

OBSAH:

I. ZÁKLADNÍ ETAPY VÝVOJE LETADEL.

1. Úvod.	.....	10
1.1 Všeobecně.	.....	10
1.2 Motivy inovace.	.....	10
2. Etapy vývoje.	.....	11
2.1 Všeobecně.	.....	11
2.2 Systemizace vývojových postupů.	.....	12
2.3 Etapy vývoje letadla.	.....	12
3. Zkoušení a certifikace.	.....	15
3.1 Pozemní zkoušky.	.....	15
3.1.1 Laboratorní a prototypové zkoušky.	.....	15
3.1.2 Statické pevnostní zkoušky.	.....	15
3.1.3 Zkoušky životnosti.	.....	16
3.1.4 Laboratorní funkční zkoušky.	.....	16
3.1.5 Modelové zkoušky.	.....	16
3.1.6 Prototypové funkční zkoušky.	.....	16
3.1.7 Dynamické charakteristiky.	.....	17
3.2 Letové zkoušky.	.....	17
3.2.1 Zálet.	.....	17
3.2.2 Vývojové zkoušky.	.....	18
3.3 Certifikační zkoušky.	.....	20
4. Příloha.	.....	21

II. KŘÍDLO.

1. Úvod.	.....	27
1.1 Výběr uspořádání letadla.	.....	27
1.2 Umístění křídla.	.....	28
1.2.1 Umístění křídla v podélném směru.	.....	28
1.2.2 Umístění křídla ve svislém směru.	.....	28
2. Geometrické a aerodynamické parametry křídla.	.....	29
2.1 Štíhlost a zúžení křídla.	.....	29
2.2 Šíp křídla.	.....	30
2.3 Vzepětí křídla.	.....	32
2.4 Půdorys křídla.	.....	33
2.4.1 Přímá křídla.	.....	33
2.4.2 Šípková křídla.	.....	35
2.4.3 Trojúhelníková křídla.	.....	36
2.4.4 Trendy vývoje nosného systému.	.....	38
2.4.5 Střední aerodynamická tětiva.	.....	39
2.5 Profily křídla.	.....	39
2.5.1 Názvosloví a symbolika.	.....	39
2.5.2 Nízké rychlosti – odtrhování.	.....	40
2.5.3 Vysoké rychlosti – stlačitelnost.	.....	41
2.6 Opravná opatření.	.....	44
2.6.1 Křížení profilů křídla.	.....	44
2.6.2 Konická modifikace profilů křídla.	.....	45

2.6.3	<i>Měnitelné prohnutí profilů křídla.</i>	45
2.6.4	<i>Měnitelný půdorys křídla.</i>	46
2.6.5	<i>Rušivé lišty a přehrádky.</i>	46
2.6.6	<i>Vířiče (turbulátory).</i>	47
2.7	Mechanizace křídla.	47
2.7.1	<i>Všeobecně.</i>	47
2.7.2	<i>Mechanizační prostředky.</i>	48
3.	Zatížení křídla.	50
3.1	Všeobecně.	50
3.2	Základní podklady a zatížení.	51
3.2.1	<i>Letová zatížení.</i>	51
3.2.2	<i>Pozemní zatížení.</i>	52
3.2.3	<i>Zatížení od řídicích ploch a systémů.</i>	53
3.2.4	<i>Vyhodnocení únavové životnosti.</i>	53
3.2.5	<i>Rozdělení zatížení.</i>	54
3.2.6	<i>Dynamické parametry.</i>	55
4.	Konstrukce křídla.	56
4.1	Prvky nosné konstrukce křídla.	56
4.1.1	<i>Podélný systém.</i>	56
4.1.2	<i>Příčný systém.</i>	57
4.1.3	<i>Potahy.</i>	57
4.2	Konstrukčně-silové uspořádání křídel.	59
4.2.1	<i>Jednonosníkové konstrukce.</i>	59
4.2.2	<i>Dvounosníkové konstrukce.</i>	61
4.2.3	<i>Tří- a vícenosníkové konstrukce.</i>	64
4.2.4	<i>Křídla s měnitelnou geometrií.</i>	67
4.3	Dělení a závěsy křídel.	68
4.3.1	<i>Nedělená křídla.</i>	68
4.3.2	<i>Dělená křídla.</i>	69
 III. TRUP.		
1.	Všeobecně.	72
1.1	Rozměrové a hmotnostní parametry.	72
1.2	Požadavky na konstrukci trupu letadla.	72
2.	Hmotnost trupu.	73
2.1	Statistická data.	73
2.2	Předběžné odhady.	74
3.	Geometrické a aerodynamické parametry trupu.	74
3.1	Vnější tvary trupů.	74
3.2	Tvarový odpor a interference.	78
3.3	Vnitřní aerodynamika.	80
4.	Zatížení trupu.	82
4.1	Všeobecně.	82
4.2	Základní zatížení.	82
4.2.1	<i>Letová a pozemní zatížení.</i>	82
4.2.2	<i>Zatížení od přetlaku.</i>	85
4.2.3	<i>Zatížení od hnací skupiny.</i>	86
4.2.4	<i>Požadavky pasivní bezpečnosti.</i>	88

