

MOZE

# LETALSKI

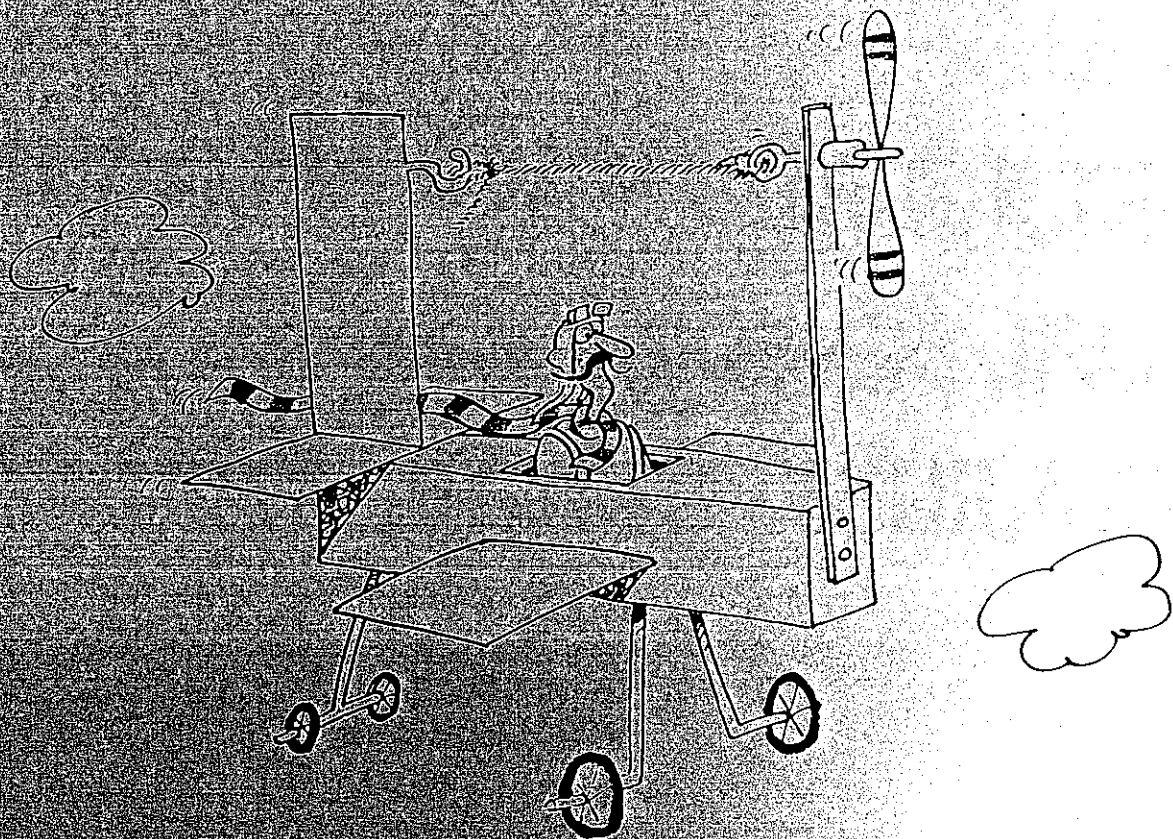
za interno uporabo

# MODELAR

števica 5

letnik 3

1992



# vsebina

---

ELISE ZA GUMENJAKE	3
NIZOZEMSKA A-dvojka	7
TURBULATOR	9
ČEŠKA A-dvojka	11
RUSKA KLJUKA	13
ILJUŠIN	13
TRETJI ZUPANEKOV POKAL	16
PROFIL BENEDEK B-6456f	23
UKRAJINSKI GUMENJAK	24

**LETALSKA MODELAR**

*število 5 letnik 3 1992*

Urednika: Slavko Može in Boris Kozuh

Tehnični urednik: Vasja Kozuh

Risbe in tisk: Saša Kozuh

narejeno s programom



# ELISE ZA GUMENJAKE

Leopold Walek

**N**arediti eliso za modele kategorije B1 in F1B je za mnoge, in ne samo za začetnike naloga, ki jih odvraca od gradnje. Za vrsto drugih pa predstavlja velik tehnološki problem, kljub vsem do sedaj objavljenim navodilom. Klasični način rezanja elise iz bloka balze zahteva precej modelarske spretnosti, še sploh, če želimo doseči enakost obeh listov (krakov) elise.

Tehnologija izdelave listov elise opisana v nadaljevanju opisuje samo gradnjo, katero že poznamo pri izdelavi ostalih delov modela. Izdelava pripomočkov predstavlja precej dodatnega dela, zato pa odpadejo težave z iskanjem primerne bloka balze za proizvodnjo elise, odpadki balze je za

90% manjši in kar je glavno, dosežemo zelo dobre rezultate.

To tehnologijo lahko uporabijo tudi modelarji, ki se ukvarjajo z modeli, katere poganjajo elektromotorji z zložljivimi elisami.

### OSNOVNI PARAMETRI ELISE

Opisana je elisa za model kategorije B1 s premerom 400mm in korakom 480mm na 80% dolžine lista. Podatek o koraku je podan v neobičajni obliki zato, ker je korak po celi dolžini lista spremenljiv. Elisa s konstantnim korakom je torej manj učinkovita. Dvakratni svetovni prvak v kategoriji F1B L. Doring je prišel s pomočjo računalnika do optimalnega poteka kotov, ko korak od najmanjše vrednosti v korenu postopno narašča do maksimalne vrednosti

na 80% dolžine lista, k koncu lista pa korak zopet pada. S tako eliso leti tudi Andrjukov, rezultati teh dveh modelarjev pa najbolje dokazujejo uporabnost Doringove teorije. Na sliki 1 je list Doringove elise, v tabeli 1 pa so kote profila, podobno, kot smo navajeni pri profilih krila, dodatno pa je v tabeli se korak elise.

Korak lista Doringove elise v posameznih prerezih je bil preračunan na procente glede na maksimalni korak 755mm. V tabeli 2 je potek tega koraka preračunan za list elise B1, katerega maksimalni korak je bil postavljen v točki 0.8 na 480mm. Posamezne vrednosti koraka S so bile postopno pripeljane do ulomka  $S/2\pi$ . Rezultati zaokroženi na 1/10 so zapisani v zadnjem stolpcu tabele 2.

x	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,0
yh	12,1	23,0	29,8	32,6	31,7	28,8	23,6	16,7	12,7	8,8
yd	6,8	11,5	14,3	15,1	14,7	12,6	10,0	6,3	4,8	2,7
S	607	638	668	700	723	743	755	738	720	698

TABELA 1

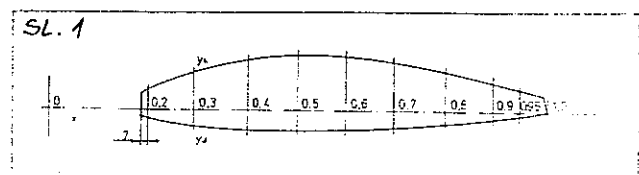
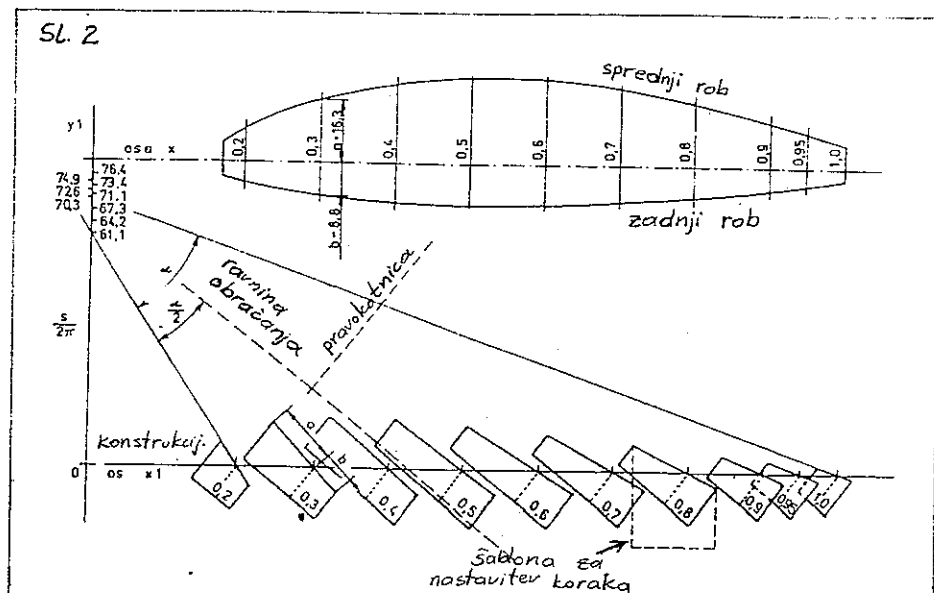


TABELA 2

rez	KORAK		$S/2\pi$
	%	mm	
0,2	80	384,0	61,1
0,3	84	403,2	64,2
0,4	88	422,4	67,3
0,5	93	446,4	71,1
0,6	96	460,8	73,4
0,7	98	470,4	74,9
0,8	100	480,0	76,4
0,9	98	470,4	74,9
0,95	95	456,0	72,6
1,0	92	441,6	70,3



## NAČRT ELISE

Celi načrt (na sliki 2 je v merilu 1:2) rišemo z dobro ošiljenim trdim svinčnikom. Delamo skrbno in natančno. Obliko lista narišemo v razvitem stanju ali pa si jo sami izmislimo. Prerišemo jo lahko tudi od izkušenejšega modelarja ali pa jo narišemo iz tlorisa in stranskega risa v objavljenem načrtu. V nadaljevanju bo popisan postopek izdelave.

Na os  $x$  naneseemo točke reza 0.2 do 1.0. Njihove položaje projeciramo na konstrukcijsko os  $x_1$  paralelno z osjo  $x$  od katere je oddaljena pri elisi B1 približno 80mm, pri elisi F1B pa 110mm. V sredini elise, torej v točki 0 v osi  $x_1$  postavimo navpično os  $y_1$ . Na os  $y_1$  naneseemo vrednosti  $S/2\pi$  iz tabele 2, ki se nanašajo k posameznim točkam prereza na osi  $x_1$ . Točke na oseh  $x_1$  in  $y_1$  povežemo. Na sliki 2 so zaradi večje preglednosti risane samo spojnice za prereze 0.2 do 1.0. Na spojnice prenašamo s pomočjo natančnega merila vrednosti kot razvitega lista, od osi  $x_1$  navzgor oddaljenost od osi  $x$

do sprednjega roba lista in navzdol oddaljenost od osi  $x$  do zadnjega roba. Do tukaj je slo za običajni način risanja elise. V tej fazi pa je lahko v posameznih prerezih preslikavamo višino stranskega risa in širino tlorisa lista za njegovo rezanje iz bloka. Mi bomo seveda celo konstrukcijo rezanja koraka se obrnili, tako, da bi pozneje v pripomočkih list bil položen bolj plosko.

Spojnice presečišč prereza 0.2 in 1.0 zapirajo kot alfa. Z njegovo delitvijo na polovico dobimo ravnino, okoli katere konstrukcijo prereza obrnemo. Na sliki 2 je ta ravnina prikazana z črtkano črto označena kot ravnina obračanja. K tej premici narišemo v katerikoli točki pravokotnico. Iz vsakega presečišča prereza 0.2 do 1.0 na osi  $x$  vodimo dol na os  $x_1$  paralelno k tej pravokotnici dolžine 10mm. Na sliki 2 je to točkasta linija. V tej oddaljenosti vodimo spet paralelno z ravnino obračanja. Torej premice pravokotne na točkaste odseke. Na njih z vzporednicami z pravokotnico, ki

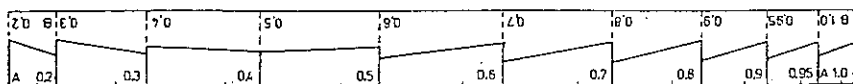
poteka po zaključnih točkah posameznih prerezov označimo natančno obliko šablone v danih prerezih.

Kolikorkoli je popis te konstrukcije natančen, bo mogoče nekaterim bralcem nerazumljiv. Zato je postopek v dveh etapah prikazan na sliki 3 in to samo za prerez 0.3. V ostalih prerezih je postopek enak. Moramo se razločiti postopek konstruiranja v mestih prereza 0.8 na osi  $x_1$  na sliki 2. Gre za šablono po kateri bomo nastavljali dejanski korak lista elise po izdelavi. Geometrijska konstrukcija te šablone je s slike 2 jasna.

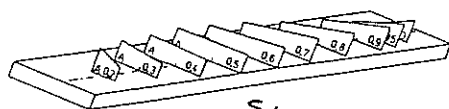
Za izgotovitev elise potrebujemo tri pripomočke: negativno in pozitivno kopito za lepljenje listov elise, pripomoček za lepljenje naboja v korenu elise in pripomoček za nastavljanje stvarnega koraka elise. Cela vrsta modelarjev, ki se ukvarjajo z modeli na pogon z gumo, ima zadnja dva pripomočka že narejena.

