



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

VÝVOJ STÍHACÍCH LETOUNŮ DO ROKU 1950

THE DEVELOPMENT OF FIGHTER AIRCRAFT UNTIL 1950

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL SMÝKAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROL BENCALÍK

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Letecký ústav

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Michal Smýkal

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vývoj stíhacích letounů do roku 1950

v anglickém jazyce:

The development of fighter aircraft until 1950

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Od počátku první světové války byly letouny používány pro vojenské účely. Stíhací letouny byly vždy na vrcholu vývoje v této oblasti. Technologie použité k vývoji stíhacích strojů začaly dříve či později pronikat do oblasti civilního letectví a následně i do běžných aplikací.

Cíle bakalářské práce:

Zpracujte přehled základních charakteristik stíhacích letounů jednotlivých vývojových etap. Uveďte typy používaných konstrukcí a materiálů pro jejich stavbu.

Seznam odborné literatury:

- [1] GREEN W., SWANBOROUGH G.: Encyklopedie stíhacích letounů, Svojtka & Co., 2002, 608s
- [2] CROSBY F.: Stíhací letouny, Rebo Productions CZ, 2002, 256s
- [3] SULŽENKO M.N.: Konstrukce letadel, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1953, 420s
- [4] BENEŠ P., SCHINDLER J.: Letectví dnes a zítra, Nakladatelství Mladá Fronta, Praha 1959, 402s

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Karol Bencalík

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 21.11.2011

L.S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce zpracovává historii vývoje stíhacích letounů v období od počátku první světové války do roku 1950. Jsou zkoumány hlavní vývojové směry specifické pro daná období, použité konstrukce a materiály. Důležité vlastnosti letounů jsou poté vyneseny do grafů.

ABSTRACT

This bachelor thesis deal with history of fighter aircrafts in the period since start of World War I until 1950. There are examined the main developement sources of the period, used constructions and materials. The most important characteristics of the aircrafts are showed in the graphs.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stíhací letoun, trup, křídlo, podvozek, motor, poloskořepina, příhrada, nosník, potah, Fokker, Sopwith, Albatros, SPAD, Nieuport, Avia, Mitsubishi, Nakajima, Messerschmitt, Polikarpov, Boeing, Grumman, Hawker, Supermarine, Focke-Wulf, Mikojan-Gurjevič, Jakovlev, Lavočkin, Curtiss, North American, Republic, Vought, Gloster, Lockheed

KEY WORDS

Fighter aircraft, airframe, wing, landing gear, engine, semi-monocoque, panel, spar, sheet, Fokker, Sopwith, Albatros, SPAD, Nieuport, Avia, Mitsubishi, Nakajima, Messerschmitt, Polikarpov, Boeing, Grumman, Hawker, Supermarine, Focke-Wulf, Mikojan-Gurjevič, Jakovlev, Lavočkin, Curtiss, North American, Republic, Vought, Gloster, Lockheed

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SMÝKAL, M. *Vývoj stíhacích letounů do roku 1950*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 58 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Karol Bencalík.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Vývoj stíhacích letounů do roku 1950* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 20. května 2012

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Karolu Bencalíkovi za pomoc a cenné rady při zpracování daného tématu, dále svým rodičům, kteří mě podporovali během celého studia

OBSAH

ÚVOD	10
1. PRVNÍ SVĚTOVÁ VÁLKA	11
1.1. Stíhací jednoplošníky první světové války	11
1.2. Stíhací dvouplošníky	12
1.3. Stíhací trojplošníky	15
1.4. Zhodnocení pokroku během 1. světové války	16
1.4.1. Konstrukce letadel	18
1.4.2. Motory	19
1.4.3. Použité materiály	19
2. MEZIVÁLEČNÉ OBDOBÍ	20
2.1. Československo	20
2.2. Francie	23
2.3. Německo	23
2.4. SSSR	24
2.5. USA	24
2.6. Velká Británie	25
2.7. Vyhodnocení vývoje během meziválečného období	25
2.7.1. Konstrukce stíhacích letounů v meziválečném období	28
2.7.2. Motory	28
2.7.3. Výzbroj	29
3. DRUHÁ SVĚTOVÁ VÁLKA	30
3.1. Německo	30
3.2. Velká Británie	33
3.3. Sovětský Svaz	35

3.4.	USA	37
3.4.1.	Letadla USAAF.....	37
3.4.2.	Stíhací letouny USN a USMC.....	39
3.5.	Japonsko	41
3.6.	Zhodnocení vývoje	44
3.6.1.	Konstrukce stíhacích letounů	46
3.6.2.	Pohonné jednotky.....	47
3.6.3.	Materiály	47
4.	POVÁLEČNÉ OBDOBÍ.....	48
4.1.	Velká Británie.....	48
4.2.	USA	48
4.3.	SSSR.....	50
4.4.	Zhodnocení vývoje	50
5.	ZÁVĚR.....	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
	SEZNAM GRAFŮ	57
	SEZNAM PŘÍLOH.....	58
	PŘÍLOHY.....	59

