×4 mm. Rohkemate talade puhul on üksikute talade mõõdud 3×2 , 3×3 või 3×5 mm. Sõltuvalt kere pikkusest on kummimootoriga mudelitel raamsõrestikuga kere talade mõõdud 2×2 , $2,5 \times 2,5$ või 3×3 mm. Kere nina- ja sabaosa tugevdatakse raami vahele asetatud diagonaalidega (2—3 tk.). Kummimootoriga mudelile saab sobiva, hea väändekindlusega kere, kui asetada kõik põikliistud diagonaalselt (joonis 160).



Joonis 160. Diagonaalselt asetatud põikliistudega raamsõrestik.

Kolbmootoriga mudellennukitel valmistatakse kere ninaosa ribisõrestikuga (kuni tiiva või pülooni tagaservani) ja sabaosa raamsõrestikuga. Niisugune kere on mootoriraami, kütusepaagi, teliku ja tiiva kinnituskohadel küllaldase tugevusega ning sabaosas küllalt kerge.

Purimudellennuki kerel on ees ninaklots, mis voolitakse pärnapuidust ja varustatakse õõnsusega trimmraskuse jaoks. Ninaklotsi võib valmistada ka kahest ristamisi kokkuliimitud vineeriplaadist; vahed täidetakse kujuandvate täiteklotsidega (joonis 161). Talade otsad liimitakse ninaklotsi külgedesse lõigatud soontesse. Kummimootoriga mudelitel liimitakse kere esimesele raamile tavaliselt

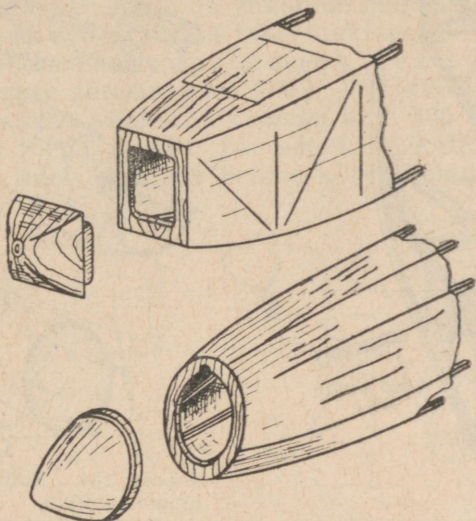


Joonis 161. Puidust (A) ja vineerist (B) ninaklotsid.

1—2 mm paksusest vineerist ribi, mis varustatakse avaga ninaklotsi jaoks (joonis 162). Ava suurus oleneb kummimootori ristlõikest. Kui kummimootor koosneb 20 kummilindist 3×1 mm, siis peab ava olema vähemalt 20×20 mm; 40 lindi puhul aga mitte väiksem kui 30×30 mm. Liiga väikese ava puhul võivad ribi servad lõikuda kummilintidesse ja põhjustada mootori enneaegse purunemise. Nupuga propelleri puhul peab ninaklots olema eest lame, muul juhul sujuvalt ümardatud (joonis 162).

Kummimootoriga mudelitel lõpeb kere sabaosa kummimootori konksuga varustatud, äravõetava sabaklotsiga või läheb sujuvalt üle kiiluks (joonis 163). Viimasel juhul liimitakse kere raami külge vineeri- või tselluloidplaadid, millesse on puuritud kummimootori kinnituspulga jaoks 5—6-millimeetrise läbimõõduga augud. Pulk ise valmistatakse bambusest või alumiiniumtorust.

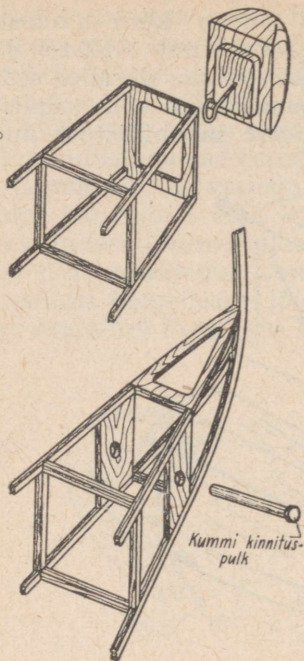
Kolbmootoriga mudellennukitel sõltub kere ninaosa konstruktsioon mootori tüübist. Mootoritel AMM-4 ja K-16 on kinnituskäpad propellerivõlliga paralleelsed, seetõttu tuleb kasutada mootoriraami. Raami võib valmistada kahest 10×12 mm jämedusest männiliistust, mis



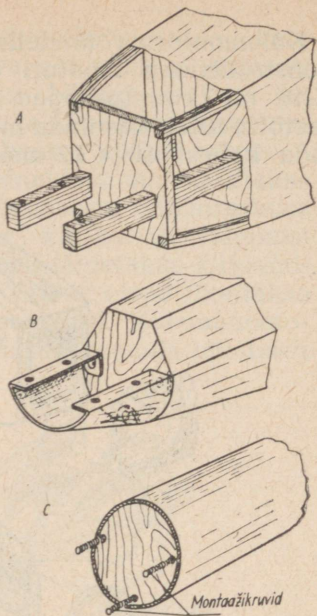
Joonis - 162. Kummimootoriga mudellennuki nina konstruktsioone.

ühendavad kolme esimest ribi (joonis 164 A). Esimene ribi valmistatakse 3—4 mm paksusest vineerist. Mootoriraami võib valmistada ka alumiiniumplekist ja kinnitada otse esimese ribi külge (joonis 164 B). Esimese ribi tugevdamiseks sidestatakse see järgmise 2—3 ribiga 2—4 täiendava liistu abil. Samuti toimitakse ka nende mootorite puhul, mis kinnituvad äärikuga otse esimese ribi külge (joonis 164 C). Kere esiosa tugevdamiseks kaetakse see kolme esimese ribivahe ulatuses vineeri, pärnalauakeste või riidega.

Kere sõrestiku ribisid on kõige lihtsam valmistada 1—2 mm paksusest vineerist või 2—3 mm paksusest pärna- või haavalauakesest (joonis 165 A). Eriti tugevad ribad saadakse siis, kui ribi iga serv valmistatakse eraldi laua- kesest ja liimitakse siis kokku (joonis 165 B). Samalaad-

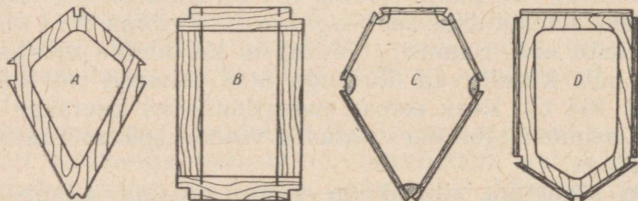


Joonis 163. Kummimootoriga mudellennuki kere sabaosa konstruktsioone.



Joonis 164. Kolbmootoriga mudellennukite ninasid: A) Puitliistudest mootoriraamiga. B) Plekist mootoriraamiga. C) Montaažikruvidest mootoriraamiga.

selt võib ribisid valmistada liistudest, mis liimitakse kokku papist, vineerist või tselluloidist nurkadega (joonis 165 C). Erilist tugevust nõudvates kohtades (tiiva ja

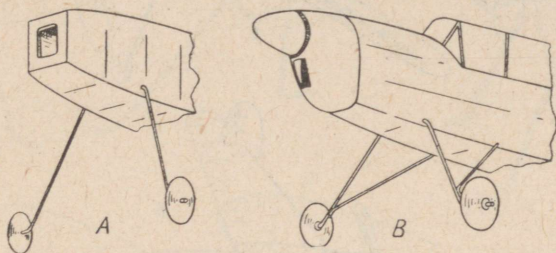


Joonis 165. Kereribide tüüpe: A) Vineerist ribi. B) Lauakestest kokkuliimitud ribi. C) Liistudest kokkuliimitud ribi. D) Liistude pealeliimimisega tugevdatud vineeriribi.

teliku kinnitusribid) kasutatakse liistude pealeliimimise teel tugevdatud vineeriribisid (joonis 165 D).

Mootorikapotid ja propellerinupud pinnitakse õhukest alumiiniumplekist, vormitakse tselluloidist või liimitakse šabloonklotsil kokku paberiribadest. Mootori osadele, kütusepaagile ja muudele mehhanismidele ligipääsemiseks varustatakse kere luukidega.

Telik maamudellennukitel. Teliku toed valmistatakse terastraadist OVS, VS (klaverikeeletraat) või bambusest. Mudelitel kaaluga kuni 400 g võib kasutada ühe toega (ainult peatoega) telikut; raskematel mudelitel tuleb kasutada peatoe kõrval abitugesid (joonis 166).



Joonis 166. A) Ühe toega telik. B) Mitme toega telik.

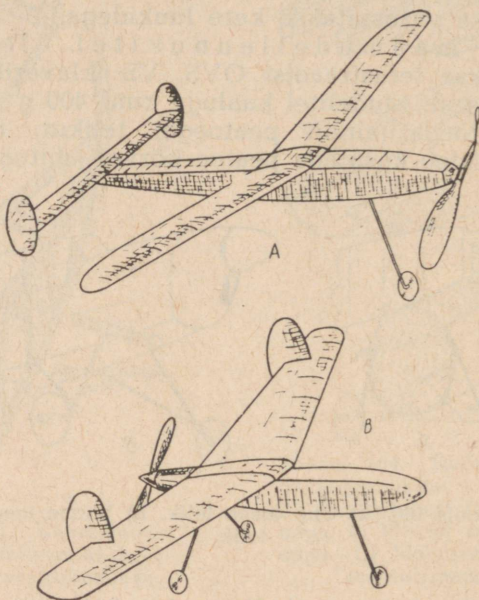
Teliku laius rataste kohalt on 16—20% tiiva ulatusest. Traadist pea- ja abitugede minimaalsed läbimõõdud, olevalt mudeli lennukaalust, on toodud tabelis 8.

Tabel 8

Mudeli lennukaal kg	200—400	400—800	800—1500	1500—2200	2200—3000
Peatoe läbimõõt mm	2—2,5	2,5	3	3	3,5
Abitoe läbimõõt mm	—	1,5	1,5	2	2

Telikuid on kolme tüüpi: ühe-, kahe- ja kolmerattaline telik. Kõige praktilisem on kahe- ja kolmerattaline telik, mis kaitseb hästi mudelit vigastuste eest stardil ja maandumisel.

Uherattalisi telikuid kasutatakse mudellennukitel õhutamise ja kaalu vähendamise eesmärgil. Uherattalise telikuga mudel toetub eest teliku rattale ja tagant kahekiilulisele sabale (joonis 167 A); teliku halvaks küljeks on mudeli kaldumine stardil, mis võib põhjustada lennu ebaõnnestumise.



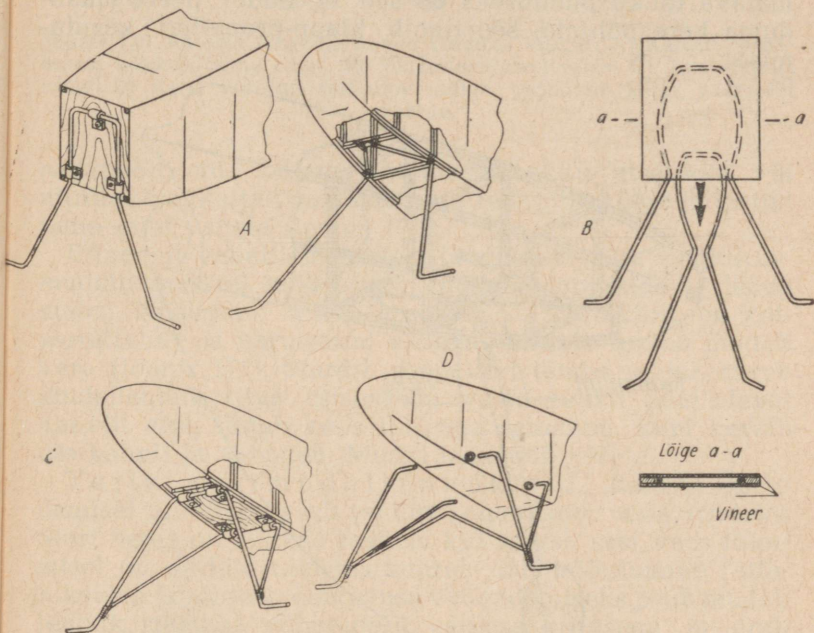
Joonis 167. A) Uherattaline telik. B) Kolme-rattaline telik.

Mõnedel mudelitüüpidel, näiteks tiibmudellennukitel, kasutatakse mudelile õige stardiasendi andmiseks kolme-rattalist telikut (joonis 167 B).

Mudellennuki transporteerimise hõlbustamiseks tehakse telik äravõetav. Ühe toega teliku puhul kinnitatakse tugi alumiiniumklambrite ja montaažikruvidega kere sõrestiku tugevdatud ribi külge või põhja alla (joonis 168 A). Kolbmootoriga mudelile on väga praktiline joonisel 168 B kujutatud teliku kinnitusviis. Ribi, mille sisse kinnitub telik, on kokku liimitud kolmest vineeriplaadist, millest keskmine on välja lõigatud teliku toe ülaosa järgi. Teliku äravõtmiseks surutakse toed kokku ja tõmmatakse

ribi vahelt välja. Mitmetoelisel telikul kinnitatakse toed klambrite ja montaažikruvidega kere põhja külge (joonis 168 C) või alumiiniumist puksidesse (joonis 168 D). Puksid kinnitatakse kere talade ja põikliistude ühenduskoh- tadesse, mis tugevdatakse vineerist või tselluloidist nur- kadega.

Teliku asetus oleneb mudeli osade vastastikusest asen-

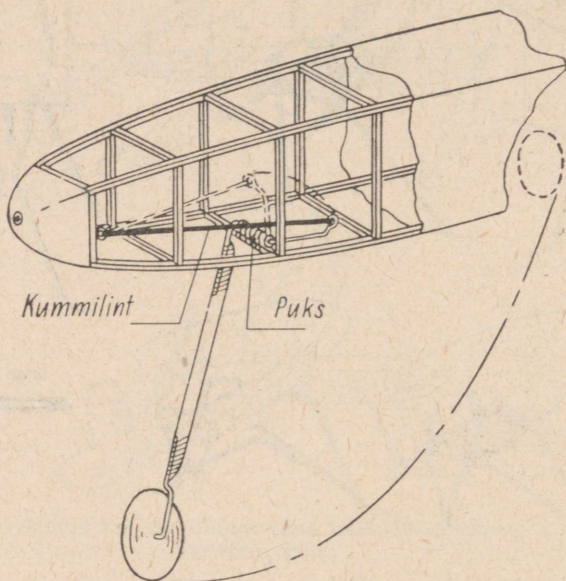


Joonis 168. Teliku tugede kinnitusviise.

dist, kuid reeglina paigutatakse telik võimalikult propelleri pöörlemistasapinna lähedale, et vältida propelleri purunemist stardil ja maandumisel. Kaherattalise teliku puhul on kolmandaks toetuspunktiks terastraadist saba- kark või raskematel mudelitel (2000 g ja raskemad) saba- ratas.

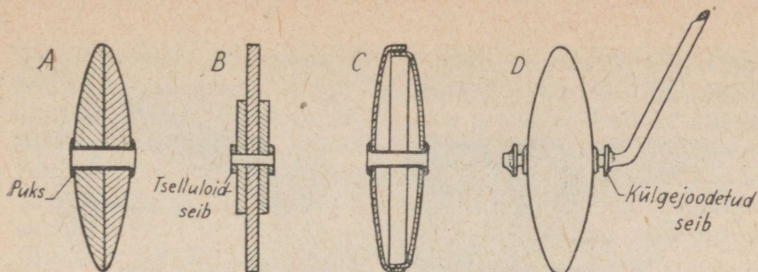
Rindtakistuse vähendamiseks tehakse kummimootoriga mudellennukitel sissetõmmatav telik. Üherattalise teliku sissetõmbamise mehhanism on kujutatud joonisel 169. Niitmähisega kinnitatakse teliku bambusest toe külge

terastraadist telg, mis pöörleb kere põhja külge kinnitatud puksi sees. Telje teine ots on tagasi painutatud ja ühendatud kummilindiga, mis on niisuguse pinge all, et mudel oma raskusega telikule toetudes ei lase seda stardil sisse tõmbuda. Mudeli maast eraldumise momendil tõmbab kummi teliku sisse. Samasugust mehhanismi võib kasutada ka kahe rattalise teliku sissetõmbamiseks. Sissetõmbatava teliku puuduseks on see, et mudel peab maanduma kere põhjale; see tingib klapp-propelleri kasutamise.



Joonis 169. Üherattalise teliku sissetõmbamise mehhanism.

Väiksemate mudellennukite rattad (läbimõõduga 30—50 mm) valmistatakse 4—6 mm paksusest pärnalauakesest (soovitav mitmekihilisest) ja varustatakse puksidega. Rattaid võib kokku liimida ka vineeriseibidest ja pukside asemel kasutada ratta külgedele liimitud tselluloidplaadikesi. Kaalu kokkuvõtte mõttes valmistatakse suuremad rattad seest õõnsatena. Kui on käepärast õhukest tselluloidi (0,5—0,8 mm), võib sellest pressida kaks



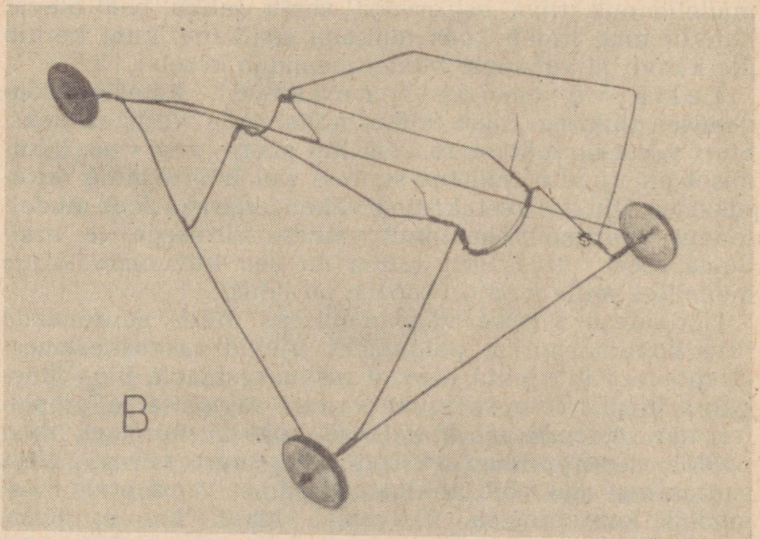
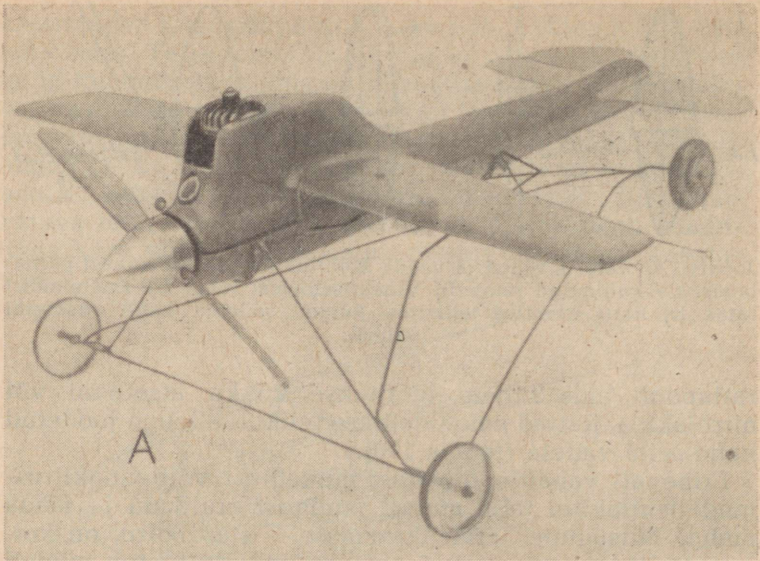
Joonis 170. Rataste tüüpe ja nende kinnitus telikul: A) Kahest pärnalauast kokkuliimitud ratas. B) Vineeriseibidest ratas. C) Tselluloidist ratas. D) Ratta kinnitus telikutoe külge joodetud kahe vaskseibi vahele.

rattapoolt, mis hiljem liimitakse kokku atsetooni või nitrolakiga. Rattad paigaldatakse telikutoe külge joodetud kahe seibi vahele (joonis 170).

Erinevalt vabaltlendavatest mudelitest võib ringkiirusmudellennukitel telik stardil mudelist eralduda ja jääda maha. Niisugune telik, täpsemalt — stardikäru, on kolmerattaline ja varustatud alusega, millele toetub mudeli kere (joonis 171). Stardil, propelleri tõmbe mõjul, surub mudellennuk tiiva esiservaga vastu teliku peal olevat kahvli ning liigub koos telikuga senikaua, kuni kerkib üle kahvli ja vabaneb. Mudel maandub kerele.

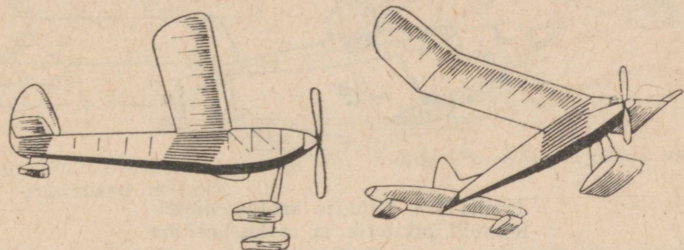
Telik vesimudellennukitel. Rataste asendamisel ujukitega saab telikut kohandada vesistartideks. Start veest on märksa raskem kui maast, sest vees liikumisel on ujukite takistus suurem kui hõõrdumine rattapuksides. Ujukite veetakistuse vähendamiseks peab mudellennuk startima võimalikult väikese kiirusega ja eralduma veest ruttu. Eriti tähtis on see kummimootoriga mudelitel, mille mootori tööaeg on lühike.

Hoojooksu kiiruse vähendamiseks tuleb suurendada tiiva kohtumisnurka, paigutades ujukid raskuskeskmest ettepoole. Kui ujukid asuvad raskuskeskmele liiga lähedal, toimub hoojooks ujukite suure takistuse ja propelleri tugeva tõmbe mõjul väikese kohtumisnurgaga, ning mudeli veest eraldumiseks on vaja suurt kiirust; liiga suur kiirus aga võib põhjustada pärast veest eraldumist mudeli kabreerimise. Halvemal juhul, kui ei jätku mootori võimsusest küllaldase kiiruse arendamiseks, mudel üldse ei eraldu veest. Õieti asetatud ujukitega mudellennuk eraldub veest mudeli horisontaallennu kiiru-



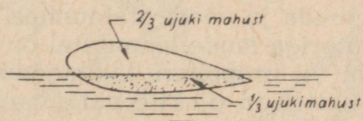
Joonis 171. Ringkiirusmudellennuki stardikäru: A) Mudellennukiga. B) Ilma mudellennukita.

sele lähedase kiirusega ja tõuseb sujuvalt. Ujukitega teliku tüüpidest on kõige levinumad joonisel 172 toodud tüübid. Parem neist on telik, mis koosneb kahest suuremast peaujukist ja ühest saba alla asetatud abiujukist. Selline ujukite asetus tagab hoojooksul mudeli püsivuse ja võimaldab ära kasutada ratasteliku tugesid. Ujukite põhjad võib teha ilma astmeta, sest astme ülesannet* täidab ujuki lai sirge tagaserv.



Joonis 172. Ujukitega teliku tüüpe.

Kummagi peaujuki veeväljasurve peab võrduma 1,5-kordsele mudellennuki kaalule. Arvestamata koormatust abiujukile, võivad ujukid mudeli seismisel vajuda niipalju vette, et $\frac{1}{3}$ nende mahust jääb vee alla (joonis 173). Abiujukile langeva väikese koormuse tõttu on selle maht umbes $\frac{1}{2}$ peaujuki mahust.



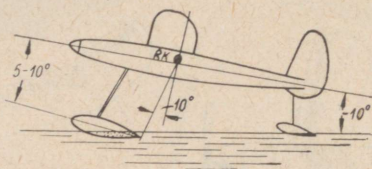
Joonis 173. Ujukite veeväljasurve.

Peaujukid asetatakse nii, et mudeli horisontaalasendi puhul propeller ei puudutaks vett. Tagumise ujuki asukoht määrab mudeli asendi stardil. See valitakse sellise arvestusega, et vees ujumisel oleks mudeli pikitelg vee-

* Lennu- ja vahest ka mudellennuasjanduses tehakse ujukite põhjad astmelistena, et tekitada ujukite all veekeeriseid, mis kergitavad ujuki veepinnale, hõlbustades seega lennuki või mudeli veest eraldumist.

pinna suhtes 10° tahapoole kallutatud. Mudeli niisugune asend tagab stardil hea kiirenduse ja kiire veest eraldumise (joonis 174).

Pea- ja abiujukite seadenurgad mudeli pikitelje suhtes olgu $5\text{--}10^\circ$ (joonis 174). Nagu juba öeldud, on suur tähtsus peaujukite asetusel raskuskeskme suhtes. Nurk ujukite tagaserva mudeli raskuskeskmega ühendava sirge ja püsttelje vahel peab olema vähemalt 10° . Mida väiksem



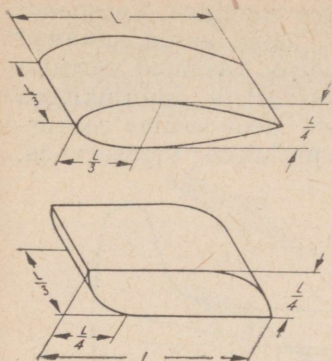
Joonis 174. Ujukite asetus mudellennuki pikitelje ja raskuskeskme suhtes.

on mudeli pinnakoormatus ja suurem propelleri tõmme, seda suurem see nurk peab olema. Abiujuki asetus raskuskeskme suhtes ei oma erilist tähtsust.

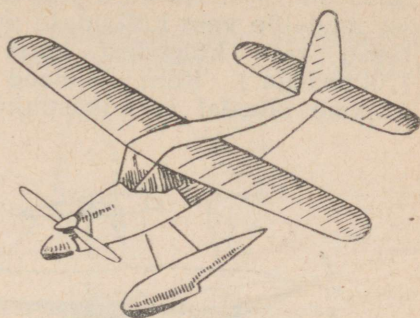
Peaujukite kaugus teineteisest peab tagama mudeli püsivuse hoojooksul ja veest eraldumise momendil; on ujukid liiga lähestikku, võib mudel tuulehoo või propelleri-reaktsiooni mõjul kalduda ja puudutada tiivaga vett; on ujukid teineteisest liiga kaugel, ei hoiu mudellennuk hoojooksul hästi suunda ja veest eraldumine toimub aeglaselt. Kummimootoriga mudellennukitel on ujukite kaugus teineteisest kuni $\frac{8}{10}$ propelleri läbimõõdust; kolbmootoriga mudellennukitel on ujukite vaheline kaugus võrdne mudeli raskuskeskme kaugusega veepinnast.

Joonisel 175 on toodud mudellennuki ujukite kujud ja suhtelised mõõdud.

Kahe ujukiga (ilma abiujukita) telikut kasutatakse harva, peamiselt siis, kui soovitakse säilitada lennuki-mudeli sarnasust mõne lennukitüübiga (joonis 176). Eri-nevalt eelmisest ujukitüübist varustatakse ujuki põhi $7\text{--}10$ mm kõrguse astmega, mille kaugus ujuki ninast peab võrduma $\frac{2}{5}$ ujuki pikkusele. Astme asetus mudeli raskuskeset läbiva vertikaali suhtes määratakse samuti kui eelmise ujukitüübi tagaserva asetus. Kummagi



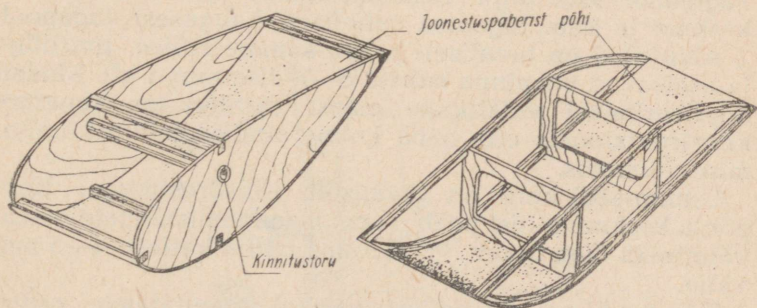
Joonis 175. Ujukite kujud ja suhtelised mõõdud.



Joonis 176. Kahe ujukiga telik.

ujuki veeväljasurve peab võrduma 1,5-kordsele mudeli kaalule.

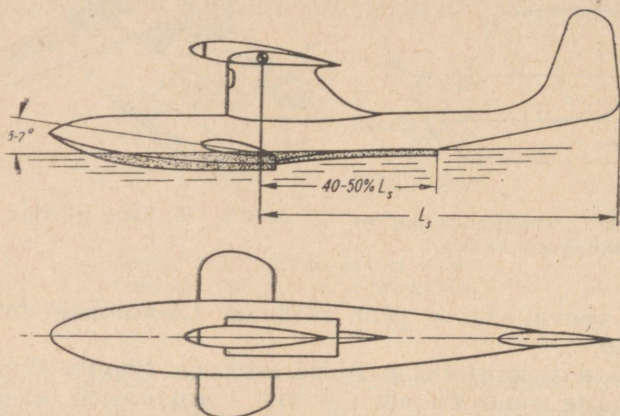
Ujukid valmistatakse ribisõrestikuga (joonis 177) või lõigatakse ujuke küljed vineerist (pärnalauast) ja ühendatakse liistudega. Teliku tugede kinnitamiseks varustatakse ujukid alumiiniumtorust puksidega. Ujukid kaetakse altpoolt joonistuspaperi või pärnalauakestega ja pealtpoolt paksu jõupaberiga.



Joonis 177. Ujukite konstruktsioone.

Lennupaatidel on peaujukiks mudeli kere, mis varustatakse kahe astmega (joonis 178). Mootor asetatakse kere kohale ja kinnitatakse tiiva pülooni külge. Kere

nina- ja sabaosa peavad ulatuma üle veepinna. Kerepaadi laius on 13—20% kere pikkusest. Laiad kered annavad ise mudelile vees küllaldase püsivuse; kitsamad varustatakse kere külgedest välja kasvavate abiujukitega („uimedega“). Kere esimene aste peab asuma raskuskeskme lähedal ja kohastikku abiujukite tagaservaga.



Joonis 178. Lennupaadi kere.

Tagumine aste olgu raskuskeskmest 40—50% raskuskeskme ja kere tagaotsa vahelisest kaugusest tagapool.

Abiujukid on tavaliselt paksu sümmeetrilise profiiliga ja asetsevad veepinna suhtes 5—7°-lise nurga all. Mudeli reguleerimisel vajalikuks maast stardiks on soovitatav konstruktsioonis ette näha kolmerattalise teliku kinnitamise võimalus.

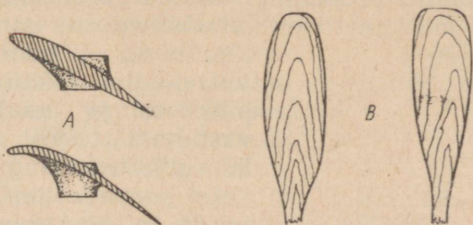
Lennupaadi kere on tavaliselt ribisõrestikuga. Kere põhja keskmine liist peab olema maandumistõugete vastuvõtmiseks õige tugev ja ulatuma põhja kattest 4—5 mm välja.

Propeller. Propelleri valikul kasutatakse erilisi graafikuid.* Kolbmootoriga mudellennukitel on propelleri laba profiil kaksikkumer või tasakumer; kummimootoriga mudellennukitel nõguskumer, suhtelise paksusega umbes

* Vt. peatükk „Mudellennukite arvutus graafikute abil“.

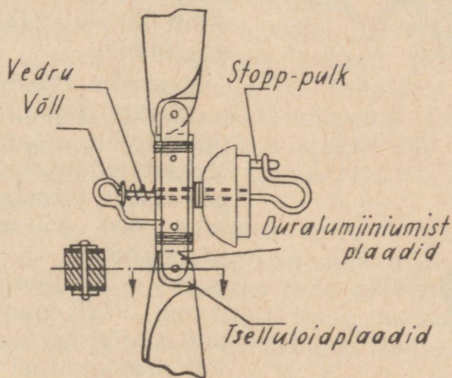
5% (joonis 179 A). Labade kuju on enamasti elliptiline või trapetsiline (joonis 179 B).

Propelleri õhutakistuse vähendamiseks lauglemisel tehakse kummimootoriga mudellennukitel labad tahakla-



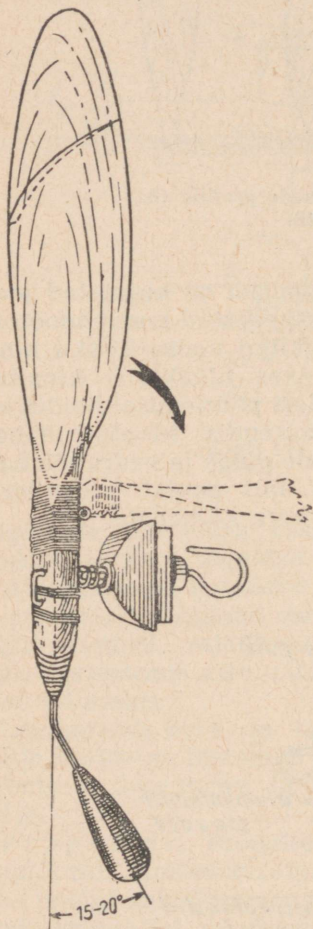
Joonis 179. Propelleri labade profiile (A) ja kujusid (B).

pitavad. Lihtsaim klappimismehhanism on kujutatud joonisel 180 ja töötab järgmiselt: üleskeeratud kummimootori pinge surub propelleri võllile lükitud vedru kokku ning kummikonksu pikendus tõmmatakse ninaklotsi kinnitatud stopp-pulgast mööda. Propelleri pöörlemisel hoiduvad labad tsentrifugaaljõu mõjul tööasendis. Mootori maha-keerdumisel väheneb kummilintide pinge ja vedru tõmbab kummikonksu stopp-pulga taha, mis peatab propelleri; õhusurve mõjul klappivad labad kere külgedele.



Joonis 180. Kahelabalise propelleri klappimismehhanism.

Kahelabaliste propellerite kõrval on laialdaselt levinud ka ühelabalised (joonis 181), mille eeliseks on klappimis-mehhanismi ja laba valmistamise lihtsus. Pärast mootori mahakäimist klappib laba kere peale ilma stoppmehhanis- mita. Ühelabalise propelleri tasakaalustamiseks kasuta- takse 1—1,5-millimeetrise läbimõõduga terastraadi otsa



Joonis 181. Ühelabaline propeller.

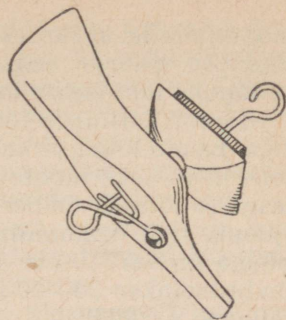
kinnitatud voolujoonelist vastukaalu. Sõltuvalt laba pikkusest ja kaalust, asub vastukaal teljest 35—40% laba pikkuse kaugusel. Ras- ketel propelleritel asub vas- tukaal teljest kaugemal, ker- getel lähemal. Pöörleva laba ühepoolse tõmbe tasakaalus- tamiseks painutatakse vastu- kaalu traat pöörlemistasapin- nast 15—20° tahupoole ja mõni kraad kõrvale. Vastu- kaalu täpne asukoht määra- takse katseliselt.

Propellerid valmistatakse pärnast, haavast või peene- süülisest männist.

Propeller peab olema hästi tasakaalustatud. Klapp-pro- pellerid tasakaalustatakse enne labade kesktüki küljest eraldamist.

Kummimootoriga mudel- lennukitel painutatakse prop- elli võlli, olenevalt propel- leri läbimõõdust, 1,5—2,5 mm paksusest terastraadist; näi- teks 400—450-millimeetrise läbimõõduga propelleritel peab võlli läbimõõt olema 2 mm. Võlli laagriks on mu- deli ninaklotsi asetatud vask- või pronkstorust puks. Võl- lile, propelleri kesktüki ja ninaklotsi vahele lükitakse

4—5 tselluloidist või plekist seibi või väike survekuullaa-ger. Propelleri laagrid peavad olema hästi õlitatud.



Joonis 182. Kahelabalise propelleri vabajooksu mehhanism.

Mõnikord kasutatakse kummimootoriga mudellennukitel vabajooksuga propellerit (joonis 182). Sellel propelleritüübil on võlli otsa painutatud aas, millest on läbi pistetud kesk-tüki külge kinnitatud tihvt. Kummi üleskeeramisel või lah- tikeerdumisel pöörleb propeller koos mootorikummiga; mootori töö lõppemisel vabaneb tihvt aasast ja propeller pöörleb õhuvoolu mõjul vabalt. Mudel- litel, millel on vabajooksuga propeller, ei kasutata sisse- tõmmatavat telikut.

5. Kummimootor

Kummimootor koosneb kummilintidest läbimõõduga 1×1 , 2×2 või 1×3 mm. Mootori ristlõige (lintide arv) oleneb propelleri läbimõõdust ja sammust ning mudeli kaalust ja pinnakoormatusest*.

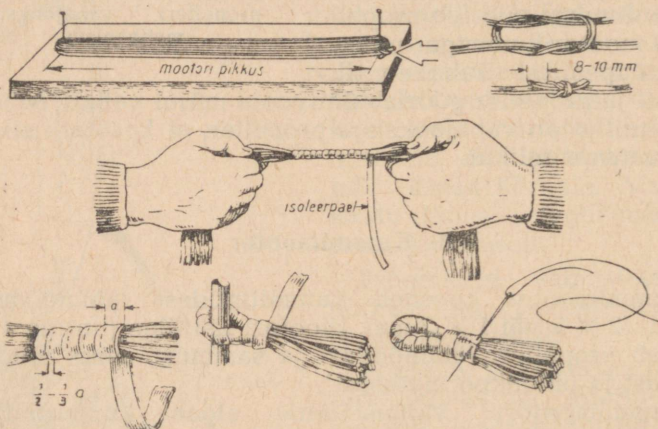
Kummimootori valmistamine algab kummilintide pikkuse väljamõõtmisega, milleks mõõdetakse ära kummikonksude vaheline kaugus ja lisatakse sellele juurde 100—200 mm. Järgneb kummi pesemine sooja seebiveega talgi eemaldamiseks. Seepidest tuleb kõne alla ainult happevaba habemeajamisseepe. Pestud kummi loputatakse puhtas vees ja tõmmatakse läbi kuiva rätiku. Järelkuivatamine toimub toatemperatuuril, kuni kummi on täiesti kuiv.

Enne kummimootori kerimist tuleb kummit määrida. Määrdeainena on sobiv kasutada segu: üks osa habeme- ajamisseepe lahustatud kolmes osas glütseriinis või kas- toorõlis. Et määre imbuks lintidesse, asetatakse kummi määrdepurki ja muljutakse sõrmede vahel läbi. Pärast

* Mootorikummi ristlõike (lintide arvu) määramist vt. peatükist „Mudellennukite arvutus graafikute abil“.

mõnetunnilist määrdes seismist tõmmatakse kummilindid üleliigse määrdede eemaldamiseks tugevasti läbi sõrmede ja lõpuks läbi puhta lapi.

Mootor keritakse töölaual, mis on kaetud puhta paberiga. Lauda lüüakse kaks naela, nii et nende kaugus teineteisest vastaks mootori pikkusele. Kummi keritakse ühtlaselt ja lõdvalt ümber naelte, jälgides, et lindid ei ristuks (joonis 183). Kummilindi otste sõlmimiseks peavad need olema umbes 10 cm mootorist pikemad. Mootori otsad ümbritsetakse 30—50 mm pikkuselt isoleerpaelaga ja sõlmitakse aasadeks.



Joonis 183. Kummimootori kerimine, kummilindi otste sidumine ning mootori osade valmistamine.

Suurema lennukestuse saavutamiseks tehakse rekordmudellennukitel kummimootor konksudevahelisest kaugusest kuni $\frac{1}{3}$ võrra pikem. Raskuskeskme nihkumise vältimiseks, mida võib põhjustada vabalt keres lebava pika mootorikummi ümberpaiknemine, keerutatakse kummilindid pärast kerimist kokku. Mootori kerimine ja kokkukeerutamine toimub järgmiselt.

Naelte kaugus enne kerimist peab olema võrdne: $2 \times$ kummikonksude vaheline kaugus + $2 \times$ pikendus.

Nä i d e: 16 kummilinti 1×4 mm, konksude vahe — 1000 mm, pikendus — 300 mm. Kummimootori kerimiseks vajalik naelte vahe: $2 \times 1000 + 2 \times 300 = 2600$ mm.

Algul keritakse mootor 8-st lindist. Seega väheneb lintide arv pooleni. Keritud lintide üks ots vabastatakse naela otsast, asetatakse käsipuurmasina padrunisse kinnitatud konksu taha ja keerutatakse propelleri pöörlemisele vastupidises suunas, kuni lintide pikkus võrdub umbkaudu kahekordse konksudevahelise kaugusega (2000 mm). Nüüd võetakse kinni lintide keskkohast ja, vabastanud ka teise otsa naela tagant, riputatakse see käsipuurmasina konksu külge. Lahtilastud linnid keeruvad kokku ja mootor on paraja pikkusega.

Aja jooksul kummimootor kaotab elastsuse. Värskuse säilitamiseks pestakse kummimootorit aeg-ajalt soojas seebivees, loputatakse ja kuivatatakse.

Kummimootori üleskeeramisel peab iga mudellendur teadma, kui palju keerdusid ta võib anda mootorile ilma lintide katkemist kartmata. Alltoodud tabelis on antud kummimootori lubatud maksimaalsed keerud, olenevalt mootori pikkusest ja ristlõikest.

Tabel 9

**Kummimootori maksimaalsete keerdude määramine
pikkuse ja ristlõike kaudu**

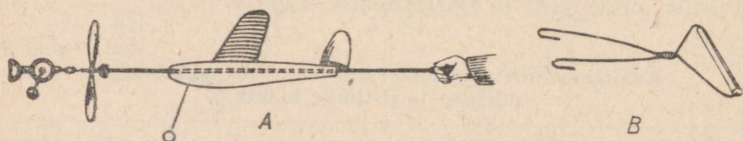
Ristlõige mm ²										
	16	20	24	32	40	48	56	64	72	80
Pikkus mm										
500	518	464	423	366	333	300	275	259	245	232
600	622	557	508	438	400	360	330	310	293	277
700	725	651	593	512	465	420	385	363	342	325
800	828	743	678	586	532	480	440	415	392	372
900	932	836	762	658	600	540	495	466	440	418
1000	1035	930	846	733	665	600	555	518	488	464
1100	1140	1030	932	806	729	660	605	570	537	500
1200	1240	1122	1015	882	795	720	660	662	586	545

N ä i d e: Kummimootor on 600 mm pikk ja koosneb 16 kummilindist 1×3 mm. Mootori ristlõige on seega $16 \times 3 = 48$ mm² ja maksimaalsed keerud 360.

Tabeli kasutamisel tuleb pidada meeles, et see on koostatud värske kummi jaoks; seisnud kummi puhul anda keerdusid 5—10% vähem. Veel tuleb arvestada seda, et ülaltoodud pöörded on kehtivad hästi määritud, ühtlaselt keritud ja eelvenituse saanud kummile. Kummimoo-

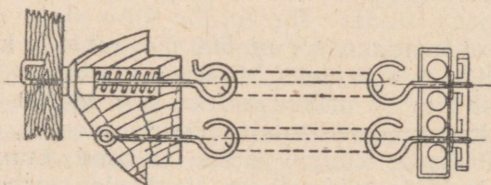
tori eelvenitust teostatakse vahetult enne üleskeeramist, kummi ettevalmistamiseks järgnevatele suurtele pingetele. Mootor venitatakse 2—3 korda umbes 2,5-kordse pikkuseni ja lastakse tagasi. Järgnevalt keeratakse mootorile käega peale $\frac{1}{4}$ maksimaalkeerdudest ja lastakse maha käia. Seda korratakse veel mõned korrad, suurendades keerdude arvu kuni $\frac{1}{2}$ -ni maksimaalsest. Kirjeldatud eelvenituse saanud kummimootor muutub vastupidavamaks ja keerdub lahti ühtlasemalt.