## PRIPOMOČEK ZA LEPLJENJE LISTOV ELISE

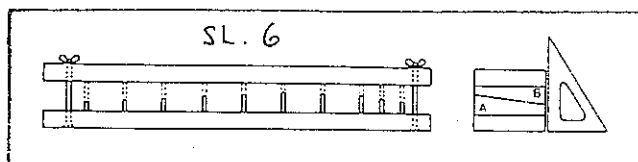
Na vezano ploščo debeline 1.5mm narišemo osnovno črto na katero postopno z načrta prenesemo obliko v vseh prerezih 0.2 do 1.0 (na sliki 4 označene s polno



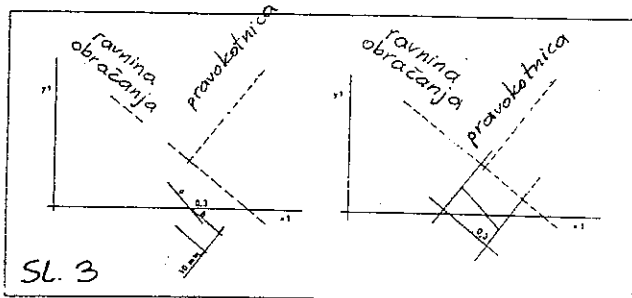
SL. 4



SL. 5



SL. 6



SL. 3

črto). Označimo tudi obrnjen položaj osi  $x_1$  glede na šablone (presečišča spodnjih šablon in točkastih odsekov na sliki 2). V oddaljenosti 20mm od osnovne črte potegnemo vzporednico in do nje podaljšamo navpične robove šablone. Tako dobimo zrcalno obliko šablone, vendar različnih višin. Šablone izrežemo. Navpične in vodoravne robove režemo z fino rezbarsko žagico, poševne prereze pa zaradi večje natančnosti

izrežemo raje z ostrim skalpelom. S tem dobimo dva kompleta šablon. Originalne po sliki 2 označimo z črko A in z številko prereza, zrcalne pa z črko B in številko prereza. Med sabo jih v nobenem primeru ne smemo zamenjati. Na ravno temeljno desko iz tršega lesa ali vezane plošče debeline 10mm z merami 250x50mm narišemo vzdolžno os elisinega lista in navpično na njo posamezne prereze 0.2 do 1.0. V mestih

prereza nalepimo z acetonskim lepilom šablone A in to natančno navpično (kontroliramo z trikotnikom). Pazimo tudi, da bi se oznake osi  $x_1$  na šablonah pokrile z osjo narisano na osnovni deski (slika 5). Zgoraj na šablone A rahlo z lepilom pritrdimo šablone B, tako, da bi jih pozneje lahko ločili. Če smo delali natančno, nenatančnosti pa si tukaj ne smemo privoščiti, so zgornji robovi šablone B v isti ravnini. Na šablone B nale-

pimo drugo osnovno desko enakih mer. Pri lepljenju zopet z trikotnikom kontroliramo navpičnost celega kompleta. Pripomoček stisnemo med dve stegi in vse spoje razen točkovnih spojev šablon A in B temeljito prelepimo z epoksidnim lepilom. Po strditvi izvrtamo na koncu pripomočka (ki je še vedno v stegah) dve luknji za vijaka z krilatimi maticami. Oba dela šablone ločimo. Z vezane plošče 0.8mm dvakrat izrežemo natančno obliko razvitega lista elise po sliki 2. Izrezane šablone iz vezane plošče vložimo v pripomoček, jih zravnamo, da bi sledile koncem šablon prerezov in bile natančno druga proti drugi in privijemo vijake. Z epoksidnim lepilom pa potem spodnjo šablono lista prilepimo k šablonam prerezov A in zgornjo šablono listov k šablonam prerezov B.

Po strditvi lepila pripomoček damo narazen in površine šablon listov prelaminiramo z dvema plastema steklene tkanine 25 do 30 g/m<sup>2</sup>. Na sliki 7 je gotov spodnji del šablone.

Iz vezane plošče 1.5mm naredimo šablono razvitega lista po kateri izrežemo iz balze debeline 1.5mm štiri polizdelke. Balza bi morala biti srednje trda. Lahko je tudi manj kvalitetna, glede na statično in dinamično uravnoteženost gotove elise pa vsekakor pazimo na to, da bi bila kvaliteta balze za oba lista elise, če je le mogoče enaka. Vse polizdelke naparimo v vroči vodi, naenkrat stisnemo v pripomoček in sušimo najmanj 24 ur na toplem (npr. v bližini radiatorja).

Na en polizdelek lista nanesimo minimalno potrebno količino smole priložimo stekleno tkanino 30g/m<sup>2</sup> znova prepojimo s smolo in prekrijemo z drugim polizdeikom lista. To isto delamo z drugim polizdeikom lista. Oba pa vložimo skupaj v pripomoček, zravnamo z konci šablone in do strditve smole privijemo (slika 8).

#### LEPLJENJE NABOJA

Za lepljenje naboja listov elise si pripravimo enostaven pripomoček po sliki 9 zgoraj. Na sliki so kotirane samo tiste mere, katere moramo obdržati. Cevka z

navojem M3 mora biti vodoravna, odprtino v bloku iz tršega lesa pa moramo izvrtati z vrtnim strojem na stojalu. Po šabloni iz vezane plošče izrežemo v listu izrez z merami 3x15mm (slika 9 spodaj). V cevko v pripomočku privijemo vijak M3x25mm iz duraluminija, nasadimo na njega list, v pripomoček pa vtaknemo zadnjo oporo in vijak zalepimo v koren lista z epoksidnim lepilom.

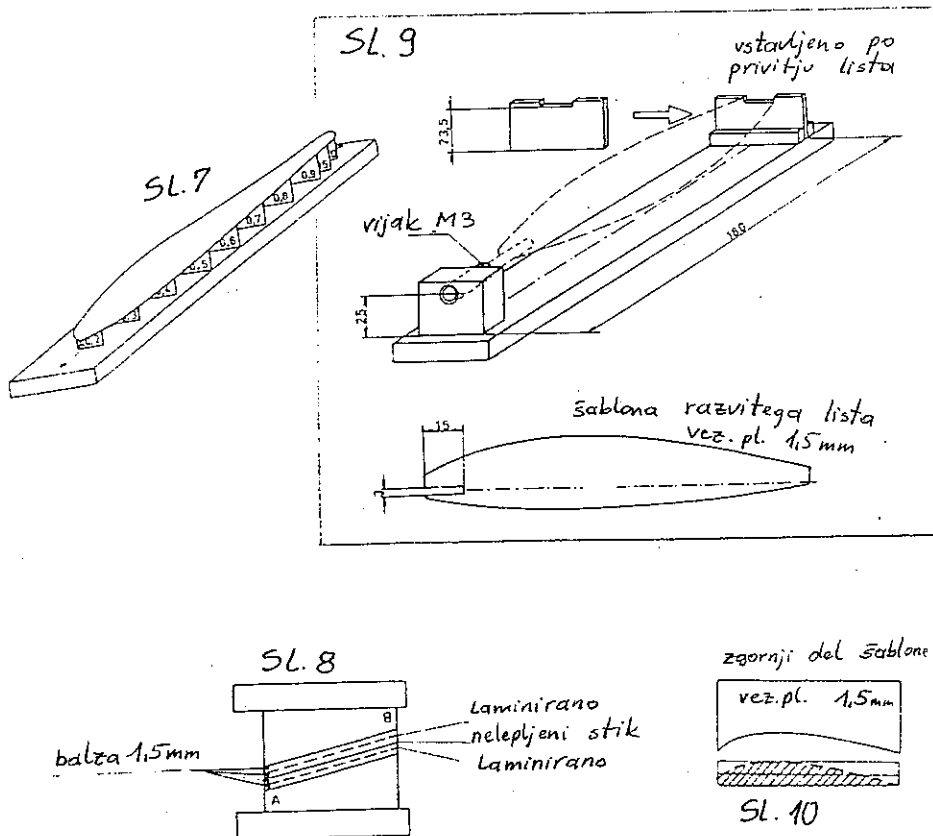
Zgornjo stran lista z zalepljenim nabojem obdelamo do oblike profila z ostrim nožem in vodobrusnim papirjem. Po stični šabloni (slika 10) je jasno možno zbrusiti tudi spodnjo stran lista, tako, da bi profil bil vbočen. Primerjava dveh sicer enakih elis F1B z ravno in vbočeno spodnjo stranjo pa ni pokazala bistvene razlike v vleku elise. Edino čas vrtenja elise z ravno spodnjo stranjo je bil za 1.5 sekunde krajši pri približno enaki doseženi višini motornega dela leta.

Površino lista elise B1 nalakiramo z redkim napenjalnim lakom in brusimo z finim vodobrusnim papirjem, nato pa ga prelepimo z tankim japonskim papirjem, katerega nekajkrat temeljito prelakiramo in prebrusimo. Liste elise F1B z obeh strani laminiramo s stekleno tkanino 30 g/m<sup>2</sup>, zbrusimo in spoliramo z finim vodobrusnim papirjem. Na koncu jih prešpicamo z barvnim avtolakom. Pri brušenju stalno kontroliramo, ali je teža obeh listov enaka.

Pri elisi B1 in F1B se je izkazal turbulator iz niti 0.5 do 0.7mm nalepljen v obeh primerih v 7.5% globine profila od sprednjega roba lista elise.

#### PRIPOMOČEK ZA NASTAVLJANJE ELISE

Gotove liste elise pritrdimo na glavo, katero vtaknemo v odprtino (premer odprtine mora ustrezati premeru glave). V odprtino v osnovni plošči pripomočka na oddaljenosti položaja 0.8 (v našem primeru 160mm od osi elise) pritrdimo šablono za nastavitev koraka narejeno po sliki 2 in list izravnamo



tako, da se njegova spodnja stran po celi globini dotika zgornje šablone. Pri listih z upognjeno spodnjo stranjo se mora list dotikati šablone na sprednjem in zadnjem robu. V tem položaju list fiksiramo in ponovimo postopek z drugim listom (slika 11).

### RISBA RAZVITEGA LISTA ELISE. NAREJENA IZ FLORISA

V podrobnejših publiciranih načrtih sta običajno narisana tloris in stranski ris lista elise in so navedeni podatki o njenem premeru in koraku. Za konstrukcijo razvitega lista elise je nujno vedeti, kaj je to pravzaprav razviti list. Na sliki 12 je označen prečni prerez bloka za klasično rezanje elise. Dosedaj publicirane elise so večinoma konstantnega koraka in za izgotovitev načrta lista nam zadostuje njihov tloris in vrednosti premera in koraka. Za primer je bila izbrana sklopljiva dvokraka elisa s premerom 370mm in koraka 300mm v praksi preizkušena kot zelo primerna za elektromotor JUMBO 540 G6 v režimu dela pri višjih obratih. Postopek risanja risbe je prikazan na sliki 13.

Na os x2 narišemo tloris lista. Približno 40mm nad osjo x2 narišemo vzporedno os x, 60mm pod osjo x2 pa paralelno os x1. Navpična os y1 v osi vrtenja je v oddaljenosti polovice premera od konca lista (torej  $370:2=185\text{mm}$  od točke 1.0). Os x2 razdelimo na prereze 0.1 do 1.0, ki so med seboj oddaljeni  $185:10=18.5\text{mm}$ , katerih položaj projiciramo na os x in x1. Vrednosti iz razmerja:

$$S/2\pi = 360/6.28 = 47.77 = 47.8$$

nanesemo od točke 0 na navpično os y1. S to točko spojimo presečišča vseh prerezov na osi x1. Z tlorisa lista na osi x2 odmerimo oddaljenosti a in b (poglej prerez 0.4) in jih nanašamo levo in desno od presečišč prerezov na vodoravno os x1. V teh točkah postavimo navpičnice k osi x1, dokler ne sekajo poševnih črt koraka (spojnice sečišč). Oddaljenosti a1 in b1 so iskane kote razvitega lista. Pos-

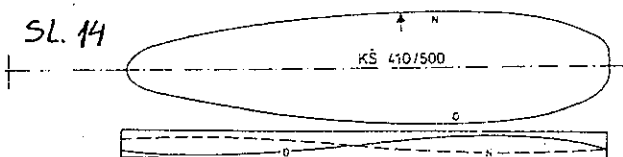
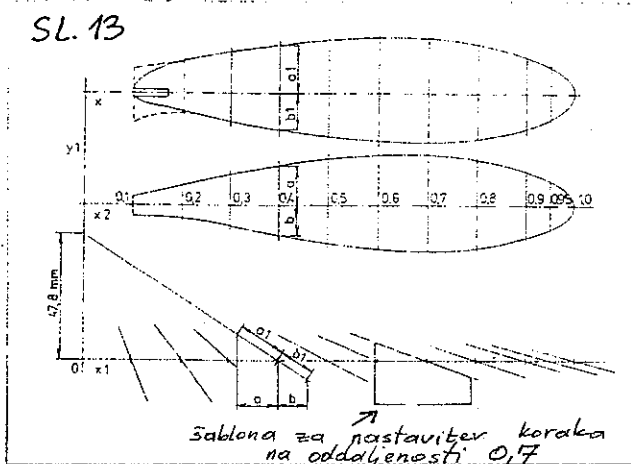
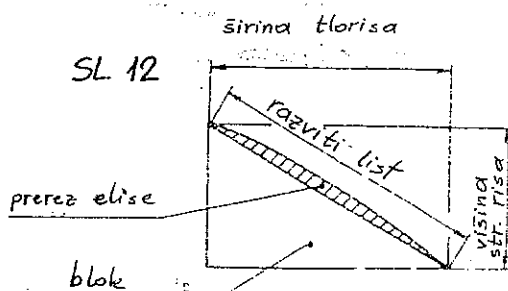
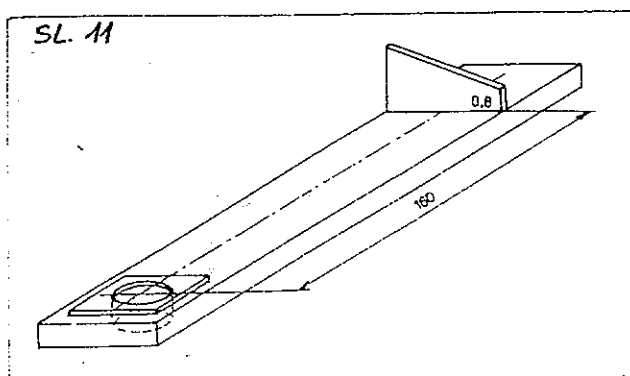
topno jih prenesemo na obe strani osi x in spojimo s pomočjo krivuljnika. Tako dobljen razviti list je označen z črtkano linijo. Moramo ga prirediti na uporabljeno obliko. Po sliki 2 lahko z že popisano metodo izvajamo šablone prerezov za izdelavo pripomočkov za lepljenje elise.