4.2.5	<i>Akustická zatížení.</i>	88
5.	Prostory pro užitečné zatížení.	89
5.1	Všeobecně.	89
5.1.1	<i>Vnitřní prostory.</i>	89
5.1.2	<i>Všeobecné požadavky.</i>	89
a)	<i>Životní prostředí.</i>	90
1)	<i>Požadavky na úroveň hluku a vibrací.</i>	90
2)	<i>Klimatizace.</i>	90
3)	<i>Hygienické požadavky.</i>	91
4)	<i>Estetické požadavky.</i>	91
b)	<i>Pracovní a uživatelský komfort.</i>	91
c)	<i>Bezpečnostní výstroj.</i>	91
5.2	Palivo.	91
5.3	Pilotní kabiny.	93
5.3.1	<i>Požadavky.</i>	93
5.3.2	<i>Ergonomické požadavky.</i>	93
5.3.3	<i>Výhled z místa pilota.</i>	94
5.3.4	<i>Dodatečné bezpečnostní požadavky.</i>	94
a)	<i>Větrné štíty a okna pilotních kabin.</i>	94
b)	<i>Nouzové opuštění pilotních kabin.</i>	95
c)	<i>Kyslíkový a jiné systémy.</i>	96
5.3.5	<i>Pilotní kabiny velkých letadel.</i>	96
5.4	Kabiny cestujících.	98
5.4.1	<i>Požadavky.</i>	98
5.4.2	<i>Uživatelský a pracovní komfort.</i>	99
a)	<i>Měrný objem kabiny a čas přepravy.</i>	99
b)	<i>Letové vlastnosti.</i>	100
c)	<i>Vybavení kabiny.</i>	100
d)	<i>Životní prostředí v kabině.</i>	100
e)	<i>Úroveň obsluhy.</i>	101
5.4.3	<i>Uspořádání interiérů.</i>	101
a)	<i>Celková dispozice kabin cestujících.</i>	101
b)	<i>Sedačky.</i>	106
c)	<i>Servisní úseky.</i>	106
5.4.4	<i>Okna, dveře, nouzové východy.</i>	107
5.5	Nákladní a zavazadlové prostory.	108
5.5.1	<i>(Spolu-)zavazadla cestujících.</i>	108
5.5.2	<i>Náklady.</i>	110
5.5.3	<i>Nakládání a vykládání.</i>	110
5.5.4	<i>Těžké transportní speciály.</i>	111
6.	Konstrukce trupu.	112
6.1	Stavební schéma trupu - třídění.	113
6.1.1	<i>Příhradové konstrukce.</i>	113
6.1.2	<i>Smišené plnostěnno – příhradové konstrukce.</i>	114
6.1.3	<i>Plnostěnné konstrukce.</i>	114
6.1.4	<i>Konstrukce s podélnými a příčnými vnitřními stěnami.</i>	114
6.2	Příhradové konstrukce.	114
6.2.1	<i>Dřevěné příhradové konstrukce.</i>	114
6.2.2	<i>Kovové příhradové konstrukce.</i>	116

6.2.3	<i>Smíšené plnostěnné – příhradové konstrukce.</i>	118
6.2.4	<i>Geodetické konstrukce.</i>	119
6.3	Plnostěnné konstrukce.	120
6.3.1	<i>Dřevěné plnostěnné konstrukce.</i>	120
6.3.2	<i>Kovové plnostěnné konstrukce.</i>	121
6.4	Přetlakování.	125
6.4.1	<i>Rozsah přetlakování.</i>	125
6.4.2	<i>Přepážky, spoje, podlahy.</i>	128
6.4.3	<i>Dveře, kryty, okna.</i>	129