Üleskeeramisel tekivad kummilintides suured pinged, mis püüavad suruda mudeli keret „lõõtsaks“. On soovitav, et mudeli kere oleks kummi üleskeeramisel koormamata. Olenevalt kere konstruktsioonist, võib mootori koos sabaklotsi külge kinnitatud kummikonksuga kerest tagantpoolt veidi välja tõmmata (joonis 184 A), või kui see ei ole võimalik, hoida mootori tagumist kinnituspulka terastraadist valmistatud kahvliga (joonis 184 B). Mõle-



Joonis 184. Kummimootori üleskeeramine käsipuurmasinaga (A) ja terastraadist kahvel kummimootori kinnituspulka hoidmiseks (B).

mal juhul tõmmatakse mootorikummi kerest välja eestpoolt ja keeratakse üles käsipuurmasinaga, mille padrunisse kinnitatud konks on ühendatud propellerivõlli otsas asuva aasaga. Üleskeeramine ja start peavad toimuma kiiresti, et kummi vahepeal ei „väsiks“. Keerdunud kummilintidel moodustuvad „sõlmed“ peavad olema ühtlaselt kogu mootori pikkuses.



Joonis 185. Hammasratas-ülekanne kahe mootorikummi mudellennukil.

Algajal mudellenduril on soovitatav harjutada üleskeeramist vana kummimootoriga, mis ei ole asetatud mudelisse. Võistlustele või proovilennutamistele võtta alati kaasa kaks kummimootorit, et ühe purunemisel või „väsimisel“ ei tarvitseks jääda pealtvaatajaks.

Mootorlennu pikendamiseks asetatakse rekordmudellennukitele mõnikord kaks kummit, mis on omavahel ühendatud hammasratas-ülekanadega (joonis 185).

6. Kolbmootorid

Kompressioonsüütega mootorid

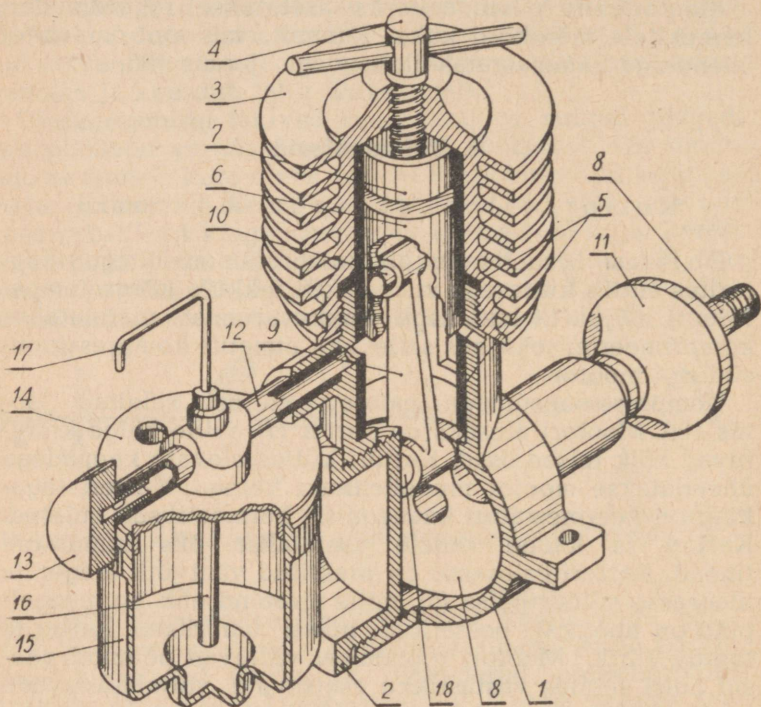
Ehitus. Mudellennukite kompressioonsüütega mootorites süttib küttesegu survetaktil tekkiva kõrge temperatuuri mõjul. Et küttesegu kokkusurumist nimetatakse komprimeerimiseks, siis sellest ka nimetus kompressioonsüütega mootor.

Kompressioonsüütega mootori ehitust selgitab joonis 186. Mootori aluseks on karter (1), mille külge kinnituvad kõik teised osad. Karteri küljes olevate käppadega ühendatakse mootor mudellennuki kerega. Karteri tagakülgl on keermestatud kaanega (2) hermeetiliselt suletud. Karteri ja kaane vahele asetatakse õlis immutatud tihend. Karteri esiosasse on pressitud väntvõlli laager ja ülaosasse silindrihülss (5), mille sisepind ehk nn. peegelpind on hoolikalt poleeritud; hülssi ümbritseb karteriile toetuv äärik. Mootori töötamisel väljuvad põlenud gaasid hülssi seintes vastastikku asetsevate väljalaskeavade kaudu. Hülssi on tehtud piklik vertikaalne ava, ülevoolukanal, mida mööda voolab kütus kartерist silindrisse. Ülevoolukanali vastas, väljalaskeavade all on karteriit karburaatoriga ühendav sisselaskeava.

Hülssi hoiab oma kohal keermega kartерisse kinnitatud silindripea (3), mis on jahutuspinna suurendamiseks varustatud ribidega. Silindripea võtab hülssilt mootori töötamisel eralduva üleliigse soojuste ja hajutab õhku. Halva jahutuse puhul hülss ja silindripea kuumenevad üle, mis võib põhjustada häireid mootori töös, võimsuse lange-mise ja hülssi peegelpinna riknemise.

Hülssi ülaosasse on tihedalt asetatud kontrakolb (7), mida saab liigutada reguleerimiskruvi (4) abil üles-alla.

Kontrakolvi liigutamisel muutub silindri maht ja ühenduses sellega ka mootori pöorete arv. Kontrakolvi asendit muudetakse ainult käivitamise ja mootori reguleerimise ajal; mootori töötamisel normaalpöoretel kontrakolvi ei liigutata.



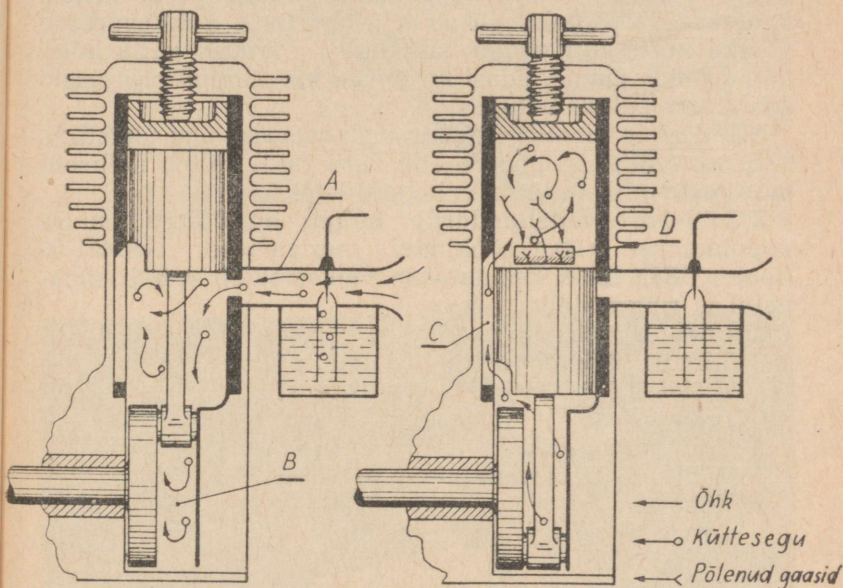
Joonis 186. Kompressioonsüütega mootori ehitus.

Hülssis asub kolb (6), mis mootori töötamisel liigub kiiresti üles-alla. Tugeva kompressiooni saavutamiseks peab kolb olema hästi sobitatud hülssi. Kolvist on läbi puuritud auk kolvisõrme (10) jaoks, mis ühendab kolvi kepsuga (9). Viimane on omakorda ühendatud vääntvõlli põlvvega (18). Keps koos vääntvõlliga (8) muudavad kolvi sirgjoonelise liikumise pöörlevaks. Vääntvõlli karterist väljaulatuv ots on varustatud tugiseibiga (11) propelleri jaoks. Propeller surutakse tugiseibi vastu vääntvõlli otsa keeratava mutriga.

Karteri ülaosa külge on kinnitatud karburaatoritoru (12), mille vaba ots on kaetud õhuklapiga (drosseliga) (13). Õhuklapi abil reguleeritakse küttesegu koostist.

Karburaatoritoru külge kinnitub kütusepaagi kaas (14), millega on keeme abil ühendatud paak (15). Paaki ulatub karburaatoritoruga ühendatud toitejuhe (16). Kütuse pealevoolu reguleerimiseks on toitejuhtmesse asetatud kooniline nõel (17).

Töö põhimõtte (joonis 187). Kolvi ülesliikumisel langeb karteris rõhk ja õhuvool suundub läbi karburaatoritoru



Joonis 187. Kahetaktilise kompressioonsüütega mootori töö põhimõtte.

toritoru karterisse. Õhuvoolu teel asetseb toitejuhe, mille ülemine ots moodustab pihusti, alumine aga ulatub kütusepaagi põhja. Õhuvool, liikudes suure kiirusega, kisub toitejuhtmest kaasa kütusetilgakesi, mis pihustuvad ja satuvad karterisse (B). Seega ei ole karteris enam puhas õhk, vaid kütuse ja õhu segu. Sisseimemine lõpeb kolvi jõudmisel ülemisse surnud seisule. Siin muudab kolb suunda ja, liikudes allapoole, surub küttesegu ülevoolukanali (C) kaudu silindri ülaosasse. Laskunud alumise sur-

nud seisuni, liigub kolb uuesti üles, surudes kokku silindris oleva küttesegu ning imedes samal ajal karterisse uue annuse.

Kolvi jõudmisel ülemise surnud seisuni on küttesegu suure rõhu mõjul niivõrd kuumenenud, et süttib. Küttesegu põlemisel tekkivad gaasid paisuvad ja suruvad kolvi alla; kolb annab surve edasi kepsule, mis paneb pöörlema vāntvõlli. Kolvi allaliikumisel temperatuur ja rõhk silindris langevad. Momendil, kui rõhk silindris on vaid veidi suurem välisrõhust, avab kolb väljalaskeava (D), mille kaudu väljuvad põlenud gaasid. Veidi hiljem avatakse ülevoolukanali suue ja karteris kokkusurutud värske küttesegu voolab silindrisse, surudes välja põlenud gaaside jäägid. Edasi korduvad kirjeldatud protsessid seni, kuni jätkub kütust.

Vaatlesime mootoris toimuvaid protsesse ühe töötsükli, s. o. vāntvõlli ühe pöörde ehk kahe takti vāltel. Selliseid mootoreid nimetatakse kahetaktilisteks.

T ü ü b i d. Mudellendurite hulgas on võitnud suure populaarsuse väike töökindel seeriamootor ЦАМЛ-50 (joonis 188), mida kasutatakse väiksematel vabatlendavatel ja ringmudellennukitel.

ЦАМЛ-50 andmed:

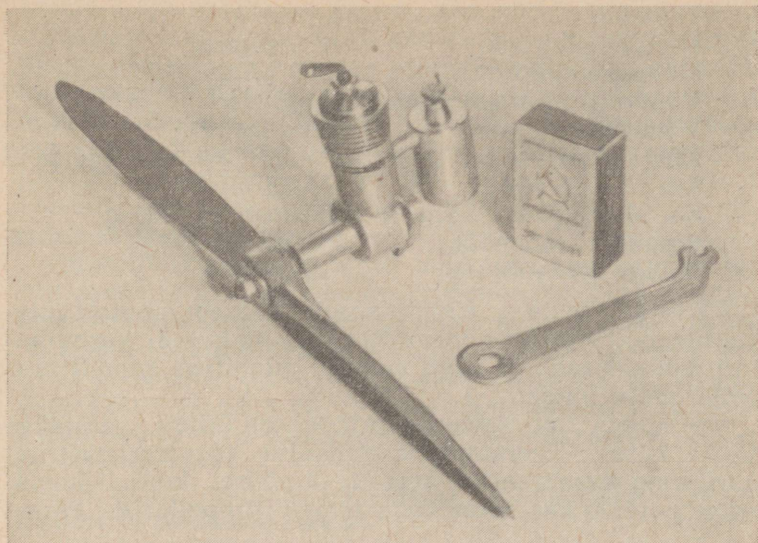
Silindri läbimõõt	14 mm
Kolvikäik	16 mm
Töömaht	2,5 cm ³
Normaalpöörded	4000 p/min.
Vāntvõlli pöörlemissuund	paremale
Võimsus	0,05 HJ
Kütus: eetrit 33 ⁰ / ₀ , petrooleumi 34 ⁰ / ₀ ja õli MK 33 ⁰ / ₀	
Kütusevaru paagis	2—3 minutiks
Kaal koos propelleriga (ilma kütuseta)	150 g
Propelleri läbimõõt	300 mm
Tööiga (garantiaaeg)	10 tundi

Suurematel mudellennukitel kasutatakse võimsamat mootorit K-16.

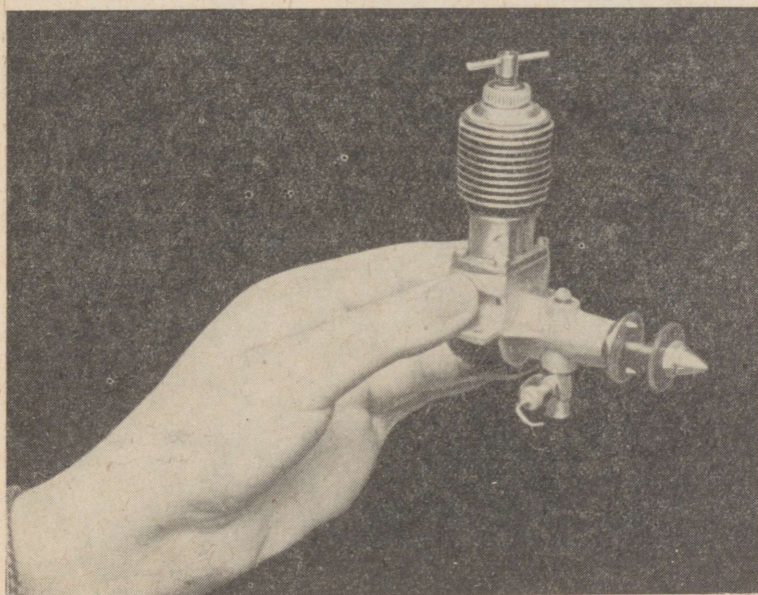
Mootoril K-16 (joonis 189) on kütusepaak viidud ette, karteri noka otsa ja karburaator selle alla. Küttesegu imetakse mootorisse läbi õõnsa vāntvõlli.

K-16 andmed:

Silindri läbimõõt	16 mm
Kolvikäik	22 mm



Joonis 188. Kompressioonsüütega mootor ЦАМЛ-50.

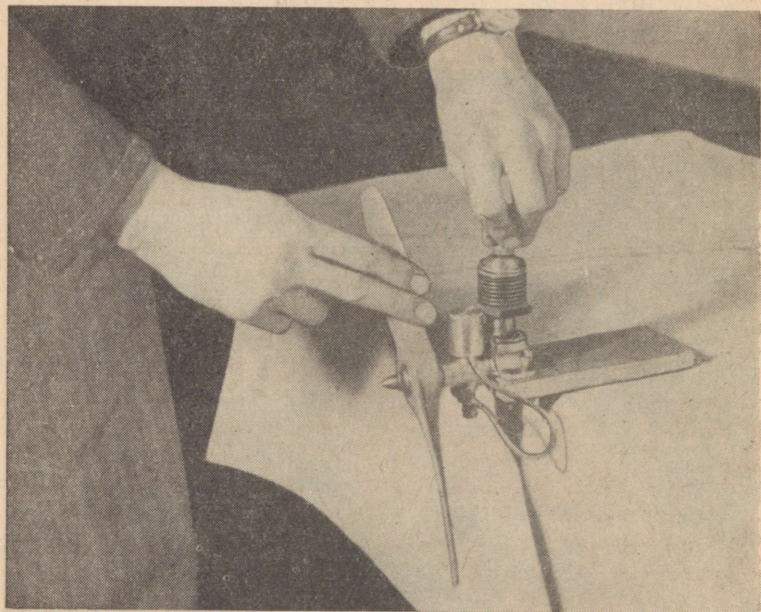


Joonis 189. Kompressioonsüütega mootor K-16.

Töömaht	4,4 cm ³
Normaalpöörded	4000 p/min.
Maksimaalpöörded	4500 p/min.
Väntvõlli pöörlemissuund	paremale
Võimsus	0,12—0,15 HJ
Kütus: bensiini 33%, petrooleumi 33%, õli MK 34%	
Kütusevaru paagis	1—1,5 minutiks
Kaal koos propelleriga (ilma kütuseta)	280 g
Propelleri läbimõõt	350 mm
Tööiga (garantiaaeg)	15 tundi

Käivitamine. Käivitamisele eelneb mootori ülevaatus, mille kestel kontrollitakse silindripea, karburaatori, kütusepaagi ja kogu mootori kinnitust, samuti propellerimutri pinget.

Veendunud, et karburaatorinõel on kinni, valatakse paaki kütus. Keeranud kontrakolvi reguleerimiskruvi üles ning karburaatorinõela 2—3 pööret lahti, tõmmatakse parema käe sõrmedega järsult propellerist. Pärast



Joonis 190. Kompresioonsüütega mootori käivitamine.

kolme-nelja propelleri pööret, kui küttesegu on imetud silindrisse, alustatakse kontrakolvi reguleerimiskruvi allakeeramist, mille juures propelleri tõmbamisel kostuvad mootorist üksikud paugud. Kui paugud on kõrge tooniga ja järsud, tuleb kontrakolbi veelgi allapoole suruda; kui aga plahvatused on madalatoonilised ja propelleri tõmbamisel on tunda kergelt lööki sõrmede pihta, siis on tegemist liiga varase küttesegu süttimisega ja kontrakolbi tuleb keerata ülespoole.

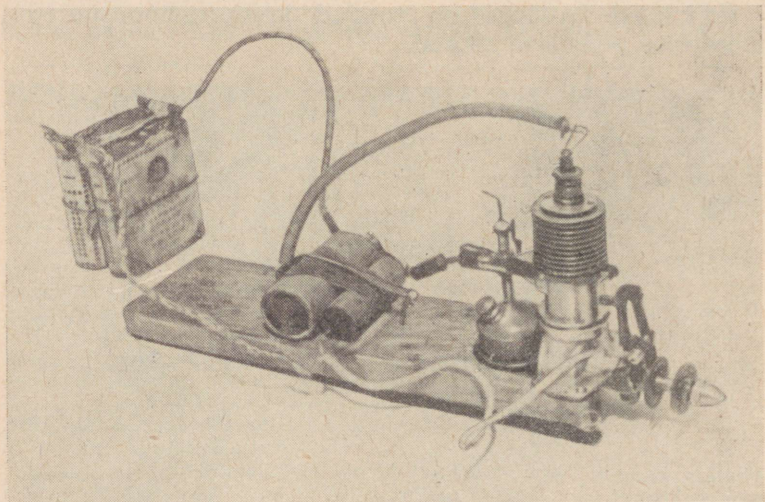
On kontrakolvi õige asend määratud, tõmmatakse järsult propellerit, kuni mootor käivitub. Töötaval mootoril täpsustatakse kontrakolvi asendit, kuni mootor töötab ühtlaselt, töötakte vahele jätmata. Töötab mootor tõukeliselt ja paiskab välja valget suitsu, siis on küttesegus vähe kütust — segu on „vaene“. Seismajätmiseks tuleb karburaatorinõela kinnikeeramiseiga katkestada kütuse pealevool.

Rikked. Allpool on toodud kompressioonsüütega mootorite peamised rikked.

Rikke välised tunnused	Rikke põhjused	Rikke kõrvaldamine
Mootor ei paugu.	a) Paagis ei ole kütust. b) Karburaatorinõel on kinni keeratud. c) Toitetoru on ummistunud. d) Karterisse on kogunenud liigselt kütust.	a) Valada paaki kütust. b) Avada nõel mootori passis ette nähtud pöörete võrra. c) Karburaatorinõel välja keerata ja toitetoru läbi puhuda. d) Karburaatorinõel kinni keerata ja jätkata mootori käivitamist, kuni liigne kütus on silindrist välja surutud.
Mootor paugub mõned korrad ja jääb seisma.	Segu koostis ei ole õige (liiga kütuserikas või -vaene segu).	Reguleerida segu koostist karburaatorinõela keeramiseiga.
Mootor kuume-neb üle.	Segu liiga vaene või kütuses vähe õli.	Esimesel juhul anda karburaatorinõela lahtikeeramiseiga kütust juurde; teisel juhul kontrollida kütuse koostist.
Mootor töötab ebaühtlaselt.	Segu rikas või sisaldab võõrkehasid.	Keerata karburaatorinõela rohkem kinni või filtreerida segu.

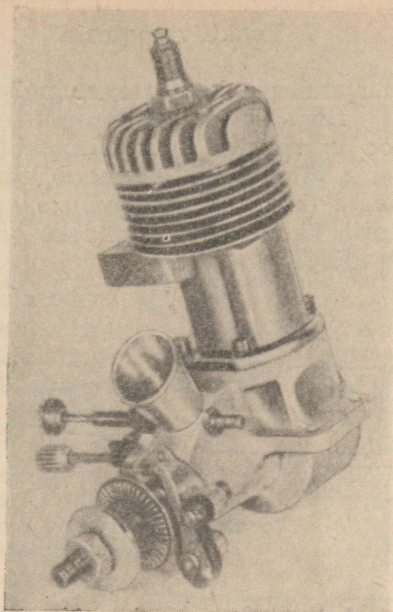
Elektrilise süütega mootorid

Mõnedel mootoritüüpidel süüdatakse küttesegu silindripeasse asetatud süüteküünla elektrodide vahel tekitatava elektrisädemega. Segu süütamiseks on vaja asetada mudellennukile elektrivoolu allikas (taskulambi patarei), kõrgepingelist elektrivoolu tootev süütepool ja muid abiseadmeid, mis tunduvalt suurendavad mudellennuki kaalu. Oma raskuse tõttu kasutatakse elektrilise süütega mootoreid vabaltlendavatel mudellennukitel väga harva. Rikkeid esineb seda tüüpi mootoreil märksa rohkem kui kompressioonsüütega mootoritel; rikete allikaks on peamiselt elektriseadmed. Mootorid töötavad bensiini ja õli seguga (7 osa bensiini, 1 osa õli). Suurte pöörete tõttu kasutatakse neid mootoreid peamiselt kiirusmudellennukitel.



Joonis 191. Elektrilise süütega mootor AMM-4.

Elektrilise süütega mootoritest on kõige levinumad 0,2 HJ-line mootor AMM-4 (joonis 191) ja 0,5 HJ-line МБ-05Ф (joonis 192).



Joonis 192. Elektrilise süütega mootor MB-05Φ.

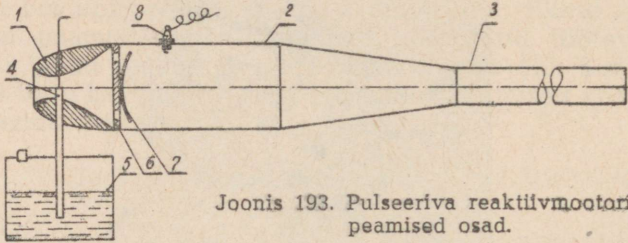
Hõõgküünlagamootorid

Viimasel ajal kasutatakse suurte pööretega võimsatel mootoritel nn. hõõgküünalt, mis kujutab endast silindripeasse asetatud tavalise süüteküünla keha külge kinnitatud takistustraadist spiraali. Mootori käivitamisel ühendatakse spiraal 2—6-voldise kuiva patarei või akumulaaoriga. Elektrivool kuumendab spiraali hõõgumiseni ja viimane süütab mootoris imetud küttesegu. On mootor töötamisel küllaldaselt soojenenud, lahutatakse vooluallikas spiraalilt, sest silindris valitseva kõrge temperatuuri mõjul püsib spiraal hõõguvas olekus.

Hõõgküünlagamootorid on väga tundlikud kütuse koostise suhtes. Tavaliselt kasutatakse segu, mis koosneb 75% metüülpüritusest ja 25% kastoorõlist. Mootor töötab püsivalt ainult kõrge pöörete arvu juures.

7. Reaktiivmootorid

Mudellennuasjanduses kasutatakse pulseerivaid reaktiivmootoreid ringkiirusmudellennukite jõuallikana. Reaktiivmootor on suurtel lennukiirustel kolbmootorist parem, sest tema tõmbejõud suureneb kiiruse kasvamisega ning erikaal (kaalu ja tõmbejõu suhe) on väiksem kui kolbmootoril. Halbadeks külgedeks on suur kütusekulu ja lühike tööiga.



Joonis 193. Pulseeriva reaktiivmootori peamised osad.

Pulseeriv reaktiivmootor on ehituselt väga lihtne. Mootor koosneb alumiiniumist valmistatud mootoripeast (1), 0,2 mm paksusest kuumusekindlast terasplekist valmistatud põlemiskambrist (2) ja resonantstorust (3). Mootoripeas asub kütusepaagiga (5) ühendatud karburaator (4). Põlemiskambri ja mootoripea vahel on vahesein (6), millesse puuritud aukusid katab eriterasest klapp (7); tagantpoolt on põlemiskamber avatud. Põlemiskambrisse kinnitub süüteküünal (8).

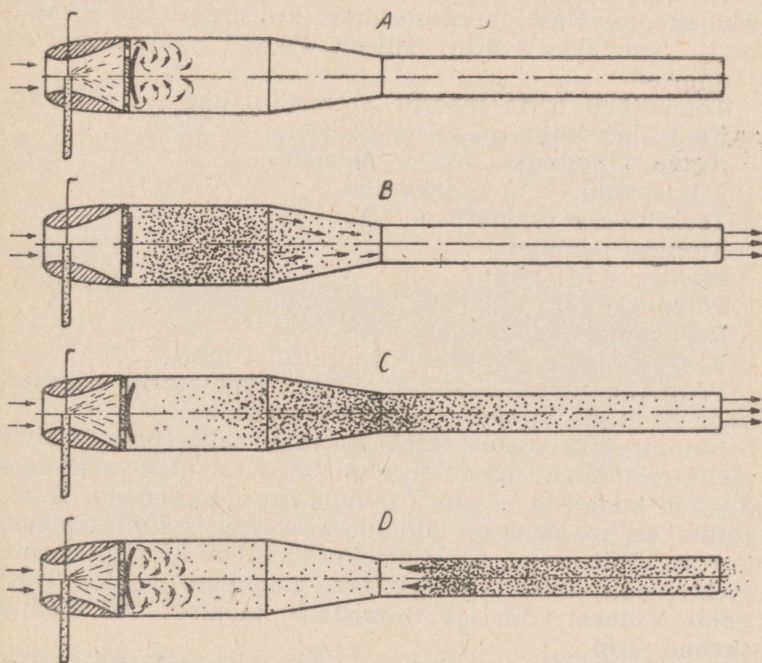
Pulseeriva reaktiivmootori töö põhimõte on järgmine. Õhuvool, suundudes mootorisse, kiireneb mootoripea kitsas lõigus, nn. konfuusoris, mistõttu seal rõhk langeb (Bernoulli seaduse põhjal). Rõhumine on kõige väiksem konfuusori kitsamas osas, kuhu on paigutatud karburaator, mistõttu kütus (bensiin) imetakse paagist välja ja pihustatakse. Kütuse osakesed aurustuvad ja satuvad koos õhuga mootoripea laienevasse tagaosasse, nn. difuusorisse, kus rõhk uuesti suureneb. Järgnevalt läbib kütuseaurudega küllastunud õhuvool vaheseina ja satub klappide vahelt põlemiskambrisse. Segu süüdatakse süüteküünla abil. Põlemisel rõhk põlemiskambris suureneb ja seetõttu klapp sulgub. Gaasid väljuvad mootorist läbi

resonantstoru suurel kiirusel. Resonantstorust väljuvate gaaside reaktiivjõud tõukab mootorit edasi.

Gaaside väljavoolamisel mootorist rõhk põlemiskambris väheneb. Kui rõhk on muutunud põlemiskambris väiksemaks kui difuuseris, avaneb klapp uuesti ja värske segu voolab mootorisse ning eelpoolkirjeldatud nähtused korduvad. Klapi sulgumine toimub umbes 150 korda sekundis.

Gaaside väljavoolamisel põlemiskambris tekiv hõrenus on põhjustatud gaasisamba, nn. „gaasikolvi“ inertsusest pikas resonantstorus. „Gaasikolvi“ on täita veel teinigi tähtis ülesanne: enda poolt tekitatud hõrenuse mõjul muudab ta suunda ja avaldab survet põlemiskambri imetud värsele segule, suurendades seega rõhku segu süttimise momendil.

Mudellennuki reaktiivmootor võib töötada ka paigal. Joonisel 194 on kujutatud mootori tööjärjekord:



Joonis 194. Pulseeriva reaktiivmootori tööpõhimõte.

A. Klapp on avatud, värske küttesegu täidab põlemiskambri.

B. Segu süttimine. Põlemisel tekkivad gaasid paisuvad, rõhk põlemiskambris suureneb, klapid sulguvad ja gaasid suunduvad resonantstorusse.

C Paisuvad gaasid liiguvad resonantstoru lõpuni, tekitades põlemiskambris hõrenduse, mille mõjul klapid avanevad.

D. Põlemiskamber täitub värske seguga. „Gaasikolb“ liigub tagasi põlemiskambri suunas, rõhudes värskele segule.

Reaktiivmootori tõmbejõud on seda suurem, mida rohkem õhku ja kütust satub põlemiskambrisse. Kaasaegsete mudellennuki-reaktiivmootorite tõmbejõud on 1—3 kg.

Süüteküünalt on tarvis segu süütamiseks ainult käivitamisel. Mootori töötamisel süütavad värske segu juba põlevad gaasid ja põlemiskambri kuumenenud sein.

Reaktiivmootorite tüüpidest on kõige levinum Moskva Mudellennu Kesklaboratooriumis konstrueeritud PAM-1, mida toodetakse seeriaviisiliselt. PAM-1 põhiandmed on järgmised:

Tõmbejõud, mida mootor arendab paigal — 1—1,5 kg.

Kaal (ilma kütusepaagi ja kütuseta) — 320 g.

Kütus — lennuki- või autobensiin.

Kütusekulu — 1,5 g sekundis.

Tsüklite arv sekundis — 150.

Mootori mõõdud:

Pikkus — 855 mm.

Põlemiskambri läbimõõt — 64 mm.

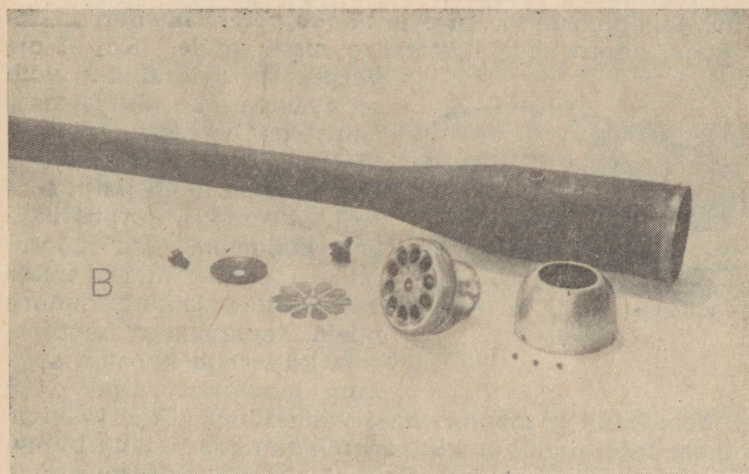
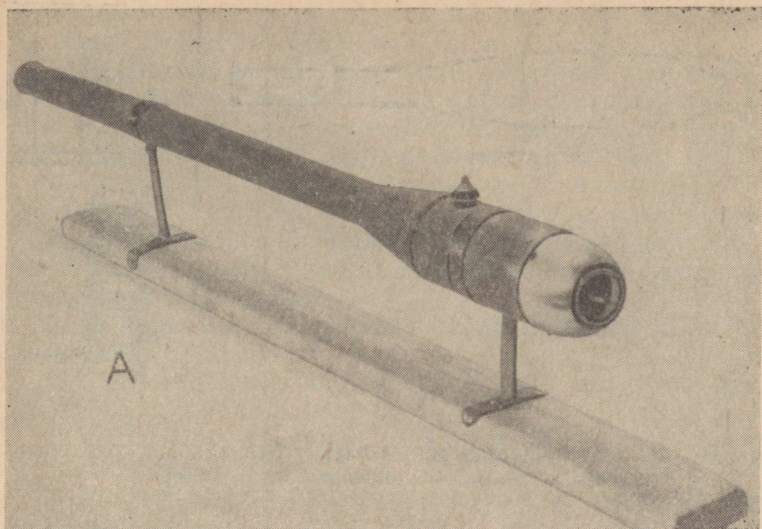
Resonantstoru läbimõõt — 34 mm.

Klapi tööiga on 3 minutit, korpusel 1 tund.

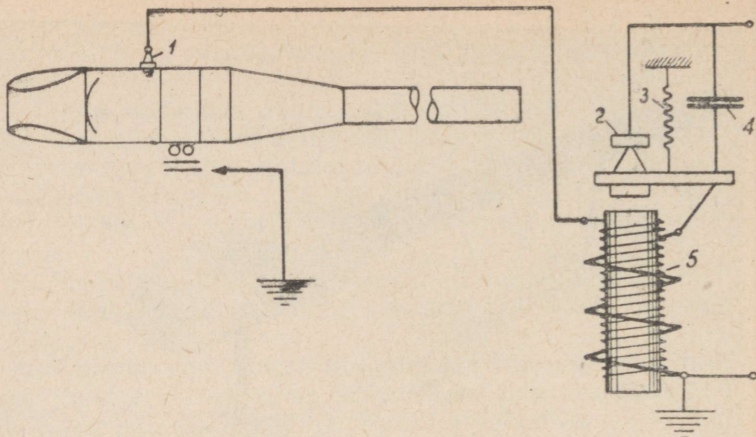
PAM-1, nagu kõik sedatüüpi reaktiivmootorid, käivitub väga hästi. Käivitamine toimub järgmiselt:

Mootor asetatakse alusele, mille alla paigutatakse plekk- või vineeritahvel, ja suunatakse nii, et mootori taga 3—4 m kaugusel ei oleks mingisuguseid esemeid. Kontrollitakse, kas paak on täidetud kütusega ja süütesüsteem korras. Küttesegu süütamiseks vajaliku kõrgepingelise elektrivoolu allikana kasutatakse magneetot või käivituspooli. Viimast võib ise valmistada joonisel 196 toodud skeemi järgi.

On käivitamiseks kõik korras, keeratakse karburaatorinõela 2—3 keerdu lahti ja puhutakse mootor läbi. Läbi-

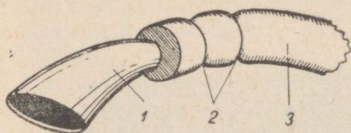


Joonis 195. Pulseeriv reaktiivmootor PAM-1 käivitusstatiivil (A) ja osadeks võetuna (B).



Joonis 196. Reaktiivmootori süüteskeem: 1) süüteküünal, 2) katkesti, 3) katkesti vedru, 4) kondensaator, 5) süütepool.

puhumiseks kasutatakse autopumpa, mille vooliku otsa on kinnitatud alumiiniumtorust düüs (joonis 197). Düüsi ots asetatakse konfuusorisse nii, et õhujuga suunduks karburaatoritorule. Veendunud, et süüde on välja lülitatud, tekitatakse mootoris 5—10 järsu pumbalöögiga õhuvool, mis pihustab kütuse ja täidab põlemiskambri kütteseguga. Pärast seda lülitatakse sisse süüde. Kui ei ole



Joonis 197. Reaktiivmootori läbipuhumise düüs: 1) düüsi pea, 2) kinnitustraadid, 3) pumba voolik.

käepärast vooluallikat, võib segu süüdata ka tikuga resonantstoru otsast. Mootori töötamisel tekib väga tugev heli ja eraldub nii palju soojust, et mootori korpus hakkab hõõguma. Kui mootor juba töötab, tuleb süüde välja lülitada ja karburaatorinõela keeramisega reguleerida küttesegu koostist seni, kuni mootorist väljuv leek

on helesinine ja mootori hääl võimalikult kõrge tooniga. Punase leegi puhul on küttesegu liiga rikas, s. t. karburaatorinõela tuleb kinni keerata. Lahjat segu iseloomustavad peaaegu nähtamatu leek ja üksikud tugevad paugud. Mootor jäetakse seisma kütuse pealevoolu lõpetamisega (karburaatorinõel keeratakse kinni). Pärast seismajätmist

tuleb mootoripea kohe ära keerata, vastasel korral võib ta jahtumisel põlemiskambrisse kinni kiiluda.

Reaktiivmootoril võivad esineda järgmised rikked:

1. Käivitamisel üksikud paugud, leek lööb konfuusorist eest välja. Põhjuseks on purunenud, paindunud või paigalt nihkunud klapp. Klapp asendada või korrastada.

2. Mootor ei käivitu. Karburaator on ummistunud või kütus otsas. Puhastada karburaator või täita kütusepaak.

3. Mootor töötab ebahühtlaselt. Klapp on paindunud või kütus voolab peale ebahühtlaselt. Reguleerida klapp või korrastada toitesüsteem.

Reaktiivmootori käivitamisel tuleb täita järgmisi ohutustehnika nõudeid:

1. Mootori lähedal ei tohi olla kütust ega muid kergetisüttivaid aineid.

2. Peab olema käepärast tulekustutaja või kast liivaga ja ämber vett.

3. Mootor ja kütusepaak peavad olema tugevasti kinnitatud.

4. Mootori proovimiseks ei tohi kallata paaki rohkem kui 150—200 g kütust.

5. Mootori töötamisel ei tohi kütust paaki juurde kallata.

6. Süütesüsteemi juhtmed peavad olema hästi isoleeritud.

7. Ei tohi vaadata resonantstorusse, kui süüde on sisse lülitatud.

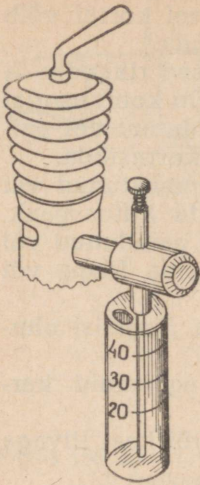
8. Mootori töötamisel ei tohi seista resonantstoru taga.

Reaktiivmootori kuumenemise tõttu asetatakse ta mudellennuki osadest võimalikult eemale (tavaliselt mudellennuki peale) ning mootori läheduses asuvate osade kaitseks kuumuse eest kasutatakse õhukest plekki või asbestpappi.

8. Kütusepaagid

Kütusepaakide maht, kuju ja asetus olenevad mudellennuki ja mootori tüübist.

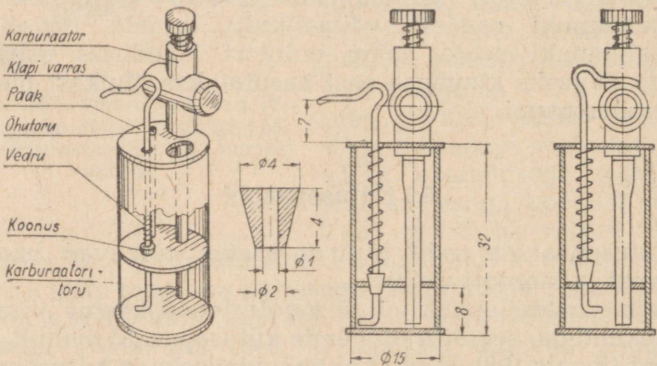
Taimermudellennukitel on mootorlennu kestus piiratud 20 sekundiga; seetõttu on nende kütusepaagid mahult väikesed (joonis 198). Kaalu kokkuhoidmiseks ja kütusehulga kontrollimiseks valmistatakse taimermudellennukite paa-



Joonis 198. Taimer-
mudellennuki
lihtne kütusepaak.

gid tselluloidist. Mootori proovimisel märgitakse joonekestega paagi küljele kütusehulgad, mis on vajalikud mootori täispöoretel töötamiseks 20, 30 ja 40 sekundi vältel. Joonekesed, mis tähistavad 30 ja 40 sekundiks vajalikku kütusehulka, tehakse musta värviga, 20 sekundiks — punase värviga. Mootori tööaja piiramine kütusehulgaga toimub järgmiselt: paaki kallatakse kütust kuni 40 sekundi jooneni ja käivitatakse ning reguleeritakse mootor. Kui kütuse tasapind on langenud 20 sekundi jooneni, lastakse mudel lendu. Mootorlennu kestuse reguleerimiseks on eeltoodud moodus lihtsaim, kuid ebatäpne (eksimine kuni ± 3 sek.).

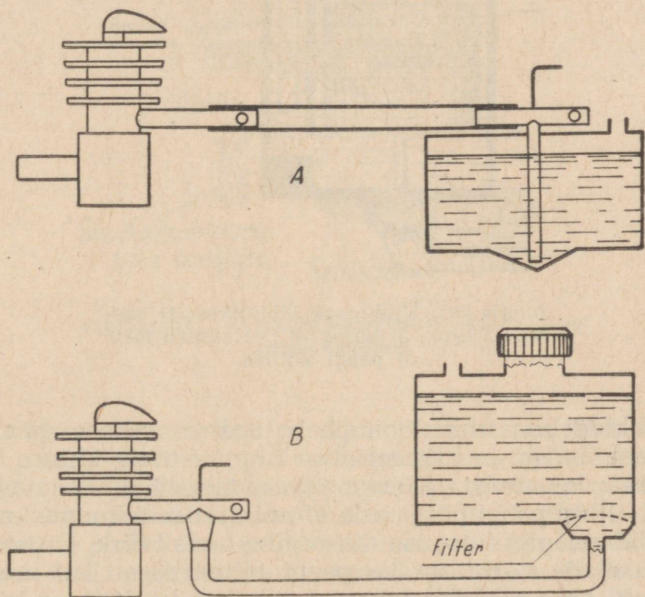
Täpsemalt saab mootori tööaega reguleerida kahekordse põhjaga ja koonilise klapiga paagi abil. Paagi külg valmistatakse poole- ja põhjad ühemillimeetrisest tselluloidist joonisel 199 toodud mõõdete järgi. Paagi ülemise osa lahutab alumiinist vasest koonus, mis surutakse spiraalvedruga vahe-
seina avasse. Mootori käivitamisel tõmmatakse koonusklapp üles ja lastakse enne mudellennuki startimist uuesti alla, katkestades seega kütuse juurdevoolu paagi põhja.



Joonis 199. Taimermudellennuki kahekordse põhjaga kütusepaak.

Nii kulutab mootor täpselt vaheseina ja paagi põhja vahel oleva kütusehulga. Ülalkirjeldatud paakisid kasutatakse ka rekordmudellennukite reguleerimisel lühiajalisteks lendudeks.