Pri elisah konstruiranih za varčevanje materiala z deščic balze 7-10mm, ki so na načrtih risani kot na sliki 14 lahko uporabimo tloris direktno kot razviti list, popačenje njegove oblike bo zane-marljivo.

Po članku v MODELARJU 10-11/1987 prevedla in priredila B. Kožuh in S. Može.

### GLAVA ELISE ZA GUMENJAKE

S. Poličar je prispeval zanimiv načrt njegove konstrukcije glave za elise gumenjakov. Ker je načrt brez opisa delovanja glave se zainteresirani obrnite na njegov naslov: Slavko Poličar, Črnivec 20D, 64243 Brezje. Načrt je na zadnjih straneh revije.



# NIZOZEMSKA A-dvojka

Vasja Kožuh

**N**a prvem mladinskem svetovnem prvenstvu 1988. leta je v kategoriji F1A zmagal nizozemski tekmovalec M. van Dijk. Predstavljamo vam model s katerim je takrat tekmoval. Model je zanimiv zaradi uporabljenega profila in zvitja krila.

Krilo z modificiranim profilom de Boer 705366 ima na zgornji ploskvi dva turbulatorja (prvega 9 mm in drugega 50 mm od začetka profila) in štiri invigoratorje na razmaku 16 mm, 33 mm, 50 mm in 67 mm od drugega turbulatorja. Konstrukcija krila je neobičajna; je pa dovolj trdna ob zelo ugodni porazdelitvi mase k težišču (lahke uske). Osnova srednjega dela je plankirani prvi del krila. Sprednja letvica je zlepljena iz balze in smreke; spredaj je smreka, zadaj balza. Glavni nosilec ima letvice: zgornja se zožuje od 2x7 na 1x7, spodnja se zožuje od 2x5 na 1x5. Obe sta smrekovi in sta povezani s stojino iz balze. Gosto porazdeljena rebra iz balze 1,5 so pri zadnji letvici (balza 3x20) ojačana še z trikotnimi ojačitvami. Do polovice srednjega dela so pod plankom med rebri še polrebra.

Uške so maksimalno olajšane. Geodetska konstrukcija zagotavlja veliko trdnost na torzijo; trdnost na upogib zagotavljata smrekovi letvici 2x4 (na koncu

ušk 2x2) in plank na zgornji strani. Sprednja letvica in zadnja letvica sta iz enakega materiala kot v srednjem delu krila. Zadnja letvica se v uškah zožuje s prereza 3x20 na 2x15 mm.

Srednja dela sta oblečena s papirjem preko katerega je prilikana folija, uske so oblečene le s folijo. Polovici krila se natikata na en jekleni bajonet premera 4 mm in na dva kratka količka 1,5 mm. Glavni bajonet je vlepjen med letvici glavnega nosilca; prvi količek je takoj za sprednjo letvico, drugi pa na sredini med glavnim nosilcem in zadnjo letvico).

Ob tem omenimo lastno izkušnjo s podobnim vpetjem krila na naših A-dvojkah. Glavni bajonet je 4,5 mm in je približno na istem mestu kot pri GOI 356, manjši bajonet je pa le eden in sicer prilepljen na sprednjo letvico (ker je pri nas sprednji del iz polne umetne mase in laminiran s stekleno tkanino je cevka za prvi bajonet v sprednjem robu krila in cevka za glavni bajonet s kevlarso nitko, stekleno tkanino in smolo prilepljena na pokončni glavni nosilec). Izkazalo se je kot zelo enostavno za izdelavo in dovolj trdno. Če to izkušnjo povežemo s konstrukcijo GOI 356 bi svetovali, da se cevka za sprednji bajonet priveže s kevlarjem in prilepi s smolo na

sprednjo letvico (od zadaj) in da se glavni nosilec na mestu kjer je cev glavnega bajoneta ojača z kevlarso nitjo (po celi dolžini cevi). Zadnji količek nosi tako malo, da ga morda sploh lahko izpustimo.

Krilo je na upogib še ojačano z jekleno žico (podobno ima Vidensek ojačano krilo A-enke). Žica je pritrjena na krilo približno 200 mm od trupa in spodaj na trup. Sam si o tem mislim, da je to bolj zasilna kot dobra rešitev. Krilo ima zvitje po vzoru na C. Breemana: vsi deli so ravni (brez zvitja) le zunanja uška ima negativ 4 mm. Na originalnem modelu je to desna uška, saj je model zregliran za levi krog. Ploščina krila je 29,11 dm<sup>2</sup> in teža 168 g.

Trup je običajne konstrukcije; zadnji del je cev iz umetnih vlaken. Neobičajna je le oblika glave trupa s precej dvignjenim krilom. Krilo je kakor na nizkem baldahinu. Takšno obliko je konstruktor izbral verjetno zaradi uravnovešenosti bočnih površin. Ni pametno pri izdelavi takšnega modela podlegati "dobremu okusu" in spremeniti glavo na normalno. Model se potem pri kroženju drugače obnaša še sploh v vetru ko je to najbolj občutljivo. MODEL NAJ BO KAKRŠENKOLI LE DA DOBRO LETI! Kako leti GOI 356 je pa pokazalo svetovno prvenstvo.

Trup je aerodinamično dobro očiščen: vsi mehanizmi na glavi so pokriti in iz trupa štrli le vlečna kljuka. Teža trupa skupaj z bajonetom je 245 g.

Vodoravni rep je običajne konstrukcije iz balze. Posebnost sta le sprednja in zadnja letvica zlepljeni iz dveh delov. Takšna letvica se manj zvija pri lakiranju papirja in pod vplivom vlage in sonca. In prav zadnja letvica je najbolj občutljiv del vodoravnega repa (zaradi reglaže). Proti koncem se zo'uje z 90 na 80 mm. Oblečena je z mylar folijo. Površino ima 4,7 dm<sup>2</sup> in težo 7 g. Če kdo ne ve kako naj naredi vodoravni rep s takšno težo naj pogleda k Matevžu Gradišku. Njegovi repi imajo 6 do 7 g. Mislim, da teža repa do 10 g še ni nobena tragedija; nad 10 g pa že ni dobro. Podobno kot pri Matevžu, tudi tukaj cev trupa ne sega do konca vodoravnega repa. Taka rešitev prihrani kakšen gram teže na koncu trupa, pomeni pa večje sitnosti pri reglaži modela in povečano občutljivost modela na napake in poznejše zvijanje repa. O tem ali je to dobro ali slabo priča praksa: po eni strani ima večina modelarjev

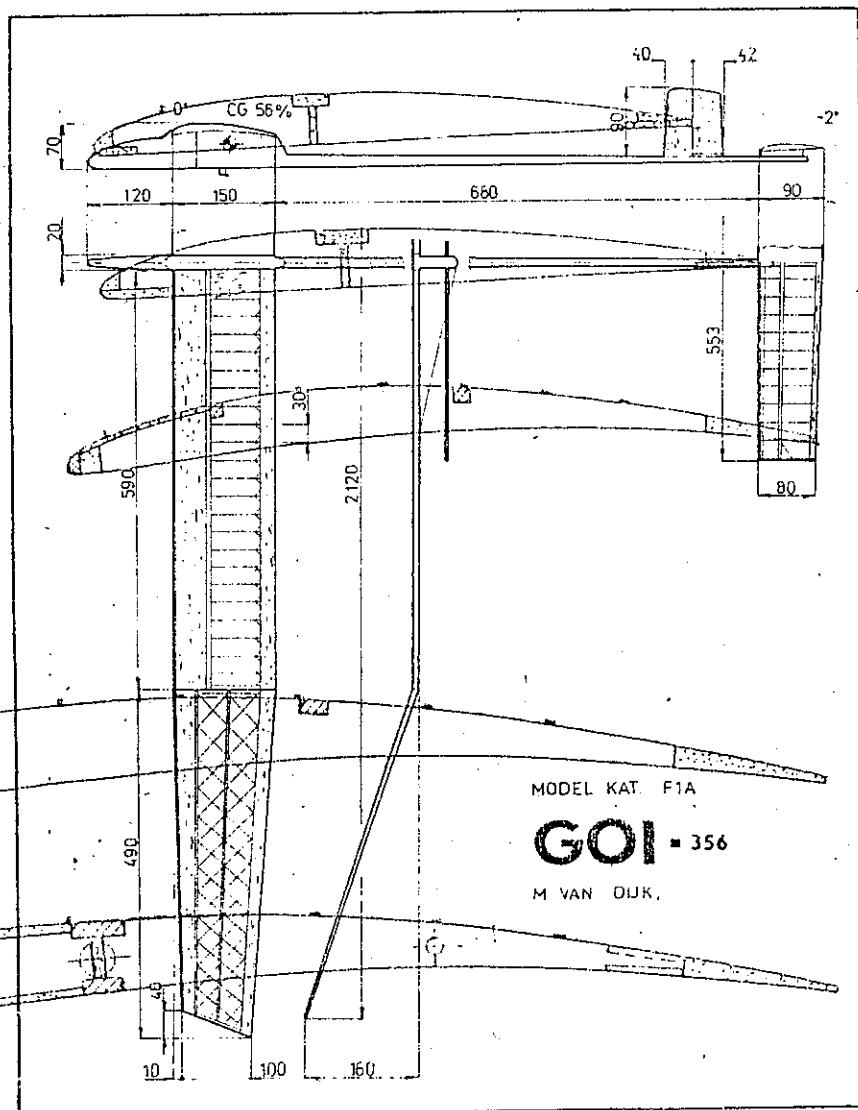
cev kar do konca, po drugi strani pa skrajšano cev uporabljajo celo svetovni prvaki – npr. Viktor Čop.

Navpični rep je zbrušen iz lahke balze 3 mm in prilepljen na trup z dvokomponentnim lepilom.

Na modelu sta neobičajna tudi kota nastavi-

tve krila in vodoravnega repa. Običajno je, da je krilo pod kotom približno 3 stopinje in rep pod kotom 0 stopinj (glede na vzdolžno os modela); pri modelu GOI 356 pa ima krilo kot 0 stopinj in rep minus dve stopinji.

Risba povzeta po reviji Modelar 7/1989.



Krídlo s upraveným profilom de Boer 705 366 mod. je opatřeno dvěma turbulátory a invigorátory (zřejmě s ohledem na tlakobst. povrchu). Konstrukce je poněkud nezvyklá, ale zachovává dostatečnou tuhost při maximálním soustředění hmoty k těžišti. Základem středních částí je pevná torzní skříň, tvořená náběžnou lištou, kombinovanou ze smrku a balsy, smrkovými pásnicemi, nosníku o průřezu nahore 2x7x1x7 a dole, 2x5x1x5, spojenými mezi žebry balsovou slajinou. Poměrně hustě kladená balsová žebra jsou u balsové odtokové lišty vyztužena na trojúhelníkovými balsovými výklíčky. Až do poloviny středních částí jsou v torzní skříni mezi žebry vlepena ještě položebra. Uši křídla jsou maximálně odlehčeny. Geodetická konstrukce zaručuje dobrou tuhost v krutu, pevnost v ohybu zajišťují pouze



# TURBULATOR

Boris Kožuh

**N**a tekmovanjih vidimo jedralne modele s turbulatorji na krilih in tudi take brez turbulatorjev. Odkar se je turbulator prvič pojavil (nemški aerodinamik Schmitz) je nenehno "vprašljiva stvar". Danes se je ustalil v naših modelarskih kategorijah (A1 in A2). Vsi ga pa vendarle nimajo. Pred dobrimi desetimi leti se je prvič pojavilo na krilih več turbulatorjev. Običajno je tako, da je prvi turbulator debelejši in večinoma nekaj milimetrov za nosom profila, ostali pa tanjši in nameščeni za točko največje debeline profila.

Prvemu je ostalo ime turbulator, ostali so med modelarji dobili ime "invigatorji". Tudi mi bomo uporabljali takšne oznake.

Glede prvega turbulatorja so izkušnje in ocene pri nas precej enotne – skoraj vsi so prepričani v njegovo koristnost. Drugače pa je z invigatorji: pri nas jih vidimo na krilih le izjemoma.