IV. OCASNÍ PLOCHY.

1.	Úvod.	132
2.	Uspořádání ocasních ploch (systemizace).	133
3.	Návrhové parametry ocasních ploch.	135
3.1	Aerodynamické a geometrické parametry.	135
3.1.1	<i>Velikost VOP.</i>	135
3.1.2	<i>Velikost SOP.</i>	137
3.2	Umístění ocasních ploch.	137
3.2.1	<i>Vzájemná interakce VOP a SOP.</i>	137
3.2.2	<i>Vliv ostatních částí letadla.</i>	137
a)	<i>Srázový úhel a zbrždění proudu.</i>	137
b)	<i>Proud vzduchu za proudovými motory.</i>	139
c)	<i>Proud vzduchu za vrtulí.</i>	139
d)	<i>Vliv úplavu odtrženého vzduchu.</i>	142
e)	<i>Vliv vírů z přední části trupu.</i>	143
f)	<i>Ostatní.</i>	143
4.	Zatížení ocasních ploch.	144
4.1	Zatížení VOP.	144
4.1.1	<i>Vyvažovací zatížení .</i>	144
4.1.2	<i>Manévrovací zatížení.</i>	144
4.1.3	<i>Poryvové zatížení.</i>	146
4.1.4	<i>Nesymetrické zatížení.</i>	146
4.2	Zatížení SOP.	146
4.2.1	<i>Manévrovací zatížení SOP.</i>	146
4.2.2	<i>Poryvová zatížení SOP.</i>	147
4.3	Setrvačná zatížení.	147
5.	Konstrukce ocasních ploch.	147

V. PODVOZKY LETADEL.

1.	Požadavky a omezení.	151
1.1	Požadavky.	151
1.1.1 ÷ 1.1.11	<i>Požadavky na konstrukci.</i>	151
1.2	Omezení.	151
1.2.1	<i>Čas mezi opakovanými přistáními.</i>	151
1.2.2	<i>Tlak v pneu.</i>	152
1.2.3	<i>Zajištění dostatečné průchodnosti.</i>	152
1.2.4	<i>Ekvivalentní zatížení jednoho kola.</i>	152
2.	Pozemní zatížení.	153
2.1	Síly a násobky.	153

2.1.1	<i>Přistávací hmotnost.</i>	153
2.1.2	<i>Svislá složka přistávacích násobků.</i>	154
2.1.3	<i>Síly od brždění a roztáčení kol.</i>	154
2.1.4	<i>Stranové síly.</i>	155
2.1.5	<i>Dodatečné podmínky pro nosová a ostruhová kola.</i>	155
2.1.6	<i>Dodatečné podmínky pro lyžové podvozky.</i>	155
2.1.7	<i>Vodní zatížení.</i>	155
2.2	Případy zatížení.	155
2.2.1	<i>Letové případy.</i>	155
2.2.2	<i>Pozemní případy.</i>	157
3.	Uspořádání podvozku.	158
3.1	Základní typy podvozků.	158
3.1.1	<i>Normální tricykl.</i>	158
3.1.2	<i>Obrácený tricykl.</i>	159
3.1.3	<i>Tandemové podvozky.</i>	160
3.1.4	<i>Vozíkové podvozky.</i>	161
4.	Návrhové parametry podvozku.	162
4.1	Geometrické parametry.	162
4.2	Základní části podvozku.	164
4.3	Základní typy podvozkových noh.	164
4.3.1	<i>Pružinové podvozky.</i>	164
4.3.2	<i>Teleskopické podvozky.</i>	165
4.3.3	<i>Podvozkové nohy s vlečeným kolem.</i>	166
4.3.4	<i>Stopa.</i>	167
4.3.5	<i>Shimmy.</i>	168
4.4	Podvozkové tlumiče.	169
4.4.1	<i>Práce tlumičů.</i>	169
4.4.2	<i>Přistávací energie.</i>	170
4.4.3	<i>Typy tlumičů.</i>	171
4.5	Podvozková kola.	177
4.5.1	<i>Nebržděná kola.</i>	177
4.5.2	<i>Bržděná kola.</i>	177
4.5.3	<i>Ovládání brzd.</i>	180
4.5.4	<i>Pneumatiky leteckých kol.</i>	181
4.6	Zatahovací mechanismy.	182
4.6.1	<i>Podvozky se zlamovací vzpěrou a zámkem na vzpěře.</i>	182
4.6.2	<i>Přímočinné, se zámkem na draku.</i>	183
4.6.3	<i>Přímočinné, se zámkem ve válci.</i>	184
4.6.4	<i>Skládací mechanismy.</i>	184
4.6.5	<i>Pohony zatahovacích mechanismů.</i>	185
4.7	Závěr.	185
VI. ŘÍZENÍ LETADLA.		
1.	Úvod.	186
2.	Stabilita a říditelnost.	186
2.1	Přijaté značení a názvosloví.	186
2.2	Fyzikální základy stability a říditelnosti.	188
2.3	Základní vztahy.	190