Mootori kestvamaks töötamiseks rekordlendudel on väga tähtis valida õige toitesüsteem. Rekordmudellennukite kütusepaagid on väga suure mahuga (kuni 1000 cm^3 ja enam) ning nad paigutatakse mudeli kerele, võimalikult raskuskeskme lähedale. Kütuse pealeandmine toimub imemise või isevoolu teel. Esimesel juhul eraldatakse karburaator mootorist, paigutatakse kütusepaaki ja ühendatakse mootoriga kummist või plastmassist toru abil (joonis 200 A). Ühendustoru sisemine läbimõõt peab vastama täpselt karburaatoritoru välisele läbimõõdule või olema veidi väiksem. Torude ühenduskohad peavad olema õhukindlad (alumiiniumklambritega kokku pigistatud). Karburaatorit mootoriga ühendava toru pikkus ei tohi olla üle 200 mm, sest pikema toru puhul on mootori käivitamine raskendatud. Sellise toiteskeemiga mootor töötab

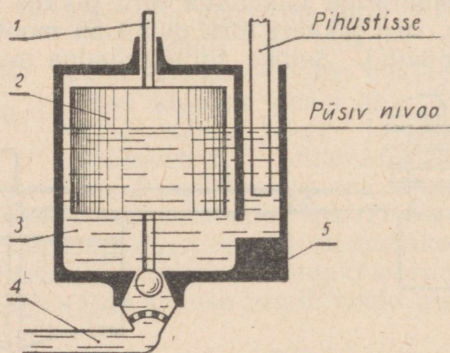


Joonis 200. Rekordmudellennukite toitesüsteemid:
A) imemisega, B) isevooluga.

ühtlaselt, sest pikas karburaatoritorus seguneb kütus õhuga hästi; samuti ei mõjuta mootori tööd mudeli kõikumine.

Kuni 200 cm³ mahuga paagid võib asetada karburaatorist kõrgemale (joonis 200 B). Kütus voolab ise karburaatorisse läbi ühendustoru. Kuigi mootori tööd mõjutab mudeli kõikumisest põhjustatud kütuse loksumine, võib niisugust toitmisviisi siiski kasutada hästireguleeritud mudelitel, kui kütusepaagi maht ei ületa 800 cm³.

Suuremahuliste paakide puhul kasutatakse kütuse juurdevoolu reguleerimiseks ujukit. Ujuk asub karburaatori külge kinnitatud paagikeses, mida toidetakse peapaagist isevoolu teel. Lihtsa ujukipaagi konstruktsioon on toodud joonisel 201. Paak valmistatakse tselluloidist ja ujuk korgist. Kütuse juurdevoolu reguleerib ujukiga ühendatud kooniline klapp.

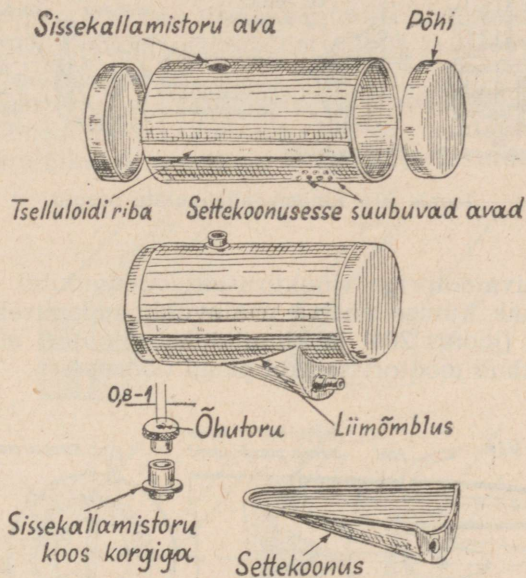


Joonis 201. Ujukipaak läbilõikes: 1) varras, 2) ujuk, 3) kütus, 4) pealevoolu toru, 5) paagi korpus.

Paakide konstruktsioon peab tagama kütuse täieliku ärakasutamise ja filtreerimise ning vältima kütuse võimalikku loksumist. Kütuse viimse tilgani ärakasutamise tagab ujuki paagi põhja alla kinnitatud settekoonus, mida eraldab paagist filtri osa täitev tihe metallvõrk. On soovitatav asetada võrkfilter ka paagi täiteavasse. Kui mudellennuki kere mõõdud lubavad, tehakse paak sama kõrge kui lai. Kõige lihtsam ja otstarbekohasem on anda paagile silindriline kuju ning teha paaki kütuse loksumise vähen-

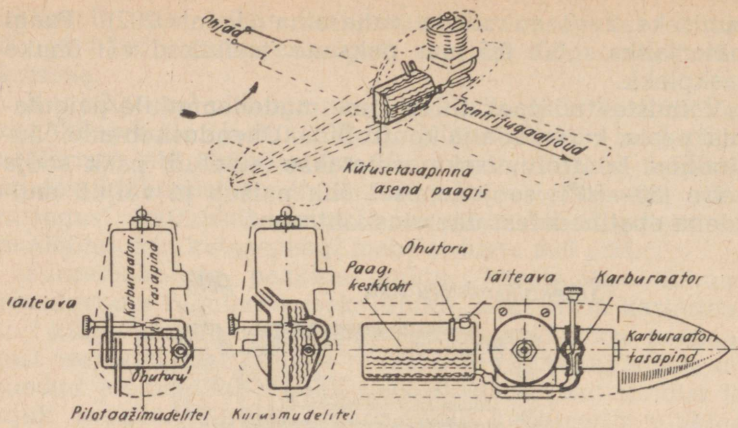
damiseks 2—3 aukudega vaheseina (joonis 202). Paagi materjaliks sobib 0,5 mm paksune tselluloid või õhuke vaskplekk.

Valmistehtud paak tuleb enne mudellennukile paigutamist pesta, kuivatada ja kontrollida. Ühenduskohtade õhukindluse kontrollimiseks asetatakse suletud paak sooja vette (50—60°); soojenemisel õhk paisub ja väljub muladena ebatihedatest ühenduskohtadest.



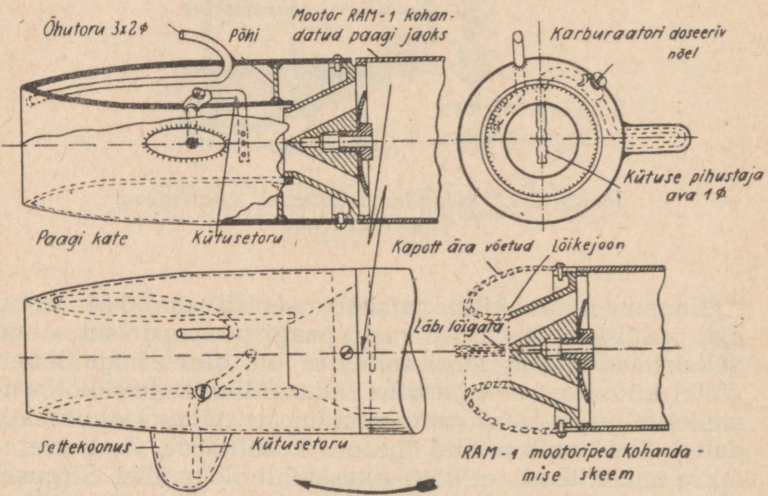
Joonis 202. Rekordmudellennuki kütusepaagi konstruktsioon.

Ringmudellennukitel paiskab tsentrifugaaljõud lennu ajal paagis oleva kütuse vastu paagi parempoolset seina. Selleks, et karburaatori toiteturu ots oleks kogu lennu vältel kütuses, tuleb paagile anda eriline kuju. Pilotaažimudelitel peab kütus peale voolama mistahes lennuasendi puhul. See tingib mitme õhutoru kasutamise. Paak asetatakse mudelile nii, et kütuse tasapind oleks ühel kõrgusel karburaatoriga. Tüüpilised ringmudellennukite paagid on toodud joonisel 203.



Joonis 203. Ringmudellennukite paagid.

Reaktiivmootoriga ringkiirusmudellennukitel valmistatakse paak kütuse püsiva pealevoolu tagamiseks rõngakujuline (joonis 204) ja kinnitatakse mootori ette. Õhuvool suubub mootorisse läbi paagi õõnsuse.



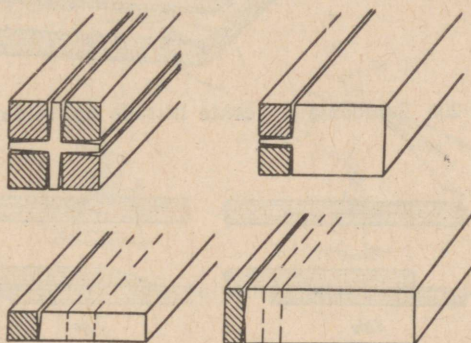
Joonis 204. Reaktiivmootoriga mudellennuki paak mootorile PAM-1.

9. Töövõtteid

Osade valmistamine

Liistude valmistamine. Liiste on kõige otsustavalt saagida elektrilisel ketassael. Selle puudumisel saetakse liiste käsitsi väikesehambulise saega. Kui on vaja näiteks 7×5 mm ristlõikega 750 mm pikkust liistu, siis saetakse laua servast 10—12 mm laiune ja 780—800 mm pikkune liist. Kasutades liistuhoidjat (joonis 84), poolitatakse saadud liist pikuti ja hõõveldatakse nõutavate mõõtudeni.

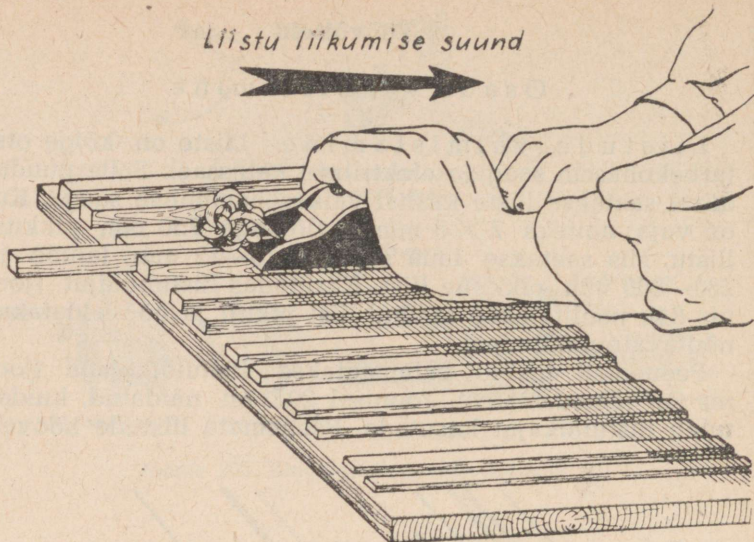
Peenemad liistud valmistatakse liistulõikajaga (joonis 83) jämedamatest. Joonisel 205 on näidatud, kuidas tuleb liistulõikajat kasutada. Peenemate liistude hõõvel-



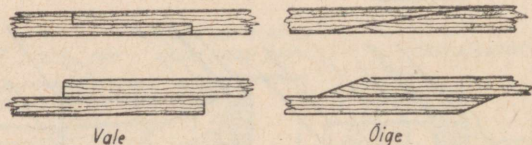
Joonis 205. Liistulõikaja kasutamine peenemate liistude lõikamiseks jämedamatest.

damiseks kasutatakse šabloonlauda (joonis 206), millele liimitud liistupaaride kõrgus määrab hõõveldatava liistu paksuse. Hõõveldamisel surutakse hõõvel tugevasti vastu šabloonlauda ja tõmmatakse liist 2—3 korda hõõvli alt läbi.

Liistude jätkamine ja tugevdamine. Jätkamisel liimitakse liistud kokku diagonaalselt nii, et jätkukoht oleks umbes 10 korda pikem liistu paksusest (joonis 207). Tala jätkamisel liimitakse tala külgedele vineeriplaadikesed, ümbritsetakse jätkukoht niitmähisega



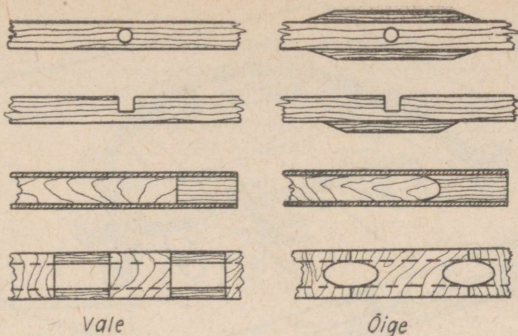
Joonis 206. Sabloonlaud peente liistude hõõveldamiseks.



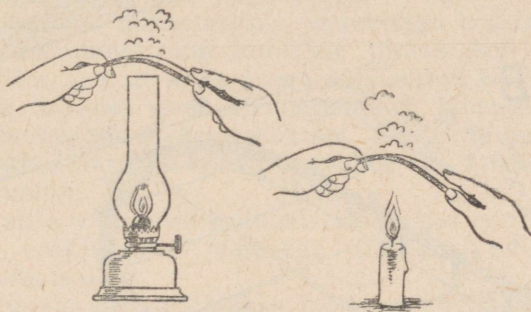
Joonis 207. Liistude jätkamine.

ja kaetakse liimiga. Liistude tugevdamisel tuleb vältida teravaid nurki (joonis 208).

Liistude painutamine. Liiste võib painutada kuumalt, keedetult või külmalt. Kuumalt painutamist kasutatakse enamasti bambuse puhul. Painutatav koht tehakse niiskeks ja kuumutatakse küünlaleegi, petrooleumilambi või elektripliidi kohal. Et liist ei hakkaks kõrbema, liigutatakse teda küünlaleegi kohal edasi-tagasi. Kuum liist laseb ennast kergesti painutada, kuid püüab jahtumisel uuesti sirguda, seepärast tuleb teda hoida pärast painutamist kuni jahtumiseni surve all (joonis 209).



Joonis 208. Liistude tugevdamine.



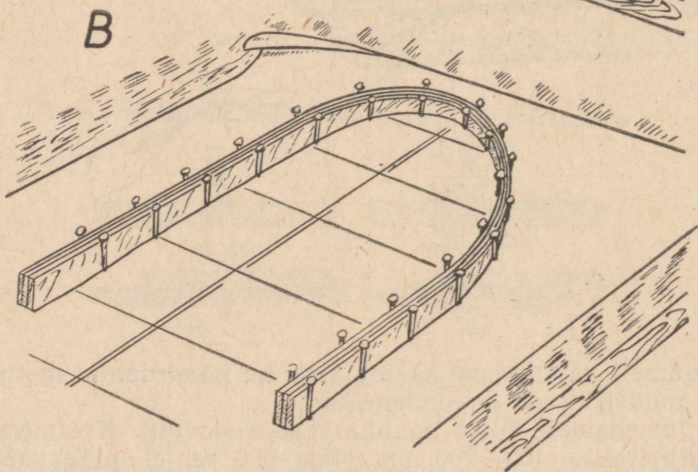
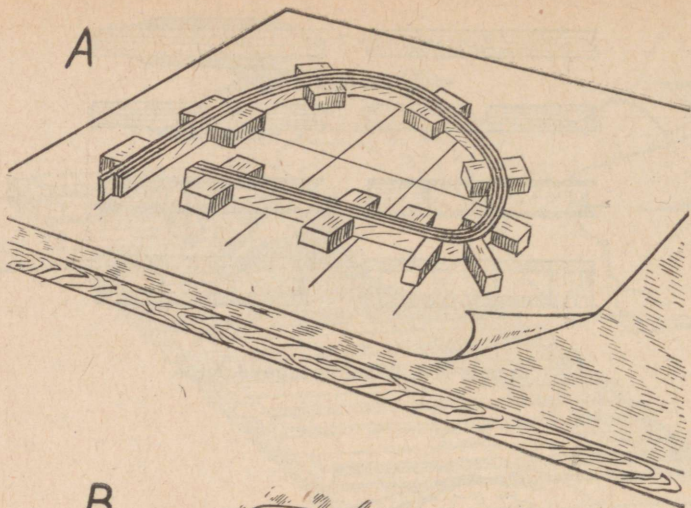
Joonis 209. Liistude painutamine kuumalt.

Kuumalt painutamist kasutatakse ka kõverdunud liistude ja mudeli osade õgvendamisel.

Jämedamaid liiste painutatakse keedetult. Keetmiseks kasutatakse 100—200 mm sügavust renjat plekkvanni. Keetmise aeg oleneb liistu mõõtudest ja puidu liigist (tabel 10).

Keedetud liistud painutatakse nõutava kujuni ja kinnitatakse šabloonlauale 30—40 tunniks kuivama.

Kõige lihtsam ja levinum on liistude painutamine külmalt. Võetakse 3—5 liistu paksusega 1—2 mm ja kastetakse märjaks. Märjad liistud painutatakse ja kinnitatakse naelte või klotsidega šabloonlauale (joonis 210) kuivama. Kuivanud liistud liimitakse kokku külmliiduga ja kinnitatakse uuesti šabloonlauale. On liim kuivanud, hõõ-



Joonis 210. Liistude painutamine külvalt: A) klotššabloonil, B) naelšabloonil.

veldatakse liistud nõutava mõõduni. Tiiva otsakaarte valmistamisel võetakse liistud nii laiad, et pärast kokkuliimimist saaks poolitamisel kaks täpselt ühesugust otsakaart.

Mitmest kihist kokkuliimitud liistu nimetatakse lamelleerituks.

Männipuidust liistude keetmise ajad

Liistu paksus mm-tes	Keetmise aeg temperatuuril 90—100° C	Paindekoha mini- maalne raadius mm-tes
3	15 min.	50
5	35 min.	100
10	1 t. 30 min.	200
15	2 t. 30 min.	300
20	4 t.	400

Jootmine. Jootmine on kahe metalliosa ühendamine erilise sulami, nn. joodise abil.

Enne jootmist puhastatakse jootekohad hoolikalt mustusest ja oksüüdist ning kaetakse pintli abil soolhappaga, milles on kuni küllastuseni lahustatud tsinki (tsingitükikeste lisamise teel soolhappesse). Niisugust vedelikku nimetatakse jootvedelikuks. Elektri juhtmete jootmisel asendatakse jootvedelik puhta või eetris lahustatud kampoliiga.

Nihkumise vältimiseks ühendatakse osad enne jootmist peenest vasktraadist mähisega (näiteks telikutugede kokkujootmisel).

Oma tugevuselt liigitatakse joodised kõvadeks ja pehmeteks. Kõvade joodiste sulamistemperatuur on kõrgem kui pehmetel. Kõva joodisega ühendatud kohad on tavaliselt sama tugevad kui osad ise. Tavaliselt kasutatakse järgmisi tinast ja pliist koosnevaid joodiseid:

1. Pehme joodis pleki jaoks koosneb 2 osast tinast ja 1 osast pliist; sulamistemperatuur 183°.
2. Keskmine joodis sisaldab 1 osa tina ja 1 osa pliidi; sulamistemperatuur 210°.
3. Kõva joodis koosneb 1 osast tinast ja 2 osast pliist. Kasutatakse tsingitud, messing- ja vasktoodete jootmiseks. Sulamistemperatuur 250°.

Jootmisel kasutatakse tavalist, ahjus või priimusel kuumutatavat, või elektrilist jootekolbi. Kui salmiaagitükike, milles jootekolbi puhastatakse, hakkab jootekolbi puudutamisel tugevasti suitsema, siis näitab see, et kolbi on küllaldaselt kuumendatud. Jootmiseks võetakse kolviga tilk joodist ja tõmmatakse sellega mööda jootekohta.

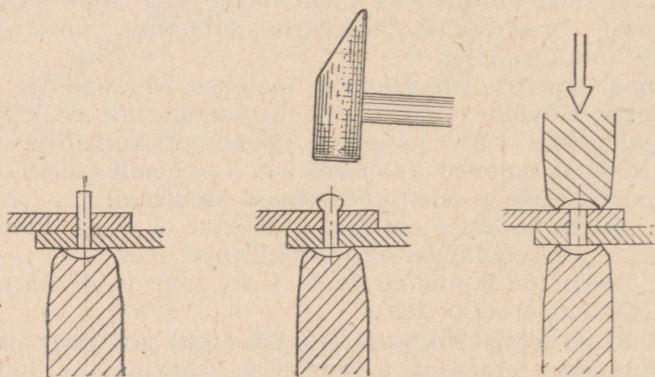
Joodis peab jooksma metalli pinnale ühtlaselt ja täitma kõik praod kokkujoodetavate osade vahel.

Pärast jahtumist kõrvaldatakse viiliga liigne joodis ja jootekoht pestakse (jootevereliku kasutamise puhul) happejäänuste kõrvaldamiseks seebiveega.

Pikki jootekohti joodetakse järk-järgult. Jämedamate (3—4 mm) terastraatide jootmisel tuleb neid enne jootmist kuumutada peaaegu kuni joodise sulamistemperatuurini.

Pinnimine. Mootorikapotid ja luugid valmistatakse alumiiniumplekist pinnimise teel. Selleks valmistatakse puust šabloon, mille pealispind on vajaliku kujuga. Asetanud šabloonile plekitüki, antakse sellele algul puit- ja siis metallvasara löökidega nõutav kuju.

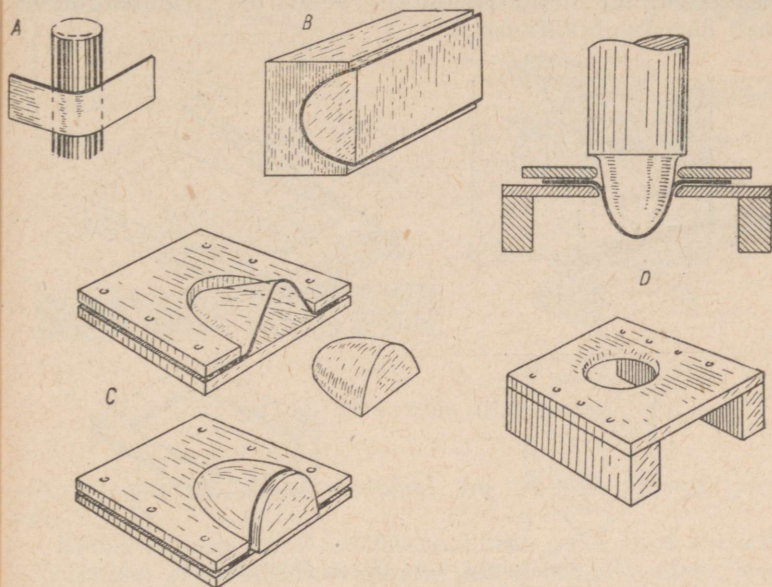
Neetimine. Mudellennuki alumiiniumplekist osade ühendamiseks, samuti ka alumiiniumi ühendamiseks puiduga kasutatakse neetimist. Needid valmistatakse 1,5—3-millimeetrise alumiiniumtraadist. Lõpp-pea kujundamiseks peab neet ulatuma august välja enda 1—1,5-kordse läbimõõdu võrra. Neetimisel asetatakse needi alla massiivne metallise. Needi peale õige kuju andmiseks töödeldakse seda torniga, mille otsas on süvend (joonis 211).



Joonis 211. Neetimine.

Tselluloidi vormimine. Tselluloid sobib hästi propellerinuppude, mootorikapottide, kabiinikuplite ja kütusepaakide valmistamiseks. Kuumendamisel muutub tselluloid 40° C juures pehmeks ja 70—75° C juures plas-

tiliseks, millises olekus on võimalik teda vormida (joonis 212). Tselluloid pehmendatakse enne vormimist kuumas vees.



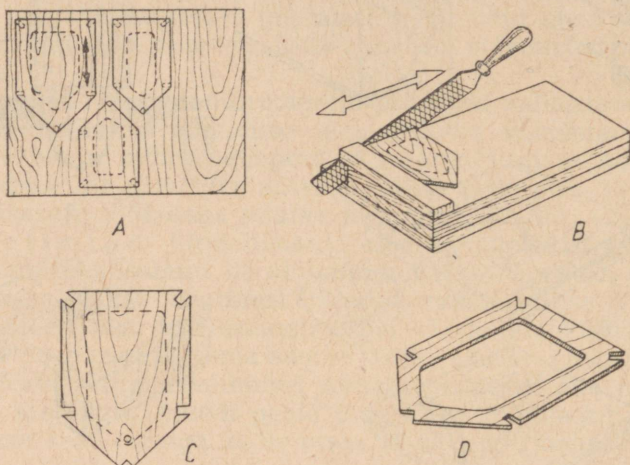
Joonis 212. Tselluloidi vormimise viise: A) Kuumal metallvarval. B) Pressimisega šabloonklotside vahel. C ja D) Venitusega.

Ribide valmistamine. Kere ribide valmistamist alustatakse ribide kuju kopeerimisega materjalile. Joonise säästmiseks joonestatakse ribid esmalt joonisele asetatud õhukesele läbipaistvale paberile (pauspaber) ja kopeeritakse siis selielt kopeerpaberi, joonlaua ja kõva pliatsi abil materjalile. Kopeerimisel pööratakse erilist tähelepanu puidu süü õigele suunale, mis joonistel on märgitud ribidele kahepeaga noolekesega (joonis 213 A). Tavaliselt on puidu süü suund piki ribisid. Ribide kopeerimisel joonestatakse väiksemad ribid suuremate ribide kergendusväljalõigetesse. Lähimõeldud ja otstarbekohane ribide paigutus võimaldab suurt materjali ja tööaja kokkuhoidu.

Väljasaetud ribid hõõveldatakse või viilitakse täpse suuruseni (joonis 213 B) ja lõigatakse nurkadesse sälgud talade jaoks. Lõpuks puuritakse ribidesse augud (joo-

nis 213 C) saelehe jaoks ja saetakse ribidesse kergendusväljalõiked (joonis 213 D).

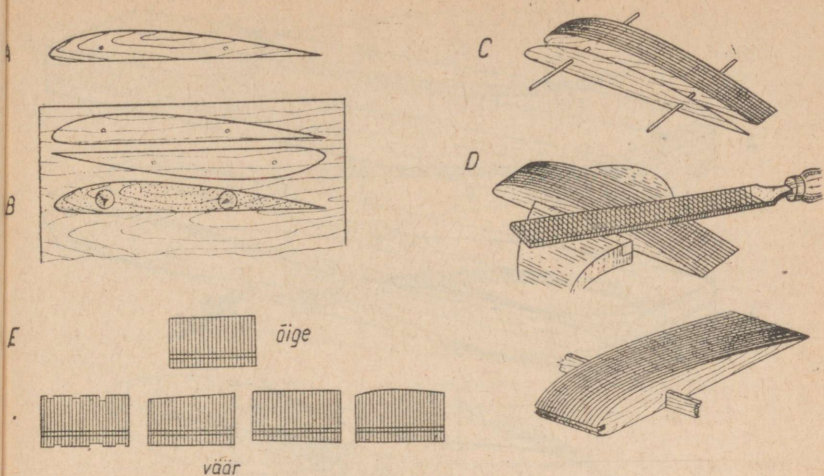
Tiiva ribide täpsest kujust sõltuvad suurel määral mudellennuki lennuomadused; seepärast valmistatakse nad äärmise hoolikusega.



Joonis 213. Kere ribide valmistamine.

Kõigepealt valmistatakse šabloonribi, mille kuju kopeeritakse jooniselt vineerile ja saetakse välja. Peene viili ja liivapaberiga lihvitakse šabloonribile täpne kuju. Sälkused liistude jaoks ja kergendusväljalõikeid šabloonribisse ei tehta (joonis 214 A). Valminud šabloonribi järgi joonestatakse materjalile kõik samasugused ribad, pidades silmas, et vineeri süü suund oleks piki ribisid (joonis 214 B). Šabloonribi paigaltnihkumise vältimiseks torgatakse sellest läbi kaks rõhknaela, mis surutakse igakordsel ribi joonestamisel vineeri sisse. Kui kõik ribad on joonestatud vineerile, saetakse nad välja nii, et lõikejoon jookseks umbes 1—2 mm väljaspool ribi piirjoont.

Kasutades rõhknaelte poolt tekitatud auke, lükitakse väljasaetud ribad kahe traattihvti otsa (joonis 214 C). Ribide pakk pigistatakse kruustangide vahel tugevasti kokku. Et kruustangid ei vigastaks ribide pakki, asetatakse selle mõlemale küljele vineeriribad, millesse puur-



Joonis 214. Tiiva ribide valmistamine.

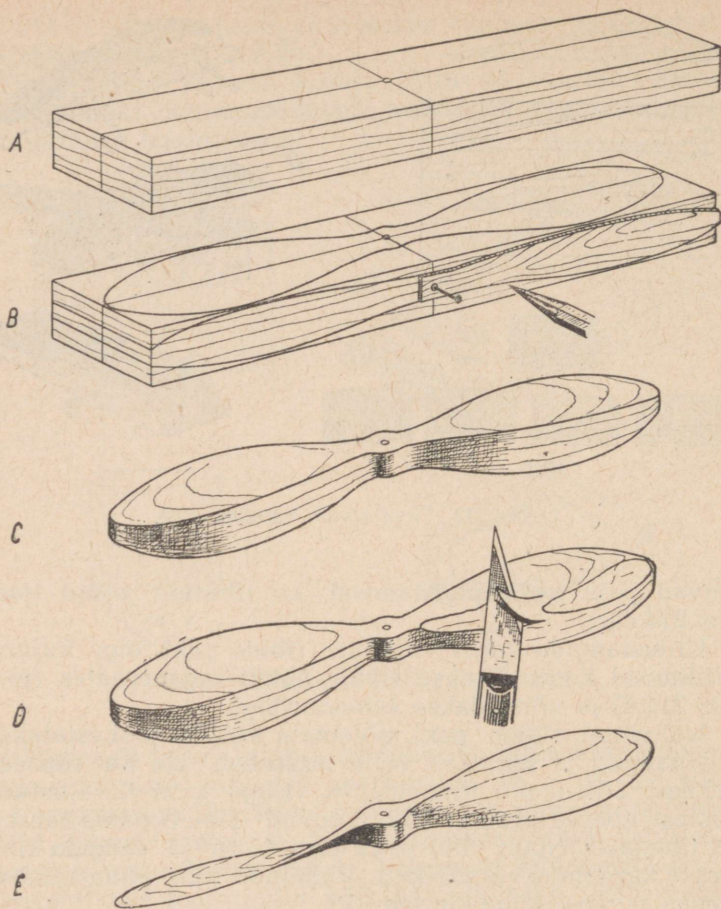
duvad paki kokkupigistamisel ka tihvtide otsad (joonis 214 D).

Kruustangide vahel viilitakse ribide pakk õige kujuni. Viilimisel kontrollitakse ribide pakki tagantvaates (joonis 214 E) ja võrreldakse šabloonribiga.

Valminud ribide paki mõlemale küljele joonestatakse liistuaugud ja saetakse välja tapisaega või ka rauasae lehega. Liistuauke töödeldakse viiliga kuni tiivaliistude otstest võetud proovitükid „istuvad“ ribide pakis täpselt ja tihedasti. Nüüd võib paki lahti võtta ja saagida ribidesse kergendusväljalõiked. Valminud ribad puhastatakse peene liivapaberiga kergelt üle.

Kui tiiva ribad erinevad üksteisest kuju või suuruse poolest, siis valmistatakse tiivapoolte kaks ühesugust ribi korraga.

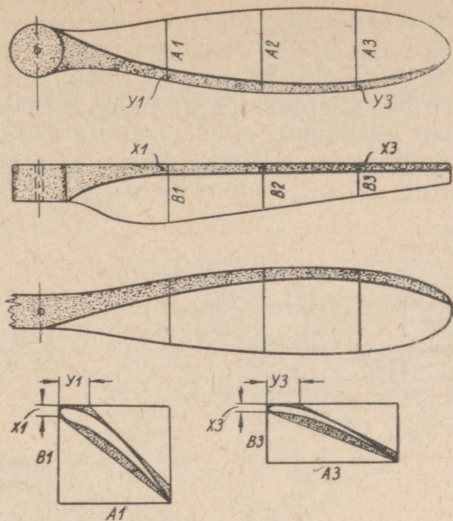
Propelleri valmistamine. Vineerist või papist valmistatakse propelleri joonise järgi laba pealt- ja külgvaate šabloonid (kahelabalisel propelleril valmistatakse ainult ühe laba šabloon) ning joonestatakse nende abil propelleri pealt- ja külgvaated klotsile (joonis 215 B). Enne propelleri kuju klotsile märkimist poolitatakse klots pliatsijoonega piki- ja põikisuunas ning puuritakse auk propelleri võlli jaoks (joonis 215 A). Kui propeller on



Joonis 215. Propelleri valmistamine.

pealtvaate järgi välja saetud, liimitakse klots mõne tilga liimiga ajutiselt kokku ja saetakse välja ka külgvaate järgi (joonis 215 C). Nüüd eemaldatakse klotsi kõik maha-saetud servad ja joonestatakse propellerile nn. paksus-jooned.

Paksusjoonte asukoha määramiseks joonestame välja propelleriklotsi 2—3 ristlõiget ja nende sisse laba profiilid antud kohtades (joonis 216). Tõmmanud profiilide



Joonis 216. Paksusjoonte asukoha määramine.

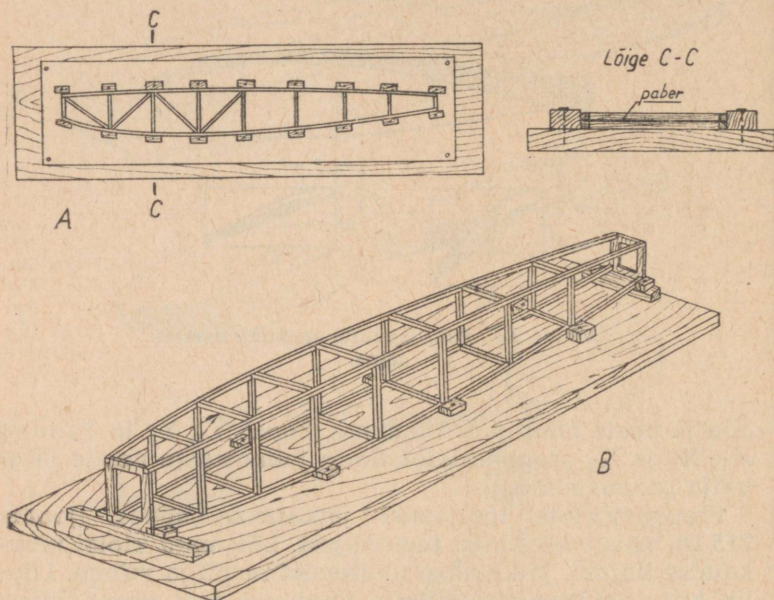
alla ja peale puutujad, kanname lõigud Y_1 , Y_2 ja Y_3 ning X_1 , X_2 ja X_3 propelleriklotsile ja joonestame nende järgi välja paksusjooned.

Propelleriklotsi töötlemist jätkatakse noaga (joonis 215 D), alustades klotsi tagaküljest. Lõiganud klotsi umbkaudse kujuni, jätkatakse töötlemist raspli ja viiliga. Lõplik kuju antakse propellerile lihvimise teel peene liivapaberiga. Lihvimisel kontrollitakse aeg-ajalt labade kuju ja kaalu sümmeetrisust (joonis 215 E). Valminud propeller kaetakse lakiga.

Osade kokkupanek

Kere kokkupanek. Raamsõrestikuga kerede kokkupanek toimub järgmiselt. Kere külge- ja pealtvaated kopeeritakse õhukesele läbipaistvale paberile (pauspaberile) ning kinnitatakse selliselt saadud tööjoonis rõhknaeltega lauale. Et kere osad ei kleepuks tööjoonise külge, seebitatakse see kuiva seebitükiga. Järgnevalt kinnitatakse vineerinaeltega külgevaatejoonisele kere talad

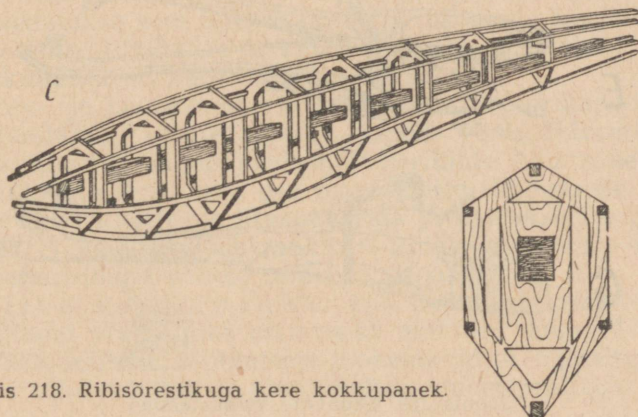
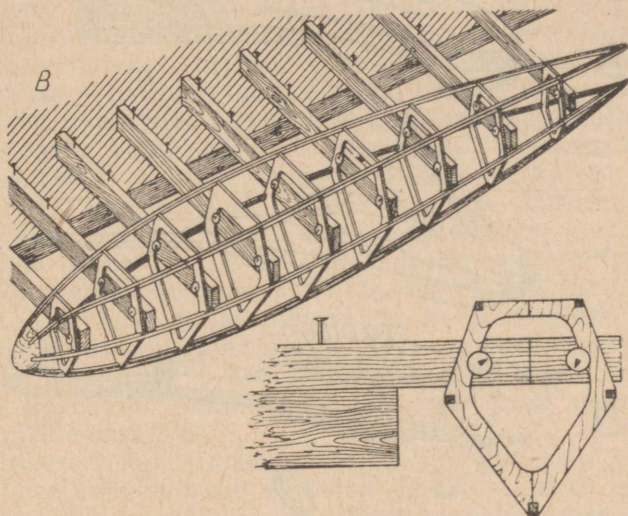
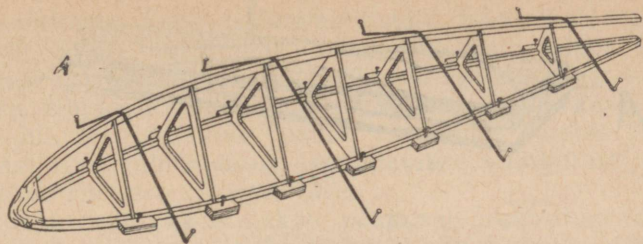
(naelu taladest mitte läbi lüüa) ja liimitakse nende vahele põikliistud (joonis 217 A). Kui kere üks külg on valmis, asetatakse selle peale läbipaistev, mõlemalt poolt seebitatud pabeririba ja laotakse kere teine külg esimese peale. On liim hästi kuivanud, võetakse kere küljed laua pealt lahti ja ühendatakse omavahel pealtvaatejoonisel varem valmisloigatud põikliistudega (joonis 217 B). Kui kere



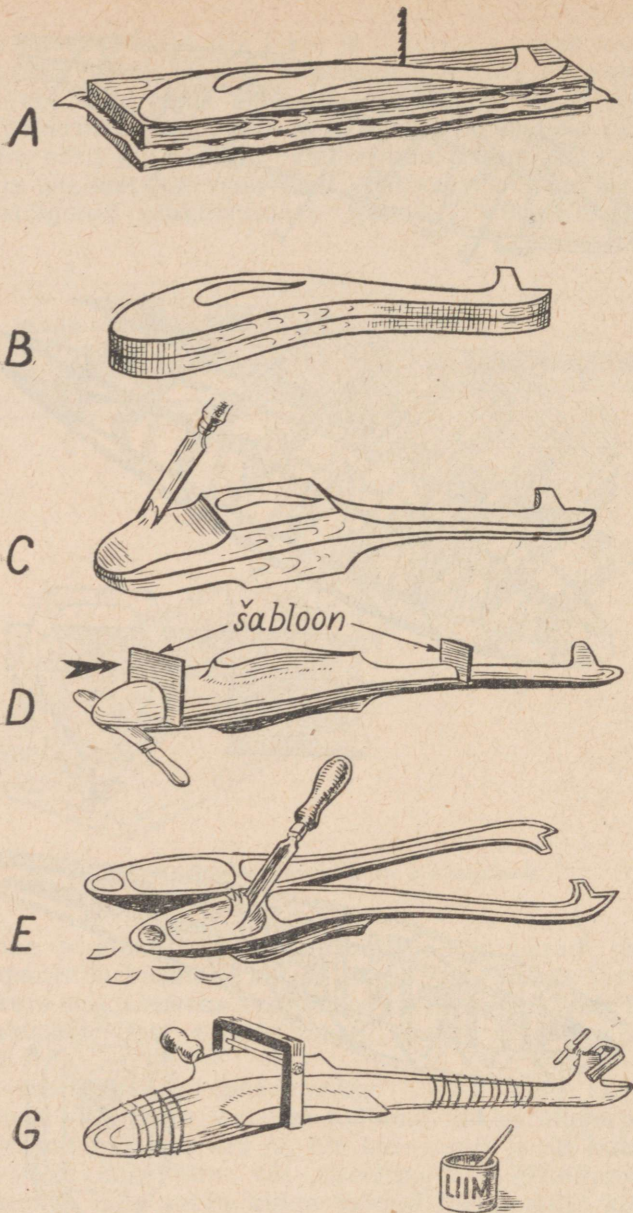
Joonis 217. Raamsõrestikuga kere kokkupanek.

pealne ja alumine külg on mõlemad kumerad, tuleb kokkupanemisel asetada kere nina- ja sabaosa alla liistud. Õige kuju säilitamiseks asetatakse kere talade vahele mõned abiribid, mis eemaldatakse pärast sõrestiku valmistamist.

Ribisõrestiku kokkupanemisviis oleneb kere kujust. Pealtpoolt sirge kere laotakse töölaual kokku ümberpööratud asendis (joonis 218 A). On kere pealt ja alt kumer, kasutatakse kas välis- või siseellingut. Välisellinguks kasutatakse laua serva külge löödud liiste, mille külge kinnitatakse ribad rõhknaeltega. Ellingliistude vahed pea-



Joonis 218. Ribisõrestikuga kere kokkupanek.



Joonis 219. Kaunkere valmistamine.

vad vastama kere ribidevahelistele kaugustele (joonis 218 B). Siseellinguks kasutatakse tugevat sirget liistu, millele lükitakse kere ribad. Siseellingu kasutamisel jäetakse ribidesse valmistamisel täidis, mille keskel on ellinguliistu ristlõikele vastav väljalõige (joonis 218 C). Pärast kere valmistamist eemaldatakse ellinguliist ja lõigatakse ribidest täidised välja.

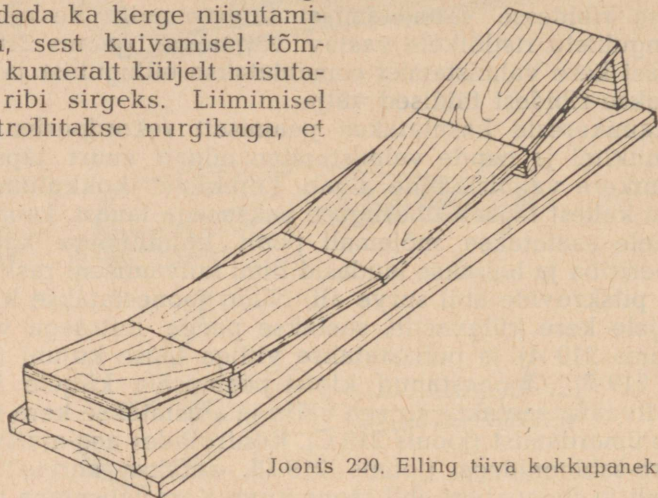
Kaunkeresid kasutatakse peamiselt rekordpurimudel-lennukitel ja nende valmistamine nõuab suurt täpsust. Kaunkere valmistamine algab kereklotsi kokkuliimimisega kahest täpselt ühesuguse paksusega lauast. Laudade vahele asetatakse mõlemalt poolt külmliiimiga kaetud pabeririba ja hoitakse laudasid liimi kuivamiseni raskuste või pitskruvide abil surve all. Nüüd joonestatakse klotsi küljele kere külgsaade, saetakse peene lintsaega välja (joonis 219 A) ja puhastatakse viiliga täpse kujuni (joonis 219 B). Joonestanud klotsi pealmisele küljele kere pealtvaate, saetakse ka see välja ja alustatakse kere kantide ümardamist (joonis 219 C). Kontrollides aeg-ajalt ristlõike-šabloonidega (joonis 219 D), antakse kerele noa, raspli ja liivapaberi abil täpne kuju. Kere välispinna töötlemine lõpetatud, lahutatakse kere pooled noateraga mööda paberikihti ja õõnestatakse (joonis 219 E). Valminud kerepooled liimitakse külmliiimiga surve all uuesti kokku (joonis 219 G).