Nekateri vrhunski (tuji) tekmovalci montirajo invigatorje z oceno: "nisem prepričan če kaj koristi, škoduje pa zanesljivo ne!". Vendar si preberimo prispevek J. Lneničke o laminarnih mehurjih (Letalski modelar 2/1992) pa bomo vedeli kako in kaj. Vendarle pa pozor: v omenjenem članku so preizkušali krilo globine 130 mm. Na splošno velja, da je turbulator koristnejši pri krilih manjše globine. Če je globina premajhna ali hitrost premajhna ni od turbulatorja nobene koristi. Podobno je z večjimi globinami in hitrostmi. Področje premajhnih hitrosti ali globin imenujemo podkritično območje; področje večjih globin krila ali večjih hitrosti pa nadkritično področje (v resnici gre za premajhno Re-stevilo; toda članka ne bomo obremenjevali s preveč teorije). Tudi obtekanje bi lahko imenovali podkritično in

nadkritično. Lahko bi vprašali: pri kakšni hitrosti in globini krila je obtekanje kritično, nadkritično ali podkritično? Žal ni natančnega odgovora, saj je to odvisno med ostalim tudi od izbranega profila, dosežene gladkosti površine krila itd. V območju hitrosti in globin krila naših modelarskih kategorij je kritično področje v katerem uporaba turbulatorjev izboljša letalne lastnosti krila. Če izberemo npr. A-dvojko lahko rečemo, da turbulator tembolj potrebuje, čimmanjšo globino krila ima. Turbulator spreminja nestabilno kritično obtekanje v bolj stabilno nadkritično obtekanje. Kakšno je kritično (nestabilno) obtekanje? Zaradi trenja se v mejni plasti (tik ob površini krila) upočasnjuje tok zraka. Nastajajo laminarni mehurji. Zračni tok ima premalo energije, da bi sledil krivuljo na zgornji površini krila in se odlepi. Posledice odlepljanja toka so povečan upor in zmanjšan vzgon. Povrhu je takšno obtekanje tudi nestabilno: včasih je dovolj ze mala motnja, da ga povzroči ali pa prepreči.

To je značilno za laminarno mejno plast. Če je mejna plast turbulentna (če je krilo v turbulentnem toku, če je pred ali na krilu turbulator ali kaj podobnega) se to ne dogaja tako izrazito. Turbulator na krilu spremeni nestabilno obtekanje v stabilno, z manjšim področjem odlepljanja in z manjšim vrtincem za krilom. To je nekoliko laična a za nas dovolj dobra razlaga dogajanj okoli krila in v mejni plasti.

Če je obtekanje globoko podkritično (mala globina, mala hitrost – npr. sobni modeli) ga niti s turbulatorjem ne spremenimo v nadkritično. Podobno je pri velikih hitrostih ali velikih globinah (npr. RC modeli), kjer je obtekanje že tako nadkritično. V obeh primerih bi

uporaba turbulatorja le povečevala minimalni upor krila in nasploh prestavila polaro krila k večjim vrednostim koeficienta upora. To bi pomenilo, da bi poslabšali letalne lastnosti krila. Zato niti na malih niti na velikih modelih ne vidimo turbulatorjev. V kategorijah npr. A-1 in F1A pa je situacija prav posebna: nekateri na nobenem modelu nimajo turbulatorjev, drugi jih montirajo na vse svoje modele. To daje deloma za prav listim: "ne vem če koristi, škoduje pa tudi ne".

Vendar je primer iz članka J. Lneničke jasno pokazal koristi. Kar velja za krilo globine 130 mm velja še tudi (morda le malo manj) za naša krila na A-dvojkah – saj so večinoma globoka 145–160 mm. Toda poskusi so pokazali, da je turbulator premalo. Če je turbulator dopolnjen se z invigatorji potem pa že ne velja več "ni ne koristi in ne škode". Takrat je korist že vidna.

In se nekaj. Navidez ni za modele z globino krila večjo od 200 mm nobene koristi od turbulatorja. In vendar so v zadnjem desetletju na nekaterih najuspešnejših jadrskih LETALIH montirali na krila turbulatorje (globina v korenu je okoli meter). Pa ne le turbulatorje – tudi druge načine kontroliranja mejne plasti (luknjice v krilu, vpihovanje zraka v področju največje debeline krila itd.). To nam priča o tem, da razmere v mejni plasti sploh še niso dobro proučene in da zategadelj nobena kategorična trditev ni zanesljiva.

Torej, turbulator bo poskrbel za spreminjanje laminarne mejne plasti v turbulentno (to bi se na krilu nekontrolirano in v veliko hujski obliki zgodilo tudi brez turbulatorja), invigatorji pa bodo zmanjševali dolžino in vpliv laminarnih mehurjev. Obojno skupaj bo

daljo ugodnejše razmerje med vzgonom in uporom.

Toda kam dati turbulator? Spomnimo se članka Mitje Zupaneka pred približno osmimi leti v reviji Krila. Poskušal je pojasniti modelarjem dogajanja okoli krila in vpliv turbulatorja. Namesto pomoči je doživel hudo kritiko "uradne aerodinamike": češ zakaj laiki pišejo o teoriji. Izognili se bomo temu tako, da se ne bomo "vtikali v teorijo". V listem članku je Mitja predlagal, da turbulator prestavimo z nosu profila v bližino kritične točke. Ta naj bi bila na mestu največje debeline profila. Poskusi so pokazali, da je turbulator na takšnem mestu učinkovitejši. Še pomembnejše pa je, da je turbulator, nameščen na "slemenu profila", lahko tanjši. Torej bomo dosegli enak učinek z manjšim povečanjem minimalnega upora profila. Kljub temu večina modelarjev še vedno montira turbulator na nos profila. Schmitz je svoje prve poskuse opravil s turbulatorjem montiranim pred krilom. Turbulator je bil tanka žica razpeta med dva nosilca montirana na krilu. Ker je takšna montaža nepraktična so pozneje turbulator prestavili kar na profil. Sele veliko pozneje so poskusili turbulator prestaviti drugam. Ker so pa razlike majhne in jih v običajni modelarski praksi težko ugotovimo (pomislimo kaj vse upliva na trajanje poleta modela: termika, veter, dobra pračka, natančnost izdelave, nekontrolirana zvitja med tekmovanjem zaradi sonca in vlage itd.), je turbulator v vsakdanji praksi ostal kar na nosu profila. Invigoratorje postavimo med turbulatorjem in zadnjim robom krila na približno enakih razmakih in vse enako debele. Običajno jih je od tri do pet. Kolikor vemo ni nihče preizkušal krila z. recimo, desetimi invigora-

torji. Tega ne priporočamo niti bralcem. Sicer pa, previdno! Kdo ve, kaj nam bo še prinesla prihodnost.

#### Izdelava in montaža

Turbulator lahko izdelamo na več načinov:

1. Za turbulator uporabimo nit močnejšega sukanca 0,5 do 0,8 mm. Nalepimo ga na krilo z lepilnim lakom ali z acetonskim lepilom pred zadnjim lakiranjem krila. Prednost takšnega turbulatorja je enostavnost.

2. Drugi način je, da na mestu za turbulator na krilu naredimo stopničko (gor ali dol). To je najlažje, če imamo krilo s plankom in naredimo prehod plank - letvica s stopničko. Seveda pozneje ne smemo s papirjem prekriti stopničke.

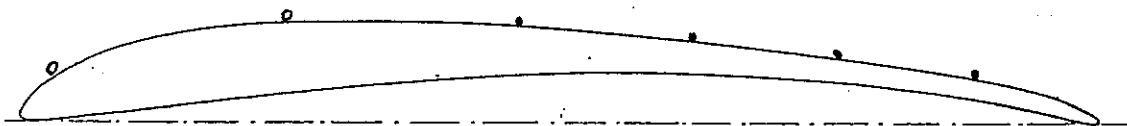
3. Tretjo vrsto turbulatorja naredimo iz npr. 5 mm širokega traku brusnega papirja, ki ga na krilo nalepimo s hrapavo stranjo navzven.

4. Najučinkovitejši in dovolj preprost turbulator naredimo iz DYMO traku. To je samolepilni trak za pisanje manjših napisov (za predale, mape itd.). Na trak napišemo s strojčkom enakomerno črke V (brez razmaka). Nato si odrežemo trakove potrebne dolžine in jih nalepimo na končano krilo. Prednost tega turbulatorja je tudi v tem, da ga z lahkoto namestimo in tudi z lahkoto snamemo.

Za invigoratorje predlagamo eno sami izvedbo: naredimo jih iz navadnega tankega sukanca. Nalepimo jih na krilo z lepilnim nitrolakom ali z razredčenim acetonskim lepilom pred zadnjim lakiranjem. Nit invigoratorja prekinemo na prehodu srednji del krila - uška. Pri poškodbah krila na vejah ali ob manjših lomih bi nam sukanec v enem kosu pri trganju poškodoval tudi papir na celem kosu krila.

#### Preizkušanje turbulatorja

Kdor ne zaupa novostim naj preizkusi vso zadevo. Lahko preizkusimo vse: koristnost turbulatorja nasploh, mesto namestitve, debelino, material itd. Za prvi preizkus izberimo kakšen star model in ga zreglirajmo za raven let brez zavijanja. Model naj leti čimbolj ravno. Nato nalepimo turbulator le na eno polovico krila. Spuščajmo model enako kot prej. Če zavija na stran krila s turbulatorjem pomeni, da mu turbulator povečuje upor (torej škoduje). Če zavija v stran krila brez turbulatorja mu turbulator koristi. Z več poskusi (seveda v mirnem zraku) lahko poiščemo najboljše mesto za postavitev, najboljšo debelino ali obliko in podobno. Poskuse dopolnimo tako, da model zregliramo najprej za normalno hitrost leta, nato za nekoliko zmanjšano (podložimo rep zadaj) in tudi za nekoliko povečano (podložimo rep spredaj). Predvsem nas zanima letenje pri zmanjšani in normalni hitrosti (jadranje v termiki in planiranje). Pri poskusih dopolnimo turbulator tudi z invigoratorji. Seveda bi za najboljše rezultate morali pozneje tako preizkusiti vse modele; še sploh modele z različnimi profili ali globino krila. Če imamo časa in volje to naredimo; če ne pa vsaj z enim modelom. Naši poskusi itak niso toliko natančni, da bi ugotovili vsako razliko. V nekih mejah bodo spoznanja z enega modela prav prišla pri ostalih modelih. Vzemimo za primer mesto postavitve turbulatorja. Morda razlike v učinkovitosti turbulatorja na nosu in na slemenu ne bomo opazili. Tu je treba malo "verjeti in zaupati" teoriji. Nihče med nami nima dovolj časa, da bi z vztrajnim ponavljanjem poskusov na koncu sam vse dognal.



svetovni modeli

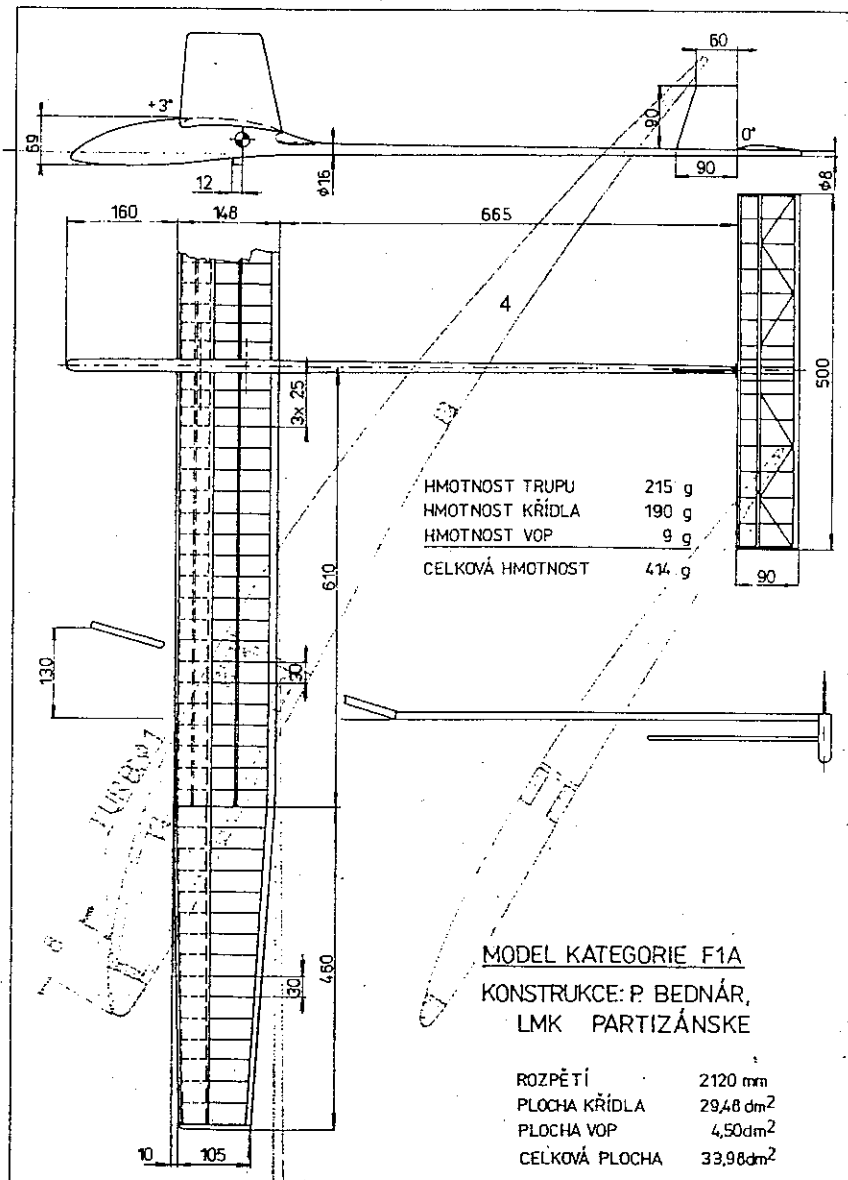
# ČESKA A-dvojka

Saša Kožuh

**N**a j u s p e š n e j š i tekmovalni modeli F1A so danes narejeni iz materialov, ki vsakomur niso dostopni. Ker smo nekaj takšnih načrtov že objavili, smo za tokrat izbrali model iz klasičnih materialov. To je model Pavola Bednarja iz ČSFR. Njegov največji uspeh s tem modelom je četrto mesto na tekmi za svetovni pokal 1989. leta v Sezimovem Usti.