2.3.1	<i>Míra podélné stat. stability podle přetížení.</i>	190
2.3.2	<i>Míra podélné stat. stability podle rychlosti.</i>	190
2.3.3	<i>Neutrální centráž podle přetížení.</i>	191
2.3.4	<i>Neutrální centráž podle rychlosti.</i>	191
2.3.5	<i>Součinitel klopivého momentu VOP.</i>	191
2.3.6	<i>Podélný moment celého letounu m_z.</i>	192
2.3.7	<i>Neutrální bod letadla.</i>	192
2.3.8	<i>Vyvažovací křivky.</i>	192
2.3.9	<i>Závaží a pružina v systému řízení.</i>	193
3.	Řízení jako regulační systém.	194
3.1	Člověk-pilot v systému řízení stroje.	194
3.2	Některé vlastnosti člověka-pilota.	195
3.3	Omyly posádky.	196
3.4	Řízení letadla nesmí vyžadovat	197
4.	Požadavky na konstrukci systému řízení.	197
4.1	Přesná a správná funkce.	197
4.1.1	<i>Přesná funkce.</i>	198
4.1.2	<i>Správná funkce.</i>	198
4.2	Síly v řízení.	199
4.2.1	<i>Zatížení systému řízení.</i>	199
4.2.2	<i>Dimenzování systému řízení.</i>	200
4.3	Gradientsy sil v řízení.	201
4.3	Účinky řízení.	203
4.5	Vyvažitelnost.	204
5.	Mechanismy v systému řízení.	205
5.1	Měníče převodu.	206
5.2	Nelineární mechanismy.	206
5.3	Posilovače.	206
5.4	Směšovací mechanismy.	208
5.5	Mechanické transmise řízení.	208
5.5.1	<i>Pružné transmise.</i>	209
5.5.2	<i>Tuhé transmise.</i>	209
6.	Automatika v systému řízení.	211
6.1	Základní způsoby uspořádání automatických systémů řízení letu.	211
6.1.1	<i>Piloní povelové systémy.</i>	211
6.1.2	<i>Automatické (aktivní) systémy.</i>	212
6.1.3	<i>Zálohování.</i>	213
6.2	Základní funkce automatů stability a říditelnosti.	215
6.2.1	<i>Bezpečnostní automaty.</i>	215
6.2.2	<i>Tlumiče podélného, příčného a směrového kmitání.</i>	215
6.2.3	<i>Prosté automaty stability a říditelnosti.</i>	217
(i)	<i>Podélné, příčné a směrové statické stabilizátory.</i>	217
(ii)	<i>Regulátory charakteristik řízení.</i>	218
(iii)	<i>Stabilizátory rychlosti.</i>	218
6.2.4	<i>Úplné automaty stability a říditelnosti.</i>	219
6.3	Závěr.	219

VII. ROZPOČTY A NÁKLADY.

1. Úvod.	221
1.1 Všeobecně	221
1.1.1 <i>Bezkonfliktní plánování, pevná/okamžitá měna.</i>	221
1.1.2 <i>Úroveň technologie.</i>	222
1.1.3 <i>Mzdy a produktivita práce.</i>	222
2. Hlavní části nákladů	224
2.1 Celoživotní náklady.	224
2.1.1 <i>RDT&E.</i>	224
2.1.2 <i>Výrobní náklady.</i>	224
2.1.3 <i>Ceny.</i>	224
2.1.4 <i>Spec. stavby.</i>	225
2.1.5 <i>Provoz a údržba.</i>	225
2.1.6 <i>Likvidace systému.</i>	225
2.2 Měrné náklady.	225
2.2.1 <i>Měrné náklady.</i>	225
2.2.2 <i>Náklady.</i>	226
2.2.3 <i>Parametry plnění funkce.</i>	226
2.3 Pracnost.	226
2.3.1 <i>Mzdové náklady výroby.</i>	226
2.3.2 <i>Měrná pracnost.</i>	227
2.4 Náběhové křivky.	229
2.4.1 <i>Náběhové křivky.</i>	229
2.4.2 <i>Průměrná pracnost.</i>	230
2.4.3 <i>Vybavenost výroby.</i>	231

VIII. PŘEDBĚŽNÉ ODHADY NÁKLADŮ.

1. Všeobecně.	233
1.1 Obecné vztahy a vstupní hodnoty	233
1.1.1 <i>Obecné vztahy.</i>	233
1.1.2 <i>Cena peněz.</i>	234
1.1.3 <i>Mzdové náklady.</i>	235
2. Metody provádění výpočtů.	235
2.1 E – Inženýrské práce.	235
2.2 D – Podpora vývoje.	236
2.3 F – Letové zkoušky.	236
2.4 T – Přípravkové vybavení.	237
2.5 L – Pracnost výroby.	238
2.6 Q/C – Kontrola kvality.	238
2.7 M – Materiál.	238
2.8 M/A – Hnací jednotky a avionika.	239
2.9 Celkové náklady vývoje.	240
2.10 Příjmy a výdaje.	241

3. Provozní náklady a údržba.	.....	241
3.1 Pohonné hmoty.	.....	242
3.2 Platy posádek.	.....	242
3.3 Náklady na údržbu.	.....	243
3.4 Odpisy.	.....	245
3.5 Cena bojové efektivity.	.....	245