Torukered valmistatakse 0,5—1,0 mm paksusest, kuumas vees pehmendatud vineerist, mis keeratakse ümber šabloonklotsi. Šabloonile painutatud vineeri ümber mähitakse riideribad. Kuivanud vineeritoru võetakse šabloonilt, valmistatakse ette ühenduskoht ja, asetanud kere uuesti šabloonile, liimitakse kokku. Ömbluse liimimisel peab mähkima uuesti kere ümber riideriba.

Toru- ja kaunkered, peamiselt aga mootorikapotid ja volundajad, valmistatakse sageli veel tislერილიimiga kokkuliimitud paberiribadest. Paberikihte liimitakse šabloonklotsile seni, kuni osa on vajaliku tugevusega. Kuivanud osa lihvitakse liivapaberiga ja kaetakse lakiga. Et paber ei kleepuks šabloonklotsi külge, asetatakse klotsi ja paberiribade vahele niiske maispaber.

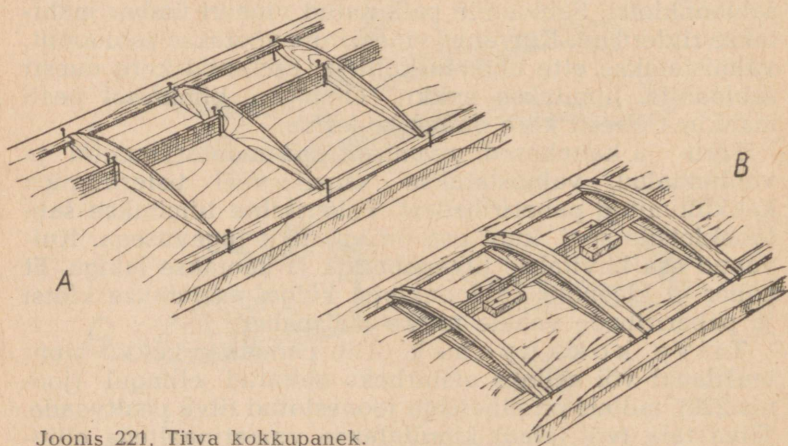
T i i v a k o k k u p a n e k. Tiib pannakse kokku montaažilaual või selleks otstarbeks ehitatud ellingul (joonis 220), millele on pliatsiga joonestatud tiiva pealtvaade. Tiiva tala (või talad) kinnitatakse vineerinaeltega ellin-

gule ja liimitakse tema külge ribad. Kaardunud ribad tuleb enne kohaleliimimist küünlaleegi või elektripliidi kohal õgvendada. Ribisid võib õgvendada ka kerge niisutamisega, sest kuivamisel tõmbub kumeralt küljelt niisutatud ribi sirgeks. Liimimisel kontrollitakse nurgikuga, et



Joonis 220. Elling tiiva kokkupanekuks.

ribid oleksid täpselt risti ellinguga ning joonlauuga, et kõik ribad oleksid ühekõrgusel. Järgnevalt liimitakse kohale esi- ja tagaserva liistud (joonis 221 A), ning ühendatakse nad pärast sõrestiku ellingult lahtivõtmist liimi ja niitmähise abil otsakaartega. Viimasena kinnitatakse



Joonis 221. Tiiva kokkupanek.

tiiva sõrestiku külge keeled kerega ühendamiseks. Lameribidega tiiva kokkupanek on kujutatud joonisel 221 B. Stabilisaatori ja kiilu kokkupanek on sarnane tiiva kokkupanekule.

Sõrestike viimistlemine. Kui kõigi osade sõrestikud on valmis, pannakse mudellennuk kokku ja kontrollitakse kinnitussõlmede täpsust, ilmnenud ebatäpsused kõrvaldatakse. Mootoriga mudellennukitel kinnitatakse sõrestiku külge telik, mootoriraam, kütusepaagid, kapotid, luugid ja abiseadmed (automaadid, elektriseadmed jne.). Sõrestik puhastatakse peene liivapaberiga, kõrvaldades kõik konarused, mis võivad pärast katmist moonutada mudeli kuju.

Õli ja bensiini liistudesse ja ribidesse imbumise vältimiseks kaetakse kolbmootoriga mudellennukitel kere esiosa sõrestik 2—3-kordselt lakiga.

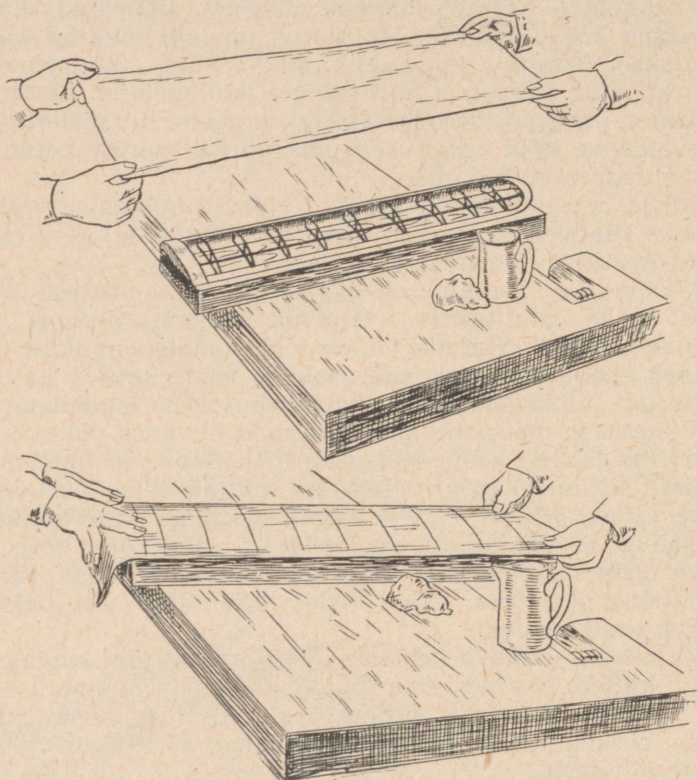
Katmine. Katmine on üks vastutusrikkamatest tööddest, mille kvaliteedist olenevad mudeli välimus ja lennuomadused. Katmist tuleb teha tähelepanelikult ja täpselt, valides mudeli suurusele ja osale sobiva kattematerjali. Väiksemad ja keskmise suurusega mudellennukid kaetakse maispaberiga, suuremad õhukese pakkimis-paberiga (ka paksema maispaberiga). Suurema tugevuse andmiseks ning kuju paremaks säilitamiseks kaetakse kere esiosa ja tiiva esiserv sageli paksema paberiga kui ülejäänud mudellennuki osad. Mõnikord kaetakse kere ja tiiva ühenduskohad või kogu mudellennuk riidega. Kate liimitakse sõrestiku külge vedela külmlüümi või paksu värvitu nitrolakiga.

Katmisel toimitakse kindlas järjekorras. Kerel kaetakse algul küljed, siis hari ning lõpuks põhi. Tiib ja stabilisaator kaetakse enne alt, hiljem pealt. Katmist alustatakse tiiva keskelt. Paksem paber liimitakse sõrestikule alati enne õhukest.

Paberiga võib katta kuivalt või märjalt. Kuiva paberiga katmisel toimitakse järgmiselt.

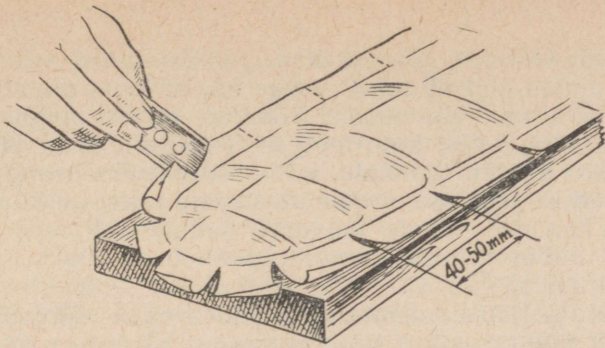
Lõigatakse kaetavate osade kujulised, servadest 3—4 cm laiemad paberiribad nii, et paberikiud „jookseksid“ piki riba. Paberikiudude suund tehakse kindlaks käristamise teel (vt. „Materjalid“). Kaetav sõrestik asetatakse montaažilauale ja määratakse pintslil abil ühtlase õhukese liimikorraga. Ribidele tavaliselt liimi ei panda, välja arvatud tiiva nõguskumerate ribide alumised kül-

jed, kuhu on tarvis profiili säilitamiseks kate kinni liimida. Sõrestik liimiga kaetud, võetakse pabeririba ja, hoides seda pikisuunas kerge pinge all, asetatakse sõrestikule (joonis 222). Liimimiskohti silutakse kergelt sõrmetega, kuni paber on kleepunud ühtlaselt sõrestiku külge. Suuremaid pindu on soovitav katta kahekesi.

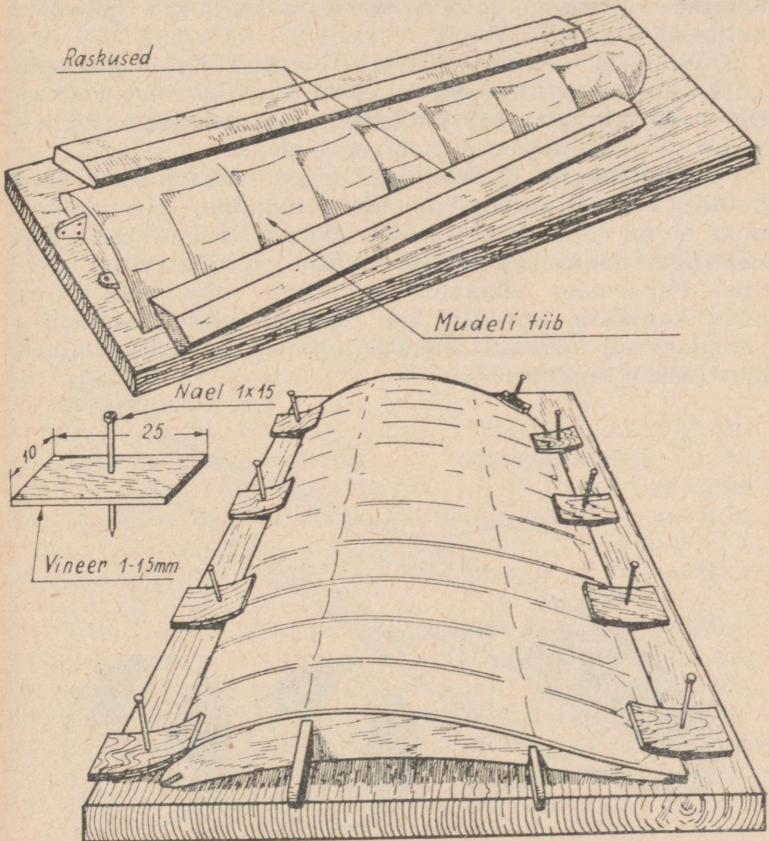


Joonis 222. Katte liimimine sõrestikule.

Paberi lahtitõmbumise vältimiseks tehakse sõrestikust üleulatuvatesse paberiservadesse žiletiteraga või kääridega iga 40—50 mm järel sisselõiked (joonis 223). On liim kuivanud, lõigatakse paberiservad ära žiletiteraga või kulutatakse läbi servliistu kandi kohalt liivapaberiga; pärast seda kaetakse sõrestiku vastaspool.



Joonis 223. Sisselõigete tegemine katmisel.



Joonis 224. Katte pingutamine raskuste ja vineeriklambrite all.

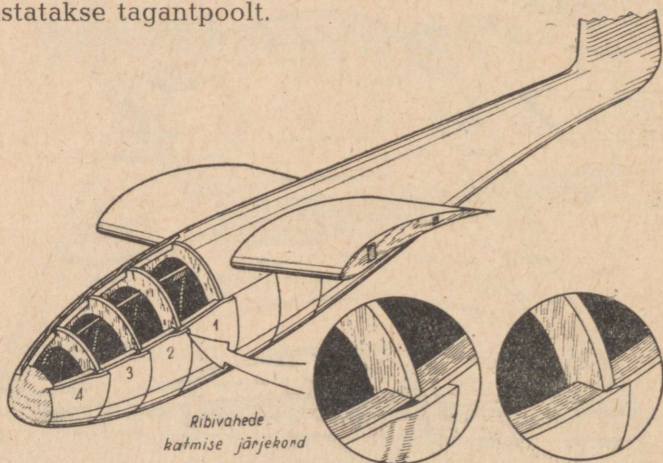
Kaetud sõrestik niisutatakse pulverisaatori või laia pehme pintsli abil ühtlaselt veega nii, et katte pinnale ei jääks veetilku. Kuivamisel tõmbub paber pingule ja siledaks. Pingutatud kate teeb tiiva jäigaks, kuid püüab sõrestikku kaardu tõmmata, mille vältimiseks asetatakse niisutatud kattega osa sirgele aluslauale raskuste alla või vineeriklambrate vahele kuivama (joonis 224).

Tuba, milles toimub katmine, peab olema kuiv; õhu-temperatuur 15—20° C.

Märjalt katmisel niisutatakse paber enne sõrestikule liimimist pulverisaatori või vatitopiga. Väga hea on niisutada paberit ka kahe märja käterätiku vahel. Paberi liimimine sõrestikule toimub samuti nagu kuiva paberiga katmisel.

Kuivamisel pingutub märjalt liimitud kate ühtlaselt, kuid väga tugevasti; seetõttu ei ole soovitav nõrku sõrestikke selliselt katta. Märjalt katmist kasutatakse peamiselt väikeste pindade puhul (nagu ujukid jt.).

Paksu paberiga (joonistuspaberiga) kaetakse ovaalsed kered, tiiva esiservad (kuni esimese talani) ja mudellenuki muud osad (tiiva ja kere ühenduskohad jne.), kus kate peab andma täpse kuju või kus on vaja erilist tugevust. Paksemate paberisortide nõrga pingutava toime tõttu kaetakse keredel iga ribivahe eraldi, sobitades paberiservad hoolikalt kokku (joonis 225). Kere katmist alustatakse tagantpoolt.



Joonis 225. Kere katmine paksu paberiga.

Vesimudellennukite ujukite ja lennupaatide kerede katmisel toimitakse sageli järgmiselt. Kaetav sõrestikuosa määratakse liimiga ja lastakse kuivada. Kohad sõrestikul, kus katte kinnikleepimine ei ole soovitatav, kaetakse õhukese vaseliinikihiga. Nüüd lõigatakse nõutava suurusega paberitükk, niisutatakse see ühelt poolt veega ja, pööranud paberi ümber, kaetakse vastaspool nitrolaki või emaliidiga. Selliselt ettevalmistatud paber asetatakse enne laki kuivamist lakiga kaetud poolega sõrestikule. Kate lakeeritakse hiljem ka väljastpoolt. Katmisviisi eeliseks on see, et vee sattumisel mudelisse ei ole karta niiskuse imbustumist paberisse.

Riidega katmisel kasutatakse sooja puusepaliimi või seal, kus nõutakse veekindlust, paksu atsetoonliimi. Riie venitatakse tugevasti välja ja liimitakse kaetava osa ühe serva külge (näiteks tiiva tagaservaliistu külge). Järkjärgult katet piki tiiba või keret venitades liimitakse riie üle kogu kaetava osa kuni teise servani. Niisutamisel riidekate ei pingutu, vaid pigem lõtvub; seepärast antakse katele vajalik siledus ja pinge mitmekordse lakeerimisega (kasutada ainult nitrolakke).

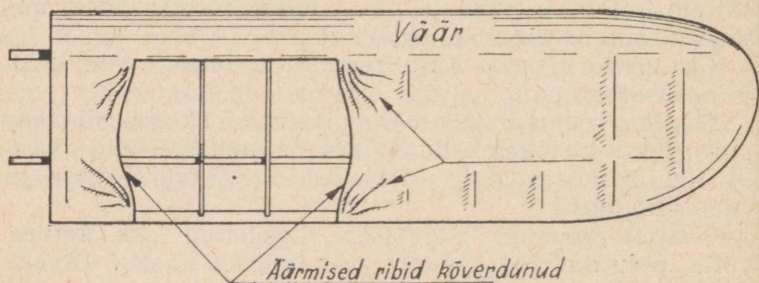
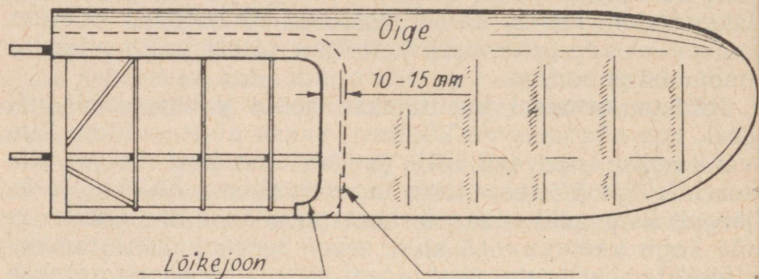
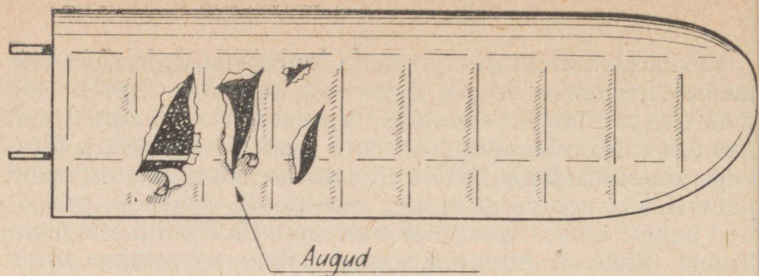
K a t t e r e m o n t. Katte remont liigitatakse täielikuks ja osaliseks.

Täieliku remondi puhul (kui kate on kogu ulatuses purunenud) kistakse vana kate maha, puhastatakse sõrestik liimijäänustest noa või klaasikillu terava servaga ja kaetakse uuesti.

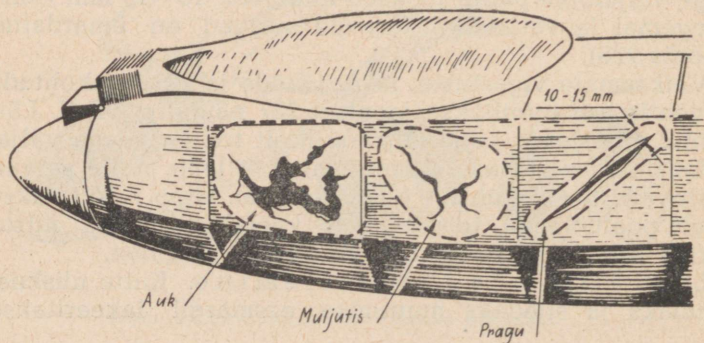
Osalisel remondil lõigatakse vigastatud osa kattest välja, puhastatakse sõrestik ja kaetakse uuesti. Tavaliuksiks veaks on katte eemaldamine ribide servani, mis põhjustab ribide kaardumise ja kortsude tekkimise kattes. Õige väljalõike puhul jookseb lõikejoon 10—15 mm ribist kaugemal ja väljalõike teravad nurgad on ümardatud (joonis 226).

Väiksemate vigastuste, nagu lõhede ja käristuskohtade remontimisel toimitakse joonisel 227 näidatud viisil. Lõiganud vigastatud koha ettevaatlikult terava noaga välja, valmistatakse samasordilisest paberist lapp, mille servad ulatuvad 10—15 mm üle augu servade. Lapp niisutatakse ühelt poolt veega, teiselt poolt kaetakse vedela nitrolakiga ja asetatakse kohale enne laki kuivamist.

L a k k i m i n e j a v i i m i s t l e m i n e. Katte niiskuskindlaks ja siledaks muutmise eesmärgil lakeeritakse



Joonis 226. Tiiva katte osaline remont.



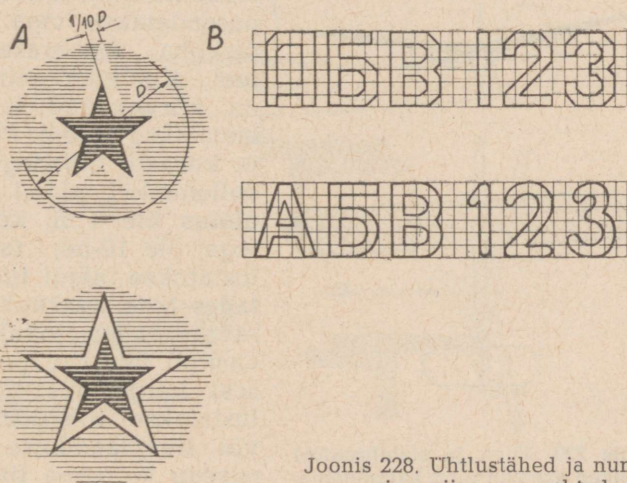
Joonis 227. Kere kate väiksemate vigastuste remont.

välismudellennukid aero-, nitro- või vedela õlilakiga. Värvilise laki kasutamine teeb mudellennuki nägusamaks ja hõlbustab mudeli jälgimist lennus.

Lakkimist teostatakse õhutatavas, kuivas, soojas ja tolmuvabas ruumis pulverisaatori või pehme laia pintsliga. Pulverisaatori kasutamisel saadakse õhem ja ühtlasem lakikiht ning hoitakse kokku kaalu. Paberiga kaetud mudellennukid lakeeritakse 1—2 korda ja, samuti nagu veega pingutamiselgi, asetatakse iga kord aluslauale raskuste alla kuivama. Riidega kaetud mudelid lakeeritakse 3—5 korda. Vesimudellennukite ujukid ja lennupaatide kered lakeeritakse nitrolakiga 3—4 korda või õlilakiga 2 korda.

Tähed ja numbrid kantakse mudelile paberist väljalõigatud šabloonide abil musta nitrolakiga, joonisel 228 B toodud standardkirjas. NSV Liidu lennukite eraldusmärgi — viisnurga suhted on kujutatud joonisel 228 A. Viisnurga südamik ja piirjoon on punased, vahetrip valge.

Lakeerimisel või ilmastiku mõjul kaardutõmbunud osade lakikiht sulatatakse pulverisaatori või pehme pintsliga abil vedeldajaga kergelt üles ja asetatakse siis osa õgven-datult raskuste alla kuivama. Osade kaardutõmbumist saab vältida, kui lisame viimase lakikihi iga 10 g laki kohta 2—3 tilka kastoorõli.

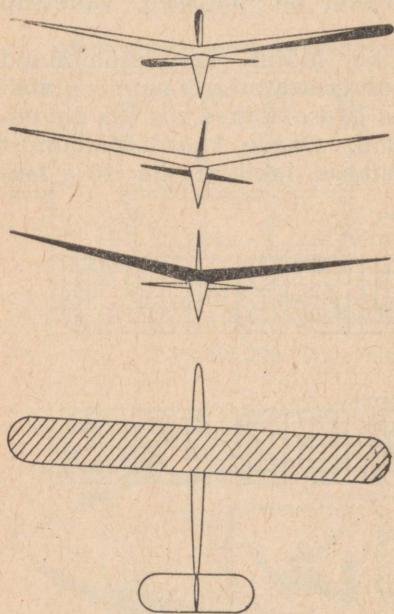


Joonis 228. Uhtlustähed ja numbrid ning viisnurga suhted.

10. Mudellennukite kokkupanek, startimine ja reguleerimine

Kokkupanek ja tasakaalustamine. Valminud mudellennuki osad vaadatakse üle ja pannakse siis kokku. Pärast kokkupanekut kontrollitakse tiiva, stabilisaatori, teliku ja mootori kinnitust ning mehhanismide tööd. Osade kinnitused peavad olema igati kindlad, sest vastasel korral võivad nad lennu ajal järele anda ning põhjustada mudeli täieliku purunemise. Järgnevalt kontrollitakse mudelit eestvaates, et tiib ja stabilisaator ei oleks kaardunud ning asetseksid õieti. Mudeli kokkupanekul esinevad tüüpilised vead on toodud joonisel 229.

Kaardunud tiib või stabilisaator tulevad enne mudeli reguleerimist õgvendada. On tiib või stabilisaator pealt-

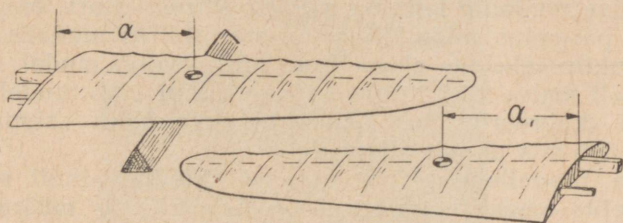


Joonis 229. Tiiva ja stabilisaatori ebaõiged asendid ning kaardumine.

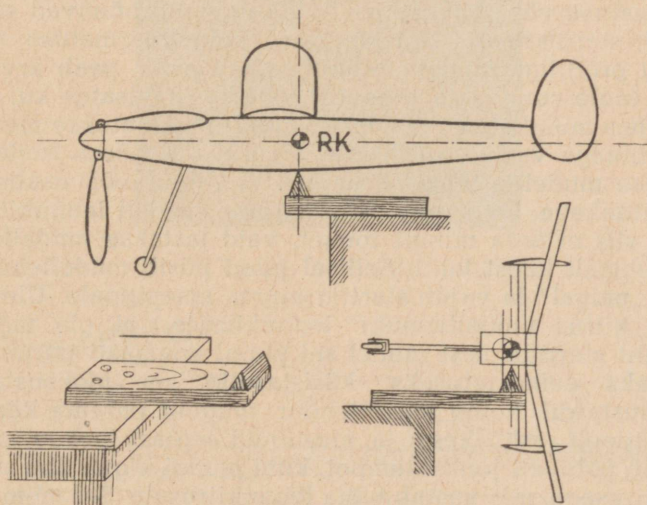
vaates kerel viltu, kõrvaldatakse viga kinnituskoha ümberehitamise teel. Eestvaates viltuse tiiva või stabilisaatori puhul liimitakse madalama kinnituskoha alla õhuke plaat või kui see ei ole kinnitussiis tõttu võimalik, võetakse kinnituskoht lahti ja parandatakse viga kinnituskoha ümberasetamise teel. Kui kõik puudused on kõrvaldatud, tasakaalustatakse mudel. Pikkade ja kitsaste tiibadega mudellennuki puhul (tiiva ulatus üle 1 m, külgsuhtega üle 10-ne) tasakaalustatakse algul tiib, toetades teda keskkohalt teravaservalise joonlauaga. Osutub üks tiivapool teisest kergemaks, tasakaalustatakse tiib liistukeste või tinaplaadikese liimimisega kergema tiiva ot-

sale. Tiiva tasakaalu kontrollitakse alati ka pärast mudeli avariid ja remonti.

Kokkupandud mudeli tasakaalustamine, s. t. raskuskeskme asukoha muutmine, seisab mudeli nina- või sabaosa koormamises raskusega või tiiva nihutamises, eesmärgiga saavutada mudeli tsentreering 25—30% tiiva keskmisest momentide kõõlust (kandva stabilisaatoriga mudelitel 40—70%). Enamasti tagab juba mudeli konstruktsioon raskuskeskme õige asukoha, kuid sageli tuleb seda tasakaalustamisel muuta. Raskuskeskme määramine selleks otstarbeks valmistatud teravikul on kujutatud joonisel 230.



a pikkus peab võrduma a_1 pikkusele



Joonis 230. Mudellennuki raskuskeskme määramine.

Kummimootoriga mudellennuki raskuskeskme asukohta muutmiseks kergendatakse või raskendatakse propellerit, nihutatakse tiiba või raskendatakse sabaklotsi. Puri-mudellennukitel toimub raskuskeskme nihutamine tinahaavlite juurdelisamise või äravõtmisega ninaklotsi õõnsusest. Elektrilise süütega kolbmootoriga mudelitel muudatakse süütepooli ja patarei asukohta; kompressioon-süütega mootoriga mudelitel raskendatakse mudeli nina või saba lisaraskustega.

Raskuskeskme asukoht märgitakse kerele hästi silmapaistva punktikesega.

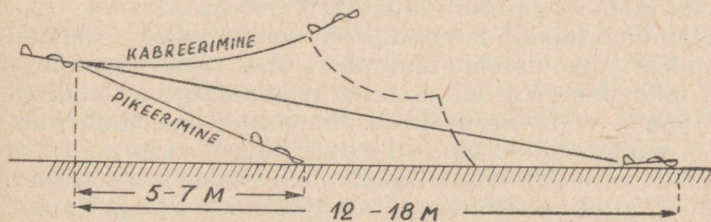
K ä s i s t a r t. Käsistart on mudellennukite reguleerimisel kõige enam kasutatav stardiliik. Starditõukega antakse mudelile lennuks vajalik kiirus. Start õnnestub seda paremini, mida lähem on stardikiirus mudellennuki lennukiirusele. On tõuge liiga nõrk, vajub mudel enneaegselt maha; liiga tugeva tõuke puhul ajab mudel nina püsti (kabreerib) ja, jäädes hetkeks õhku „rippuma“, suundub siis järsult allapoole.

Iga mudellennukit starditakse kindla, ainult sellele mudelile omase lennukiirusega. Lennukiirus määratakse eelstartidel umbkaudselt tunde järgi, lähtudes mudellennuki pinnakoormatusest ja tiiva profiilist. Suure pinnakoormatuse või õhukese profiiliga mudelid nõuavad suuremat stardikiirust kui väikese pinnakoormatuse või paksu profiiliga mudellennukid. Käsistardil peab arvestama tuule suunda ja tugevust. Nii käest visates kui ka mistahes muud startimisviisi kasutades suunatakse mudel alati ninaga vastutuult. Tuulevaikusel või nõrga tuulega antakse mudelile lennukiirus kas täielikult või osaliselt starditõukega. On tuule kiirus võrdne mudeli lennukiirusega, siis ei anta mingit tõuget, vaid lastakse mudellennuk lihtsalt käest lahti. Sellisel juhul püsib mudellennuk õhus „paigal“ ja vajub startija juures maapinnale. Uletab tuule kiirus mudellennuki lennukiiruse, ei ole mõtet mudelit startida, sest mudel sel puhul enamasti puruneb.

Heaks eelharjutuseks käsistardile on jooksustart. Jooksustardil hoiab mudellendur mudelit parema käega tagantpoolt raskuskeset ja, alustanud aeglast jooksu, suurendab pidevalt jooksutempot, kuni mudel liigub õhu suhtes kiirusega, mis vastab tema lennukiirusele. Sel momendil pole tunda mudeli raskust käele, ning mudel lastakse lahti.

Nii käsi- kui jooksustardil hoitakse mudellennuk ninaga veidi allasuunatuna ($3-4^\circ$ horisondi suhtes). Mudellennuki õige asend stardil, samuti reguleerimisstartidel esinevad vead on toodud joonisel 231.

Reguleerimisstarte sooritatakse vaikse ilmaga, tavaliselt varahommikul või hilisõhtul, tasasel, muruga kaetud väl-



Joonis 231 Mudellennuki reguleerimine käsistardist.

jakul, mille mõõdud on vähemalt 50×50 m. Mootormudelitel tehakse esialgne reguleerimine seisva mootoriga.

Õige kiirusega starditud, tasakaalustatud mudelil võivad ilmnedä järgmised vead:

1. Tiiva seadenurk (või tiiva ja stabilisaatori seadenurkade vahe) on liiga suur või väike. Esimesel juhul suundub mudel algul järsult üles, siis alla, jälle üles jne.; mudellennuk n. ö. „pumpab“. Viga parandatakse tiiva seadenurga vähendamiseaga või stabilisaatori seadenurga suurendamisega. Teisel juhul suundub käest vabastatud mudel järsult alla (pikeerib). Normaalse lauglennu saavutamiseks suurendatakse tiiva seadenurka või vähendatakse seda stabilisaatoril.

2. Mudel läheb pärast starti pöörangusse. Selle, sageli esineva vea põhjusi võib olla mitu. Enamasti on see tingitud kaardunud tiivapoolte seadenurkade erinevusest. Viga parandatakse tiiva ülelakkimise (või vana lakikihi pehendamiseaga vedeldajaga) ning pressi all õgvendamiseaga (vt. „Töövõtted“). Mõnikord on see viga tingitud kaardutõmbunud kiilust või tiiva kinnituse ebakindlusest (tiib asetseb lennu ajal kerel viltu).

Reeglina kontrollitakse iga stardi eel mudeli sümmeetrilisust, õiget asendit ja tiiva ning stabilisaatori kinnitust.

Kõrgstart. Purimudellennukite peamiseks startimisviisiks on mudeli õhkutõmbamine pika peene nõõri või terastraadi abil, mille otsa on kinnitatud traadist rõngas. Võistlusmäärustiku kohaselt ei tohi nõõri pikkus ületada 100 meetrit. Hästireguleeritud mudel tõuseb umbes 80 meetri kõrgusele. Mudeli nõõrist vabanemise momendi täpsemaks määramiseks ja nõõri otsa maast ülesleidmise hõlbustamiseks kinnitatakse rõngast mõni meeter allapoole õhukesest punasest riidest kolmnurkne lipuke. Kõrgstardiks valitakse lage tasane madala rohuga kaetud väljak, mõõtudega mitte alla 300×300 m.

Startimine toimub kahekesi: üks mudellendur (startija) hoiab käes pinguletõmmatud nõõri otsa, teine (stardiabistaja) mudellennukit, mille stardikonksu külge on kinnitatud rõngas. Nõõr peab olema pingutatud otse tuule suunas ja mudellennuki nina suunatud täpselt vastutuult. On soovitatav, et nõõri otsa hoidval mudellenduril oleks tuule suuna kontrollimiseks käepärast lühikese varrega lipuke.

On mudellennuk stardivalmis, tõstab stardiabistaja selle pea kohale nii, et mudellennuki nina oleks suunatud hori-

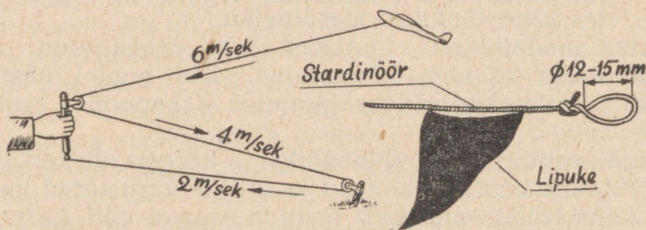
sondi suhtes 15—20° üles. Seda nähes tõstab startija vasaku käe ja pärast käe järsku langetamist hakkab jooksuma. Stardiabistaja, jooksnud mudeliga 5—6 sammu kaasa, laseb mudellennuki sujuvalt lendu. Stardiabistaja peab enne mudeli lendulaskmist kontrollima, et nõör oleks pingul. Startija jälgib mudelit, et selle ebanormaalse käitumise puhul saaks startimise kohe katkestada.

Märkab startija, et mudel tõuseb liiga järsult ning nõöri pinge on suur, aeglustab ta liikumist, või tugevate tuulepuhangute puhul isegi taganeb tuule suunas. Kaldub mudel stardil küljele või suunast kõrvale, on mõni mudeli osa kaardunud. Nõöri pinget veidi lõdvendades oodatakse kuni mudel taastab normaalasendi ja jätkatakse siis startimist. Ei lähe mudel normaalasendisse, katkestatakse startimine viivitamatult, vaadatakse mudel üle ja alles pärast rikke kõrvaldamist jätkatakse startimist.

Toimub tõus normaalselt ja mudel on jõudnud nii kõrgele, et nõör hakkab mudelit juba alla kiskuma, siis aeglustatakse sujuvalt liikumist. Mida aeglasemaks jääb liikumine, seda enam lõdveneb nõör ning mudeli nina vajub alla lauglennuasendisse. Kui nüüd startija jääb seisma, vabaneb rõngas konksu tagant ja nõör kukub alla. Kõva tuule puhul aga on tarvis mudeli nõöri otsast vabastamiseks joosta kiiresti allatuult või visata nõöri ots käest. Stardiabistaja peab jälgima nõöri langemist ning tooma nõöri otsa kiiresti tagasi stardipaika.

Tuleb mudellennuk konksust lahti enneaegselt, peab stardikonksu rohkem kõverdama. Kui mudel hästi ei tõuse, kinnitatakse rõngas järgmise sabapoolse konksu külge.

Väga praktiliseks abivahendiks on kõrgstardil tali (joonis 232), mis koosneb konksu ja rulliga varustatud vaiast ning kahe rulliga pidemest (rullide asemel võib kasutada ka spinninguridva portselanrõngaid). Vaia pikkus on 300 mm, pideme pikkus 150 mm. Startimine toimub eelkirjeldatud viisil, ainult selle erinevusega, et startija asub näoga mudeli poole ja tal ei tarvitse joosta, vaid piisab mõõdukast käimisest, sest tali ülekande tõttu liigub mudel neli korda kiiremini startijast. Tugeva tuule puhul tõmmatakse enne starti nõör niipalju sisse, et tali pide asub vaiast 5—10 m kaugusel. Tali pideme ja vaia vahele jäetud nõöriosa võimaldab tuulepuhangute ajal nõöri kiiresti järele anda või vajaduse korral mudeli nõörist vabastada.



Joonis 232. Starditali.

Hästi sobib stardinööriks peenike punutud spinningunöör või kuni 0,4 mm jämedune terastraat.

Kummimootoriga mudellennukite reguleerimine ja startimine. Kummimootoriga mudellennukid reguleeritakse sarnaselt purimudellennukitega, algul käsistardist. Kõigepealt reguleeritakse

kummimootoriga mudellennukit lauglennul seni, kuni ta laugleb täiesti sirgjooneliselt ja püsivalt ega avalda vähi-
matki kalduvust suuna muutmiseks.

Kummi- ja kolbmootoriga mudellennukite reguleerimisel valmistab mõningaid raskusi propellerireaktsiooni kõrvaldamine. Nimelt püüab mudel, millel on parempoolse pöörlemisega propeller, kalduda mootorlennus vasakule ja mudel, millel on vasakpoolse pöörlemissuunaga propeller — paremale. Reaktsioonijõu suurus sõltub propelleri läbimõõdust ja sammust ning mootori võimsusest. Propellerireaktsiooni kõrvaldamisele asutakse samm-sammult ja äärmise ettevaatlikkusega.

Kummimootoriga mudellennuki esimese mootorlennu proovistart toimub järgmiselt. Kummimootorile antakse käsitsi 50—80 keerdu ja, hoides vasaku käega propellerit, võetakse mudel raskuskeskme kohalt paremasse kätte. Mudel starditakse horisontaalasendis. Lasknud propelleri lahti, tõugatakse mudel hetk hiljem sujuva liigutusega lendu. Ajab mudel järsult nina püsti, peab kallutama propellerivõlli allapoole; suundub mudel alla, tuleb panna propeller rohkem üles vedama. Propellerivõlli asendit muudetakse vineeriplaadikeste asetamisega kere esimese ribi ja ninaklotsi vahele.

Järgnevalt vaatleme, kuidas mõjutab propellerireaktsioon kummimootoriga mudellennuki lendu. Olgu öeldud, et reaktsioonijõudu ei tarvitse täiesti kõrvaldada, kuna see mõjutab mudeli tõusuvõimet. Kummimootoriga mudel peab tõusma ringlevalt ja järsu nurga all, et saavutada 45—60 sek. jooksul 70—100-meetrine kõrgus. Tähendab, reaktsioonijõudu tuleb vähendada ainult niipalju, et mudel liigselt ei kalduks ega keeraks ennast „üle tiiva“ alla. Reguleerimisel peetagu meeles, et mudeli kallakut tõusul muudetakse ainult propellerivõlli nihutamise ja külgsuunas, mitte kunagi aga mudeli tiiva või saba painutamisega või nende asendi muutmise. Käsistardil saavutatud sirgjooneline lauglend peab säilima ka pärast reguleerimist mootorlennus.

Pärast mõningaid proovistarte suurendatakse järk-järgult mootori pöördeid kuni maksimaalseteni.

Lendab mudel käsistardist laitmatult, proovitakse startida mudelit maast. Starditeena kasutatakse vineeritahvli-
test valmistatud starditeed, millele asetatud mudelit hoitakse parema käega kere sabaosast ja vasaku käega pro-



Joonis 233. Kummimootoriga mudellennuki õige start maast.

pelleri laba otsast. Startimisel on keelatud mudelit tõugata või maast üles tõsta. Käsistardist korralikult reguleeritud mudelile ei ole sellised võtted ka vajalikud, sest pärast propelleri lahtilaskmist eraldub mudel kohe maapinnalt ja tõuseb järsu nurga all.

Kummimootoriga vesimudellennukite reguleerimine ei erine maamudellennukite reguleerimisest.

Kolbmootoriga mudellennukite reguleerimine ja startimine. Kolbmootoriga mudellennukid reguleeritakse algul käsistardist nagu puri- ja kummimootoriga mudellennukidki. Lauglennu reguleerimisel on vigastuste vältimiseks soovitatav asendada propeller mootorivõllile kinnitatud raskusega või keerata propeller horisontaalasendisse. Laugleb mudel laitmatult, käivitatakse mootor, kontrollitakse selle pöördeid ja püsivat tööd ning lastakse siis mudel käsistardist mootorlendu. Praktika on näidanud, et proovistardil piisab 20-sekundilisest mootori tööajast. Elektrilise süütega moo-



Joonis 234. Kolbmootoriga mudellennuki õige start maast.

toritel piiratakse mootori tööd erilise aeglülijaga, kompressioonsüütega mootoritel — piiratud hulga kütuse kalamisega kütusepaaki (vt. „Kütusepaagid“):

Esimene mootorstart on peaaegu alati seotud mudeli teatava purunemisohuga, sest ei ole teada propellerireaktsiooni mõju mudeli lennule. Seepärast on algajale mudellendurile soovitatav startida mudel mootori normaalpöõretest poole väiksema pöõrete arvuga ja järgnevatel startidel järk-järgult üle minna kõrgemale pöõrete arvule.

Sarnaselt kummimootoriga mudellennukitele tohib kolbmootoriga mudeleid reguleerida mootorlennus ainult propellerivõlli kallutamisega (välja arvatud taimermudellennukid). Propellerireaktsiooni kõrvaldamiseks on kasulik panna propeller algul rohkem paremale viltu vedama kui see hiljem võib-olla vajalikuks osutub. Sama kehtib propelleri allaveo kohta. Propellerivõlli kallutamiseks asetatakse mootori kinnituskäppade ja raami vahele alumiumseibid.

Lendab mudel käsistardis püsivalt ja tõuseb hästi, katsetatakse maaststardiga. Mudel asetatakse täpselt vastutuult ja, andnud mootorile täisgaasi, lastakse mudel ilma tõuketa käest lahti. Hästireguleeritud mudel hoiab hästi suunda ja eraldub maast kiiresti. Igaks juhuks on soovitatav esimesel maaststardil hoida tiiva vasakut otsa ja joosta mudeliga kaasa kuni selle maast eraldumiseni.

Taimermudellennukite reguleerimisel, erinevalt teistest kolbmootoriga mudelitüüpidest, propellerivõlli kere pikitelje suhtes ei kallutata. Kallutamist külgsuunas pole vaja, sest mudeli raskuskeskme madala asetuse tõttu tõste-keskme suhtes on propellerireaktsiooni mõju väike. Propelleri allavedu on samuti liigne, sest kabreerimise väldib kandev stabilisaator, mis „upitab“ lennu ajal saba ülespoole. Sedatüüpi mudelite reguleerimine seisab sobiva seadenurga leidmises lauglennul katselisel teel. Hästireguleeritud taimermudel tõuseb järsus spiraalis, läheb peaaegu ilma kõrguse kaotuseta lauglennule ning laugleb püsivalt.

Tagatiivaga ja tiibmudellennukite reguleerimine. Tagatiivaga mudellennukitel põhjustab raskuskeskme väiksemgi nihkumine mudeli pikeerimise või kabreerimise. Siin aitab mudeli raskuskeskme etteviimine 3—4 cm võrra samaaegse tiiva ees asuva stabilisaatori seadenurga suurendamisega sedavõrd, et stabilisaatori seadenurk oleks tiiva seadenurgast 3—4° suurem.