## Opis modela

Profil krila je modificirani NACA 6409. Večja debelina tega profila zagotavlja precej trdno gradnjo kljub veliki vitkosti in klasičnim materialom. Letvice glavnega nosilca so iz smreke. V srednjem delu je zgornja 6x3 in spodnja 6x2; zo'ujejo se šele v uškah na 4x3 in 4x2. V srednjem delu je stojina iz špera 1 mm, v uškah iz balze. Pod plankom iz balze 1,5 mm je zgoraj še pomožni nosilec iz smreke 3x3. Zgornji in spodnji plank sta nalepljena na notranjo letvico iz balze 3x1,5. Pozneje je na zbrušeni sprednji rob prilepljena še glavna sprednja letvica iz trše balze 6x6. Da bi spodnja kontura krila pri oblačenju s papirjem zadržala pravilno obliko profila je dodan pomo'ni nosilec iz smreke 3x3. Zadnja letvica je zbrušena iz balze 3x16. Rebra so iz balze 2. Prva tri rebra v korenu so iz špera 1,5. Bajoneta sta dva: 4 in 3,1 mm. Prvi dve polji med



rebrí v korenu sta plankirani do zadnje letvice. Celo krilo je oblečeno z debelejšim japonskim papirjem. Zunanja uška ima negativ 3,5 mm, ostali deli so ravni. Teža gotovega krila je 190 g.

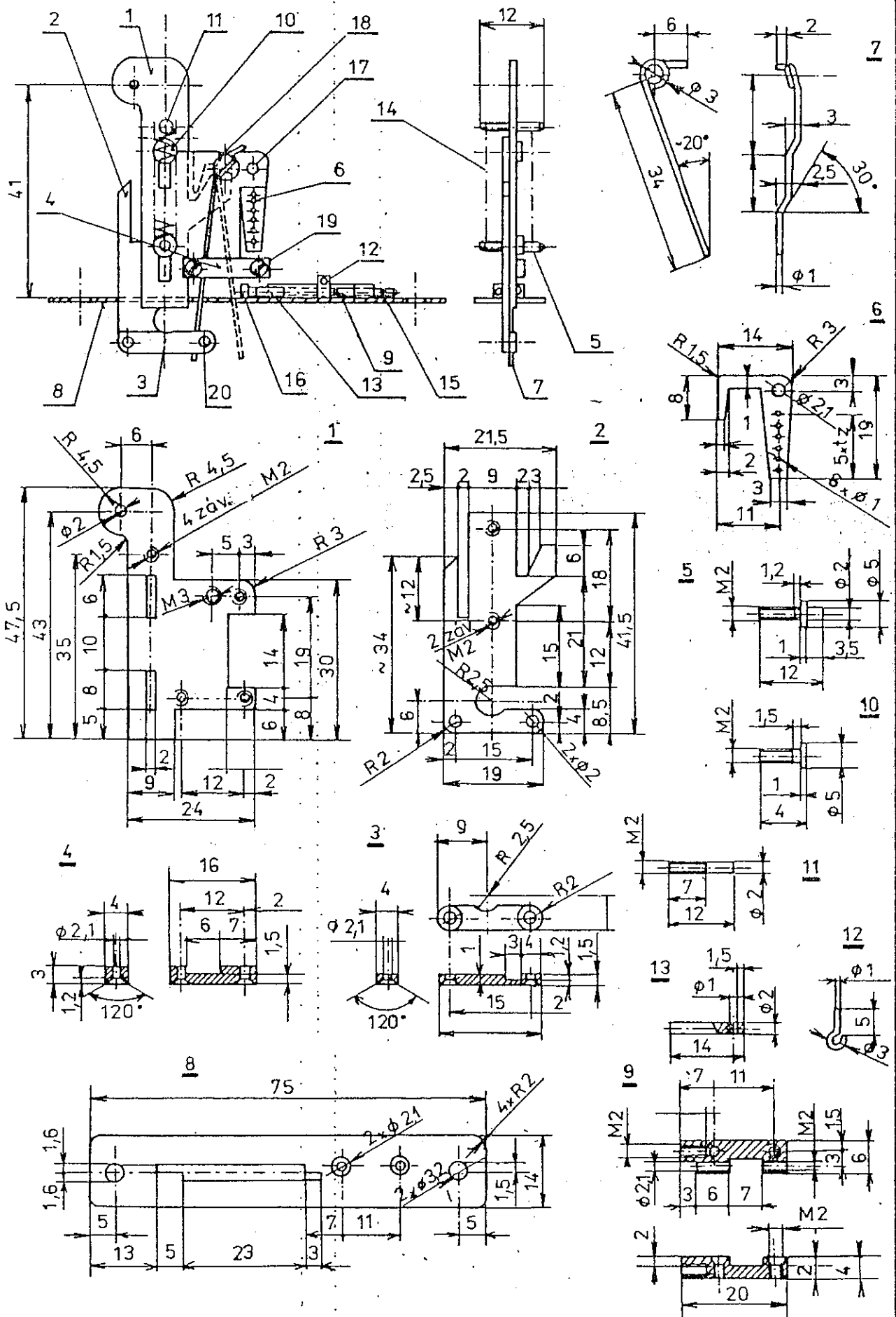
Vodoravni rep je ves iz balze in ima profil Clark Y z zmanjšano debelino na 60%. Glavni nosilec je na štirih poljih ojačan med rebrí s stojino iz balze 1 mm. Oblečen je s tanko metal-

izirano folijo Lavsán. Teža repa je 9 g.

Trup je običajne konstrukcije. Glavica je iz lipe, z obeh strani ojačana s šperom 0,8 mm. Cev repa je iz umetnih vlaken s premerom spredaj 16, zadaj 8 mm. Kljuka je tipa MM86. Navpični rep je zbrušen iz polne balze. Teža trupa je 215 g.

Prirejeno po članku v reviji Modelář 4/1990.

# gradnja



# RUSKA KLJUKA

Boris Kožuh

Pri nas uporabljamo izraz ruska kljuka za vse "zaprte" kljuke; prvo zaprto kljuko so uporabili namreč ruski modelarji. Ponekod vsem tipom takih kljuk rečejo kar kljuka za krožni vlek, izraz ruska kljuka pa uporabljajo le za določeno kljuko, ki jo je razvil ruski modelar Isajenko. Mi ne bomo zapletali tega še naprej in si izmisljali še kaj novega. Predstavili vam bomo Isajenkovo rusko kljuko. Seveda so tudi to kljuko razvijali od prve izvedbe. Izbrali smo eno najbolj izpopolnjenih izvedb. To je izvedba, ki ima poleg običajnih funkcij še možnost zamujanja smernega krmila po izstrelitvi. Model se v začetku vzpenja bolj naravnost in zato dobi nekaj več višine. Sele nato se smerno krmilo odkloni in model zavije. Če tega ne želimo, na zadnjem spodnjem delu pustimo le vijak 16 (nastavljanje zavoja v

prostem letu); kompletnega omejevalnika pa niti ne izdelamo.

Funkcije kljuke:

1. odklon smernega krmila v trenutku izstrelitve nastavljam tako, da laks od smernega krmila priprnemo na različne luknjice na ročici 6.

2. odklon smernega krmila za kroženje v vleku nastavljam z vijakom 16 (M2).

3. Odklon smernega krmila v prostem letu nastavljam z vijakom 15 (M2).

4. Zob na pomični plošči 2 vklaplja tajmer.

5. Zamujanje smernega krmila pri izstrelitvi zagotavlja del 12 povezan s tajmerjem.

Seznam sestavnih delov:

- |                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 1. osnovna plošča        | dural 1,5 |
| 2. pomična plošča        | dural 1,5 |
| 3. vodilo varovalke      | dural 1,5 |
| 4. omejevalnik varovalke | dural 3   |
| 5. spodnja obesa         | jeklo 5   |

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 6. ročica               | dural 1,5        |
| 7. varovalka            | jeklena žica 1   |
| 8. spodnja plošča       | dural 0,5        |
| 9. okvir omejevalnika   | dural 4          |
| 10. vodilo              | jeklo 5          |
| 11. zgornja obesa       | vijak M2         |
| 12. oko vodila          | žica 0,8         |
| 13. pomični omejevalnik | žica 2           |
| 14. vzmet               | jeklena žica 0,5 |
| 15. vijak M2            | jeklo            |
| 16. vijak M2            | jeklo            |
| 17. vijak M2            | jeklo            |
| 18. vijak M3            | jeklo            |
| 19. vijak M2            | jeklo            |
| 20. kovica              | aluminij         |

Doslej smo že predstavili teleskopsko kljuko. Za naslednje številke pripravljamo še francosko kljuko in novejšo polteleskopsko kljuko MM-86 (morda bo Videnšek poslal tudi načrt "slovenske kljuke"?).

## jadranci za metanje in pračkanje

# ILJUŠIN

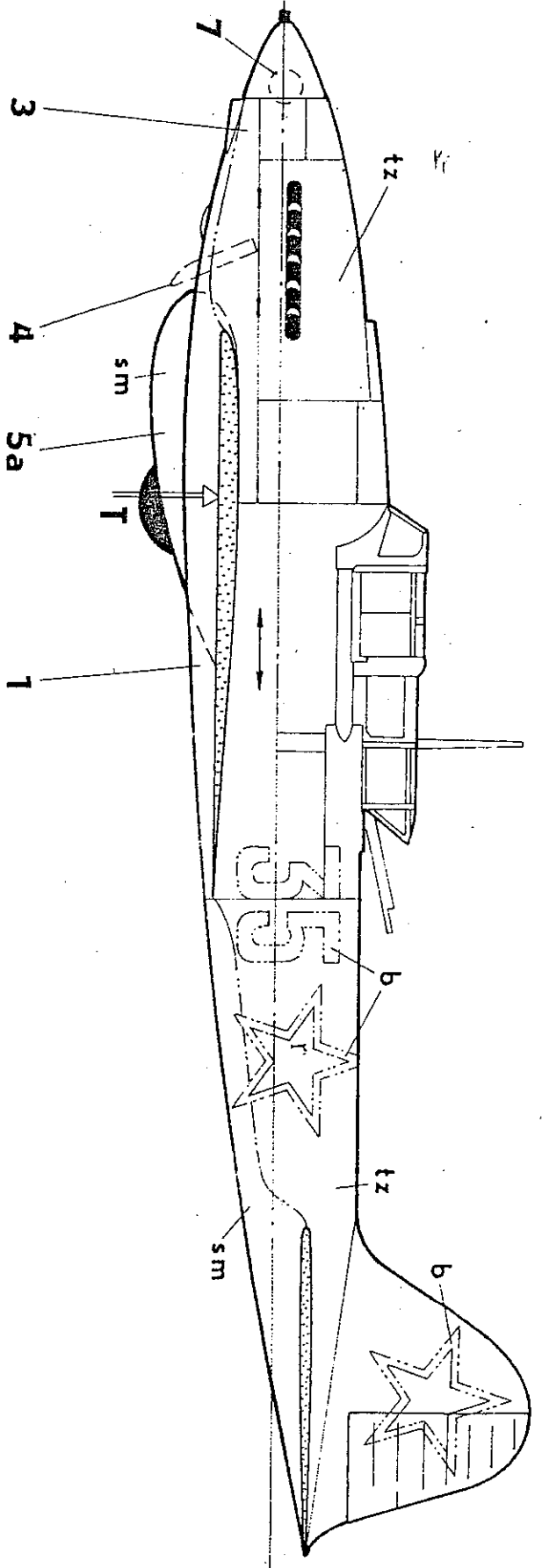
Saša Kožuh

Znani sovjetski jurišnik vleče svoje korene iz leta 1939. Takrat so naredili le maketo prototipa z vojno oznako BS-2 (oklepni jurišnik). Še istega leta je poletel tudi prototip novega oklepnega bojnega letala. Po preizkusnih letih in po predelavah so ga leta 1941 začeli serijsko izdelovati. Ime je dobilo po začetnicah kon-

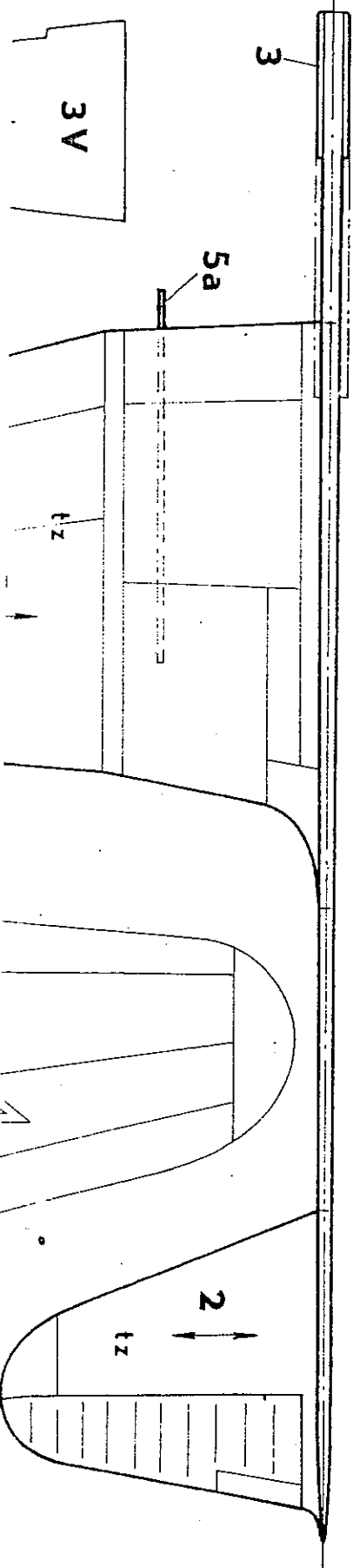
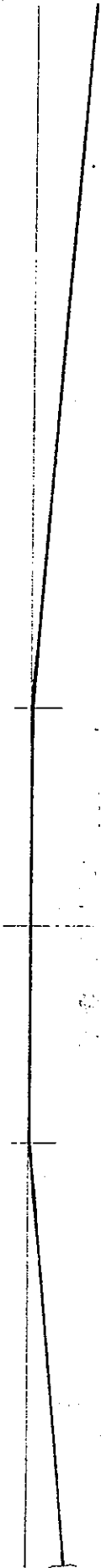
struktorja Iljušina. Il-2 je bilo letalo mešane gradnje. Sprednji in srednji del trupa sta bila kovinska z oklepom debelim 4 do 7mm. Tudi krilo je bilo kovinske gradnje. Zadnji del trupa je bil lesen. Podvozje je bilo uvlačljivo; pod krilom je letalo imelo aerodinamične gondole za podvozje. Oklepno steklo kabine je bilo debelo 55 mm.