Tiibmudellennukitel saab pikeerimist ja kabreerimist kõrvaldada tiiva geomeetrilise väände suurendamisega 1—2° võrra või, kui võimalik, kaldtüüride ülespainutamisega, koormates samaaegselt mudeli nina lisaraskusega.

Ringmudellennukite juhtimine ja reguleerimine. Ringmudellennukite juhtimine toimub järgmiste reeglite kohaselt:

1. Ohjad peavad stardi ja lennu ajal olema püsivalt pinge all. Kui ohjad lõdveneuvad, peab mudellendur juhtpidemega kiiresti taganema, et saavutada esialgne pinge.

2. Mudelit ei tohi lennutada tuulekiirustel üle 5 m/sek., sest sel juhul ületab tuule surve tsentrifugaaljõu ja triivib mudelit nii palju, et ei ole võimalik vältida ohjade lõtvumist mudeli eest taganemisega. Mudel kaotab juhitavuse ja enamasti puruneb.

3. Enne lendu peab kontrollima ohjade ja ühenduskohade tugevust, tõmmates ohjasid (kusjuures stardiabistaja

hoiab mudelit kinni) pingega, mis ületab 10—15-kordselt mudeli kaalu.

4. Mudel starditakse allatuult, ülessuunatud kõrgustüüri-ga.

5. Lennutamist ja reguleerimist tehakse tasasel siledal väljakul, mis on puhastatud kividest ja rohututtidest.

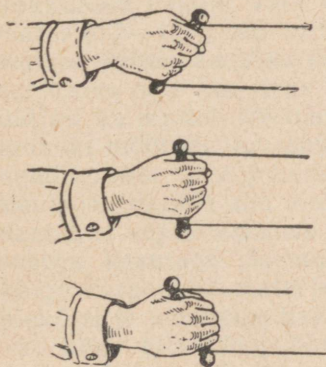
6. Lennu ajal ei tohi juhtpidet järsult liigutada. Mudeli viimiseks tõusule tõmmatakse juhtpideme ülemist otsa sujuvalt veidi enda poole, laskumiseks lükatakse juhtpideme ülemist otsa sujuvalt endast eemale.

7. Mudel maandatakse pärast mootori seismajäämist. Mida lähemale laugleb mudel maapinnale, seda enam tõmmatakse juhtpideme ülemist otsa enda poole (kõrgustüüri tagaserva üles), vähendades seega maandumiskiirust. Õigel maandumisel puudutavad mudeli rattad ja sabakark maad üheaegselt.

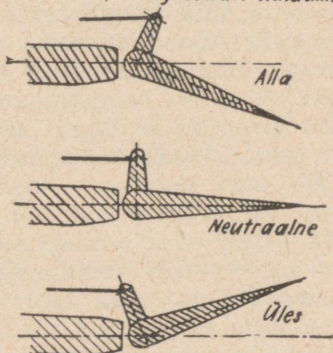
8. Lennutamisel peab jälgima üheaegselt mudelit ja horisonti, et viivitamatult reageerida ebanormaalsetele lennuasenditele tüüri väljalöögiga.

Reguleerimislendudeks valitakse tuulevaikne ilm. Enne esimest starti kontrollitakse ohjade kinnitust ja kõrgustüüri liigutamise mehhanismi tööd. Mootor käivitatakse ja reguleeritakse ning lastakse stardiabistajal mudel vabastada (ilma tõuketa). Mudelil lastakse koguda kiirust ning juhtpideme kerge liigutusega enda poole eraldatakse

Juhtpideme liikumine



Vastav kõrgustüüri kaldumine



Joonis 235. Ringmudellennuki juhtimine.

maast. Lennu ajal kontrollitakse, kas horisontaallennul ei ole juhtpide viltu (kõrgustüür pidevalt väljalöögiga üles või alla), mis näitab, et mudeli raskuskeskme asetus ei ole õige. Kipuvad ohjad lõdvenema, tuleb panna mootor rohkem väljapoole viltu vedama (või pöördetüüri väljalööki suurendada). Sageli aitab ka välise tiiva täiendav koormamine.

Liigub kõrgustüüri mehhanism raskelt, tuleb seda enne järgmist lendu õlitada või koguni lahti võtta ja korrastada.

Reguleerimislendudel on soovitav kallata paaki kütust mitte rohkem kui see on vajalik 5—8 ringi läbimiseks.

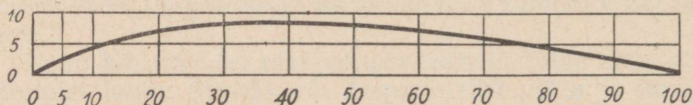
XI. SISEMUDELLENNUKID

1. Normaali-sisemudellennukite mõõtude valik

Sisemudellennukid on varustatud eranditult kummimootoriga ning mõeldud kestuslendudeks kinnistes ruumides. Sisemudellennuki lennukestuse määravad: 1) vajumiskiirus, 2) kummimootori suhteline kaal, 3) propelleri sobivus.

Vajumiskiirus. Mida kergem on mudellennuk, seda väiksem on tema lennu- ja vajumiskiirus. Vähendades mudellennuki kaalu kaks korda, kahaneb tema lennukiirus 30%; 4-kordsel kaalu vähendamisel lendab mudel 2 korda aeglasemalt; vähendanud lennukaalu 9 korda, kahaneb kiirus 3 korda jne. Kerge konstruktsiooniga sisemudellennukitega on saavutatud lennukiirusi 0,25—0,3 m/sek. (0,9—1 km/t) ja vajumiskiirusi 0,1—0,25 m/sek. Kuid vajumiskiiruse vähendamiseks ei ole oluline üksnes kokkuhoid kaalus, vaid ka võimalikult väike pinnakoormatus (0,2—1,5 g/dm² piires). Lihtsaim moodus pinnakoormatuse vähendamiseks oleks tiiva pindala suurendamine; seejuures aga väheneks kummimootori suhteline kaal ja ühtlasi ka mudeli lennukestus. Sageli ei kaasnegi mudellennuki mõõtude suurendamisega pinnakoormatuse vähenemine, sest tiiva pikendamisel suureneb kaal pikkuse kuubiga, pindala aga ainult ruuduga. Kogemused on näidanud, et vajumiskiiruse vähendamiseks on määrava tähtsusega kasutada sisemudellennukite ehitamiseks ainult kõige kergemaid materjale, nagu kuivatatud kasteheina, õlekõrsi ja peenikesi haavaliiste. Kattematerjalidena tulevad kõne alla kõige õhem maispaber (algaja mudellenduri jaoks) ja mikrofilm. Liimimisel olla liimiga äärmiselt kokkuhoidlik. Võistlusmudellennukite tiiva ulatus olgu

600—800 mm piires ja külgsuhe 1 : 5 kuni 1 : 6. Kujult on soodsaim elliptiline või ümardatud otsakaartega täisnurkne tiib. Tiiva profiili suhteline kumerus olgu 8—10% (joonis 236).



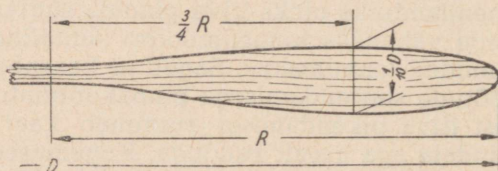
0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,0	2,35	4,40	6,70	7,80	8,30	7,90	6,90	5,60	3,90	2,00	0,0

Joonis 236. Sobiv profiil sisemudellennukile.

Vajumiskiiruse vähendamiseks kasutada kandvat stabilisaatorit suhtelise kumerusega 6—7%. Soodsaim tiiva ja stabilisaatori seadenurkade vahe on 2—5° piires.

Kummimootori suhteline kaal. Kummimootori suhteline kaal sõltub kummimootori pikkusest ja ristlõikest. Kere pikkuse suhtes lähevad arvamused sageli lahku. Ühed eelistavad lühikest kergest keret, teised võimalikult pikema kummimootori mahutamiseks pikka keret. Tuleb meeles pidada, et on täiesti ükskõik, kas kere on pikk või lühike, peasi, et kummimootori kaal moodustaks 58—60% mudeli lennukaalust.

Propeller. Suurema lennukestuse saavutamiseks kasutatakse sisemudellennukitel propellereid, mille läbimõõt on kuni $\frac{1}{2}$ mudeli tiiva ulatusest ja labade laius



Joonis 237. Sisemudellennuki propelleri laba suhted.

umbes $\frac{1}{10}$ läbimõõdust (joonis 237). Laba kõige laiem koht on propelleri teljest $\frac{3}{4}$ raadiuse kaugusel. Propelleri samm on umbes 2 korda suurem propelleri läbimõõdust.

Tabelis 11 on toodud propelleri sammud mitmesuguste pinnakoormatustega mudelite jaoks. Tabel on koostatud joonisel 237 kujutatud suhetega propellerile eeldusel, et propelleri läbimõõt on $1/2$ mudeli tiiva ulatusest.

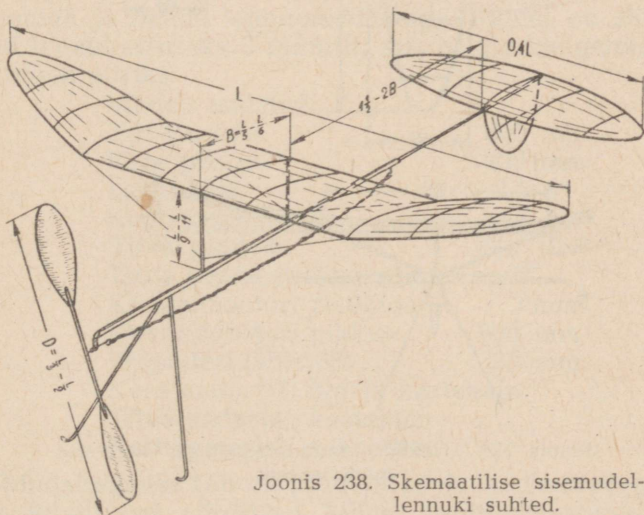
Tabel 11

Propelleri sammu sõltuvus pinnakoormatusest

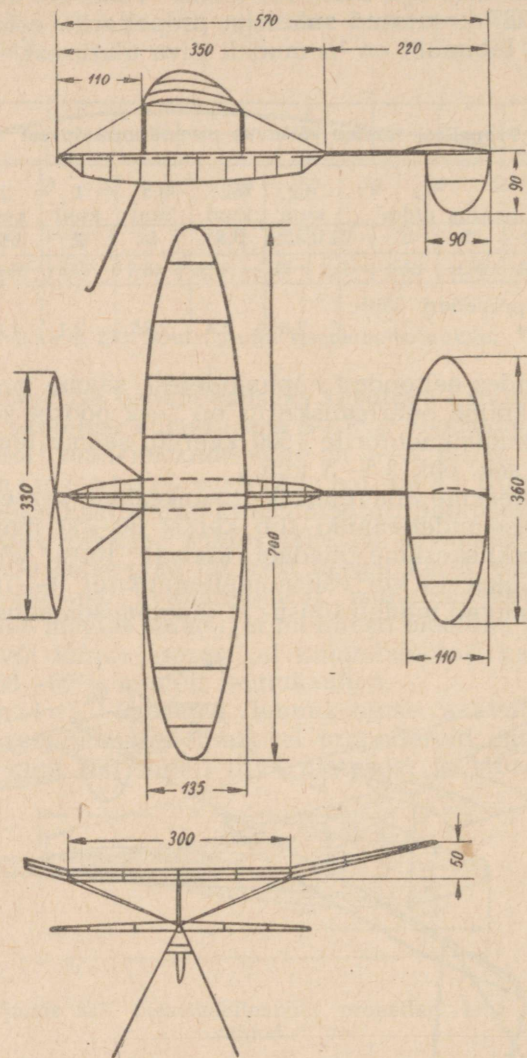
Pinnakoormatus g/dm ²	0,2	0,25	0,5	1	2	4
	kuni 0,25	kuni 0,5	kuni 1	kuni 2	kuni 4	kuni 6
Kordaja propelleri läbimõõdule	2,6	2,4	2,25	2,1	1,85	1,7

Juhindudes eeltoodud näpunäidetest saame propelleri, mille keskmine pöörlemiskiirus on 1—2 pööret sekundis. Andnud kummimootorile 1500 keerdu, saame lennuajaks 150—300 sek. ehk 2,5—5 min.

Raskuskeskme allaviimiseks tõstkeskme suhtes paigutatakse sisemudellennuki tiib kerest 30—50 mm kõrgemale. Raskuskeskme madala asetuse tõttu võib teha V-kuju väiksema kui välismudellennukitel ($8-10^\circ$), millega paranevad mudeli tõusu- ja lauglemisomadused. Sta-



Joonis 238. Skemaatilise sisemudellennuki suhted.



Joonis 239. Heade lennuomadustega kere-sisemudellennuk.

bilisaatori pindala peab olema vähemalt $\frac{1}{3}$ tiiva pindalast ja tema kaugus tiiva tagaservast 1,5—2 tiiva keskmist laiust. Kiil paigutatakse enamasti stabilisaatori alla; see kergendab mudeli katmist ja viib raskuskeskme madalale. Kiilu pindala võetakse $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ stabilisaatori pindalast. Mudeli ringlema panemiseks profileeritakse kiilu ribid sarnaselt stabilisaatori ribidega (joonis 238).

2. Eritüübilised sisemudellennukid

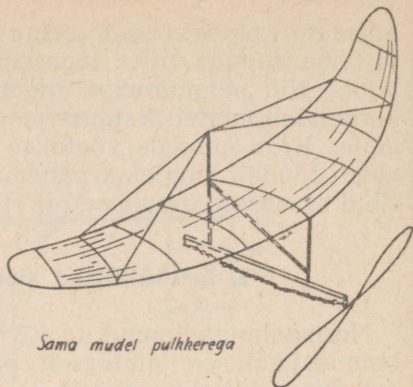
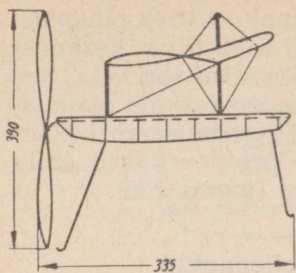
Normaalmudellennukite kõrval ehitatakse sisemudellennuasjanduses laialdaselt eritüübilisi mudelid, nagu autožirosid, helikoptereid ja ornitoptereid. Väikese kiirusega lendavate sisemudelite juures on märksa kergem lahendada mitmesuguseid konstruktsioonilisi küsimusi ja jälgida uuetüübilise mudeli käitumist lennus, sest mudel lendab sõna otseses mõttes „aegluubis“ ega ole mõjutatud segavatest õhuvooludest. Igal mudellenduril-katsetajal on soovitatav alustada eritüübiliste mudelite konstrueerimist sisemudelitega ja alles siis üle minna välismudelitele. Allpool avaldame mõningate huvitavamate eritüübiliste mudellennukite joonised koos üldandmetega.

Tiibmudellennuk. Joonisel 240 kujutatud T. Mardna tiibmudellennuk on hästi läbimõeldud konstruktsiooniga ja heade lennuomadustega. Mudel on saavutanud lennukestuseks 2 minutit, mis ei ole kaugeltki tema võimete piiriks.

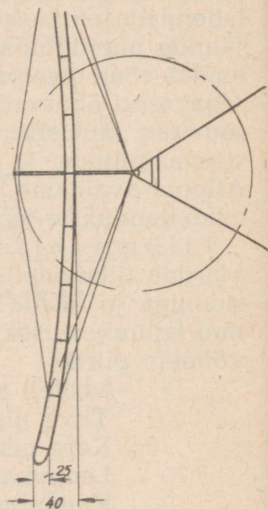
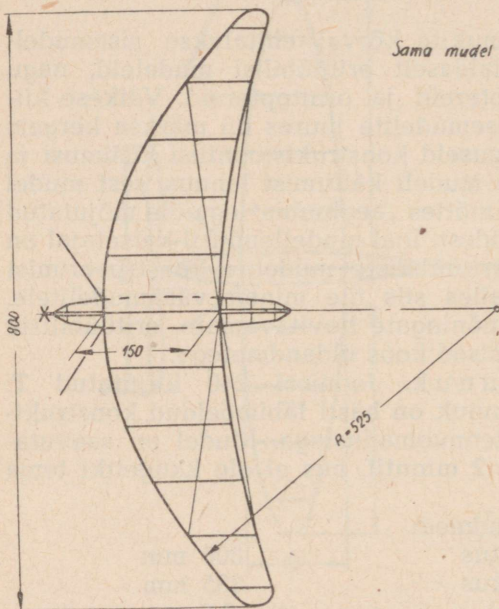
Mudeli andmed:

Tiiva ulatus	800 mm
Kere pikkus	335 mm
Lennukaal	2,6 g
Kummimootori kaal	1,45 g
Tiiva pindala	9,4 dm ²
Tiiva geomeetriline vääne	8°
Kummimootori ristlõige	3 mm ²
Kummimootori pikkus	600 mm
Propelleri läbimõõt	325 mm
Kere materjal: õlg ja kastehein	
Tiiva materjal: kastehein	
Kattmaterjal: mikrofilm	

Mudellennuki tiib on pingutatud juuksekarvadega, mis on kinnitatud sõrestiku külge liimitilgakestega. Tiiva



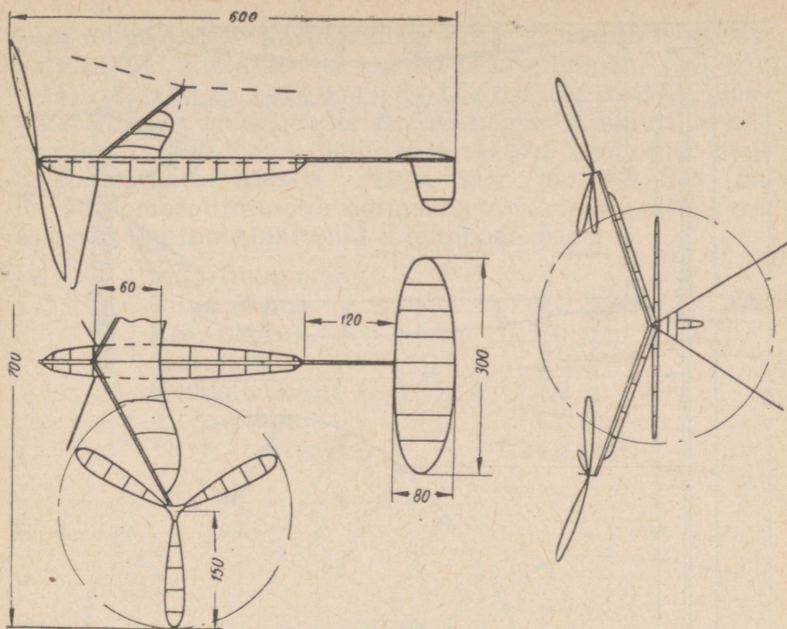
Sama mudel pulkherega



Joonis 240. T. Mardna tiib-sisemudellennuk.

tugede ümberpaigutamisega on võimalik tiiva geomeetrilist väänet muuta. Profiili suhteline kumerus on 8⁰/₀.

Autožiiro-sisemudellennuk. Tallinlase T. Mardna poolt konstrueeritud autožiiro (joonis 241) on üheks edukamaks seda tüüpi sisemudellennukiks Nõukogude Liidus. 1952. a. püstitas mudel 1 minuti 58 sekun-



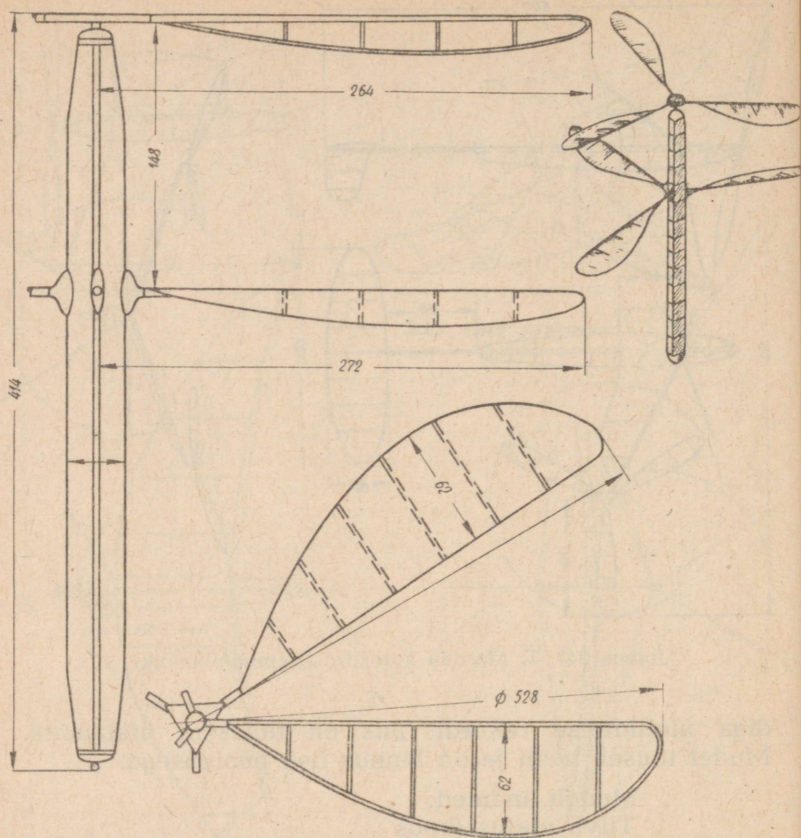
Joonis 241. T. Mardna autožiירו-sisemudellennuk.

diga üleliidulise rekordi, mis on tänaseni ületamata. Mudel tõuseb hästi ja on lennus hea püsivusega.

Mudeli andmed:

Tiiva ulatus (koos rootorigega)	700 mm
Rootori läbimõõt	300 mm
Rootori laba laius	30 mm
Kere pikkus	600 mm
Lennukaal	7 g
Propelleri läbimõõt	340 mm
Kummimootori ristlõige	6 mm ²
Kummimootori pikkus	500 mm
Sõrestiku materjal:	kastehein ja õlg
Kattmaterjal:	mikrofilm

Helikopter-sisemudellennuk. Leedu mudelenduri P. Motekaitise helikopter (joonis 242) püstitas 2 minuti 0,7 sekundiga üleliidulise rekordi.



Joonis 242. P. Motekaitise helikopter-sisemudellennuk.

Mudeli andmed:

Ulemise rootori läbimõõt	528 mm
Alumise rootori läbimõõt	544 mm
Kere pikkus	414 mm
Kummimootori ristlõige	12 mm ²
Mudeli lennukaal	10,6 g

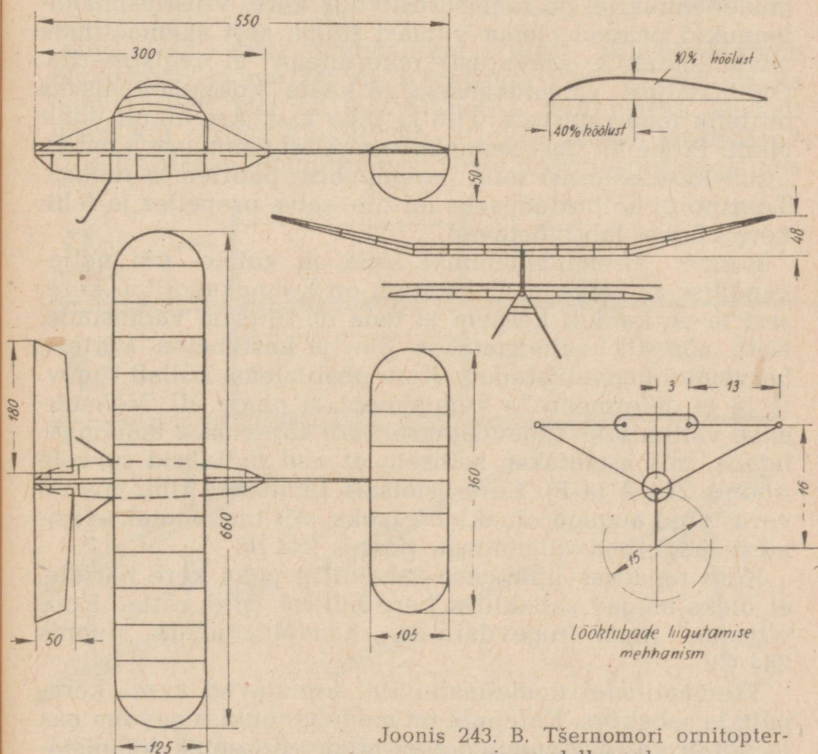
Mudellennuki kolmekandiline kere on valmistatud $1,5 \times 1,5$ mm ristlõikega haavaliistudest ja kaetud õhukese maispaberiga. Mudeli kaks roorit pöörlevad vastassuunaliselt. Alumise rootori labad on kinnitatud

kere külge ja pöörlevad sellega koos. Rootorite labad on valmistatud õlekõrtest ja kaetud mikrofilmiga.

Ornitopter-sisemudellennuk. 1949. a. püstitas Tallinna mudellendur B. Tšernomor 2 minuti 20 sekundiga uue hiilgava üleliidulise rekordi ornitopter-sisemudellennukite klassis. Nagu näha joonisel 243, on B. Tšernomori ornitopter normaalmudellennuk, mille kere esiosa külge on kinnitatud lööktiibade paar.

Mudeli andmed:

Tiiva ulatus	660 mm
Kere pikkus	550 mm
Lennukaal	2,6 g
Kummimootori kaal	1,2 g
Tiiva pindala	7,2 dm ²
Tiiva koormatus	0,36 g/dm ²



Joonis 243. B. Tšernomori ornitopter-sisemudellennuk.

Kohtumisnurgad:	tiival 2,5°, stabilisaatoril 0°
Tiiva geomeetiline vääne	1°
Kummimootori ristlõige	4 mm ²
Kere materjal:	õlg, kastehein
Tiiva materjal:	kastehein
Kattmaterjal:	lööktiibadel ja kerel — õhuke maispaber, tiival ja sta- bilisaatoril — mikrofilm

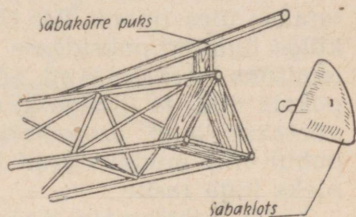
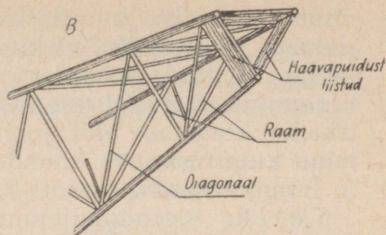
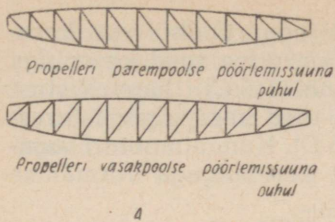
3. Konstruksioon

Konstruksioonilt jagunevad sisemudellennukid skeemaatilisteks ja keremudellennukiteks. Skemaatilistel mudellennukitel on kere asemel õlekõrs või haavaliist; keremudellennukitel on raamsõrestikuga kere. Võistlusmudellennukid peavad olema viimast tüüpi, sest skemaatiliste mudellennukite saavutusi rekorditena ei registreerita. Õhutakistuse vähendamiseks ja kaalu kokkuhoidmiseks on telik ilma ratasteta. Tiib ja saba kaetakse ainult ühelt poolt. Propeller on sisemudellennukitel enamuses tõmbav (asub kere esiosas) ning parempoolse pöörlemissuunaga. Transpordi hõlbustamiseks on tiib, saba, propeller ja telik kere küljest lahtivõetavad.

Kere. Sisemudellennuki kere on kolme- või neljakandilise ristlõikega. Eelistatum on kolmekandiline kere, sest ta on kaalult kergem ja teda on lihtsam valmistada. Kere sõrestik valmistatakse õle- ja kasteheina kõrtest, harvemini haavaliistudest. Kere peab olema küllalt tugev, et ta ei deformeeruks kummimootori pinge all. Vändumise vältimiseks tugevdatakse kere sõrestikku diagonaalidega, mis asetatakse selliselt, et nad töötaksid survele (joonis 244 A ja B). Kere esiotsale liimitakse ribi, mis on varustatud auguga ninaklotsi jaoks, või tugevdatakse esimest raami haavaliistudega (joonis 244 B).

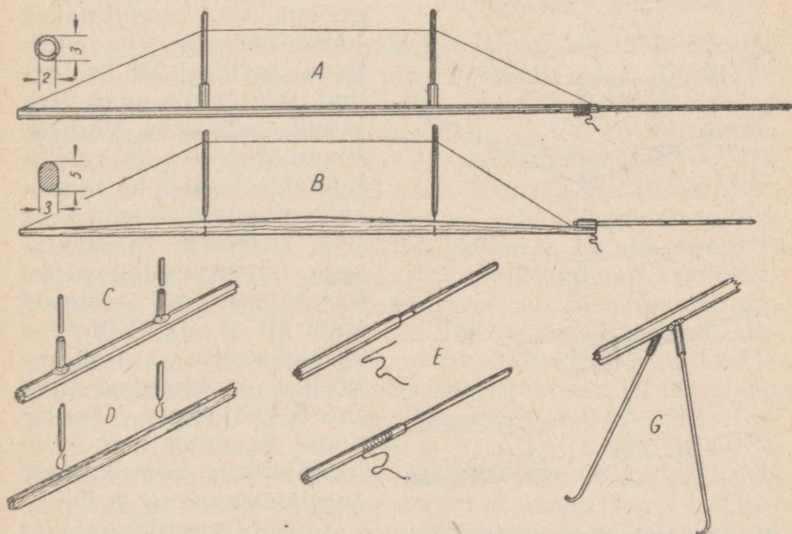
Kere tagaosas liimitakse sabakõrre puks kere harjale, et oleks mugav sabaklotsi kere küljest lahti võtta. Kere viimane raam tugevdatakse haavaliistudega (joonis 244 C).

Skemaatilistel mudellennukitel asendavad keret kerepulk ja sabakõrs. Kerepulk on mudellennuki tugevaim osa ja võtab vastu kummimootori pinge. Kerepulk valmista-



Joonis 244. Sisemudellennuki kolmnurkse kere konstruktsioon.

takse 3—3,5 mm läbimõõduga sirgest, sõlmekohtadeta õlekõrrest (joonis 245 A). Kerepulga võib valmistada ka haavaliistust, mis on läbinõtkumise vältimiseks keskelt laiem kui otstest (joonis 245 B). Peenikesed kerepulgad kindlustatakse läbinõtkumise vastu pingutusniitidega, mis



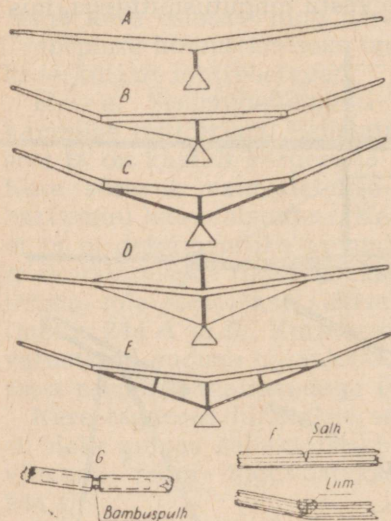
Joonis 245. Skemaatilise sisemudellennuki kerepulga konstruktsioon

ühendavad tiiva tugesid kere otstega. Õlekõrrest kerepulgaga mudellennukil kinnitatakse tiiva toed kerepulgaga külge liimitud puksidesse (joonis 245 C); haavaliistust kerepulgaga mudeleil ühendatakse toed kerepulgaga terastraadist konksude abil (joonis 245 D). Kummimootori tagumine kinnituskonks ühendatakse kerepulgaga niitmähise ja liimmuhvi abil (joonis 245 E).

Telik. Sisemudellennuki teliku toed valmistatakse õle- või kasteheina kõrtest. Tugede alumised otsad painutatakse üles (joonis 245 G). Toed kinnituvad kerepulgaga külge liimitud puksidesse ja on mudeli transpordi hõlbustamiseks lahtivõetavad. Sõrestikkerel kinnitatakse teliku puksid niidi ja liimiga kere raami külge. Teliku laiuks võetakse pool propelleri läbimõõdust. Kitsama teliku puhul võib mudel stardil kalduda küljeli, laiem telik aga oleks liiga raske.

Tiib. Lihtsamatel sisemudellennukitel on levinud ümarmarguste otsakaartega täisnurkne või trapetsikujuline tiib; võistlus- ja rekord-sisemudellennukitel on peaaegu eranditult elliptilised tiivad. Kaalu vähendamiseks valmistatakse tiiva talad väga peenikestest kõrtest; vajaliku

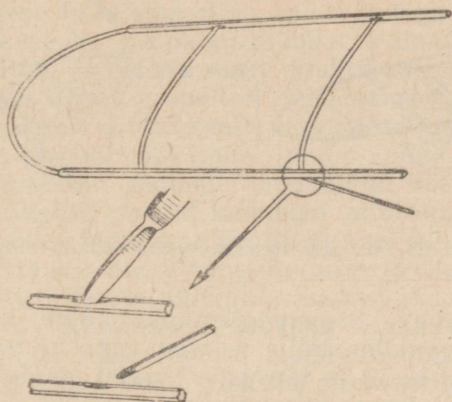
tugevuse andmiseks varustatakse tiivad külgtugedega või pingutatakse juuksekarvade ja niididega. Joonisel 246 on toodud iseloomulikud tiiva kujud eestvaates. Väikese tiivaulatusega sisemudellennukitel ei ole tavaliselt mingeid lisatugesid (A); keskmise tiivaulatusega sisemudellennukitel kasutatakse alt toetatud tiibu (B ja C). Külgtuod valmistatakse kasteheina kõrrest ja ulatuvad tiiva murdekohtadeni. Suurematel sisemudellennukitel kasutatakse keerukamaid toestamisviise (D ja E).



Joonis. 246. Sisemudellennukite tiibade kujud eestvaates.

Tiiva murdekohtades tugevdatakse ühendused

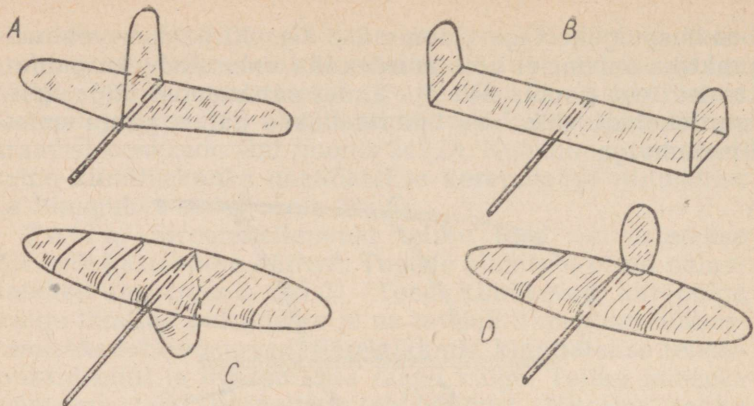
bambuspulgakestega (joonis 246 G). Küllaldase ehituspraktika omamisel võib murdekoha valmistada ka painutamise teel (joonis 246 F). Enne painutamist lõigatakse murdekohale sälk, mis ümbritsetakse pärast painutamist liimmuhviga.



Joonis 247. Sisemudellennuki tiiva ehitus.

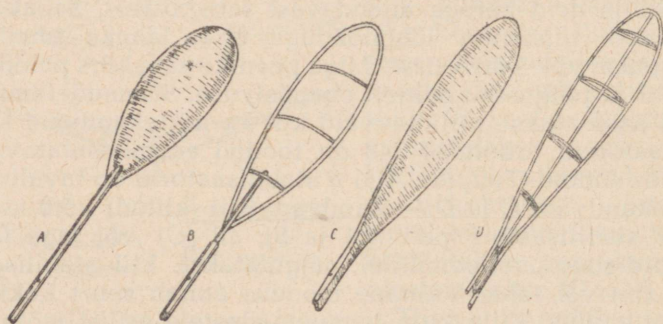
Tiiva otsakaared valmistatakse niisuguse läbimõõduga kõrtst, et need mahuksid täpselt talade sisse. Ribid valmistatakse ühepaksused otsakaartega. Külgtugede otsad teritatakse ja surutakse tiiva taladesse tehtud lõhedesse; ühenduskohad ümbritsetakse liimmuhvidega (joonis 247).

S a b a. Sisemudellennuki saba koosneb stabilisaatorist, kiilust ja neid kerega ühendavast sabakõrrest. Sabakõrs valitakse niisuguse läbimõõduga, et ta läheks tihedalt kerepuksi või -kõrre sisse. Liiga peenike sabakõrs paindub lennul ja põhjustab mudeli ebapüsivuse. Sisemudellennukitel kasutatakse nii kandvaid kui ka mitteandvaid stabilisaatoreid. Joonisel 248 on toodud enamkasutatavate sabade tüübid. Tüüpide A ja B stabilisaatorid on tavaliselt mitteandvad; C ja D — andvad. Kiil (kiilud) võib asetada stabilisaatori peal (A ja B), all (C), või taga (D). Rekord-sisemudellennukitel paigutatakse kiil stabilisaatori alla või taha. Viimane moodus annab suurt kokkuvõidu kaalus. Kiilu kuju lennuomadustele erilist mõju ei avalda.



Joonis 248. Sisemudellennukite sabade tüüpe.

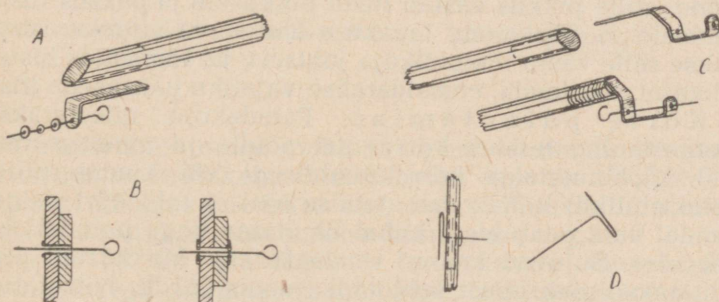
Propeller. Sisemudellennuki kõige keerukamaks osaks on propeller, mille valmistamine nõuab mudellendurilt erilist hoolt ja täpsust. Algajal mudellenduril on soovitatav valmistada mõlakujuline propeller (joonis 249 A), mille joonistuspaberist või õhukesest (0,2 mm paksusest) haavalauast valmistatud labad liimitakse õlekõrrest või haavaliistust kesktüki külge. Järgmine propelleritüüp (joonis 249 B) on üldkujult eelmisega sarnane, kuid sõrestiklabadega ja muudetava sammuga. Laba sõrestik valmistatakse kasteheina kõrttest ja kaetakse kumeralt poolelt maispaberi või mikrofilmiga. Labajuured kinnitatakse tihedalt propelleri kesktüki sisse. Labasid pöörates valitakse mudeli reguleerimisel soodsaim samm.



Joonis 249. Sisemudellennukite propellerite tüüpe.

Rekord-sisemudellennukitele valmistatakse kaht viimast tüüpi (joonis 249 C ja D) propellerid. Tüüp C valmistatakse 0,3 mm paksuseks lihvitud balsalehest, mis painutatakse kuumalt sõrmede vahel või šabloonil. Propelleri kesktükk, mida läbib propelleri võll, jäetakse 1,5 mm paksuseks. Tüüp D on nn. täissõrestik-propeller, millel on kõrge kasutegur ning mis on seega sisemudellennukite parimaks propelleritüübiks. Valmistamine on väga aegaviitev ja eeldab suurt praktikat mudellennuki ehituses. Täissõrestik-propelleri tala valmistatakse ölekõrrest või peenest sulerootsust; servliistud ja ribad kasteheinast. Tala jookseb läbi kahe ribivöö vahelt. Võlliaugu kohalt on propelleri südamik tugevdatud haavaklotsiga. Propelleri mõlemad pooled kaetakse mikrofilmiga. Täissõrestik-propeller liimitakse kokku erilisel šabloonklotsil.

Skemaatiliste sisemudellennukite propellerilaager koosneb klaaspärlist, kahest alumiiniumseibist ja laagriplekist (joonis 250 A). Keremudellennukitel asendavad laagriplekki ninaklotsi sisse liimitud alumiiniumpuuks või tseluloidseibid (joonis 250 B). Tõukava propelleriga mudelite



Joonis 250. Propellerilaagrite tüüpe ja võlli kinnitus propelleri kesktüki külge.

(tiibmudelite ja tagatiivaga mudelite) reguleerimisel on sageli vaja muuta propelleri telje asendit; seepärast on sobiv kasutada joonisel 250 C toodud laagritüüpi. Õõnsa kerepulga sisse liimitakse koos laagriplekiga laagripleki pikkune puupunn, ümbritsetakse ühenduskoht niidiga ja kaetakse liimiga. Propellerivõlli kinnitamisel vää-

natakse võlli propelleripoolne ots joonisel 250 D näidatud viisil ja liimitakse propelleri kesktüki külge. On kesktükk valmistatud kõrrest, lükatakse selle sisse, võlliaugu kohale, puust punn. Nii propellerivõll kui ka muud sise-mudeli traatosad valmistatakse 0,3 mm läbimõõduga teras-traadist.

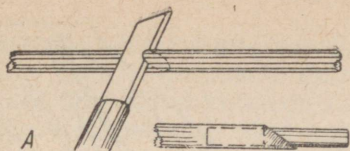
4. Töövõtteid

Kõrte lõikamine ja liistude valmistamine. Kõrte lõikamisel kasutatakse žiletiterast valmistatud nuga (vt. „Tööriistad“). Kuivanud kõrred on väga rabedad ja kipuvad noa survel pikisuunas lõhenema. Seepärast on soovitatav teostada lõikamist järgmiselt. Algul lõigatakse kõrs diagonaalselt läbi ja asetatakse kõrre otsa puupunn. Siis surutakse nuga kergelt vastu kõrt ning teise käega kõrt pöörates libistatakse nuga lõikekohal, kuni eemaldub kaldulõigatud osa (joonis 251 A).

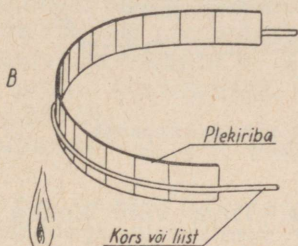
Liistude valmistamisel kasutatakse žiletiteraga liistulõikajat (vt. „Tööriistad“). Haavapuidust saetakse lauakene, mille pikkus vastab liistu pikkusele ja paksus liistu laiusele. Hõõveldanud lauakese ühe serva sirgeks, surutakse selle vastu liistulõikaja juhtserv ja, tõmmates liistulõikajat piki lauda, eemaldatakse vajaliku paksusega liist.

Kõrte painutamine. Paindekoht niisutatakse kergelt ning hoides kõrre otsi pöidla ja nimetissõrme vahel, painutatakse kõrs küünlaleegi või kuuma pliidi (elektripliidi) kohal. Painutamise ajal ei tohi kõrt paigal hoida, vaid peab leegi kohal liigutama kogu paindekoha ulatuses. Sujuvad kaared saadakse siis, kui kõrred painutatakse plekiribast šabloonil (joonis 251 B). Niisutatud kõrred kinnitatakse šabloonile pesuklambritega ja kuivatatakse. Šabloonil kuivanud kõrred säilitavad oma kuju. Šablooni kasutamine on vältimatu väikese raadiusega kaarte painutamisel, nagu näiteks sõrestik-propellerite servliistude ja ribide valmistamisel kui ka täpselt ühesuguste kaarte, nagu tiiva otsakaarte ja ribide üheaegsel painutamisel.