Zaradi manjše hitrosti je bilo letalo ranljivo za napade lovcev od zadaj. Zato so leta 1942 izdelali dvosedežni tip M3; na drugem sedežu je sedel strelec, obrnjen nazaj, ki je z gibljivo strojnico branil letalo od zadaj. V času vojne so izdelali 36163 letal obeh verzij.

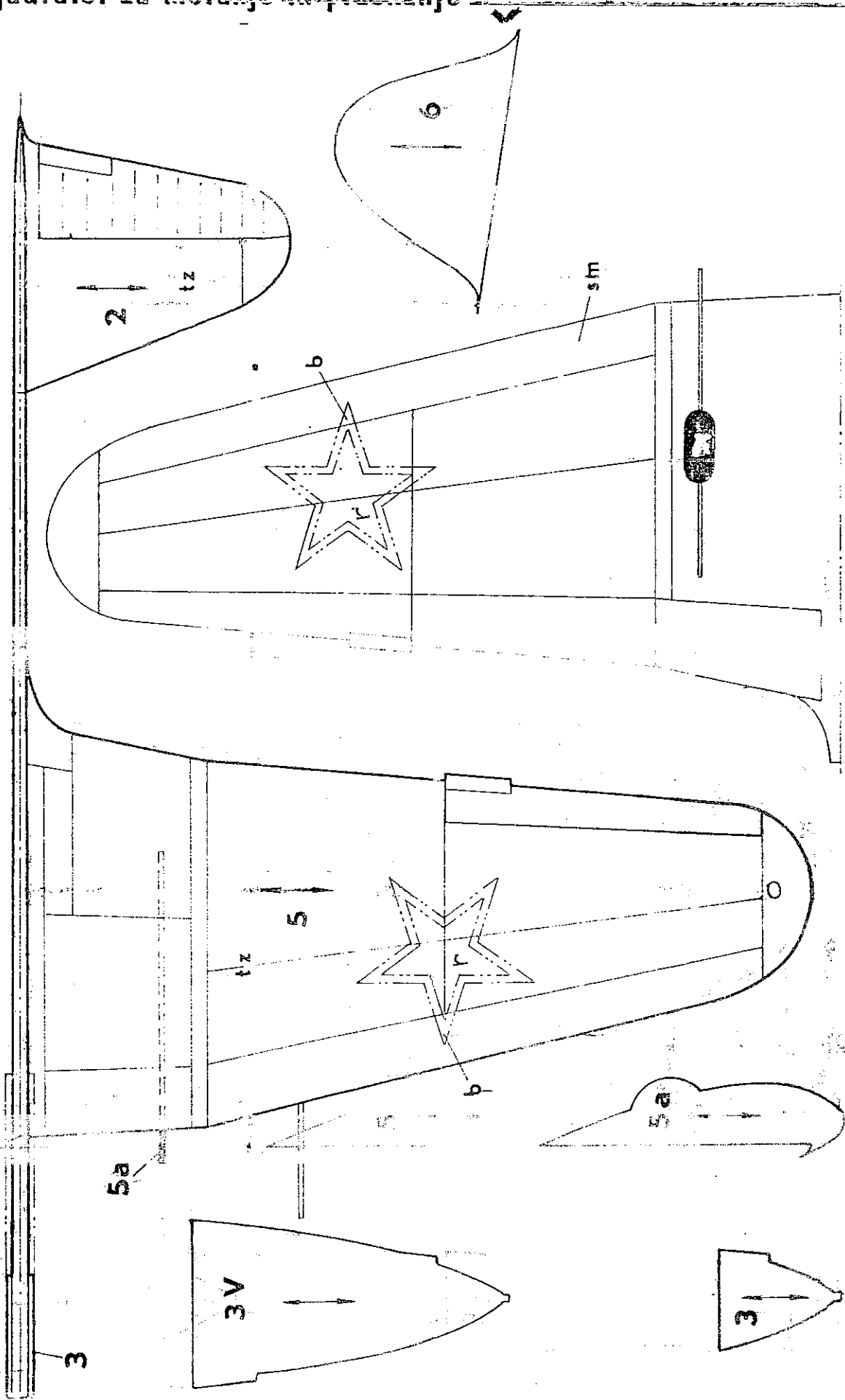
jadranci za metanje in pračkanje



# Ilyušin IL-2 M3 "Šturmovik"



jadralnici na metanje in pračkanje



# TRETJI ZUPANEKOV POKAL

Letošnji Zupanekov pokal bo sestavljen iz regijskih in skupnih tekem.

### Regijske tekme

Tekmovalce bomo za prvo sezono razdelili v dve regiji: centralno regijo (Ljubljana, Gorenjska, Primorska, Litija, Novo mesto itd.) in štajersko regijo (Sl.Konjice, Celje, Ptuj, Murska Sobota, Maribor, Slovenjgradec itd.). V vsaki bodo štiri tekme. Vožnje bodo krajše in cenejše kot lani; manjša bo izguba časa. Tekme bomo točkovali kot doslej (prvo mesto 25 točk itd.).

Štartnine bodo zadeva organizatorjev. Na tekmah bi lahko pobirali dodatnih npr. trideset tolarjev za pokale V REGIJI. Tedaj bi seštevali rezultate za skupno regijsko uvrstitev. Na zaključni regijski tekmi bi proglasili zmagovalce regije in podelili trofeje. O tem bi se dogovorili na prvi regijski tekmi.

### Skupne tekme

Skupnih tekem bo pet: otvoritvena tekma na Cerkniskem jezeru, tekma v Novem mestu, tekma v Murski Soboti, tekma v Novi Gorici in zaključna tekma na Pšati. Dosežke na teh tekmah bomo, zaradi močnejše konkurence, točkovali dvojno: prvo mesto 50 točk, drugo 40, itd.

Na skupnih tekmah bodo startnine zadeva organizatorjev. Dodatno bomo na vsaki skupni tekmi pobrali

petdeset tolarjev za pokale in trofeje v končni razvrstitvi.

### Vodenje tekmovanja

Obdržali bomo dosedanji sistem sojenja. Če organizator lahko dobi sodnike z izpitom prav; če ne, sodijo tekmovalci sami. V štajerski regiji bo za regularnost tekmovanja in koordinacijo skrbel Slavko Može, v centralni pa Grade Arsić iz Ljubljane. Če bodo kakšne pritožbe na potek tekmovanja jih bomo reševali na zboru vseh tekmovalcev pred pričetkom zaključne tekme (z večino glasov prijavljenih tekmovalcev). Enako bomo reševali pritožbe na potek zaključne tekme (tako po tekmi in pred razglasitvijo končnih rezultatov).

### Pravila:

1. Tekmuje se z modeli kategorije A-1.
2. Minimalna teža modela ni predpisana.
3. Dolžina vlečne vrvice je 30 metrov, merjeno brez napenjanja.
4. Maksimum leta je 90 sekund.
5. Tekmujejo juniorji in seniorji skupaj.
6. Dva modelarja ne smeta tekmovati z istim modelom.
7. Na posamezni tekmi je potrebno narediti pet startov. Če zaradi vremenskih ali drugih razlogov to ni možno, določi število startov tekmovalna komisija.
8. Tekmovalno komisijo se določi pred samo tekmo.

9. Uvrstitve bomo točkovali kot v svetovnem pokalu: prvo mesto 25 točk, drugo 20, tretje 15, četrto 12, ... 14. mesto 1 točka).

10. Za skupno uvrstitev bomo steli vsakemu tekmovalcu tri najboljše rezultate na regijskih in tri na skupnih tekmah.

10. Za tekme Zupanekovega pokala se ni treba vnaprej prijavljati. Prijave sprejemamo na terenu pred pričetkom tekme.

11. Tudi druga tekmovanja lahko štejejo za Zupanekov pokal (npr. Memorial Stojana Kranjca, Milana Boriška itd.). Pionirjem se priznajo trije štarti iz rednega tekmovanja, dodatno morajo narediti še dva štarta; ostali pa vseh pet.

12. V Letalskem modelarju bomo redno objavljali vsa obvestila o tekmovanju, razpise tekem in rezultate.

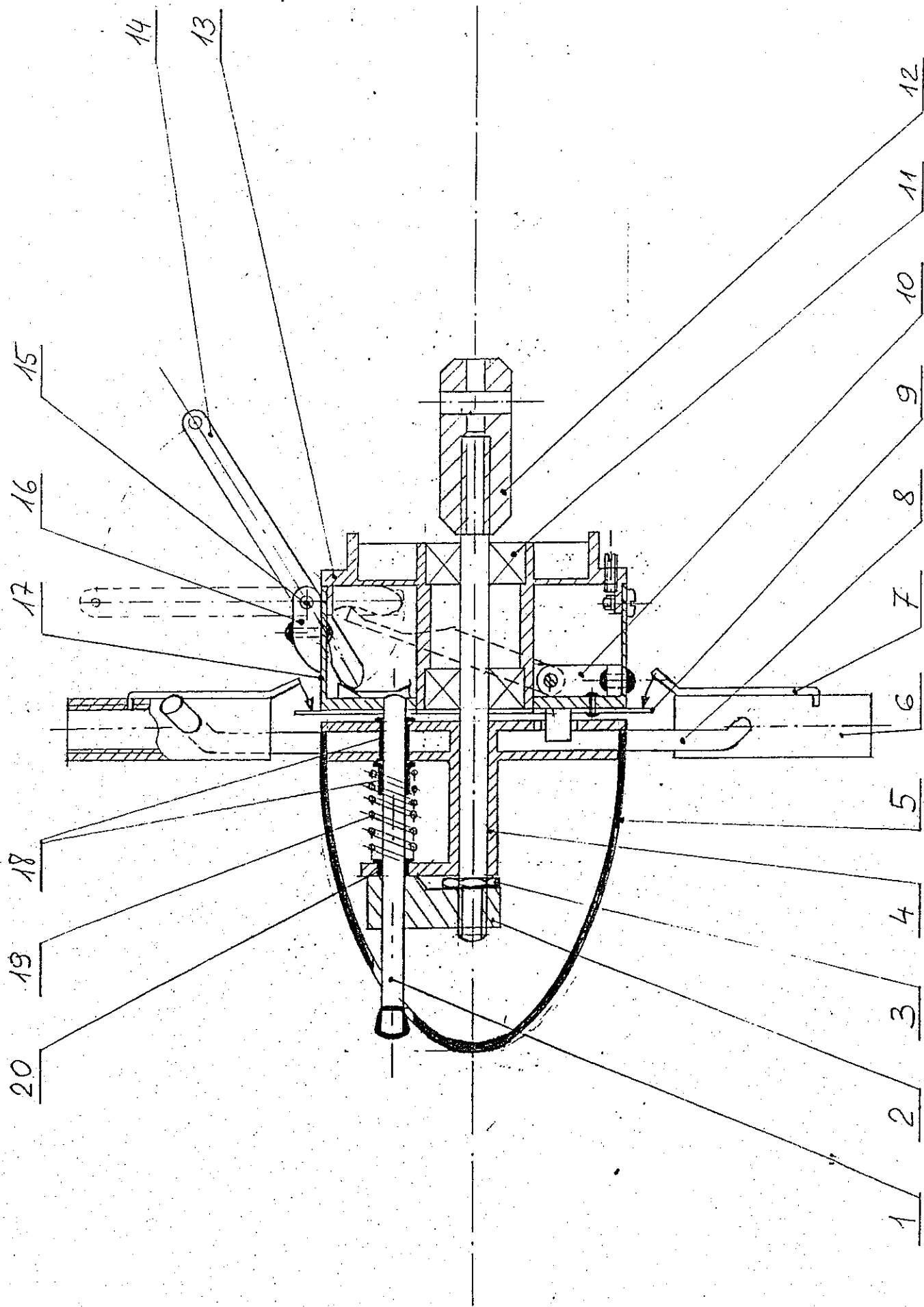
Razpis otvoritvenih tekem tretjega Zupanekovega pokala

Prva skupna tekma bo v NEDELJO 25. oktobra ob 10. uri na Cerkniskem jezeru. Startnina bo 50 tolarjev in bo v celoti namenjena pokalom za končno uvrstitev.

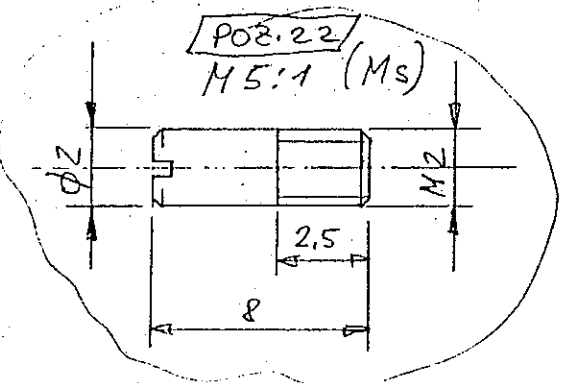
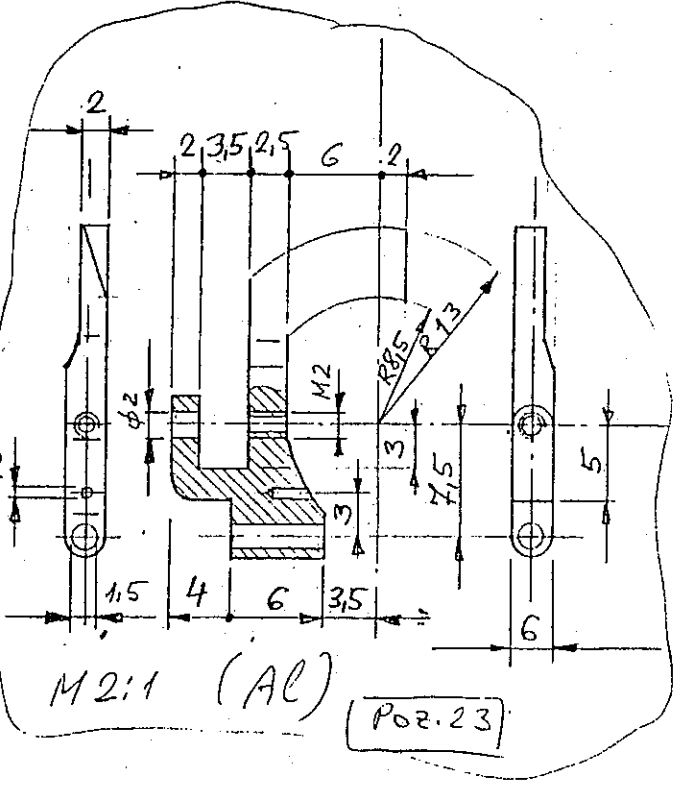
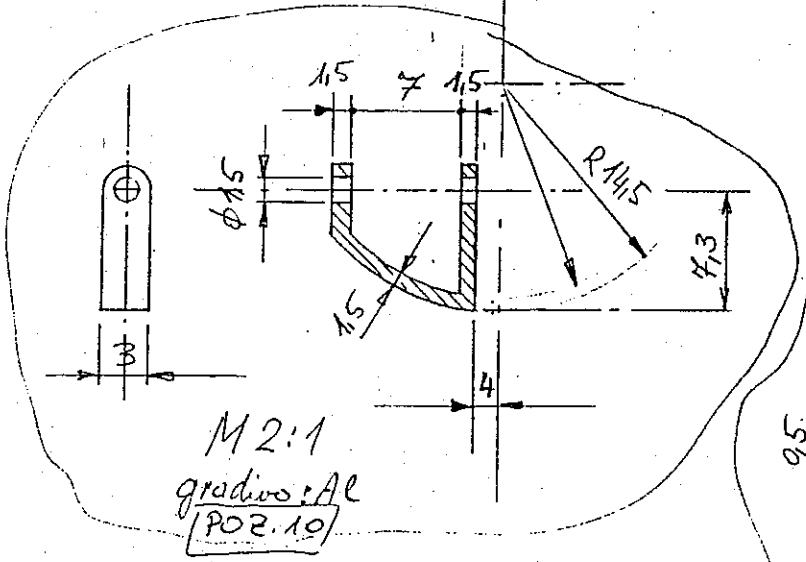
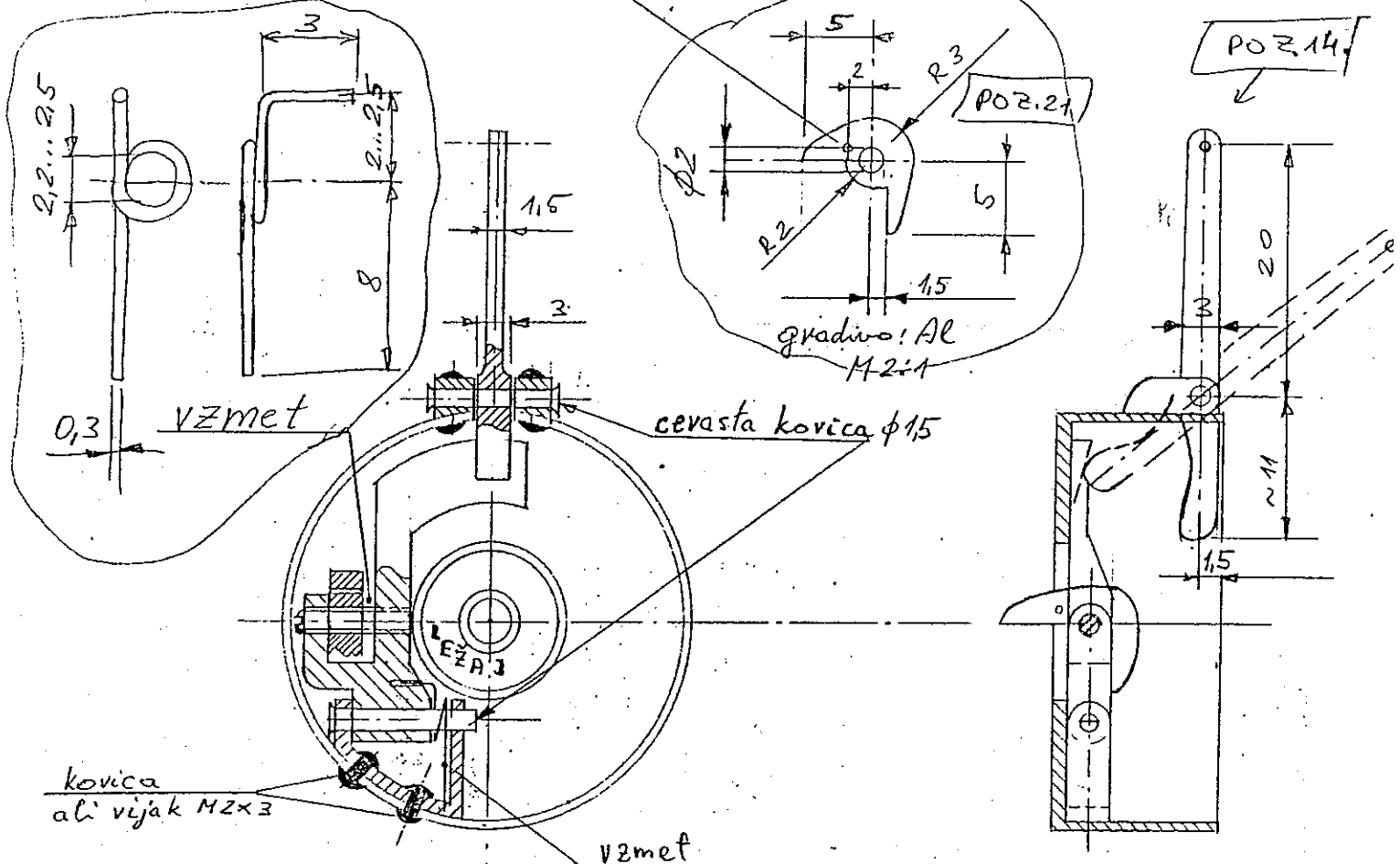
Prva tekma v centralni regiji bo 8. novembra ob 10. uri na tekmovališču Pšata pri Ljubljani.

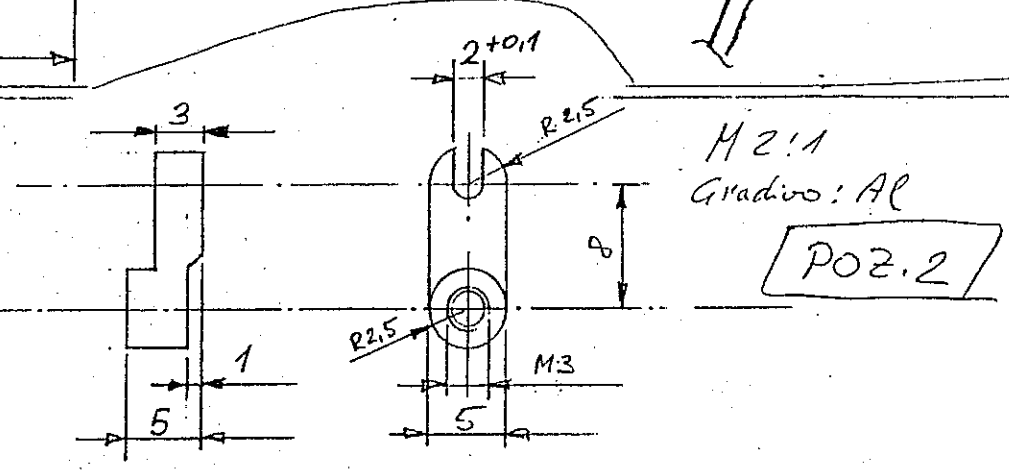
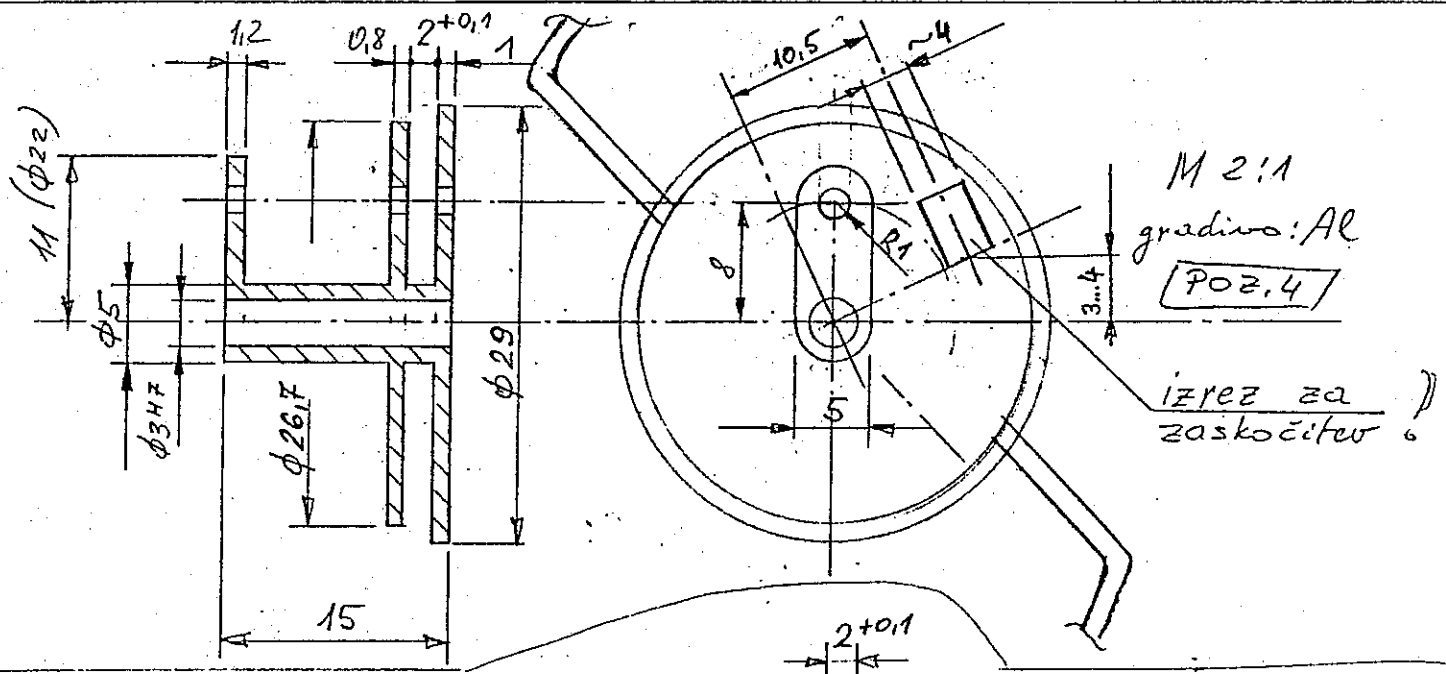
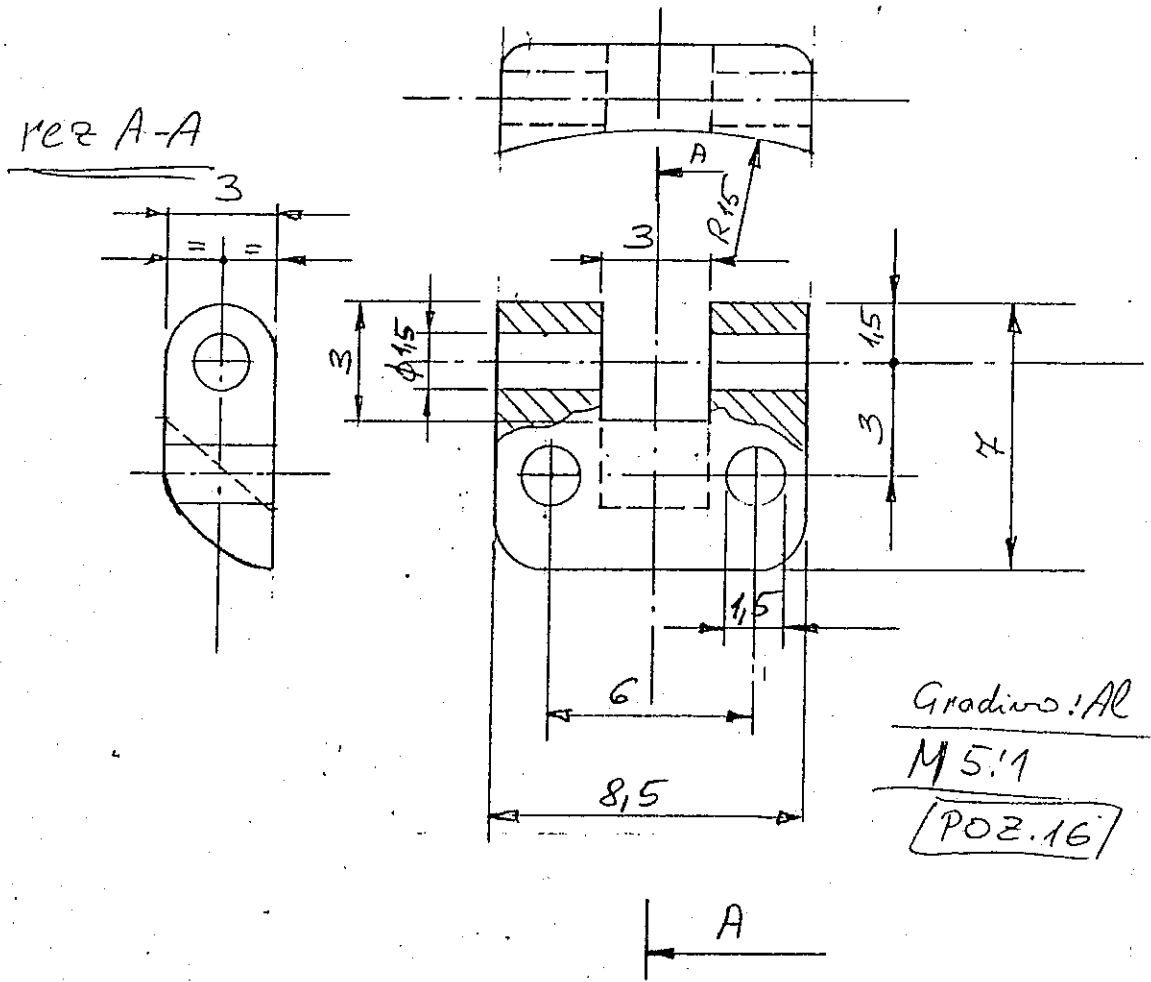
Prva tekma v štajerski regiji bo predvidoma v Murski Soboti ali na Ptuj. O tem se bomo dogovorili na Cerkniskem jezeru.