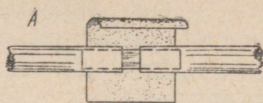
Kõrte ühendamine. Kõrte jätkamisel liimitakse jätkukoha sisse puupunn ja ümbritsetakse jätkukoht maispaberi ribaga (joonis 252 A). Kui on tarvis liimida üks kõrs otsakuti teise külge, peab mõlematel kõrtel enne



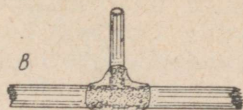
A



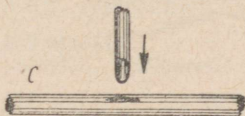
Joonis 251. Kõrte lõikamine ja painutamine.



B



C



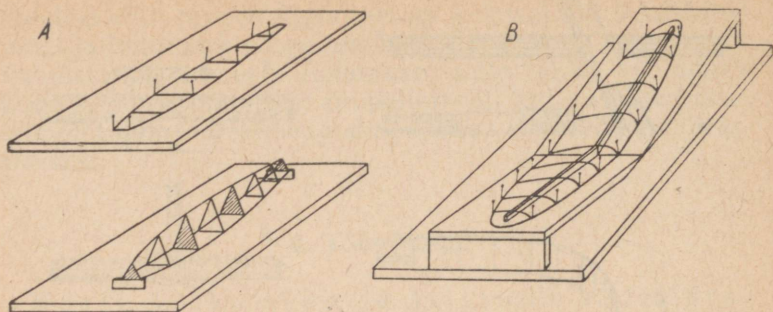
D



Joonis 252. Kõrte ühendamisviise.

liimimist žiletiteraga maha kraapima vaaba ja siis ümbritsema ühenduskoha liimmuhviga (joonis 252 B). Eriti tugev ühendus saadakse siis, kui teritatakse ühe kõrre ots ja surutakse teravik teise kõrre sisse torgatud lõhesse (joonis 252 C). Stabilisaatori servliistude ühendamisel sabakõrrega torgatakse sageli servliistud sabakõrrest läbi (joonis 252 D).

K e r e k o k k u p a n e k. Sisemudellennuki nelinurkse ristlõikega kere pannakse kokku samuti kui välismudeli telgi. Kolmnurkse ristlõikega kere pannakse kokku järgmiselt (joonis 253 A). Esmalt laotakse tööjoonisele kere põhi, millele antakse hiljem montaažilaua klotside abil sobiv kumerus ja liimitakse paigale esimene ja tagumine ribi. Kere keskele pannakse ajutiselt mõned kujuandvad ribad. Nüüd paigaldatakse pealne tala ja, liiminud kohale põikiliistud, eemaldatakse kerest kujundavad ribad.

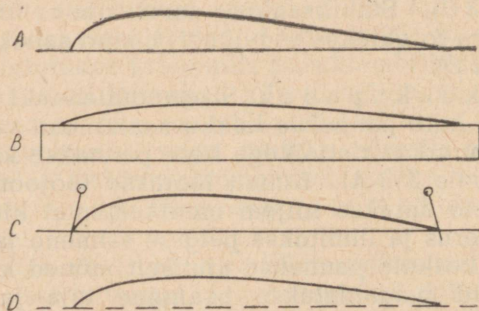


Joonis 253. Kere ja tiiva kokkupanek.

Tiiva kokkupanek. Tiiba võib kokku panna kahel viisil:

1) Ribid ja otsakaared ühendatakse taladega V-kujulisel ellingul (joonis 253 B), millele on varem asetatud liist ribide profiili säilitamiseks. Pärast sõrestiku täielikku valmistamist eemaldatakse ta ellingult, kaetakse ja kinnitatakse siis uuesti ellingule kuni katte täieliku kuivamiseni.

2) Tiib pannakse kokku sirgel laual, ilma V-kuju andmata. Tiiva ribid painutatakse eelnevalt joonisel 254 A näidatud kujuni. Ribide liimimisel talade külge kasutatakse liimi võimalikult vähem. Seepärast peab töötama kiiresti, sest viivitamisel kuivab õhuke liimikiht ruttu ning ribid ei kleepu kinni; liigne tilk liimi aga tähendaks lisakaalu, mis halvendab mudeli lennuomadusi. Kuivanud

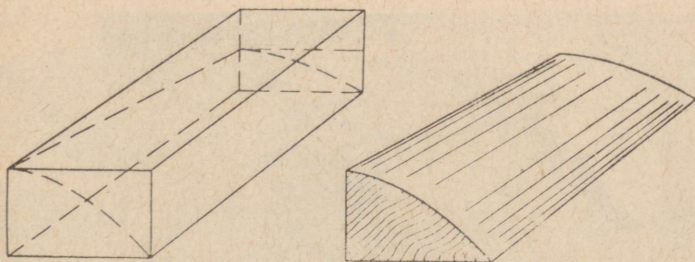


Joonis 254. Tiiva profiili kujundamine.

sõrestik võetakse montaažilaualt, kaetakse ja asetatakse nüüd juba V-kujulisele ellingule. Murdekohtadelt muljutakse talakõrred küünega sisse ja ümbritsetakse liimmuhviga. Kate vajutab ribid lamedamaks (joonis 254 B), mille tõttu tuleb nad uuesti kokku suruda nõõpnõeltega, mis asetatakse tiiva servliistude taha, kohastikku ribidega (joonis 254 C). Et ribide kumerused kipuvad ellingult lahtivõtmisel uuesti vähenema, siis antakse värskeltkaetud tiiva ribidele nõutavast suurem kumerus. Kaetud tiib peab kuivama ellingul 1—2 päeva. Tiiva lahtivõtmisel vajub profiil lamedamaks, omandades normaalse kuju (joonis 254 D).

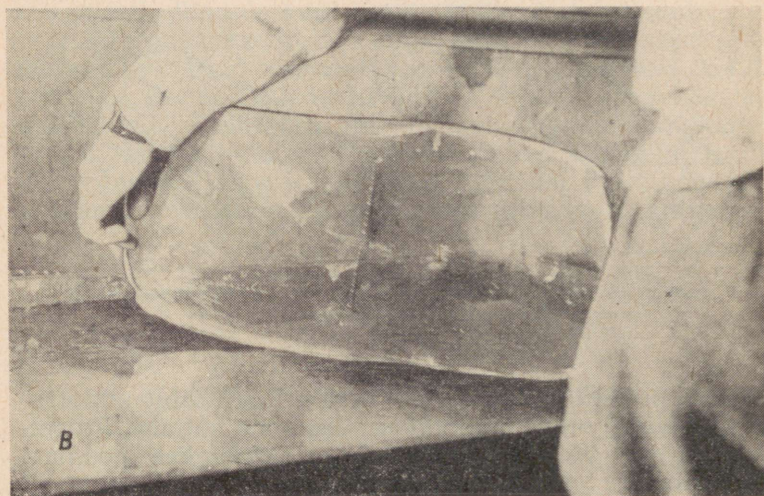
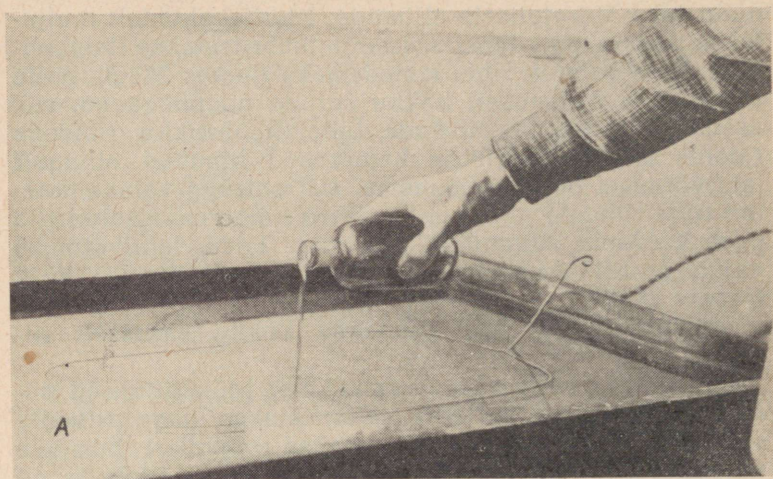
Stabilisaator ja kiil pannakse kokku sarnaselt tiivaga.

Propelleri valmistamine. Mõlakujulised sõrestiklabadega propellerid valmistatakse nagu tiivadki sirgel laual. Pärast katmist antakse propelleri labadele vajalik vääne šabloonklotsil (joonis 255), millele labad kinnitatakse nõõpnõeltega katte täieliku kuivamiseni.

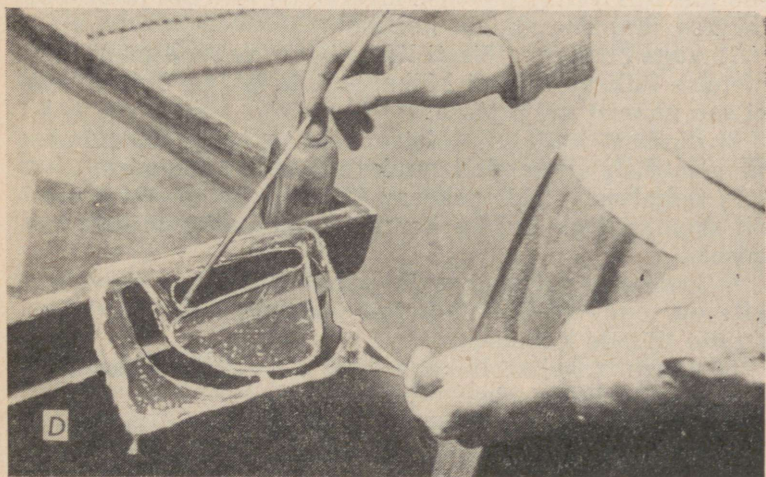
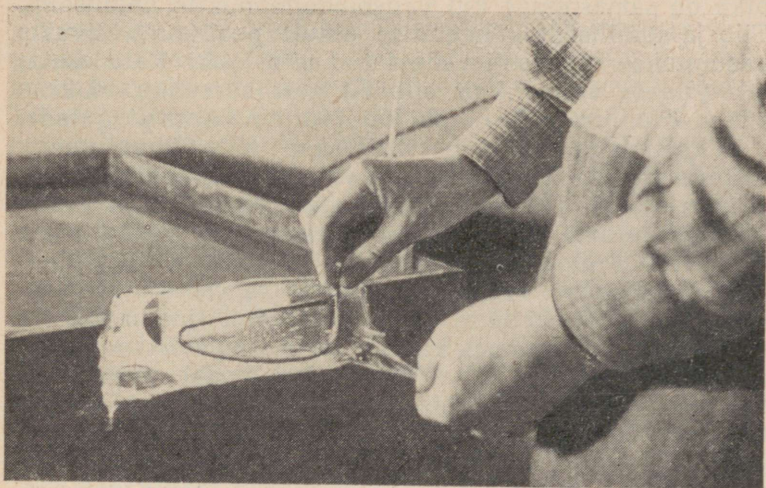


Joonis 255. Šabloonklots propelleri laba kokkupanekuks ja painutamiseks.

Sõrestikpropellerid pannakse kokku kohe šabloonklotsil, et propelleril oleks õige vääne juba enne katmist. Propelleri haava- või balsalauast labad lihvitakse peenima liivapaberiga. Lihvimine toimub klaasplaadil, mille all põleb elektrikirn. Läbipaistval (0,3 mm paksusel) labal on selgesti näha tumedad (paksemad) kohad, mis vajavad järellihvimist. Uhtlase paksuseni lihvitud propelleri labadele antakse küünlaleegi kohal painutamiseks vajalik samm ja profiil. Valminud propeller tasakaalustatakse.



Joonis 256. Mikrofilm-



kile valmistamine.

K a t m i n e. Sisemudellennukite paberiga katmise tehnika on samasugune kui välismudellennukite katmiselgi. Tiib ja stabilisaator kaetakse ainult pealtpoolt; liimiks kasutatakse tugevasti vedeldatud nitrolakki. Kate asetatakse peale võimalikult siledalt, sest sõrestiku väikese väändekindluse tõttu ei tohi katet hiljem veega pingutada.

Mikrofilmiga katmisel vajatakse mikrofilmi vanni, tõsteraami (vt. „Tööriistad“) ja valmis mikrofilmisegu (vt. „Materjalid“). Hoolikalt puhastatud vanni põhja asetatakse tõsteraam ja täidetakse vann puhta veega, mille temperatuur olgu 16—18° C. Hoides mikrofilmi pudelit 3—5 cm kõrgusel veepinnast, kallatakse vanni piki tõsteraami peenike ühtlane juga mikrofilmi (joonis 256 A). Segu valgub veepinnal kiiresti laiali, moodustades 2—3 minuti jooksul kile, mille paksus oleneb peale segu koostise veel vanni kallatud mikrofilmi hulgast ja vee temperatuurist. Kile paksus ja omadused määratakse värvuse järgi. On teada, et õhukesed kiled, lastes läbi enamiku valguskiirtest, peegeldavad tagasi ainult teatud osa valgusest, kusjuures, olenevalt kile paksusest, on tagasi-pegelduvad kiired punased, rohelised, violetsed, kollased jne. Mikrofilmi paksuse määramist värvuse järgi teostatakse järgmise skaala kohaselt:

1) väga õhukene, täiesti läbipaistev, vaevalt märgatava metalse läikega kile ei kõlba, sest ta on nii õrn, et teda ei saa vannist välja tõsta;

2) õhukest kollakasvioletse läikega kilet kasutatakse skemaatiliste sisemudellennukite tiibade katmiseks;

3) eelmisest veidi paksem, kuldse läikega kile sobib nii skemaatiliste kui ka keremudellennukite tiibade katmiseks;

4) keskmise paksusega ja punakasroheline värvusega kile on tugev ja küllalt kerge suuremate keremudellennukite tiibade katmiseks;

5) paksu, roheline läikega kilet kasutatakse kerede ja propellerite katmiseks;

6) väga paks, filmilindiga sarnanev värvusetu kile on liiga raske võistlusmudellennukite katmiseks.

Kui kilel on praod sees, siis ei ole mikrofilmivedelik hästi läbi segatud. Halvastisegatud vedelik põhjustab ka kile ebaühtlase paksuse. Liiga külm vesi põhjustab matt-rohelise rabeda kile; on vee temperatuur liiga kõrge, saadakse paks kortsuline kile.

Harjutamist nõuab mikrofilm-kile väljatõstmine vannist (joonis 256 B).

Parema käega võetakse tõsteraami pidemest ja kergitatakse raami, kuni selle servad puutuvad vastu kilet. Ei haara raam kogu kilet, venitatakse puudujäävast kohast mikrofilm märja sõrmega raami servani. Enne mikrofilmi väljatõstmist kallutatakse raami ja tõmmatakse ta vannist välja külge ees, sest lapiti tõstmisel võib kile puruneda. Raamist üleulatuvad kile servad surutakse ettevaatlikult näpuga raami äärte külge. Veest väljavõetud raam hoitakse püstasendis, kuni suuremad veetilgad on kile pinnalt alla nõrgunud, ja asutakse siis mudeli katmisele. Katmiselekuuluvad sõrestikuosad kontrollitakse veel kord hoolikalt ning eemaldatakse kõik teravad liimimügarikud ja kõrte otsad, mis võivad mikrofilmi rebestada. Niisutanud pintslil abil sõrestiku pealmise külje veega või suhkrulahusega*, asetatakse see niisutatud poolega mikrofilmile (joonis 256 C). Sõrestik surutakse näpuga kergelt mikrofilmi vastu, kuni kõik osad on korralikult kile külge kleepunud.

Tiiva kumbki pool kaetakse eraldi, milleks lõigatakse kile ühte serva lõhe ja, torganud sellest läbi ühe tiivapoole, surutakse see pealmise küljega mikrofilmile. Mikrofilmi lõigatakse atsetooni või mikrofilmi vedelikku kastetud liistuga. Lõikamist teostatakse detaili servast umbes 5 mm kauguselt (joonis 256 D).

Kattesse tekkinud augud lapitakse kuivatatud ja raamatu vahel sirgeks pressitud kiletükikestega. Täiesti rābaldunud kate tõmmatakse sõrestikult maha ja mudel kaetakse uuesti.

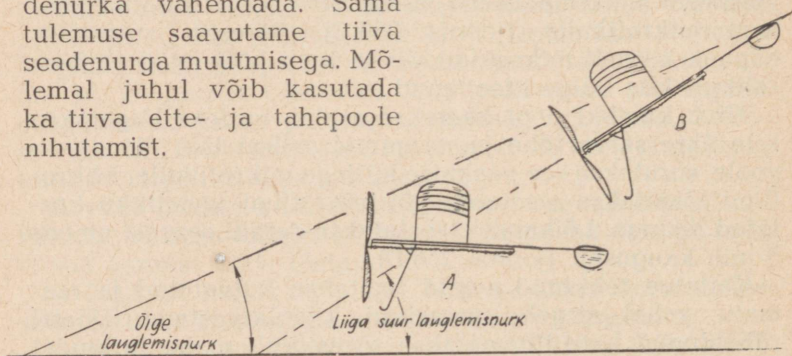
5. Reguleerimine ja lennutamine

Sisemudellennukite reguleerimine on üldjoontes sarnane välsmudellennukite reguleerimisega. Mudel pannakse kokku, asetatakse kohale kummimootor ja kontrollitakse, kas mõni osa ei ole kiivas ning kas raskuskeskme asukoht ja tiiva seadenurk on õiged. Eriti hoolikalt kontrollitakse propelleri labade ja tiiva kinnitust. Reguleerimist alustatakse lauglennuga käsistardist. Mudel tõstetakse silmade

* Poles teeklaasis vees lahustatakse 2—3 tükki suhkrut.

kõrgusele ja tõugatakse lendu väikese lauglemisnurga all. Mudelit starditakse mitu korda, suunates nina kord rohkem, kord vähem allapoole. Ajab mudel nina püsti ja vajub järsult läbi, võib selleks olla mitu põhjust. Esiteks, raskuskese asub liiga taga; sel juhul nihutatakse tiiba tahapoole. Teiseks põhjuseks võib olla tiiva või saba väike väändekindlus: tiiva esiserva ülespainumisel suureneb kohtumisnurk, lennukiirus väheneb ja mudel vajub läbi. Viga saab parandada tiiva tugestamisega. Paindub sabakõrs lennu ajal, tuleb see asendada uue, tugevamaga.

Lauglemisel võib ilmned, et mudel lendab otsejoones, kuid kergitatud ninaga, vajudes silmanähtavalt läbi (joonis 257 A), või on nina liiga järsult alla suunatud (joonis 257 B). Esimesel juhul tuleb sabakõrre allapainutamisega stabilisaatori seadenurka suurendada, teisel juhul sabakõrre ülespainutamisega seadenurka vähendada. Sama tulemuse saavutame tiiva seadenurga muutmisega. Mõlemal juhul võib kasutada ka tiiva ette- ja tahapoole nihutamist.



Joonis 257. Sisemudellennuki reguleerimisel esinevad vead: A) mudel parašüteerib, B) mudel pikeerib.

Lauglemisel võib mudel kalduda ning pöörduda kõrvale esialgselt suunast; see on tavaliselt põhjustatud tiivapoolte seadenurkade erinevustest. Viga kõrvaldatakse tiiva õgvendamise kuuma pliidi kohal või külgtugede pikkuse muutmisega. On soovitatav, et sisemudellennuk pööraks vasakule (propelleri pöörlemisele vastupidises suunas), kuid ilma kallakuta. Ringlema pannakse sisemudelid sellepärast, et otselennu puhul pörkuks mudel vastu seina ja lõpetaks lennu enneaegselt.

Kui mudel on lauglendudele reguleeritud, õlitatakse propellerilaager tilgakese masinaõliga, antakse kummimootorile 100—150 keerdu ja lastakse mudel mootorlendu. Lendab mudel normaalselt, võib kummimootori keerdusid järk-järgult suurendada.

Sisemudellennukite reguleerimine rekordiliste tulemuste saavutamiseks on aegaviitev, tähelepanu- ja kannatustnõudev töö. Siinkohal meenutame, et sisemudellennukitel arvestatakse ainult lennukestust, sest lennutamine toimub kinnises ruumis, mis piirab lennukõrgust ja -kaugust. Kuidas aga saavutada kasutada olevas ruumis suurimat lennukestust? Kõigepealt reguleeritakse mudel lendama ruumi laiussele vastava läbimõõduga ringides. Seda tehakse kiilule vastava kumeruse andmisega või kiilu viltuasetamisega. Sisemudellennukitel ei suunata propelleri telge alla ega kõrvale; seetõttu püüab propellerireaktsioon mudelit kallutada. Kuid propelleri suure läbimõõdu tõttu kaldub mudel tavaliselt liiga palju, kaotades kõrgust. Kallaku vältimiseks asetatakse rekordmudelitel tiib kerele ebasümmeetriliselt ja nimelt nii, et kallakupoolne tiivapool oleks suurem. Lennukõrgust piirab kasutatava ruumi kõrgus. Madalas ruumis on kasulik, et mudel tõuseks võimalikult aeglaselt; seda saavutatakse lennukiiruse ja propelleri tõmbe vähendamisega. Propelleri tõmbe reguleerimine toimub sammude muutmise ja sobiva ristlõikega kummimootori valikuga. Tavaliselt valitakse väikese ristlõikega kummimootor ja võimalikult suure läbimõõdu ning sammuga propeller.

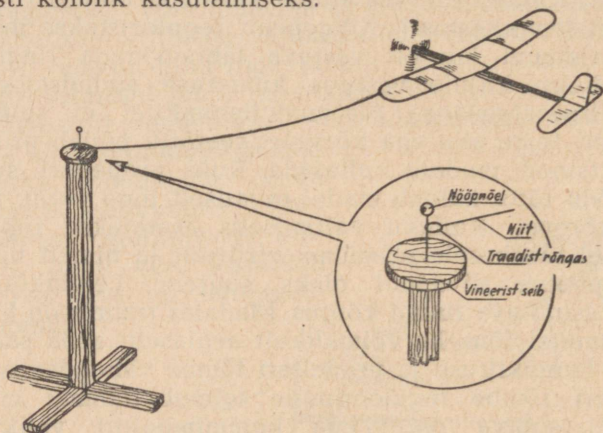
Maksimaalse lennukestuse saavutamiseks tuleb sisemudellennuki kummimootorist „viimane välja pigistada“. Seejuures peab aga silmas pidama kummi vastupidavuse piiri, mida iseloomustab alltoodud tabel.

Tabel 12

Sisemudellennuki kummimootori maksimaalsete keerdude olenevus kummi ristlõikest

Kummimootori ristlõige mm-tes	1	2	3	4	6	8
Keerdude arv 100 mm kohta	820	580	475	410	335	290

Tabeli andmed on kehtivad ainult eelvenituse saanud ja kummimäärdega määratud värsket kummi kohta. Üleskeeratud kummi „väsib“ ruttu; seepärast on soovitatav teostada üleskeeramist suure ülekanedega käsipuuri abil ja pärast üleskeeramist mudel kohe startida. Soojemas ruumis on kasulik asetada kummimootor enne üleskeeramist mõneks minutiks jäätükile. Külma muudab kummi ülivenivaks, võimaldades suurendada keerdude arvu. Võistlustel vahetatakse kummimootor iga 2—3 starti järel. Pärast mõnetunnist seismist on kummi „puhanud“ ja uuesti kõlblik kasutamiseks.



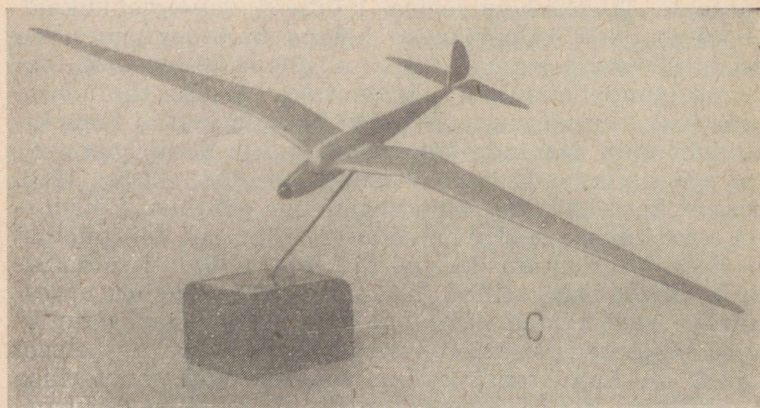
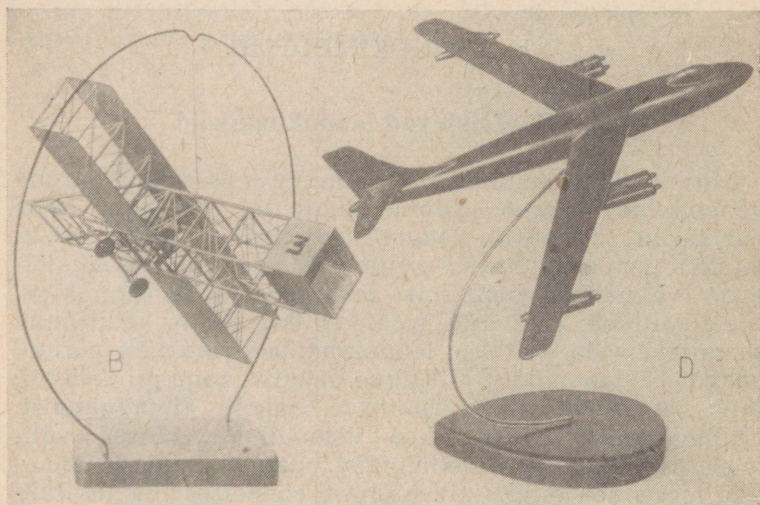
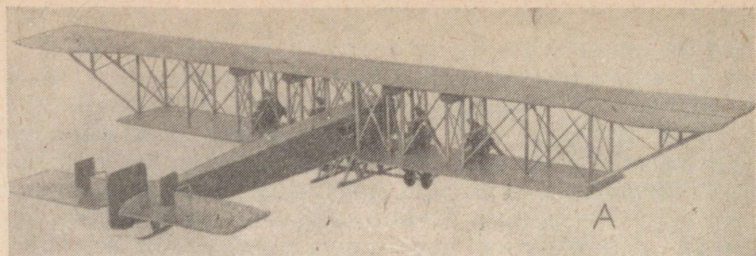
Joonis 258. Sisemudellennuki lennutamine „ohja“ otsas.

Suurema ruumi puudumisel võib sisemudeli reguleerimist ja lennutamist läbi viia ka toas, kasutades 2—4 m pikkust peenikesest niidist ohja, mille ühte otsa kinnitatud rõngas libiseb puust statiivi sisse löödud naela või nööpnõela otsas. Ohja teine ots kinnitatakse mudeli tiiva otsakaare külge, poole kõõlu kaugusele tiiva esiservast.

XII. LENNUKIMUDELID

1. Mittelendavad lennukimudelid

Mittelendav lennukimudel on mingi lennukitüübi täpne vähendatud koopia. Lennukimudelitel püütakse igas üksikasjas jäljendada „suurt“ lennukit; seepärast kasutatakse nende ehitamisel materjale, mis annavad töödelduna võimalikult suurema sarnasuse „päris“lennukiga. Metallkattega lennukile iseloomuliku sileda välispinna saamiseks valmistatakse lennukimudelid läbinisti pärna-, haava- või leppapuidust. Üksikud detailid, nagu propellerid, telik ja relvad, valmistatakse sageli alumiiniumist. Kabiiniklaasid koolutatakse võimalikult „ehtsa“ välimuse saavutamiseks tselluloidist. Lennukimudelid annavad meile hea ettekujutuse ühest või teisest lennukitüübist ning võimaldavad tundma õppida ajaloolisi lennuparaate ja Nõukogudemaa kuulsaid rekordlennukeid. Lennukimudeli valmistamise käigus õpib lennuhuviline tundma moodsa lennuki konstruktsiooni ja omandab lendavate mudellennukite ehitamiseks (puidu töötlemise osas) vajaliku vilumuse. Korralikult valmistatud lennukimudelit võib kasutada õppevahendina ja kooli, pioneeri- toa või mudellenduri kodu kaunistamiseks. Alates 1953. aastast korraldatakse lennukimudelite võistlusi. Võistlustel arvestatakse eeskätt mõõdusuhte täpsust, töö puhtust ja detailide rohkust (kabiini sisustus, teliku sissetõmbamise mehhanism, relvad jne.). Mudeli hindamisel arvestatakse veel mudeli paigutuse originaalsust ja loomulikust ning konstruktsiooni keerukust. Näiteks joonisel 259 A on kujutatud maailma esimese neljamootorilise pommitaja „Ilja Murometsi“ mudel lennuväljal seisvana.



Joonis 259. Mitmesugust tüüpi lennukimudeleid.

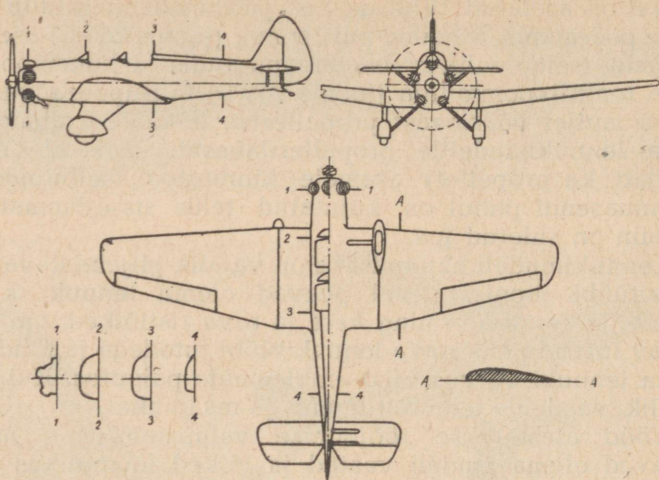
Mudel asetseb oma telikul, propellerid seisavad. Joonisel 259 B on asetatud 1910. aastast pärinev lennukitüüp alusele pöörangus. Moodne purilennuk (joonis 259 C) asetseb temale iseloomulikus lauglennuasendis ja kuuemootoriline reaktiivpommitaja (joonis 259 D) tõsupöörangus. Et jätta muljet pöörlevast propellerist, ei tehta kolbmootoriga lennukimudelile propellerilabasid; sama ülesannet täidab ka propelleri asemele kinnitatud tselluloidseib. Lennuasendi puhul on kujutatud telik sissetõmmatuna, kabiin on suletud jne.

Lennukimudeli ehitamiseks on vajalik jäljendatava lennukitüübi joonis, millel peavad olema lennuki külge, pealt- ja eestvaade ning kere ja tiiva ristlõiked. On soovitatav tutvuda ehitatava lennukitüübi fotodega ja kindlaks teha lennuki värvus ning embleemide paigutus. Kui võimalik, vaadelda lennukit lennus ja maapinnal.

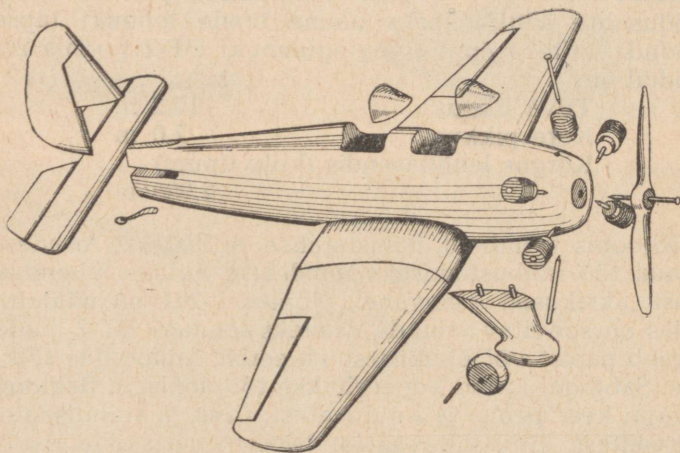
Tööd alustatakse tööjoonise valmistamisega, millel peavad olema mudeli vaated ja lõiked loomulikus suurus. Väiksemad lennukitüübid, nagu õppelennukid ja hävitajad, valmistatakse mõõdusuhtes 1 : 50, kahemootorilised pommitajad ja reisilennukid 1 : 100 (täpsemad mudelid ka 1 : 50), ning rasked lennukid, nagu nelja- ja kuuemootorilised — 1 : 200. Loomulikult peavad mudeli mõõdusuhte säilitamiseks olema teada lennuki täpsed mõõdud. Näiteks õppe-treeninglennuki UT-2 (joonis 260) mõõdud on:

Tiiva ulatus	10,2 m
Kere pikkus	7,0 m
Kõrgus lennuasendis (kiilu tipuni)	2,995 m

Tööjoonis valminud, otsustatakse, millistesse osadesse jaotada töö hõlbustamiseks mudel ja kuidas ühendada pärast üksikosad omavahel. Joonisel 261 on näidatud, kuidas on soovitatav jaotada osadeks lennuki UT-2 mudel. Järgneb papist või õhukesest vineerist šabloonide lõikamine. Šablooni kujud kopeeritakse tööjooniselt. Šabloone on vaja: kere pealt- ja külgvaatest, tiiva ja stabilisaatori pealtvaatest, kiilu külgvaatest ja kere ning tiiva ristlõigetest. Šabloonid valmistatakse äärmise täpsusega, sest neist oleneb tulevase mudeli sarnasus lennukiga. Järgnevalt saetakse puust välja ja hõõveldatakse täisnurkseks klots, millest valmistatakse kere, ja lauakesed, mil-

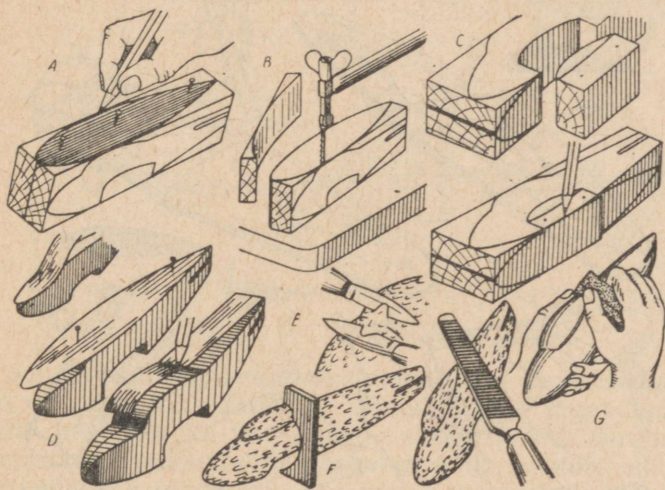


Joonis 260. A. S. Jakovlevi konstrueeritud õppe-treeninglennuk UT-2



Joonis 261. Lennukimudeli UT-2 osad.

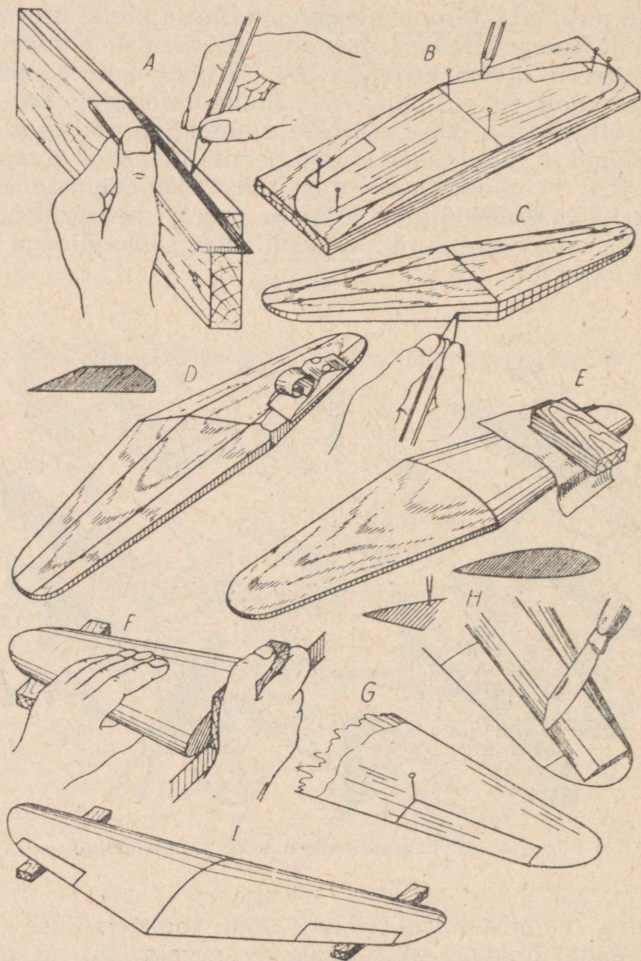
lest tehakse tiib, stabilisaator ning kiil. Mudeli ehitamist alustatakse kerega (joonis 262). Asetanud kere pealtvaatešabloonile klotsile, tõmmatakse selle ümber piirjoon. Klotsi teisele küljele joonestatakse šablooniga järgi kere külgvaade (A). Nüüd saetakse kere umbes 2 mm väljapool kere piirjoont pealtvaate järgi välja (B) ja, liiminud klotsi ajutiselt uuesti kokku, saetakse kere välja ka külgvaate järgi (C). Järgnevalt eemaldatakse klotsi ärasaetud osad ja joonestatakse edaspidise töötlemise hõlbustamiseks kerele sümmeetriatelg (D). Järgneb kere jämetöötlemine noa ja raspliga (E). Jämetöötlemisel aeg-ajalt kontrollitakse, et kere ristlõige oleks kogu pikkuses õige (F). Lõplik kuju antakse kerele peentöötlemisel liivapaberiga (G). Peentöötlemist alustatakse jämedamate liivapaberitega, kuna lõplik lihvimine toimub peenima numbri-
ga. Peentöötlemise ajal kontrollitakse šabloonidega kere kuju õigsust.



Joonis 262. Lennukimudeli kere valmistamine

Tiiva valmistamisel (joonis 263) joonestatakse tiiva eestvaade joonlaua abil lauakese servale (A) ja õhendatakse siis hõõvliga lauakese otsad täpselt joonise järgi. Nüüd joonestatakse šabloonile abil lauakese tasasele kül-

jele tiiva pealtvaade (B) ja lõigatakse vineerisaega välja. Selliselt ettevalmistatud lauakesele kantakse mõned abi-jooned, mis tähistavad profiili kõrgemaid kohti ja esiserva asukohta (C). Abijoonte vahele jäänud laua kandid hõveldatakse maha (D) ja töödeldakse tiib lõpliku kujuni (E). Pärast liivapaberiga lihvimist märgitakse tiiva taga-

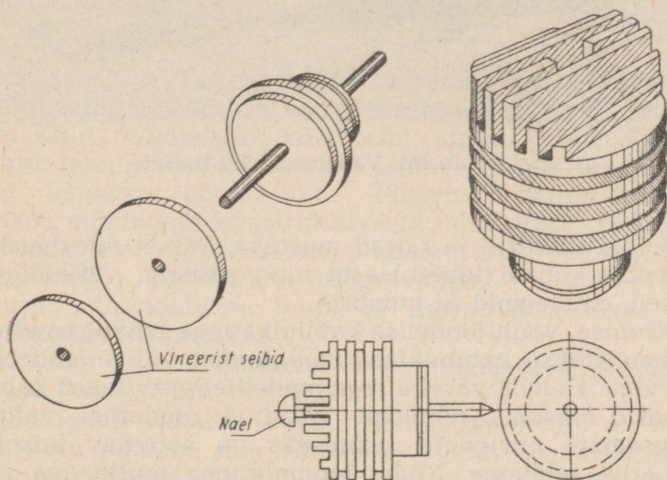


Joonis 263. Lennukimudeli tiiva valmistamine.

servale terava noa ja joonlaua abil kaldtüüride kohad (*H, G*) ning saetakse tiib keskelt pooleks. Andnud lõikepinnale lihvimisega vajaliku kalde (*F*), liimitakse tiivapooled tööjoonisel kokku ettenähtud V-kujuga (*I*).

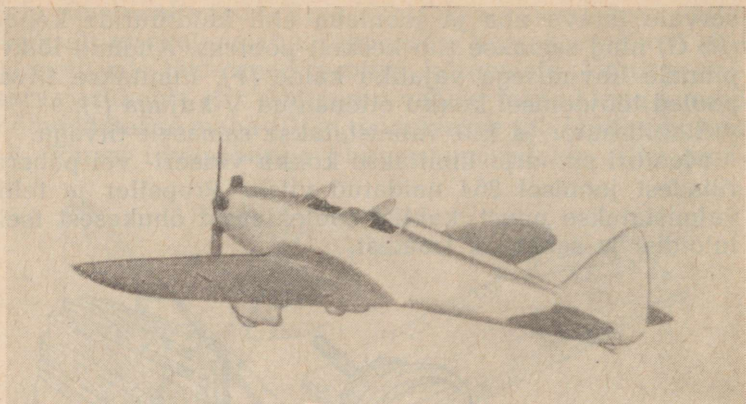
Stabilisaator ja kiil valmistatakse samaselt tiivaga.

Mootori silindrid liimitakse kokku vineeri- või paberiribadest joonisel 264 näidatud viisil. Propeller ja telik valmistatakse puust, kabiini tuuleklaasid õhukesest tseluloidist ja sabakark traadist.



Joonis 264. Lennukimudeli mootori silindrite valmistamine.

Mudeli kokkupanekut alustatakse tiiva liimimisega kere all olevasse väljalõikesse. Ühenduskoha tugevdamiseks võib kasutada ka peeni naelu või kruvisid. Järgmisena kinnitatakse kohale stabilisaator, kiil, mootori silindrid, propeller ja telik. Tiiva ja kere ühenduskoht voolujoonendatakse aerokitiga. Sõrmega kantakse kitti ka mujale, kus on ette nähtud voolujoonelised üleminekud ühelt mudeli osalt teisele. Ei ole halb katta kogu mudel aerokiti või paksu nitrolakiga ja pärast kuivamist üle lihvida. Viimaseks tööks on mudeli värvimine. Algul kaetakse kogu mudel ühtlase põhivärviga (soovitav pulverisaatori abil) ja kui see on hästi kuivanud, värvitakse kabiiniavad,



Joonis 265. Valminud UT-2 mudel.

mootori silindrid ja rattad mustaks. Pärast värvimist liimitakse kohale tuuleklaasid ning paberist väljalõigatud tähed, embleemid ja numbrid.

Kinnise, voolujoonelise kabiinikattega lennukimudelitel valmistatakse kabiiniklaas tselluloidist või jäljendatakse värviga. Heleda värvkattega mudelitel värvitakse kabiiniklaasid mustaks, tumedalt värvitud mudelitel valgeks. Täpsemate piirjoonte saamiseks on soovitatav kasutada paberist šabloone. Kõige loomulikuma mulje aga jätab siiski kabiin, mis on peitliga seest õõnestatud, mustaks värvitud ja pealt kaetud tselluloidiga.

Sageli valmistab raskusi alumiiniumile omase hõbedase läike andmine mudelile. Nitrolakiga segatud alumiiniumpuuder jääb pärast kuivamist krobelineks ja rikub mudeli väliskuju. Siin toimitakse järgmiselt: algul kaetakse mudel läbipaistva õlilakiga ja lastakse kuivada seni, kuni pealispind on veel natukene kleepuv. Nüüd riputatakse mudelile sõrme või marlist tamponiga rikkalikult kuiva alumiiniumpuudrit, mis kleepub kohe õlilaki pinnale. Pärast õlilaki täielikku kuivamist hõõrutakse mudel pehme lapiga üle ja saadakse kate, mis väliselt sarnaneb poleeritud alumiiniumile.

Lennukimudelite alused valmistatakse puust. Mudelid asetatakse alusele 3 mm läbimõõduga terastraadist varda otsa. Aluse kuju oleneb mudellenduri maitsest, kuid suu-

rus peab olema niisugune, et mudel püsiks alusel kindlalt. Alus kaetakse tumedama värviga kui mudel. Väga ilus alus saadakse paksust pleksiklaasist (lennukiklaas).

Kahe- ja enam mootoriliste lennukimudelite valmistamisel jaotatakse mudel osadeks üldjoontes samuti kui ühe mootorilisedki mudelid. Kuna mootorid kinnituvad tiiva külge, siis valmistatakse need eraldi ja hiljem ühendatakse tiivaga.

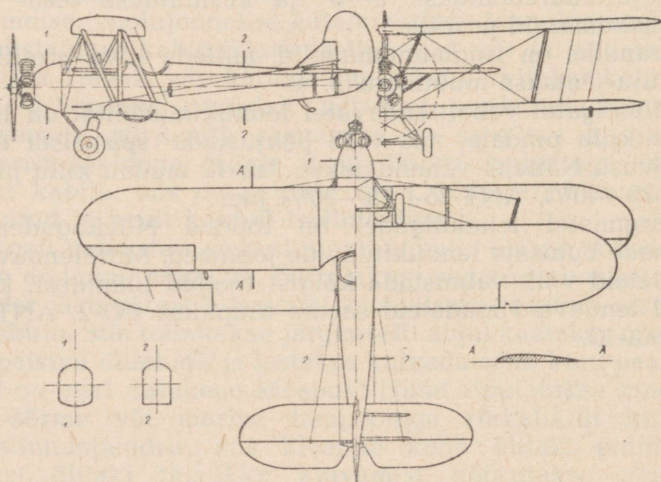
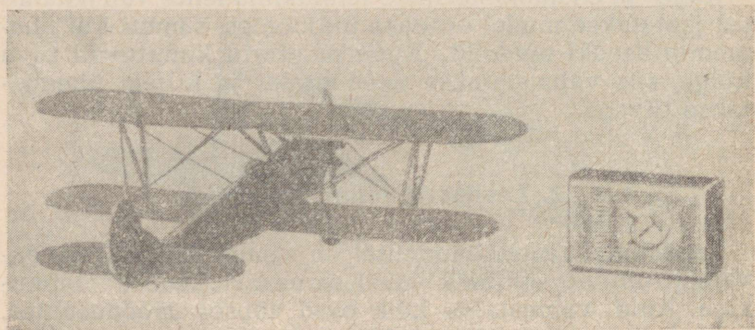
2. Lendavad lennukimudelid

Lendavatel lennukimudelitel on samuti kui mittelendavatelgi oluline säilitada välist sarnasust „suure“ lennukiga. Kuid valmistades kõik osad täpses mõõdusuhtes, hakkab lennukimudel lennukist erinevate lennutingimuste tõttu lendama ebapüsivalt. Püsivuse parandamiseks tehakse mõningaid konstruktiivseid muudatusi. Eelkõige suurendatakse stabilisaatori pindala: ühetiivalistel lennukimudelitel 30—40% ja kahetiivalistel 10—20%. Tiiva V-kuju suurendatakse 6—8° ja kasutatakse tasa- või nõguskumeraid profiile.

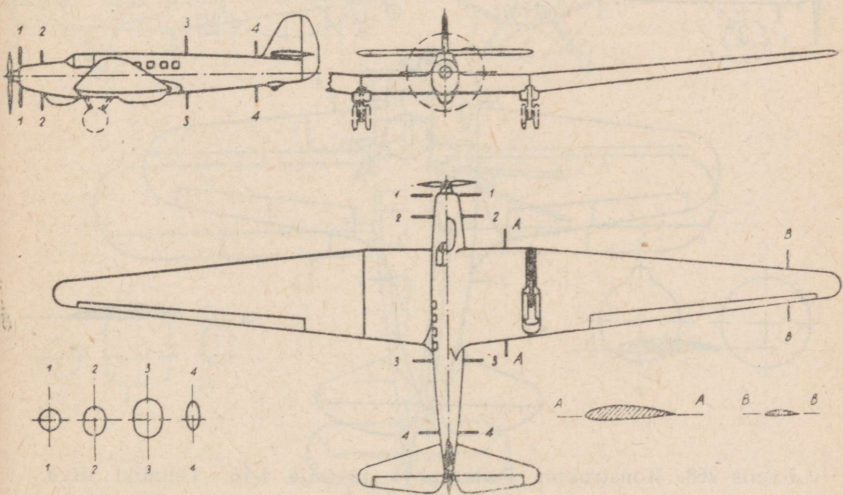
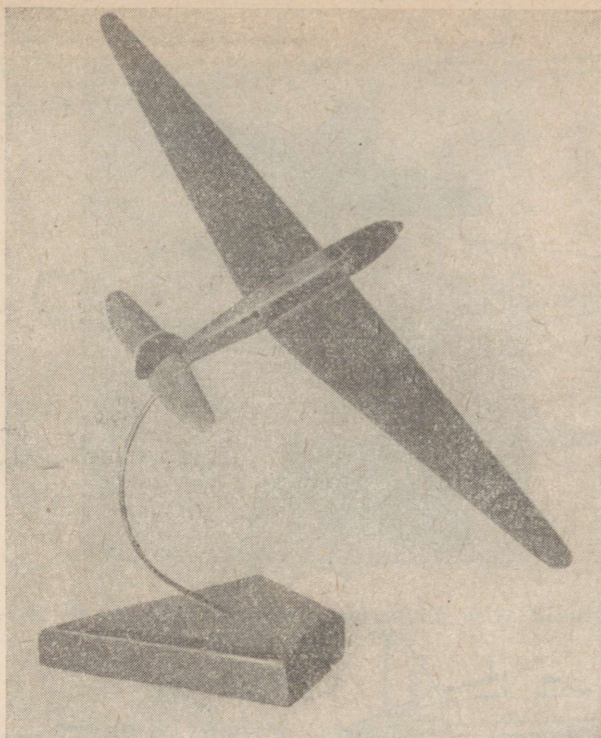
Erandiks on ringlennumudelid, millede tiiva profiil ja V-kuju jäetakse muutmatuks.

Mõningatel vabaltlendavatel lennukimudelitel on liiga suur kiilu pindala, mis võib põhjustada spiraalset ebapüsivust. Näiteks vähendatakse Jak-12 mudeli kiilu pindala 35—40%, ANT-25-l 15—20% jne.

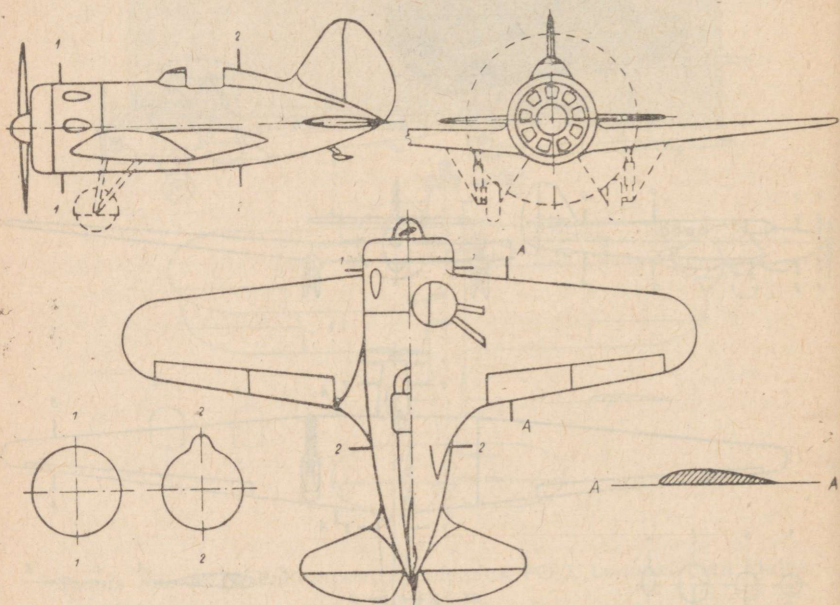
Järgmistel lehekülgedel on toodud Nõukogudemaa mõnede kuulsate lennukitüüpide joonised. Mittelendavaid mudeleid võib valmistada kõigist toodud tüüpidest, kuid häid lendavaid mudeleid saame tüüpidest PO-2, ANT-25 ja Jak-12.



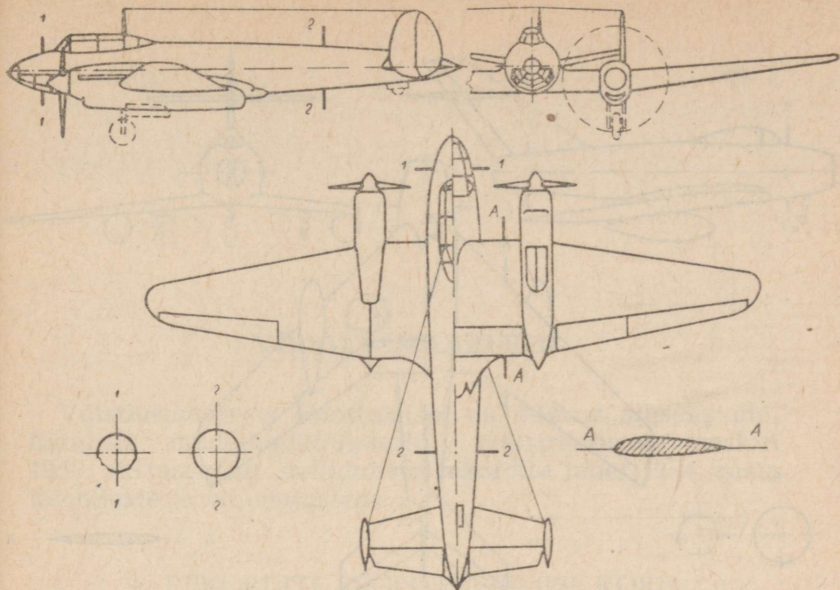
Joonis 266. A. N. Polikarpovi õppelennuk PO-2. Lennuki tiiva ulatus on 11,4 m.



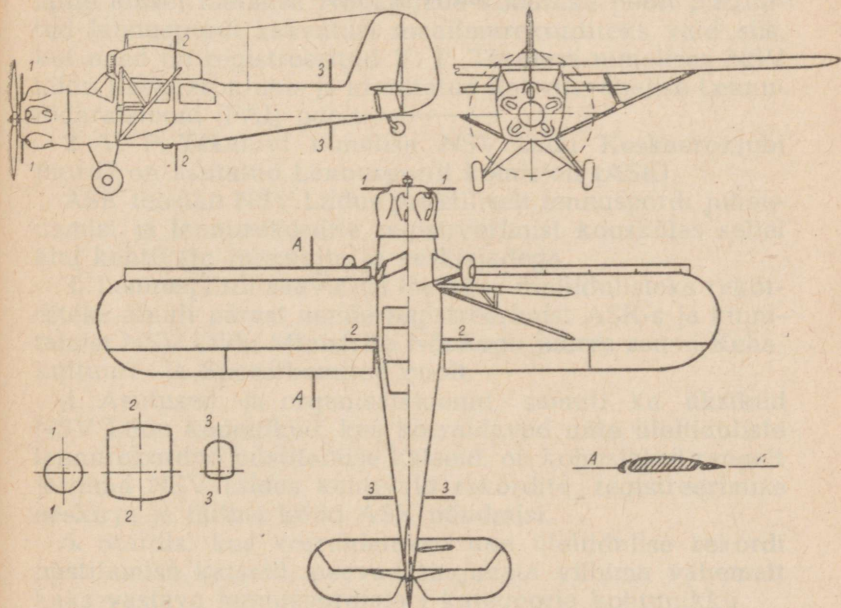
Joonis 267. Konstruktor Tupolevi rekordlennuk ANT-25. Lennuki tiiva ulatus on 34 m.



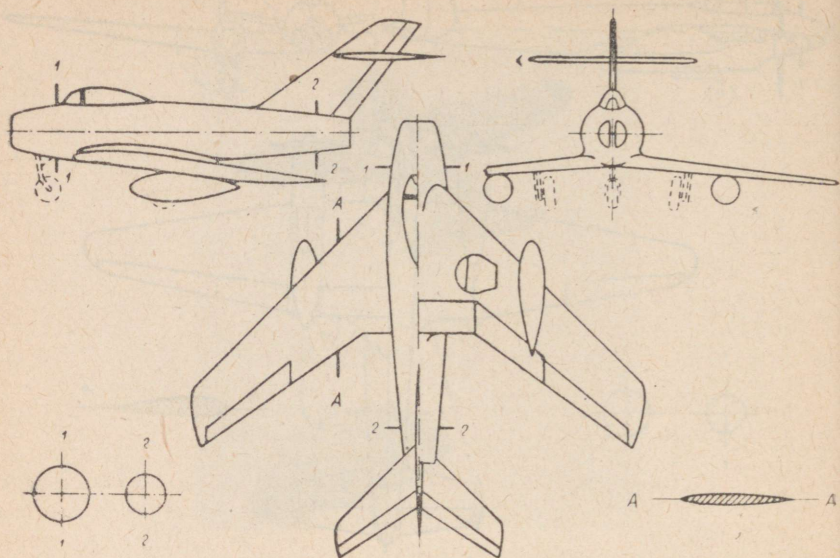
Joonis 268. Konstruktor Polikarpovi hävitaja I-16. Lennuki tiiva ulatus on 8,9 m.



Joonis 269. Konstruktor Petljakovi pommitaja Pe-2. Lennuki tiiva ulatus on 20,5 m.



Joonis 270. Konstruktor Jakovlevi sidelennuk Jak-12. Lennuki tiiva ulatus on 12 m.



Joonis 271. Reaktiivmootoriga hävituslennuk. Lennuki tiiva ulatus on 11 m.

VÕISTLUSMÄÄRUSED

Võistlusmääruste koostamisel on võetud aluseks üleliiduliste mudellennurekordite registreerimise eeskiri 1953. aastast ning üleliiduliste rekordite tabel 1954. aasta täienduste ja muudatustega.

I. REKORDITE REGISTREERIMISE KORD

1. NSV Liidu Valitsuse määrusega on kehtestatud kord, mille alusel loetakse Nõukogude kodanike poolt püstitatud lennuspordi saavutusi maailmarekorditeks vaid siis, kui need on registreeritud V. P. Tškalovi nimelises NSV Liidu Keskaeroklubis ja kinnitatud Rahvusvahelise Lennuföderatsiooni (FAI) poolt.

2. V. P. Tškalovi nimelise NSV Liidu Keskaeroklubi juurde on asutatud Lennuspordi komisjon (ASK).

ASK teostab NSV Liidus praktiliselt lennuspordi juhendamist ja lennurekordite registreerimist kooskõlas sellel alal kehtivate juhendite ja eeskirjadega.

3. Lennuspordi saavutusi loetakse üleliidulisteks rekorditeks ainult pärast nende registreerimist ASK-s ja kinnitamist NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Kehakultuuri- ja Spordikomitee poolt.

4. Asutused ja organisatsioonid, samuti ka üksikud NSV Liidu kodanikud, kes korraldavad uute üleliiduliste lennurekordite püstitamise katseid, on kohustatud rangelt järgima NSV Liidus kehtivaid rekordite registreerimise eeskirju ja täitma kõiki ASK nõudmisi.

5. Stardis, kus korraldatakse uue üleliidulise rekordi püstitamise katseid, peavad tingimata viibima vähemalt kaks vastava lennuspordiala I kategooria kohtunikku.

Spordikohtunike arv, millest on kõneldud vastavates juhendites, määratakse kindlaks sõltuvalt rekordi kategooriast.

6. Spordikohtunike kohused on ühiskondlikud ega kuulu rahalise tasu alla.

7. Spordikohtunikud ei vastuta uute üleliiduliste lennurekordite püstitamise katsete organiseerimise eest.

Oma tegevuses vastutavad lennuspordikohtunikud ainult ASK ees.

8. Spordikohtunikud on kohustatud katkestama igasuguse rekordikatse juhul, kui esineb kehtivate juhendite jämedaid rikkumisi või tekib oht meeskonna liikmeile, teenindavale koosseisule või pealtvaatajaile.

9. Spordikohtunikud vormistavad rekordikatse tulemused protokollide, aktide ja teiste dokumentidega.

Rekordikatsete õnnestumisel teatavad kohtunikud veel samal päeval esialgsed tulemused telegraafi või telefoni teel ASK-le.

Kohtunikud on kohustatud saatma kõik materjalid ASK aadressil, hiljemalt kolme päeva jooksul pärast rekordikatse õnnestumist.

Erandiks võivad olla juhud, kus osutub võimatuks nimetatud materjale ettenähtud tähtajal välja saata põhjustel, milliseid ASK tunnustab vabandatavaiks.

10. ASK, läbi väadanud kõik esitatud materjalid, võtab vastu otsuse katse tulemuse üleliiduliseks rekordiks kinnitamise kohta.

Juhul kui katse tulemust ei tunnustata üleliiduliseks rekordiks, annab ASK põhjendatud kirjaliku vastuse.

11. Kuni ASK sellekohase otsuseni on keelatud katsel saavutatud tulemust, ükskõik milline see ka ei oleks, avaldada uue üleliidulise rekordina.

Ületavad ühel ja samal päeval mitu sportlast samal lennuspordi alal üleliidulise rekordi, registreerib ASK neist kõige kõrgema.

12. Rekord kirjutatakse mudellennuki konstruktori nimele, kes esitas avalduse rekordikatse teostamiseks.

Avaldus esitatakse ALMAVÜ kohalikule spordiorganisatsioonile (komiteele, aeroklubile, aviatehnilisele klubile jt.).

Märkus. Ametlikel võistlustel teostatakse rekordikatseid ilma avaldusteta.

13. Mudellennuki konstruktor, kui ta ise ei ole võimeline juhtima ringkiirusmudellennukit, võib selleks volitada enese asemel teist isikut. Sellisel juhul kantakse rekordite tabelisse peale konstruktori nime täiendavalt ka lennutaja nimi, kellel aga ei ole rekordi kohta mingit õigust.

Märkus. Samuti ei ole mingit õigust rekordile kaugjuhtimise aparatuuri konstruktoril, kui ta ei ole ühtlasi ka mudellennuki konstruktoriks.

14. Mitte harvemini kui kord aastas avaldab ASK kõikide üleliiduliste lennurekordite tabeli.

15. Üleliidulisi rekordeid võivad püstitada ainult NSV Liidu kodanikud.

Välismaalaste saavutusi lennuspordi alal ei registreerita üleliiduliste rekorditena ka sel juhul, kui rahvusvahelised võistlused toimuvad NSV Liidu territooriumil.

16. Üleliidulist saavutust, mis on püstitatud Nõukogude Liidu kodanike poolt väljaspool kodumaa piire, võib registreerida üleliidulise rekordina tingimusel, kui on järgitud NSV Liidus kehtivaid rekordite püstitamise eeskirju.

II. MUDELLENNUKITE MÄÄRATLUS

1. Mudellennukid. Mudellennuki all mõistetakse ükskõik millist lennuaparaadi mudelit, mis pole võimeline tõstma õhku inimest ja on ehitatud eranditult sportlikuks otstarbeks.

Kõik mudellennukid jagunevad kahte peamisse liiki: välismudelid (lendavad vabas õhus, väljas) ja sisemudelid (lendavad toas, suletud ruumis).

Kõikide mudelite ehitus peab olema selline, et neil ei eralduks õhus ükski osa.

Erandiks on ringkiirusmudellennukid, millistel on lubatud pärast starti maha visata telik.

2. Mudellennukite klassid. Üleliidulisi mudellennurekordeid registreeritakse järgmistes mudellennukite klassides:

Välismudellennukid:

- I — Mootoriga maamudellennukid (start maast).
- II — Mootoriga vesimudellennukid (start veest).
- III — Helikopter-mudellennukid (start maast või veest).
- IV — Purimudellennukid (start käest või nööri).
- V — Ornitopter-mudellennukid (start maast või veest).
- VI — Nõukogude Liidu lennukite mudelid (koopiad) (start maast või veest).

Sisemudellennukid:

- VII — Kummimootoriga maa-sisemudellennukid (start maast).
- VIII — Kummimootoriga vesi-sisemudellennukid (start veest).
- IX — Kummimootoriga helikopter-sisemudellennukid (start maast või veest).
- X — Kummimootoriga ornitopter-sisemudellennukid (start maast või veest).

I klass. Mootoriga maamudellennukid.

Mootoriga maamudellennuki all mõistetakse sellist lennuaparaadi mudelit, mis on varustatud mingisuguse mootoriga ja püsib õhus lennu ajal liikumatu tiiva poolt arendatava aerodünaamilise jõu varal.

Selle klassi mudellennukitel peab olema suletud kere, milles asetseb jõuallikas.

Käesoleva klassi mudellennukid liigitatakse omakorda järgmistesse alaklassidesse:

- I „A“ — Kummimootoriga mudellennukid.
- I „B“ — Kolbmootoriga mudellennukid.
- I „C“ — Kolbmootoriga ringkiirusmudellennukid.
- I „D“ — Reaktiivmootoriga ringkiirusmudellennukid.
- I „E“ — Raadio teel juhitud kolbmootoriga mudellennukid.

Kõik esimese klassi mudellennukid stardivad eranditult maast, milleks neil peab olema ratastega telik.

II klass. Mootoriga vesimudellennukid.

Kõik, mis eespool on mainitud maamudellennukite kohta, puutub ka vesimudellennukitesse. Erandiks on ainult startimisviis.

Vesimudellennukite start toimub eranditult veest, seejärel peab neil olema ujukitega (pontoonidega) telik või paatkere (lennupaadid).

III klass. Helikopter-mudellennukid.

Helikopter-mudellennuki all mõistetakse sellist lennuaparaadi mudelit, mis püsib õhus ühe või mitme mootori jõul keerleva vertikaalse propelleri abil. Mingeid liikumatuid kandvaid või stabiliseerivaid pindu ei lubata.

Juhtimiseks võib kasutada eri propellerit. Kere peab olema kinnine ja asuma lennul rõhtsalt.

Selle klassi mudelid liigitatakse omakorda kahte gruppi:

III „A“ — Kummimootoriga helikopter-mudellennukid.

III „B“ — Kolbmootoriga helikopter-mudellennukid.

Startida võib nii maast kui veest, sõltuvalt konstruktori poolt valitud telikust.

IV klass. Purimudellennukid (plaanerid).

Purimudellennuki all mõistetakse sellist lennuaparaadi mudelit, millel puudub igasugune mootor ja mis püsib õhus lennu ajal liikumatu tiiva poolt arendatava aerodünaamilise jõu varal.

Selle klassi mudellennukitel peab olema suletud kere.

Purimudellennukid liigitatakse omakorda kahte alaklassi:

IV — Vabaltlendavad purimudellennukid.

IV „E“ — Raadio teel juhitud purimudellennukid.

Purimudeleid võib startida kas käest — visates, või nööri — joostes. Mudellendur ja tema abiline, kes on vajalik nööri startimisel, peavad asuma maapinnal. Nööri pikkus ei tohi ületada 100 meetrit. Mudellendur võib joosta nööri ükskõik millises suunas, et kasutada maksimaalselt nööri pikkust.

Stardil võib nööri pikkus jääda püsivaks või lüheneda (taliga, pooliga). Nöör ei tohi olla elastne. Amortiseerimiseks lubatakse nööri lisada kumminööri mitte üle 1 meetri.

Mudellennuki nööri vabanemise ja vabalennu alguse momendi täpseks määramiseks peab olema stardinööri mudelipoolses otsas, kinnitusrõngast veidi allpool, vähemalt 1 dm² suurune, kergest riidest, eredavärviline lipukene. On keelatud kasutada nööri otsas lipukese asemel stabiliseerivaid vahendeid (tuulekott jt.).

V klass. *Ornitopter-mudellennukid.*

Ornitopter(linnulennu)-mudellennuki all mõistetakse sellist lennuaparaadi mudelit, mis püsib õhus mootorijõul töötava ühe või mitme lööktiivakese abil.

Kui seda tüüpi mudellennukitel on horisontaalseid liikumatuud pindu (tiivad, stabilisaator), siis nende üldpindala ei tohi ületada 200% kõikide lööktiivade üldpindalast.

Kere peab olema suletud.

Selle klassi mudellennukid jagunevad:

V „A“ — Kummimootoriga ornitopter-mudellennukid.

V „B“ — Kolbmootoriga ornitopter-mudellennukid.

Sõltuvalt konstruktori poolt valitud telikust, toimub startimine maast või veest.

VI klass. *NSV Liidu lennukite mudelid (koopjad).*

Selle mudelitüübi all mõeldakse niisugust mudellennukit, mis oma väliskonstruktsioonilt kui ka välise geomeetrilise kuju poolest sarnaneb igas üksikasjas mõnele NSV Liidu lennukile.

Erandina on lubatud mudeli lennupüsivuse huvides väikesi kõrvalekaldumisi:

- a) propelleri diameetris,
- b) teliku kõrguses,
- c) sabaosa pindalas,
- d) tiiva V-kujus,
- e) tiiva profiilis.

Seda tüüpi mudellennukid on eranditult kolbmootoriga ja liigitatakse:

VI „B“ — NSV Liidu lennukite vabatlendavad mudelid.

VI „C“ — NSV Liidu lennukite ringkiirusmudelid.

VI „E“ — Raadio teel juhitud NSV Liidu lennukite mudelid.

Üldosas alluvad need mudelid I ja II klassi mudelite eeskirjadele.

Sõltuvalt telikust toimub startimine kas maast või veest.

VII klass — *Maa-sisemudellennukid.*

VIII klass — *Vesi-sisemudellennukid.*

IX klass — *Helikopter-sisemudellennukid.*

X klass — *Ornitopter-sisemudellennukid.*

Kõikide ülalloetletud sisemudellennukite kohta kehtivad samad eeskirjad, mis kehtivad sama tüüpi välismudellennukite kohta.

Kõik sisemudellennukid on kummimootoriga (klassid VII „A“, VIII „A“, IX „A“, X „A“).

Tiibmudellennukid

Tiibmudellennukiks loetakse igasugust lennuaparaadi mudelit, millel ei ole stabiliseerivaid horisontaal- või kaldpindu (saba ega stabilisaatorit) eraldi tiibadest. Vertikaalpinnad (kiilud) võivad asuda tiibade küljes või neist eraldi.

Tiibmudellennukite rekordid registreeritakse eraldi.

Liigitus — normaal- ja tiibmudellennukid on kehtiv I, II, IV, VII „A“ ja VIII „A“ klassi mudellennukite kohta. Teistes mudellennukite klassides sellist liigitamist ei teostata.

III. MUDELLENNUKITE MÕÖDUD, KAAL, KOORMATUS, RISTLÖIKE PINDALA JA MOOTORID

1. Mõõdud

I, II, IV, V ja VI klassi mudellennukitel on piiratud horisontaalne kandev pindala (tiiva pindala + stabilisaatori pindala). Ülemmääraks on 150 dm².

VII, VIII ja X klassi mudellennukitel on selle pindala ülemmääraks 15 dm².

III ja IX klassi mudellennukitel pöörlevate tiivikute pindala ei ole piiratud.

Arvestatava pindala (S) all mõeldakse kõikide kandvate ja stabiliseerivate horisontaalpindade ristprojektsiooni mudellennuki normaalses lennuasendis, kusjuures arvatakse kaasa ka keskpind ja kere osa, mis külgneb tiiva või stabilisaatoriga.

2. Kaal

Välismudelite lennukaal (G) ei tohi ületada 5 kg. Erandiks on reaktiivmootoriga mudellennukid, mille lennukaal ei tohi ületada 1 kg.

Sisemudellennukite lennukaal ei tohi olla üle 15 grammi.

Lennukaalu moodustavad: mudellennuki, mootori ja selle agregaatide, kütuse, raadioaparatuuri, igasuguste juhtimiseseadmete, patareide ja teiste osade kaal.

3. Koormatus

Mudellennuki lennukaalu jagatist kandvale pindalale nimetatakse kandva pinna koormatuseks G/S (g/dm^2). I, II, IV, V ja VI klassi vabaltlendavatel mudellennukitel peab olema koormatus 12 kuni 50 g/dm^2 ; I, II ja VI klassi ringkiirusmudellennukitel 12 kuni 200 g/dm^2 .

Teistes mudellennukite klassides koormatust ei piirata. Mudelitel, millel on pardal kütteaine, määratakse koormatust kaks korda: minimaalne koormatus — ilma kütuseta, maksimaalne — täis paakidega.

4. Kere ristlõike pindala

Kere või kerede ristlõike pindala (mõõdetakse kere kõige jämedamast kohast) peab olema I ja II klassi mudellennukitel mitte väiksem kui

$$M = \frac{S}{80}$$

ja IV klassi mudellennukitel mitte väiksem kui

$$M = \frac{S}{100},$$

kus M — kere suurima ristlõike minimaalne pindala (dm^2),

S — horisontaalne kandev pindala (dm^2).

Teistes mudellennukite klassides ei ole kere ristlõike pindala piiratud.

5. Mootorid

Mudellennukitel on lubatud kasutada:

1) Kummimootoreid, millised töötavad kummi- niitide keerutamise või venitamise tagajärjel. Siinjuures on lubatud kasutada igasuguseid ülekandemehhanisme ja pidureid; kummikimpude arv ja kaal ei ole piiratud.

2) Kolbmootoreid, millised töötavad sisepõlemise põhimõttel, või gaaside surve tagajärjel kolvile või

kolbidele. Mootori silindrite töömaht ei tohi ületada 10 cm^3 . Mootori kaal ei ole piiratud.

3) Reaktiivmootoreid. On lubatud kasutada kõiki tüüpi reaktiivmootoreid, mis töötavad vedela, gaasi- taolise või tahke kütusega. Reaktiivmootori kaal ei tohi ületada $0,5 \text{ kg}$.

Olenevalt mootori silindri töömahust, liigitatakse ringkiirusmudellennukitele asetatavad kolbmootorid kolme kategooriasse:

I kategooria	—	silindri töömaht	0— $2,50 \text{ cm}^3$	(incl.)	
II	"	"	"	$2,50—5,00 \text{ cm}^3$	"
III	"	"	"	$5,00—10,0 \text{ cm}^3$	"

IV. MUDELLENNUREKORDID

1. Absoluutsed üleliidulised rekordid

Absoluutseteks üleliidulisteks rekorditeks loetakse kõige kõrgemaid saavutusi, püstitatud mistahes mudellennukiga:

- a) lennukestuses,
- b) lennukauguses,
- c) lennukõrguses,
- d) otseleenukiiruses,
- e) ringlennukiiruses.

2. Üleliidulised rekordid

Üleliidulisteks mudellennurekorditeks loetakse mudellendurite poolt kindlas mudellennuki klassis püstitatud saavutusi:

- a) lennukestuses,
- b) lennukauguses,
- c) lennukõrguses,
- d) otseleenukiiruses 50 ja 100 m distantzil (sõltuvalt mootorist),
- e) ringlennukiiruses 1000 m distantzil, vastavalt mootori tüübile ja kategooriale (reaktiivmootor, kolbmootorid I, II ja III kategooria).

On kehtestatud kaks vanuseklassi:

- a) 17-aastased ja vanemad ja
- b) nooremad kui 17 aastat.

Juhul kui noorema vanuseklassi saavutus ületab vanema vanuseklassi saavutuse, loetakse see ühtlasi ka vanema vanuseklassi rekordiks.

Mudellendureid soo järgi ei liigitata.

Reaktiivmootoriga ringkiirusmudellennukite ja raadio teel juhitud mudellennukite rekordeid nooremas vanuseklassis ei registreerita (pole ette nähtud).

Samuti ei registreerita üleliiduliste rekorditena skemaatiliste mudellennukite saavutusi.

3. Maailmarekordid

Maailmarekordite tabel üldjoontes sarnaneb üleliidulise tabeliga, kuid rekordeid registreeritakse ainult 30 alal, sest FAI ei arvesta vanuseklasse, ei tee vahet tiib- ja normaal-mudellennukite ning maa- ja veemudellennukite vahel.

Samuti ei registreeri FAI sisemudellennukite rekordeid.

4. Kohalikud mudellennurekordid

Iga liiduvabariik, autonoomne vabariik, krai, oblast ning Moskva ja Leningradi linnad koostavad oma mudellennurekordite tabeli, kuhu võib sisse võtta ka muid mudellennurekordeid peale nende, mis on ette nähtud üleliidulises tabelis.

V. PÕHINÕUDED MUDELLENNUREKORDITE PUSTITAMISEKS

1. Mootoriga mudellennukite startimine maast

Ratastega mudellennukite start toimub eranditult maast. Maast startimisel, kui puudub vajaliku siledusega väljak, võib kasutada kunstlikku starditeed (vineerist), mille kõrgus maapinnast ei tohi ületada 30 sm.

Mudellennuk peab asuma maas vähemalt kolmel punktil ja hoitakse kas mudellenduri või tema abilise poolt liikumatult paigal. Starti loetakse mudeli vabastamise hetkest, kusjuures mudel peab püsima maas iseseisvalt, ilma ümber kukkumata. Mudel vabastatakse käest ilma tõuketa.

Raadio teel juhitava mudeli lennutamisel peab juhtimispost jääma liikumatuks mudeli maandumiseni. Maanduda ei tohi stardipunktist kaugemale kui 100 m (välja arvatud kaugusrekordite püstitamisel).

2. Vesimudellennukite startimine

Vesimudellennukite start toimub eranditult veepinnalt, ent nad ei pea tingimata veepinnale maanduma.

Mudellennuk hoitakse mudellenduri või tema abilise poolt veepinnal liikumatult.

Startimisel vabastatakse mudellennuk ilma igasuguse tõuketa ning jäetakse veepinnale iseseisvalt ujuma.

Enne lennutamist kontrollitakse iga vesimudellennukit ujumises:

a) toamudellennukid peavad ujuma iseseisvalt, mitte alla 10 sekundi ja

b) välismudellennukid — mitte alla ühe minuti.

3. Purimudellennukite start

Purimudellennukeile on ette nähtud kaks startimisviisi:

a) käsistardil peab mudellendur seisma maapinnal ja hoidma mudellennukit käes.

b) kõrgstart toimub 100 m pikkuse nööri ja mitmel viisil.

Kõrgstarti võib teostada pooliga, taliga või lihtsalt nööri ja joostes. Mudellendur ja tema abiline peavad asuma maapinnal. Et kasutada maksimaalselt nööri pikkust, võib joosta ükskõik millises suunas. Mudellendur on kohustatud ise töötama stardivahendiga (jooksma nööri ja tõmbama tali jne.).

4. Helikopter- ja ornitopterimudelite start

Vastavalt telikule toimub nende mudellennukite start punktides 1 ja 2 loetud tingimuste kohaselt.

5. Lennukestus

Kõikides mudellennukite klassides, peale purimudellennukite, loetakse lennuaega momendist, mil mudellennuk on stardist vabastatud ja jäetud omapead.

Purimudellennukeil loetakse lennuaega stardinöörist vabanemise või käest eraldumise momendist.

Lennu lõpuks loetakse momenti, kui mudellennuk puudutab maa- või veepinda, põrkub vastu takistust, mis katkestab lennu lõplikult või kaob täielikult ajavõtjate silmist.

Sisemudellennuki põrkumist vastu takistust ei loeta lennu lõpuks enne, kui mudel jääb takistuse külge rip-puma või hakkab korratult maha langema.

Ajavõtjad võivad lennukestuse fikseerimisel kasutada mudeli jälitamiseks ükskõik millist transpordiliiki ja vaatluseks ükskõik milliseid optilisi vahendeid.

Kestusrekordid fikseeritakse stopperitega, mis näitavad aega täpsusega mitte alla $\frac{1}{5}$ sekundi.

Stopperid peavad olema kontrollitud V. P. Tškalovi nimelises Keskaeroklubis (või kohalikus laboratooriumis), milline väljastab kontrollitud stopperitele atestaadid. Kontrollitud stopperil on lubatud viga ± 6 sekundit iga 30 minuti kohta.

Lennukestust võib fikseerida ka mudellennukile asetatud barograafi abil. Kõrguse kadu stardi- ja maandumispunkti vahel ei tohi sel juhul ületada 9 meetrit iga lennatud minuti kohta.

Kehtiv kestuslennurekord loetakse ületatuks, kui saavutus ületab endise rekordi:

a) välismudellennukeil

kuni 1-tunnilise lennukestuse juures vähemalt 1 minuti võrra

1—12-tunnilise lennukestuse juures vähemalt 5 minuti võrra

12—24-tunnilise lennukestuse juures vähemalt 15 minuti võrra,

b) sisemudellennukeil vähemalt 30 sekundiga.

6. Lennukaugus

Lennukauguseks loetakse otsejoones mõõdetud kaugust stardi- ja maandumispunkti vahel.

Mootoriga mudellennukite stardipunktiks loetakse mudellenduri asukohta mudeli vabastamisel.

Purimudellennukite stardipunktiks loetakse mudellenduri (mitte aga tema abilise) asukohta enne jooksmise algust nööri või mudellennuki käest viskamist.

Kaugust mõõdetakse:

- a) kuni 1,5 km kauguseni — mõõdulindiga,
- b) 1,5—10 km — kaardi abil, mille mõõt ei ole väiksem kui 1 : 50 000;
- c) üle 10 km-si kaugusi — vastavate valemite abil. Sel juhul on tarvis ära määrata stardi- ja maandumispunkti täpsed geograafilised koordinaadid.

Kõrguse kadu stardi- ja maandumispunkti vahel ei tohi ületada 2⁰/₀ läbitud kaugusest.

Kaugusrekord loetakse ületatuks, kui tagajärg ületab endise rekordi:

- a) alla 10 km piires vähemalt 1 km-ga
- b) 10—50 km piires vähemalt 5 km-ga
- c) üle 50 km piires vähemalt 10 km-ga

7. Lennukõrgus

Lennukõrgust võib mõõta:

Mudellennu-barograafiga, mis asetatakse vahetult mudellennuki pardale. Lubatakse kasutada üht barograafi.

Normaalsuuruses barograafidega, mis asetatakse jälituslennukile. Sel juhul peab olema kaks barograafi ning lennuki pardal peab olema üks kohtunik, kes jälgib ja hiljem aktiga tõestab, et lennuk ei olnud kogu jälitamise ajal kordagi mudellennukist kõrgemal.

Teodoliitide või kaugusmõõtjate abil, mis asuvad maapinnal.

Kõrgusrekord loetakse ületatuks, kui tagajärg ületab endise rekordi:

- a) 0—6000 m piires vähemalt 300 meetriga ja
- b) üle 6000 m — vähemalt 500 m-ga.

8. Otselennukiirus

Otselennukiirust mõõdetakse kummimootoriga mudellennukitel 50 m baasil ja kolbmootoriga mudellennukitel 100 m baasil, kusjuures baasid tulevad läbi lennata kahes suunas — alla- ja vastutuult. Vaheaeg kahe erisuunalise lennu vahel ei tohi ületada 30 min.

Lennuaega mõõdetakse mudellennuki baasile minekust kuni väljatulekuni ning otselennukiiruseks loetakse baasil sooritatud kahe erisuunalise lennu keskmine kiirus.

Kiirusrekord loetakse ületatuks, kui tulemus ületab endise saavutuse vähemalt 5 km tunnis.

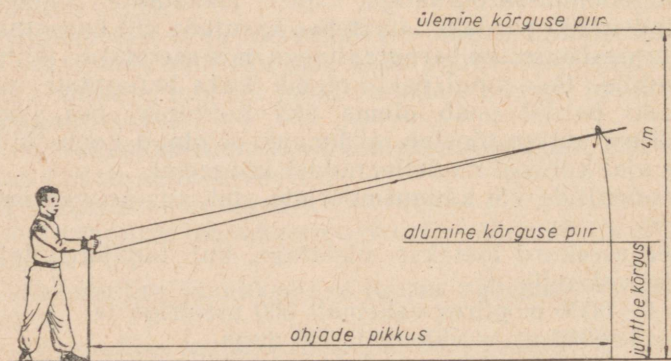
9. Ringkiirus

Ringkiirust mõõdetakse keskmise kiirusena 1000 m distantsil. Mudellennuk peab katkestamatult lendama:

- I kategooria mudelid (mootori töömaht kuni $2,5 \text{ cm}^3$) — 14 ringi, raadiusega 11,37 m,
- II kategooria mudelid (mootori töömaht $2,5\text{—}5,0 \text{ cm}^3$) — 10 ringi, raadiusega 15,92 m ja
- III kategooria mudelid (mootori töömaht $5,0\text{—}10,0 \text{ cm}^3$) ja reaktiivmootoriga mudelid — 8 ringi, raadiusega 19,9 m.

Ohje ei tohi lühendada. Ohjade pikkust, s. o. ringi raadiust, mõõdetakse juhispulgast või juhttoe teljest kuni mudeli pikiteljeni (propelleri teljeni).

Rekordlennu ajal ei tohi mudel laskuda madalamale juhttoe ülemisest otsast ega tõusta maapinnast kõrgemale kui 4 m (joonis 272).



Joonis 272. Ringmudellennuki juhtimine harktoelt.

Rekordlendudel lubatakse kasutada mudeli kinnitamiseks kas juhispulka, mida mudellendur hoiab vahetult käes, või juhttuge (statiivi), mis asub liikumatult maapinnal.

Sel juhul, kui mudellennukit juhitakse käest, peab mudellenduri juhtkäsi (rusikas) asuma erilisel harktoel, mille ülemine hargikujuline osa keerleb vabalt, kuna tugi ise püsib liikumatult.

VI. MUDELLENNUREKORDITE VORMISTAMISEKS VAJALIKUD DOKUMENDID

1. Üleliidulise mudellennurekordi vormistamiseks esitatakse ASK-le:

- a) rekordi registreerimise akt (2 eksemplaris);
- b) mudellennuki tehnilised andmed (1 eksemplaris);
- c) mudellennuki joonised kolmes vaates, mõõdus vähemalt 1 : 5 (1 eksemplaris);
- d) mudellennuki fotod suurusega 9×12 cm (2 tk.);
- e) notariaalselt tõestatud sünnitunnistuse ärakiri (1 eksemplaris); esitavad ainult alla 17 aasta vanused mudellendurid.

2. Üleliidulise rekordi vormistamiseks, kui saavutus ületab ühtlasi ka maailmarekordi, esitatakse ASK-le kahes eksemplaris:

- a) rekordi registreerimise akt;
- b) mudellennuki tehnilised andmed;
- c) mudellennuki joonised (joonestatud tušiga kalkale) mõõdus vähemalt 1 : 5;
- d) mudellennuki fotod suurusega 13×18 cm.

Peale selle esitatakse ASK-le, sõltuvalt rekordi liigist ja mudellennuki tüübist, järgmised dokumendid:

- a) Kaugusrekordi vormistamiseks:
 - 1) stardi akt (kõikidel mudellennukitel);
 - 2) stardinööri pikkuse mõõtmise akt (purimudellennukitel);
 - 3) ujumisproovi akt (vesimudellennukitel);
 - 4) mudellennuki maandumise akt, kui mudellennuki maandumine oli näha stardist;
 - 5) mudellennuki stardist kaugele maandumise akt, kui mudellennukit jälitati kohtuniku poolt lennuki või mõne teise liiklusvahendiga;
 - 6) mudellennuki maandumise ja stardist kaugel leidmise akt, kui mudellennuki leiavad kõrvalised isikud;
 - 7) mudellennuki tõestamise akt — igal juhul, kui mudellennuk maandus stardist kaugele.

b) Kestusrekordi vormistamiseks:

Lisaks punktis „a“ loetletud aktidele esitatakse:

- 1) mudellennuki kaotamise akt, kui mudellennuk kaotati stardist või lennukilt jälitamisel silmist;
- 2) ajamõõtmise akt — koostatakse alati, kõikide mudellennukite kohta.

c) Kõrgusrekordi vormistamiseks:

Lisaks punktis „a“ loetletud aktidele esitatakse alati:

- 1) barograafide pitseerimise ja kohaleasetamise akt;
- 2) pitseeritud barograafide mahavõtmise akt;
- 3) barograafide pitserite avamise akt.

d) Otsekiirusrekordi vormistamiseks:

Lisaks punktis „a“ loetletud aktidele 1 ja 3 esitatakse alati:

- 1) ajamõõtmise akt (mõlema lennu kohta eraldi);
- 2) kiiruse arvestamise akt;
- 3) tõend distantsi mõõtmise kohta.

e) Ringkiirusrekordi vormistamiseks:

Lisaks punktis „a“ loetletud aktidele 1 ja 3 esitatakse alati:

- 1) ajamõõtmise akt;
- 2) kiiruse arvestamise akt;
- 3) ringi raadiuse mõõtmise akt;
- 4) tõend mootori silindrimahu kohta.