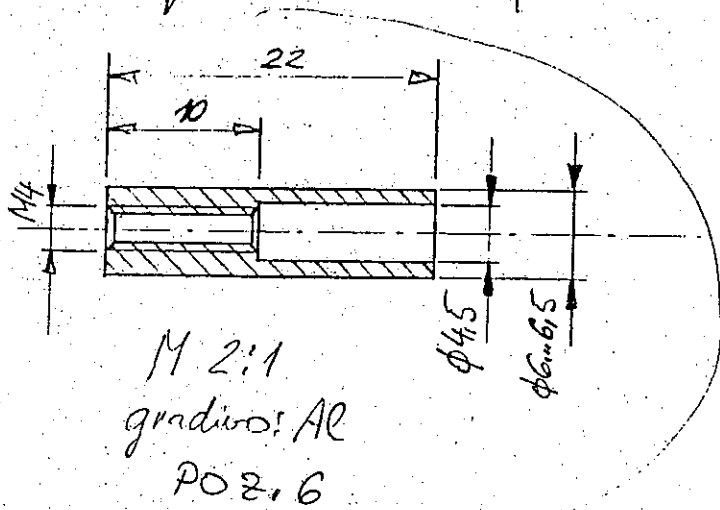
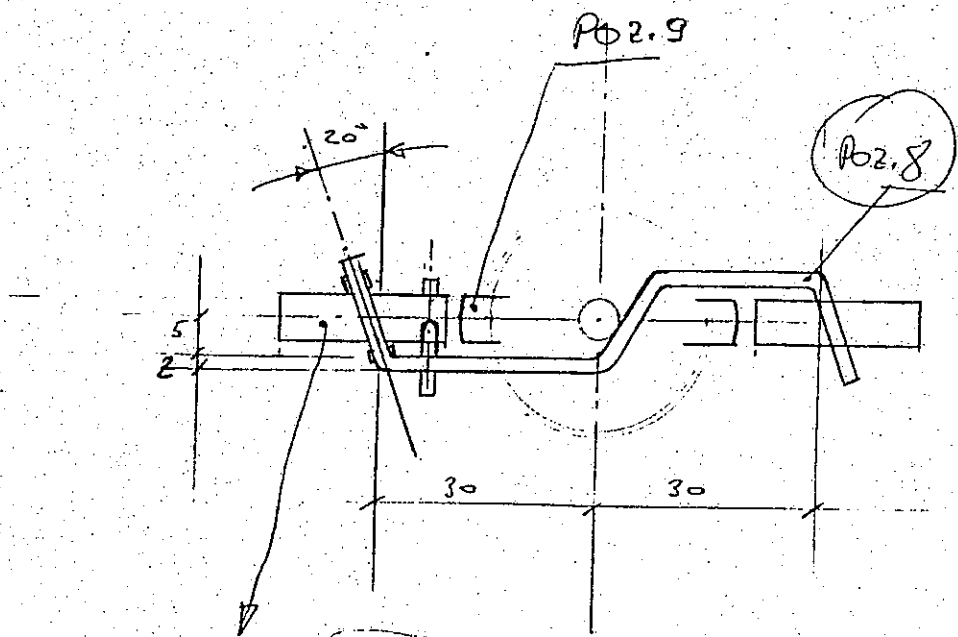




(luknja za vzmet)  $\phi 0,5$



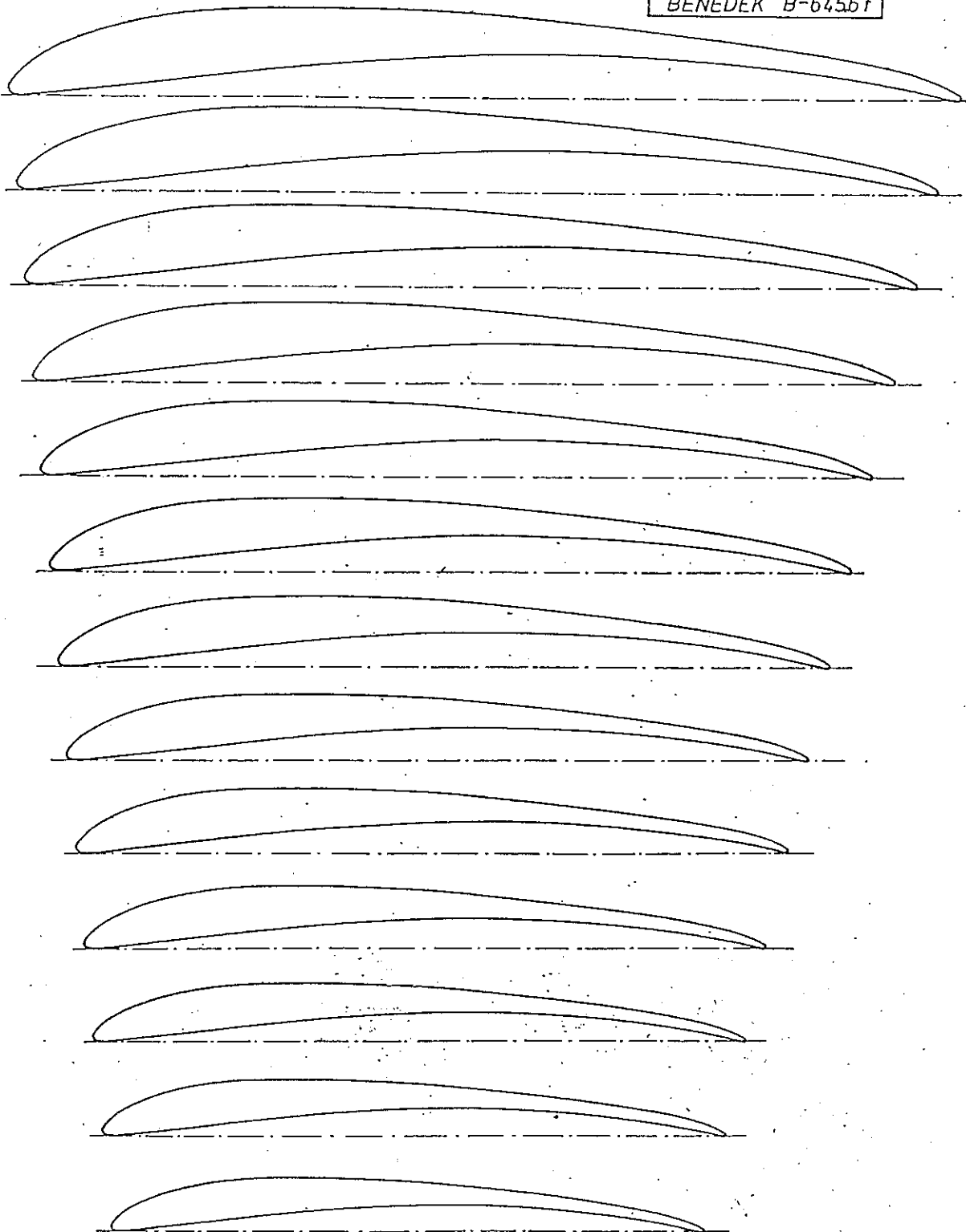




# PROFIL BENEDEK B-6456f

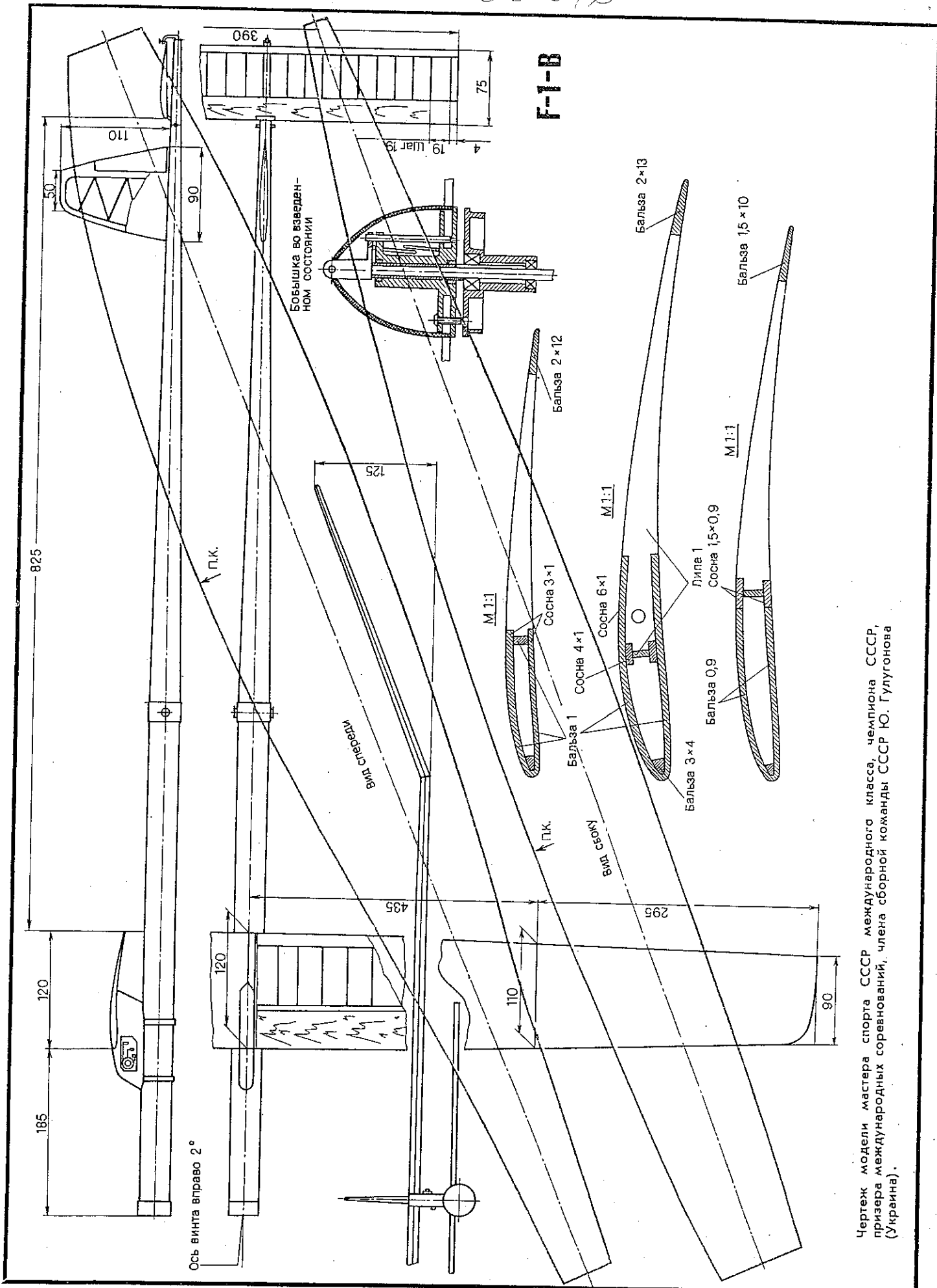
$y_4$	$y_5$	$x$
0,75	0,75	0
0	2,50	1,25
0,20	3,60	2,5
0,50	4,95	5
0,80	6,00	7,5
1,10	6,90	10
1,60	8,00	15
2,20	8,70	20
3,25	9,00	30
4,00	8,90	40
4,50	8,30	50
4,50	7,50	60
4,05	6,40	70
3,30	5,05	80
2,00	3,70	90
1,10	2,60	95
0	0,50	100

BENEDEK B-6456f



222 76

# F-1-B



Чертеж модели мастера спорта СССР международного класса, чемпиона СССР, призера международных соревнований, члена сборной команды СССР Ю. Гулугонова (Украина).