VII. RAHVUSVAHELISED ÜHTLUSNORMID

Mudellennukite lennuomaduste paremaks võrdlemiseks on kehtestatud rahvusvahelistest mudellennuvõistlustest osavõtvatele mudellennukitele järgmised normid (ei ole kohustuslikud rekordikatsete puhul).

1. Purimudellennukid*. Kandev pindala 32—34 dm²; lennukaal mitte alla 410 g. Stardinööri pikkus 50 meetrit.

2. Kummimootoriga mudellennukid*. Kandev pindala 17—19 dm²; lennukaal mitte alla 230 g, kusjuures kummi kaal ei tohi ületada 80 g.

3. Taimermudellennukid. Mootori töömaht 2,5 cm³; lennukaal 300-kordne mootori töömaht, s. o. 750 g.

4. Ringkiirusmudellennukid. Mootori töömaht mitte üle 5 cm³.

5. Raadio teel juhitud mudellennukid. Raadiojaama lainelad 28—29 ja 38—40 mghz.

Alates 1955. aastast ei ole kõikides ülaltoodud mudellennukite klassides kere ristlõike suhtes mingeid kitsendusi.

* Selles klassis peab mudel olema varustatud lennuaja piirajaga (lennukestus üle 3 minuti ei tule arvestamisele).

REKORDITE TABELID

MAAILMAREKORDID

(seisuga 1. jaanuar 1954)

1. Rekordite jagunemine riikide vahel

a) Absoluutsed maailmarekordid

Kõik neli absoluutset maailmarekordit kuuluvad NSV Liidu mudellenduritele.

b) Maailmarekordid

Riik	Rekordite arv	% registreeritavate rekordite üldarvust	Koht
NSV Liit	9	30,0 %	I
Ungari	7	23,33%	II
Ameerika Ühendriigid	4	13,33%	III
Uus-Meremaa	1	3,33%	IV
Kokku	21	70%	

Märkus: 9 alal on maailmarekordid veel püstitamata või kinnitamata.

2. Absoluutsed maailmarekordid

Lennukestus — 6 tundi, 1 minut — Igor Kulakovski (NSV Liit, 6. augustil 1952. a.)

Lennukaugus otsejoones — 378, 756 km — Jevgeni Boris-sevitš (NSV Liit, 14. augustil 1952. a.)

Lennukõrgus — 4152 m — Georgi Ljubuškin (NSV Liit, 13. augustil 1947. a.)

Lennukiirus — 264,70 km/tunnis — Mihhail Vassiltšenko (NSV Liit, 9. jaanuaril 1953. a.)

Märkus: Otselennu ja ringkiiruse absoluutseid maailmarekordeid eraldi ei registreerita.

3. Maailmarekordid mudeli klasside järgi

Mudeli klass	Rekordi liik	Tulemus	
1	2	3	
Kummimootoriga mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	1 tund 27 min. 17. sek. M. Kirali (Ungari, 20. 08. 51)	
	Lennukaugus	50,260 km G. Benedek (Ungari, 20. 08. 47)	
	Lennukõrgus	1442 m R. Poitš (Ungari, 31. 08. 48)	
	Otselennukiirus	107,080 km/t. V. Davõdov (NSV Liit, 4. 07. 40)	
Kolbmootoriga mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	6 tundi 01 min. I. Kulakovski (NSV Liit, 6. 08. 52)	
	Lennukaugus	378,756 km E. Borissevitš (NSV Liit, 13. 08. 47)	
	Lennukõrgus	4152 m G. Ljubuškin (NSV Liit, 13. 08. 47)	
	Otselennukiirus	129,768 km/t. E. Steel (Ameerika Ühendriigid, 20. 07. 49)	
Kolbmootoriga ringkiirusmudellennukid (start maast või veest)	Ringkiirus	I kategooria	180,000 km/t. G. Müller (Ameerika Ühendriigid, 28. 08. 52)
		II kategooria	217,200 km/t. G. Müller (Ameerika Ühendriigid, 23. 08. 52)
		III kategooria	248,800 km/t. P. Sugden (Ameerika Ühendriigid, 24. 08. 52)

1	2	3
Reaktiivmootoriga ringkiirusmudel-lennukid (start maast või veest)	Ringkiirus	264,700 km/t. M. Vassiltšenko (NSV Liit, 9. 01. 53)
Raadio teel juhitavad kolbmootoriga mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	1 tund 31 min. 14 sek. P. Velitškovski (NSV Liit, 30. 08. 53)
	Lennukaugus	0
	Lennukõrgus	845 m P. Velitškovski (NSV Liit, 3. 08. 52)
	Otselennukiirus	39,229 km/t. P. Velitškovski (NSV Liit, 2. 08. 52)
Kummimootoriga helikopter-mudel-lennukid (start maast või veest)	Lennukestus	7 min. 43 sek. G. Evervari (Ungari, 13. 06. 50)
	Lennukaugus	0,238 km N. Rözer (Ungari, 9. 04. 50)
	Lennukõrgus	0
	Otselennukiirus	0
Kolbmootoriga helikopter-mudel-lennukid (start maast või veest)	Lennukestus	0
	Lennukaugus	0
	Lennukõrgus	0
	Otselennukiirus	0
Purimudellennukid (start käest või nõoriga joostes)	Lennukestus	3 tundi 18 min. S. Ainadinov (NSV Liit, 6. 07. 50)
	Lennukaugus	139,800 m F. Šomolanija (Ungari, 23. 07. 51)
	Lennukõrgus	2364 m G. Benedek (Ungari, 23. 05. 48)

1	2	3
Raadio teel juhitavad purimudel-lennukid (start käest või nõoriga joostes)	Lennukestus	1 tund 00 min. 07 sek. F. Betweight (Uus-Meremaa, 5. 01. 53)
	Lennukaugus	0
	Lennukõrgus	0

Märkus: „0“ tähistatud alal pole veel rekordeid püstitatud või kinnitatud.

ÜLELIIDULISED MUDELLENNUREKORDID

(seisuga 1. august 1954)

1. Rekordite jagunemine liiduvabariikide, autonoomsete vabariikide, oblastite, kraide ja suurlinnade vahel

a) Absoluutsed üleliidulised rekordid

Liiduvabariik, autonoomne vabariik, oblast, krai, linn	Rekordite arv	Koht
Moskva	2	I
Valgevene NSV	1	II—IV
Ukraina NSV	1	II—IV
Moskva oblast	1	II—IV
Kokku	5	

b) Üleliidulised rekordid

Liiduvabariik, autonoomne vabariik, oblast, krai, linn	Rekordite arv	Koht
1	2	3
Moskva linn	23,5	I
Ukraina NSV	21,5	II
Aserbaidžani NSV	9	III
Moskva oblast	7	IV
Kasahhi NSV	5	V
Amuuri oblast	4	VI—VII
Eesti NSV	4	VI—VII
Tuula oblast	3	VIII—X

1	2	3
Orjoli oblast	3	VIII—X
Leningradi linn	3	VIII—X
Kirgiisi NSV	2	XI—XV
Valgevene NSV	2	XI—XV
Baškiiria ANSV	2	XI—XV
Omski oblast	2	XI—XV
Leedu NSV	2	XI—XV
Krasnodari krai	1	XVI—XXI
Armeenia NSV	1	XVI—XXI
Ivanovo oblast	1	XVI—XXI
Kuibõševi oblast	1	XVI—XXI
Novosibirski oblast	1	XVI—XXI
Karjala-Soome NSV	1	XVI—XXI
Kokku	99 rekordit	

2. Absoluutsed üleliidulised mudellennurekordid

Lennukestus: 6 tundi 01 min. — I. Kulakovski (Odessa, 6. 08. 52)

Lennukaugus: 378,756 km — E. Borissevitš (Pinsk, 14. 08. 52)

Lennukõrgus: 4152 m — G. Ljubuškin (Moskva, 13. 08. 47)

Otselennukiirus: 117,000 km/t. — B. Martõnov (Moskva obl., 14. 07. 53)

Ringlennukiirus: 264,776 km/t. — M. Vassiltšenko (Moskva, 9. 01. 53)

3. Üleliidulised mudellennurekordid

Mudeli klass	Rekordi liik	Normaalmodellennukid		Tiibmodellennukid	
		17-aastased ja vanemad mudellendurid	Kuni 17-aastased mudellendurid	17-aastased ja vanemad mudellendurid	Kuni 17-aastased mudellendurid
1	2	3	4	5	6
I „A“ klass Kummimootoriga maamodel- lennukid (start maast)	Lennukestus	1 t. 16 min. V. Nassonov (Moskva, 10. 08. 49)	46 min. 14 sek. V. Roizman (Tuula, 31. 07. 52)	0 (2 min.)	0 (30 sek.)
	Lennukaugus	24,000 km V. Nassonov (Moskva, 10. 08. 49)	10,200 km J. Zavitov (Moskva, 15. 08. 48)	0 (0,500 km)	0 (0,125 km)
	Lennukõrgus	1650 m V. Nassonov (Moskva, 10. 08. 52)	0 (300 m)	0 (250 m)	0 (100 m)
	Otselennukiirus	107,080 km/t. V. Davõdov (Baškiiria ANSV, 11. 07. 40)	52,498 km/t. V. Glušenko (Alma- Ata, 13. 07. 50)	90,000 km/t. V. Kumanin (Moskva, 8. 06. 52)	0 (15 km/t.)
I „B“ klass Kolbmootoriga maamodel- lennukid	Lennukestus	6 t. 01 min. V. Kulakovski (Odessa, 6. 08. 50)	1 t. 54 min. 05 sek. V. Hlebnikov (Ivanovo, 12. 08. 50)	3 t. 31 min. L. Lipinski (Harkov, 14. 08. 51)	1 t. 35 min. B. Parparov (Tuula, 12. 08. 50)

1	2	3	4	5	6	
nukid (start maast)	Lennukaugus	378,756 km E. Borissevitš (Pinsk, 14. 08. 52)	38,000 km V. Semjonov (Krasnodar, 14. 08. 47)	109,284 km L. Lipinski (Harkov, 14. 08. 51)	30,000 km V. Ljalín (Amuuri obl., 31. 07. 53)	
	Lennukõrgus	4152 m G. Ljubuškin (Moskva, 13. 08. 47)	3624 m E. Šekaturin (Kuibõšev, 13. 08. 47)	2813 m L. Lipinski (Harkov, 14. 08. 51)	1787 m B. Parparov (Tuula, 12. 08. 50)	
	Otselennukiirus	117,000 km/t. B. Martõnov (Moskva obl. 14. 07. 53)	0 (30,00 km/t.)	58,064 km/t. E. Kutšerov (Harkov, 14. 06. 53)	0 (20,000 km/t.)	
I „C“ klass Kolbmootoriga ringkiirus-maa- mudellennukid (start maast)	Ring- kiirus	I kat.	128,181 km/t. G. Gajevski (Moskva, 9. 06. 53)	71,215 km/t. E. Golberk (Leningrad, 20. 12. 53)	112,910 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 28. 11. 52)	63,180 km/t. V. Kidenko (Amuuri obl., 10. 09. 53)
		II kat.	173,091 km/t. O. Gajevski (Moskva, 11. 06. 53)	87,840 km/t. K. Semjonov (Moskva obl. 29. 07. 53)	99,288 km/t. V. Simonov Leningrad, 12. 08. 50)	77,202 km/t. V. Kidenko (Amuuri obl., 10. 09. 53)
		III kat.	181,818 km/t. O. Gajevski (Moskva, 5. 08. 52)	95,303 km/t. B. Zotov (Moskva, 14. 08. 52)	163,447 km/t. O. Gajevski (Moskva, 23. 05. 50)	0 (50,000 km/t.)

1	2	3	4	5	6
I „D“ klass Reaktiivmootoriga ringkiirusmaamudellennukid (start maast)	Ringkiirus	200,055 km/t. I. Ivannikov (Frunze, 7. 06. 53)	ei fikseerita	264,776 km/t. M. Vassiltšenko, (Moskva, 9. 01. 53)	ei fikseerita
I „E“ klass Raadio teel juhitud kolbmootoriga maa-mudellennukid	Lennukestus	1 t. 31 min. 14 sek. P. Velitškovski (Alma-Ata, 30. 08. 53)	ei fikseerita	0 (30 min.)	ei fikseerita
	Lennukaugus	0 (2,000 km)	ei fikseerita	0 (2,000 km)	ei fikseerita
	Lennukõrgus	845 m P. Velitškovski (Alma-Ata, 3. 08. 52)	ei fikseerita	0 (250 m)	ei fikseerita
	Otselennukiirus	39,229 km/t. V. Velitškovski (Alma-Ata, 2. 08. 52)	ei fikseerita	0 (15 km/t.)	ei fikseerita
II „A“ klass Kummi-mootoriga	Lennukestus	1 t. 13 min. 26 sek. I. Tšebanova-Jegorovskaja (Moskva, 21. 08. 51)	1 t. 13 min. 26 sek. I. Tšebanova-Jegorovskaja (Moskva, 21. 08. 51)	0 (1 min.)	0 (20 sek.)

1	2	3	4	5	6
vesimudel- lennukid (start veest)	Lennukaugus	22,450 km J. Zahharov (Novosibirsk, 9. 08. 49)	14,400 km A. Vassiljev (Moskva, 19. 08. 49)	0 (0,250 km)	0 (0,075 km)
	Lennukõrgus	1 497 m A. Alehhintsev (Dnepropetrovsk, 18. 08. 48)	1 200 m A. Vassiljev (Moskva, 19. 08. 49)	0 (200 m)	0 (100 m)
	Otselennukiirus	76,896 km/t. B. Abramov (Leningrad, 6. 08. 40)	0 (25 km/t.)	69,280 km/t. B. Kumanin (Moskva, 8. 08. 52)	0 (10 km/t.)
II „B“ klass Kolbmootoriga vesimudel- lennukid (start veest)	Lennukestus	4 t. 18 min. 20 sek. N. Baturlov (Moskva, 8. 08. 52)	1 t. 24 min. 30 sek. E. Tšupikov (Orjol, 9. 08. 51)	41. min. 17 sek. M. Kupfer (Moskva obl., 9. 07. 53)	0 (10 min.)
	Lennukaugus	130,597 km E. Kutšerov (Petrozavodsk, 14. 08. 51)	75,000 km E. Tšupikov (Orjol, 9. 08. 51)	62,241 km M. Kupfer (Moskva obl., 9. 07. 53)	0 (1,000 km)
	Lennukõrgus	4 110 m I. Kavsadze (Bakuu, 8. 08. 40)	2 900 m E. Tšupikov (Orjol, 9. 08. 51)	1 997 m M. Kupfer (Moskva obl., 9. 07. 53)	0 (500 m)

1	2	3	4	5	6	
	Otselennukiirus	50,050 km/t. R. Habarov (Moskva obl., 18. 08. 48)	0 (20,000 km/t.)	40,838 km/t. E. Kutšerov (Harkov, 28. 10. 53)	0 (15,000 km/t.)	
II „C“ klass Kolbmootoriga ringkiirus- vesimudel- lennukid (start veest)	Ring- kiirus	I kat.	102,326 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 28. 05. 53)	0 (30,000 km/t.)	112,208 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 28. 05. 53)	0 (20,000 km/t.)
		II kat.	98,362 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 28. 10. 51)	85,300 km/t. A. Pobiipetš (Harkov, 1. 07. 53)	97,875 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 27. 11. 51)	0 (30,000 km/t.)
		III kat.	93,330 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 7. 08. 52)	0 (50,000 km/t.)	138,517 km/t. V. Vassiltšenko (Dnepropetrovsk, 6. 01. 53)	0 (40,000 km/t.)
II „D“ klass Reaktiivmooto- riga ringkiirus- vesimudel- lennukid (start veest)	Ringkiirus	0 (100,000 km/t.)	ei fikseerita	0 (75,000 km/t.)	ei fikseerita	
II „E“ klass Raadio teel juhitudavad	Lennukestus	13 min. 40 sek. L. Teplov (Harkov, 18. 12. 53)	ei fikseerita	0 (5 min.)	ei fikseerita	

1	2	3	4	5	6
kolbmootoriga vesimudel- lennukid (start veest)	Lennukaugus	0 (2,000 km)	ei fikseerita	0 (2,000 km)	ei fikseerita
	Lennukõrgus	0 (250 m)	ei fikseerita	0 (125 m)	ei fikseerita
	Otselennukiirus	30,960 km/t. L. Teplov (Harkov, 24. 10. 53)	ei fikseerita	0 (10,000 km/t.)	ei fikseerita
III „A“ klass Kummi- mootoriga helikopter- modellennukid (start maast või veest)	Lennukestvus	2 min. 07,2 sek. P. Motekaitis (Vilnius, 14. 08. 49)	0 (30 sek.)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	0,890 km P. Motekaitis (Vilnius, 14. 08. 49)	0 (0,125 km)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukõrgus	0 (100 m)	0 (50 m)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Otselennukiirus	0 (15,000 km/t.)	0 (15,000 km/t.)	ei fikseerita	ei fikseerita

1	2	3	4	5	6
III „B“ klass Kolb- mootoriga helikopter- mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	0 (2 min.)	0 (1 min.)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	0 (0,500 km)	0 (0,125 km)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukõrgus	0 (300 m)	0 (100 m)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Otselennukiirus	0 (20,000 km/t.)	0 (10,000 km/t.)	ei fikseerita	ei fikseerita
IV klass Purimudel- lennukid (start käest või nõõriga joos- tes)	Lennukestus	3 t. 18 min. S. Ainadinov (Bakuu, 6. 07. 50)	3 t. 18 min. S. Ainadinov (Bakuu, 6. 07. 50)	1 t. 16 min. 32 sek. B. Murašenko (Harkov, 6. 06. 51)	1 t. 16 min. 32 sek. B. Murašenko (Harkov, 6. 06. 51)
	Lennukaugus	64,284 km M. Šibirkin (Baškiiria ANSV, 8. 07. 39)	54,000 km A. Pionov (Valgevene NSV, 12. 08. 50)	33,360 km B. Murašenko (Harkov, 6. 06. 51)	33,360 km B. Murašenko (Harkov, 6. 06. 51)
	Lennukõrgus	2 340 m P. Gorõnin (Alma-Ata, 14. 07. 49)	1 331 m A. Stepanjan (Erevan, 15. 08. 48)	547 m M. Kutser (Tallinn, 17. 08. 50)	0 (250 m)
IV „E“ klass Raadio teel juhitavad puri- mudellennukid	Lennukestus	0 (5 min.)	ei fikseerita	0 (3 min.)	ei fikseerita

1	2	3	4	5	6
	Lennukaugus	0 (2,000 km)	ei fikseerita	0 (2,000 km)	ei fikseerita
	Lennukõrgus	0 (250 m)	ei fikseerita	0 (125 m)	ei fikseerita
V „A“ klass Kummi- mootoriga ornitopter- mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	0 (1 min.)	0 (20 sek.)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	0 (0,100 km)	0 (0,025 km)	ei fikseerita	ei fikseerita
V „B“ klass Kolbmootoriga ornitopter- mudellennukid (start maast või veest)	Lennukestus	0 (2 min.)	0 (1 min.)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	0 (0,200 km)	0 (0,050 km)	ei fikseerita	ei fikseerita
VI „B“ klass Kolbmootoriga NSV Liidu	Lennukestus	4 t. 20 min. A. Milehhin (Moskva obl., 29. 06. 51)	1 t. 56 min. L. Brenjuk (Omsk, 10. 07 53)	ei fikseerita	ei fikseerita

1	2	3	4	5	6
lennukite mudelid (start maast või veest)	Lennukaugus	88,000 km J. Sokolov (Moskva, 18. 08. 50)	50,000 km L. Brenjuk (Omsk, 10. 07 53)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukõrgus	3 000 m L. Leženko (Dželal-Abad, 8. 07. 52)	0 (500 m)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Otselennukiirus	37,826 km/t. J. Sokolov (Moskva, 13. 08. 49)	0 (15,000 km/t.)	ei fikseerita	ei fikseerita
VI „C“ klass Kolbmootoriga NSV Liidu lennukite ring- kiirusmudelid (start maast või veest)	Ringkiirus	99,173 km/t. M. ja V. Vas- siltšenkod (Dnepropetrovsk ja Moskva, 17. 08. 51)	57,600 km/t. A. Kossitsõn (Amuuri obl. 21. 09. 53)	ei fikseerita	ei fikseerita
VI „E“ klass Raadio teel juhitavad kolb- mootoriga NSV Liidu lennukite mudelid	Lennukestus	0 (10 min.)	ei fikseerita	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	0 (2,00 km)	ei fikseerita	ei fikseerita	ei fikseerita

1	2	3	4	5	6
(start maast või veest)	Lennukõrgus	0 (250 m)	ei fikseerita	ei fikseerita	ei fikseerita
	Otselennukiirus	0 (15,000 km/t.)	ei fikseerita	ei fikseerita	ei fikseerita
VII „A“ klass Kummi- mootoriga maasise- mudellennukid (start maast)	Lennukestus	6 min. 57 sek. V. Kuzovenkov (Bakuu, 31. 12. 50)	6 min. 57 sek. V. Kuzovenkov (Bakuu, 31. 12. 50)	6 min. 50 sek. S. Ainadinov (Bakuu, 6. 01. 51)	2 min. 00 sek. T. Mardna (Tallinn, 5. 12. 49)
VIII „A“ klass Kummi- mootoriga vesi- sisemudel- lennukid (start veest)	Lennukestus	6 min. 36 sek. M. Toptõgin (Moskva, 6. 01. 52)	6 min. 36 sek. M. Toptõgin (Moskva, 6. 01. 52)	5 min. 42 sek. A. Bogatšov (Moskva, 6. 01. 52)	4 min. 50 sek. G. Mikrtumov (Bakuu, 31. 12. 50)
IX „A“ klass Kummi- mootoriga helikopter- sisemudel- lennukid (start maast või veest)	Lennukestus	2 min. 30 sek. I. Saumov (Bakuu, 31. 12. 50)	1 min. 15,6 sek. M. Mirkin (Bakuu, 6. 01. 49)	ei fikseerita	ei fikseerita

1	2	3	4	5	6
X „A“ klass Kummi- mootoriga ornitopter- sisemudel- lennukid (start maast või veest)	Lennukestus	2 min. 20 sek. B. Tšernomor, (Tallinn, 5. 12. 49)	2 min. 20 sek. B. Tšernomor, (Tallinn, 5. 12. 49)	ei fikseerita	ei fikseerita

Märkus: „0“-ga tähistatud alal pole veel rekordeid püstitatud.
Sulgudes on antud norm rekordi püstitamiseks.

EESTI NSV MUDELLENNUREKORDID

(seisuga 15. august 1954)

1. Rekordite jagunemine linnade ja rajoonide vahel

a) Absoluutsed vabariiklikud rekordid

Linn, rajoon	Rekordite arv
Tallinn	4
Tartu	1
Kokku	5

b) Vabariiklikud rekordid

Linn, rajoon	Rekordite arv	Koht
Tallinn	63	I
Pärnu	5	II
Tartu	3	III—V
Viljandi	3	III—V
Klooga	3	III—V
Kokku	77	

2. Absoluutsed vabariiklikud mudellennurekordid

Lennukestus: 1 tund 21 min. H. Meelak (Tallinn, 1950. a.)

Lennukaugus: 39,1 km E. Salo (Tallinn, 1949. a.)

Lennukõrgus: 2000 m A. Abel (Tallinn, 1949. a.)

Otselennukiirus: 50,1 km/t. R. Kasemägi (Tartu, 1953. a.)

Ringkiirus: 85,7 km/t. M. Kork (Tallinn, 1953. a.)

3. Vabariiklikud mudellennurekordid

Mudeli klass	Rekordi liik	Normaal mudellennukid		Tiibmudellennukid	
		17-aastased ja vanemad mudellendurid	Kuni 17-aastased mudellendurid	17-aastased ja vanemad mudellendurid	Kuni 17-aastased mudellendurid
1	2	3	4	5	6
I „A“ klass Kummi- mootoriga maamudel- lennukid (start maast)	Lennukestus	16 min. 33,8 sek. J. Pruuden (Viljandi, 1952)	4 min. 47 sek. V. Borodin (Pärnu, 1952)	1 min. 00 sek. M. Kutser (Tallinn, 1949)	1 min. 00 sek. M. Kutser (Tallinn, 1949)
	Lennukaugus	6,3 km J. Pruuden (Viljandi, 1952)	2,1 km V. Borodin (Pärnu, 1952)	0,150 km M. Kutser (Tallinn, 1949)	0,150 km M. Kutser (Tallinn, 1949)
	Lennukõrgus	200 m J. Pruuden, (Viljandi, 1952)	140 m H. Reinsalu (Tallinn, 1949)	30 m M. Kutser (Tallinn, 1949)	30 m M. Kutser (Tallinn, 1949)
	Otselennukiirus	0	0	0	0
I „B“ klass Kolbmootoriga maamudel- lennukid (start maast)	Lennukestus	1 t. 02 min. 06 sek. H. Vaine (Tallinn, 1952)	17 min. 38 sek. E. Salo (Tallinn, 1949)	24 min. 12 sek. G. Lass (Tallinn, 1951)	24 min. 12 sek. G. Lass (Tallinn, 1951)

1	2	3	4	5	6	
	Lennukaugus	32,4 km H. Vaine (Tallinn, 1952)	7 km E. Salo (Tallinn, 1949)	5,3 km G. Lass (Tallinn, 1951)	5,3 km G. Lass (Tallinn, 1951)	
	Lennukõrgus	2000 m A. Abel (Tallinn, 1949)	550 m E. Salo (Tallinn, 1948)	309 m G. Lass (Tallinn, 1951)	309 m G. Lass (Tallinn, 1951)	
	Otselennukiirus	50,1 km/t. R. Kasemägi (Tartu, 1953)	0	0	0	
I „C“ klass Kolbmootoriga ringkiirus- maamudel- lennukid (start maast)	Ring- kiirus	I kat.	85,700 km/t. M. Kork (Tallinn, 1953)	54,500 km/t. R. Helk (Tallinn, 1953)	0	0
		II kat.	79,259 km/t. J. Raid (Tartu, 1954)	77,253 km/t. T. Kurul (Pärnu, 1954)	0	0
		III kat.	74,88 km/t. R. Kasemägi (Tartu, 1951)	64,2 km/t. M. Kork (Tallinn, 1950)	0	0

1	2	3	4	5	6
I „E“ klass Raadio teel juhitavad kolb- mootoriga maamudel- lennukid (start maast)	Lennukestus	2 min. 33 sek. V. Kotli (Tallinn, 1953)	ei fikseerita	0	ei fikseerita
	Lennukaugus	0	ei fikseerita	0	ei fikseerita
	Lennukõrgus	0	ei fikseerita	0	ei fikseerita
	Otselennukiirus	0	ei fikseerita	0	ei fikseerita
II „A“ klass Kummi- mootoriga vesimudel- lennukid (start veest)	Lennukestus	57 sek. H. Aarelaid (Tallinn, 1948)	29 sek. V. Divakov (Tallinn, 1951)	0	0
	Lennukaugus	0,2 km H. Aarelaid (Tallinn, 1948)	0,150 km V. Divakov (Tallinn, 1951)	0	0
	Lennukõrgus	0	0	0	0
	Otselennukiirus	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6
II „B“ klass Kolbmootoriga vesimudel- lennukid (start veest)	Lennukestus	5 min. 32,2 sek. G. Lass (Tallinn, 1952)	1 min. 42 sek. T. Mardna (Tallinn, 1950)	0	0
	Lennukaugus	1,2 km G. Lass (Tallinn, 1952)	0,200 km T. Mardna (Tallinn, 1950)	0	0
	Lennukõrgus	0	0	0	0
	Otselennukiirus	0	0	0	0
IV klass Purimudel- lennukid (start käest või nõoriga joostes)	Lennukestus	1 t. 21 min. H. Meelak (Tallinn, 1950)	1 t. 2 min. E. Salo (Tallinn, 1949)	38 min. 2 sek. E. Elm (Tallinn, 1951)	38 min. 2 sek. E. Elm (Tallinn, 1951)
	Lennukaugus	39,1 km E. Salo (Tallinn, 1949)	39,1 km E. Salo (Tallinn, 1949)	12,3 km E. Elm (Tallinn, 1951)	12,3 km E. Elm (Tallinn, 1951)
	Lennukõrgus	1895 m H. Meelak (Tallinn, 1950)	860 m E. Salo (Tallinn, 1949)	547 m M. Kutser (Tallinn, 1950)	547 m M. Kutser (Tallinn, 1950)

1	2	3	4	5	6
VI „B“ klass Kolbmootoriga NSV Liidu lennukite mudelid (start maast või veest)	Lennukestus	34 min. 00 sek I. Link (Tallinn, 1950)	2 min. 30 sek. R. Kugušev (Klooga, 1953)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukaugus	20,12 km I. Link (Tallinn, 1950)	1,08 km R. Kugušev (Klooga, 1953)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Lennukõrgus	606 m I. Link (Tallinn, 1950)	30 m R. Kugušev (Klooga, 1953)	ei fikseerita	ei fikseerita
	Otselennukiirus	0	0	ei fikseerita	ei fikseerita
VII „A“ klass Kummi- mootoriga maa-sisemudel- lennukid (start maast)	Lennukestus	4 min. 47 sek. B. Tšernomor (Tallinn, 1951)	3 min. 10 sek. H. Reinsalu (Tallinn, 1949)	2 min. 20 sek. R. Seller (Tallinn, 1952)	2 min. 09 sek. G. Filatov (Tallinn, 1952)
VIII „A“ klass Kummi- mootoriga vesi-sisemudel- lennukid (start veest)	Lennukestus	2 min. 20 sek. T. Mardna (Tallinn, 1949)	2 min. 20 sek. T. Mardna (Tallinn, 1949)	0	0

1	2	3	4	5	6
IX „A“ klass Kummimootoriga helikopterisemudellen- nukid (start maast või veest)	Lennukestus	1 min. 17 sek. V. Kotli (Tallinn, 1949)	35 sek. E. Salo (Tallinn, 1949)	ei fikseerita	ei fikseerita
X „A“ klass Kummimootoriga ornitopterisemudellen- nukid (start maast või veest)	Lennukestus	2 min. 20 sek. B. Tšernomor (Tallinn, 1949)	2 min. 20 sek. B. Tšernomor (Tallinn, 1949)	ei fikseerita	ei fikseerita
XI „A“ klass Kummimootoriga autožiirisemudellen- nukid (start maast või veest)	Lennukestus	1 min. 58,5 sek. T. Mardna (Tallinn, 1952)	41 sek. E. Andreištšuk (Tallinn, 1952)	ei fikseerita	ei fikseerita
XII „A“ klass Skemaatilised kummimootoriga maamudel- lennukid (start maast)	Lennukestus	ei fikseerita	1 min. 08 sek. R. Kutšenkovič (Pärnu, 1950)	ei fikseerita	0

1	2	3	4	5	6
XIII „A“ klass Skemaatilised kummimootoriga vesimudellennukid (start veest)	Lennukestus	ei fikseerita	16,8 sek. V. Tumanov (Pärnu, 1950)	ei fikseerita	0
XIV klass Skemaatilised purimudellennukid (start käest või nööri joostes)	Lennukestus	ei fikseerita	7 min. 14 sek. L. Neljas (Tallinn, 1949)	ei fikseerita	0
	Lennukaugus	ei fikseerita	2 km L. Neljas (Tallinn, 1949)	ei fikseerita	0
XV „A“ klass Skemaatilised kummimootoriga maasismudellennukid (start maast)	Lennukestus	ei fikseerita	4 min. 40 sek. A. Roosmä (Tallinn, 1952)	ei fikseerita	2 min. 00 sek. T. Mardna (Tallinn, 1949)
XVI „A“ klass Skemaatilised kummimootoriga vesisismudellennukid (start veest)	Lennukestus	ei fikseerita	1 min. 24 sek. M. Kutser (Tallinn, 1950)	ei fikseerita	0

Märkus: Vabariiklikke mudellennurekordeid registreeritakse kõikides mudellennukite klassides.

Tabelis puuduvates mudellennukite klassides, samuti „0“-ga märgitud aladel vabariiklikke rekordeid ei ole veel püstitatud.

MUDELENNUSPORDI JÄRGUNORMID

Alates 1953. aasta 1. jaanuarist tunnustati NSV Liidus mudellend võrdõiguslikuks teiste spordialadega ja kehtestati mudellennuspordis ühtne spordijärkude süsteem.

Mudellennu järgunormide täitmine ja järgusportlaste ettevalmistamine on olulisemaks teguriks mudellennuspordi muutmisel massispordiks.

Iga mudellendur ja mudellennuinstruktor on kohustatud taotlema järgunormide täitmist ning abistama ja innustama selleks nooremaid.

Juhendi kohaselt on kehtestatud mudellennuspordi alajärgmised spordijärgud:

Meistersportlane

Meistersportlase nimetus antakse I järgu mudellennusportlastele, kes saavutavad esikoha NSV Liidu mudellennu-esivõistlustel ja täidavad kolm meistrijärgu normi;

või

saavutavad NSV Liidu mudellennu-esivõistlustel teise koha ja täidavad neli meistrijärgu normi;

või

püstitavad ühel mudellennu alal absoluutse üleliidulise rekordi (kaugus, kestus, kõrgus, otselennukiirus ja ringkiirus);

või

püstitavad ühe üleliidulise rekordi ükskõik millises mudellennukite klassis ja täidavad kolm meistrijärgu normi;

või

täidavad viis meistrijärgu normi.

Esimene järk

Esimene spordijärk antakse mudellenduritele, kes saavutavad esimese koha NSV Liidu mudellennu-esivõistlustel;

või

võidavad üleliidulistel mudellennusportlaste võistlustel nimelise auhinna (kui selles klassis ei ole vähem kui viis võistlejat);

või

püstitavad kaks üleliidulist rekordit ükskõik millises mudellennukite klassis;

või

täidavad neli esimese järgu normi.

Teine järk

Teine spordijärk antakse mudellenduritele, kes saavutavad NSV Liidu mudellennu-esivõistlustel teise koha;

või

püstitavad ükskõik millises mudellennukite klassis üleliidulise rekordi;

või

täidavad kaks teise järgu normi.

Kolmas järk

Kolmas spordijärk antakse mudellenduritele, kes saavutavad NSV Liidu mudellennu-esivõistlustel kolmanda koha;

või

täidavad ühe kolmanda järgu normi.

Noortejärk

Noorte spordijärk antakse mudellenduritele vanusega kuni 16 a. (incl.), kes täidavad noortejärgu normi.

Lisanõuded

A. Kehalise kasvatuse alal on mudellennusportlastele kohustuslik OVTK ja VTK normide täitmine alljärgnevalt:

Meistersportlase nimetuse ja esimese ning teise spordijärgu saamiseks peab sooritama VTK II astme normid; kolmanda järgu saamiseks VTK I astme normid ja noortejärgu saamiseks OVTK normid.

Märkus: OVTK ja VTK normide täitmisest võib tervislikel põhjustel vabastada kehakultuuri-arst.

B. Nõutav mudellennualane tööstaaz:

meistersportlasel — 5 aastat;
esimese järgu sportlasel — 3 aastat;
teise järgu sportlasel — 1 aasta.

C. Ühiskondlikus korras ette valmistada järgusportlasi:

meistersportlasel — 20 inimest;
esimese järgu sportlasel — 10 inimest.

Järgu säilitamine

Meistersportlane on kohustatud kahe aasta jooksul püstitama üleliidulise mudellennurekordi või kordama kahte meistrijärgu normi.

Esimese järgu sportlane on kohustatud kahe aasta jooksul püstitama uue vabariikliku mudellennurekordi või kordama kahte esimese järgu normi.

Teise järgu sportlane on kohustatud kahe aasta jooksul kordama ühte teise järgu normi.

Kolmanda järgu sportlane on kohustatud kahe aasta jooksul kordama ühte kolmanda järgu normi.

Mudellennuspordi järgunormid
(valiku järgi)

Mudellennukite klassid ja lennu moodus	Meistersport-lane. Viis normi üleliidulistel võistlustel	Esimene järk. Neli normi linnavõistlustel, kus on I kat. kohtunikke	Ükskõik millistel võistlustel, mida juhivad mudellennuala kohtunikud		
			Teine järk. Kaks normi	Kolmas järk. Üks norm	Noortejärk. Üks norm.
1. Kummimootoriga keremudellennukiga — lennukestus	3 min.	2 min. 30 sek.	1 min. 30 sek.	1 min.	30 sek. ükskõik millise mudeliga ja millisel kellajal
2. Kere-purimudellennukiga — lennukestus	5 min.	4 min.	2 min.	1 min. 30 sek.	
3. Kolbmootoriga keremudellennukiga — otselenukiirus	80 km/t.	50 km/t.	35 km/t.	25 km/t.	
4. Kolbmootoriga keremudellennukiga — ringkiirus:					
I kategooria	100 km/t.	90 km/t.	70 km/t.	50 km/t.	
II " "	125 km/t.	110 km/t.	85 km/t.	68 km/t.	
III " "	150 km/t.	130 km/t.	100 km/t.	75 km/t.	
5. Reaktiivmootoriga keremudellennukiga — ringkiirus	150 km/t.	130 km/t.	100 km/t.	75 km/t.	
6. Raadio teel juhitava kolbmootoriga keremudellennukiga — lennukestus	1 tund	30 min.	15 min.	—	

Märkus: 1) Norme 1 ja 2 sooritatakse ilma tõusvate õhuvooldeta. 15. märtsist kuni 15. oktoobrini — päikese tõusust kuni kella 9.00 hommikul (kohaliku aja järgi); 16. oktoobrist kuni 14. märtsini ükskõik mis kellaajal.

2) Meistersportlase ja esimese järgu normid sooritatakse mitte pikema aja kui kolme aasta jooksul; teise järgu normid — ühe aasta jooksul.

Spordijärkude andmise kord

Meistersportlase nimetuse annab NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuv Üleliiduline Kehakultuuri- ja Spordikomitee ALMAVÜ Keskkomitee ettepanekul ja liiduvabariigi, krai, oblasti või Leningradi ja Moskva linna ALMAVÜ komitee taotlusel.

Esimese spordijärgu annab ALMAVÜ Keskkomitee, liiduvabariigi või Moskva ja Leningradi linna ALMAVÜ komitee oblasti, krai, ANSV või vabariikliku alluvusega linna ALMAVÜ komitee ettepanekul ja aeroklubi nõukogu või ALMAVÜ õppeorganisatsiooni taotlusel. Teise ja kolmanda spordijärgu annab krai, oblasti, ANSV või vabariikliku alluvusega linna ALMAVÜ komitee neile alluvate komiteede ettepanekul ja ALMAVÜ õppe- või algorganisatsiooni taotlusel.

Noorte spordijärgu annab linna või rajooni ALMAVÜ komitee ALMAVÜ algorganisatsiooni ettepanekul.

Meistersportlase nimetuse saamiseks esitatakse NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuvale Üleliidulisele Kehakultuuri- ja Spordikomiteele:

- a) taotlus organisatsioonilt kuhu sportlane kuulub;
- b) ALMAVÜ vastava komitee ettepanek;
- c) tõestatud ankeet ja kaks päevapilti 3×4 cm;
- d) peakohtuniku poolt allakirjutatud võistluste protokoll või ALMAVÜ vastava komitee poolt kinnitatud kohtunike kolleegiumi tõend järgunormide täitmise kohta;
- e) sportlase arvestuskaart (vorm 1) kahes eksemplaris;
- f) tõend (vorm 2);
- g) ühiskondlik-sportlik iseloomustus (vorm 3);
- h) kohaliku kehakultuuri- ja spordikomitee poolt väljantud tõend VTK II astme normide täitmise kohta.

Esimese, teise, kolmanda ja noortejärgu saamiseks esitatakse ALMAVÜ vastavale komiteele koos taotlusega sportlase arvestuskaart (vorm 1) kahes eksemplaris ja

sportlase poolt saavutatud tagajärgi tõestavad võistlusprotokollid või kohtunike kolleegiumi tõendid.

Klassifikatsioonipileti ja järgusportlase märgi väljaandmiseks esitab ALMAVU komitee vastavale kehakultuuri- ja spordikomiteele ära kirja ALMAVU komitee käskkirjast spordijärgu andmise kohta.

Järgusportlase arvestuskaardi üks eksemplar hoitakse vastava rajooni või linna kehakultuuri- ja spordikomitees, teine eksemplar selles ALMAVU lennuspordiorganisatsioonis, mille liikmeks on antud sportlane, ja kolmas eksemplar selles ALMAVU komitees, kes andis sportlasele vastava spordijärgu.

Klassifikatsioonipilet registreeritakse selles ALMAVU organisatsioonis, mille liikmeks on antud sportlane.

Registreerimata klassifikatsioonipilet ei ole kehtiv.

SISUKORD

Eessõna	3
I. Mudellennu ajaloost	5
II. Mudellennuki peamised osad ja mudellennukite liigitus	22
III. Õhkkond	27
IV. Aerodünaamika	37
1. Õhutakistus	37
2. Tõstejõud	41
3. Lennukiirus	49
4. Lauglemissuhe ja aerodünaamiline väärtus	49
V. Mudellennuki tasakaal ja püsivus	58
VI. Profiilide valik	69
VII. Mõisteid propelleriteooriast	75
VIII. Materjalid, nende valik ja säilitamine	84
IX. Tööriistad	93
X. Välismudellennukid	103
1. Normaalmudellennukite mõõtude valik	103
2. Eritüübiliste mudellennukite mõõtude valik	125
3. Mudellennukite arvutus graafikute abil	138
4. Mudellennuki osade kuju ja konstruktsioon	149
5. Kummimootor	181
6. Kolbmootorid	185
7. Reaktiivmootorid	194
8. Kütusepaagid	199
9. Töövõtteid	205
10. Mudellennukite kokkupanek, startimine ja reguleerimine	228
XI. Sisemudellennukid	241
1. Normaalsisemudellennukite mõõtude valik	241
2. Eritüübilised sisemudellennukid	245
3. Konstruktsioon	250
4. Töövõtteid	256
5. Reguleerimine ja lennutamine	263
XII. Lennukimudelid	267
1. Mittelendavad lennukimudelid	267
2. Lendavad lennukimudelid	275
Lisa 1. Võistlusmäärused	281
Lisa 2. Rekordite tabelid	297
Lisa 3. Mudellennusporti järgunormid	321
Lisad. Mudellennukite joonised ja ehituskirjeldused	
1. Skemaatiline purimudellennuk	
2. Skemaatiline kummimootoriga mudellennuk	
3. Purimudellennuk	
4. Kummimootoriga mudellennuk	
5. Taimermudellennuk	
6. Ringkiirusmudellennuk	

Абель, А. и Хельме, Э.

АВИАМОДЕЛИЗМ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство

Таллин, Пярну маантеэ 10

*

Toimetaja H. Abram

Kunstiline toimetaja M. Bachmann

Kaane kujundus A. Vender
ja O. Soans

Tehniline toimetaja A. Sepp

Korrektorid A. Nurmo ja O. Sepp

Ladumisele antud 10. II 1955. Trükkimisele
antud 7. IV 1955. Paber 54×84 sm, 1/16.
Trükiarv 5000. Trükipoognaid 20,5 + 8
lisa. Formaadile 60×92 kohaldatud trüki-
poognaid 24,7. Arvutuspoognaid 22,22.
Tellimise nr. 298, MB-07735. Trükikoda
«Punane Täht», Tallinn, Pikk tän. 54/58.

Hind rbl. 8.85

Rbl. 8.85

A
20495

3612530

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00361253 0