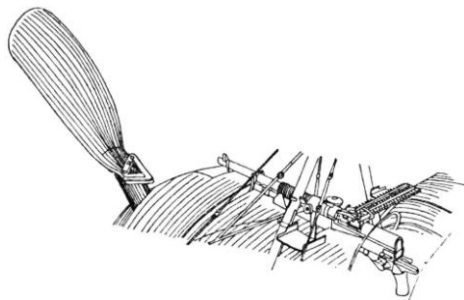
ÚVOD

Stíhací letouny se objevují teprve po začátku první světové války a od té doby se staly významnou součástí armád celého světa. Od prvních stíhacích letounů Fokker ke stíhacím letounům páté generace F-22 Raptor uběhlo již 90 let. Během této doby se z téměř rytířských soubojů staly nemilosrdné bitvy, kdy pilot nemusí svého nepřítele ani zahlédnout, aby ho mohl sestřelit. Vojenské letectví prošlo obrovským vývojem během pouhých třiceti let, které dělí období od konce první světové války do konce druhé. Jestliže stíhací letouny v první světové válce stěží překonávaly hranici rychlosti 200 km/h, pak v roce 1947 dokázal americký pilot Charles „Chuck“ Yeager v experimentálním letounu Bell X-1 překonat rychlost zvuku (1 299 km/h) při vodorovném letu. To bylo možné jen díky obrovskému pokroku během druhé světové války.

Tato práce má za cíl zpracovat historii vývoje stíhacích letounů do roku 1950. Znamená to prozkoumat podmínky vzniku vojenských letadel v první světové válce, vývoj v období mezi válkami a zrychlené tempo produkce nových letounů v průběhu druhé světové války a období po ní následujícím. Cílem této práce je porovnat základní charakteristiky stíhacích letounů, jako je jejich maximální rychlost, poměr výkonu motoru k maximální vzletové hmotnosti a velikost plošného zatížení. Tyto parametry budeme nejprve porovnávat v jednotlivých obdobích, abychom je nakonec mohli zanást do jednoho grafu pro celé období do roku 1950. Dále práce popisuje použité konstrukce trupu a křídel letounů, použitých materiálů a využívaných pohonných jednotek. Práce přináší i popis nejzajímavějších strojů, které se v průběhu první poloviny dvacátého století na nebi objevily.

1. PRVNÍ SVĚTOVÁ VÁLKA

Na začátku 1. světové války se letadla využívala pouze jako stroje pro průzkum nepřátelských linií. Pro obě strany konfliktu bylo ovšem nemyslitelné, aby mohl jejich nepřítel mít výhodu znalosti rozmístění pozic bojových jednotek a jejich případných přesunů. Z tohoto důvodu musely vzniknout letouny, které by této průzkumné činnosti zamezily. Odsud byl již malý krok ke vzniku skutečných stíhacích letounů. Než se ovšem začaly stavět nové konstrukce stíhacích letounů, zkusili někteří výrobci upravit průzkumné letouny do stíhacích verzí. Toto prvenství připadlo britskému výrobcí Royal Aircraft Factory se svým strojem B.E.2. První verze 2a měla nestupněná křídla stejného rozpětí s rovnoběžnými vzpěrami, pozdější verze 2c a 2e již měly křídla stupněná. Letoun měl konvenční ocasní plochy se samostatnou kýlovou plochou, směrovkou, stabilizátory a výškovkou. Tento typ byl celodřevěné konstrukce, která byla potažená plátnem. Podvozek byl vybaven pomocnou lyžinou, která měla zabránit jeho převrácení. Letoun byl poháněn vidlicovým osmiválcem R.A.F. 1a o výkonu 90 koní, díky kterému mohl létat rychlostí až 116 km/h. Na druhé straně kanálu vznikl ve Francii neméně slavný letoun Morane-Saulnier L. Byl dílem Léona Morana a Raymonda Saulniera, kteří vycházeli z prototypu G-19. Jednalo se o vzpěrový hornoplošník, který používal křivení konců křídel pro příčné řízení, což byl v počátcích letectví oblíbený způsob řízení. Jako pohon sloužil buď rotační sedmiválec Gnome Monosoupape nebo rotační devítiválec Le Rhône 9C – oba o výkonu 80 koní. Tento stroj byl poprvé vybaven primitivním mechanismem, který umožňoval střelbu skrz okruh vrtule tzv. sekačkou (*Obr. 1*). Sekačku tvořily ocelové klíny na listech vrtule, které odrážely kulky, které na ně mířily a mohly by je poškodit. Tento systém nebyl zcela dokonalý, ale byl vcelku úspěšný, než byl nahrazen mnohem dokonalejším synchronizátorem. Stíhací letouny bojující na nebi první světové války můžeme rozdělit do tří kategorií podle počtu křídel.



Obr. 1: Zařízení umožňující střelbu skrz okruh vrtule, tzv. „sekačka“ u francouzských letounů [5]

1.1. Stíhací jednoplošníky první světové války

Konstrukce stíhacích jednoplošníků se v první světové válce vyskytla pouze na jejím začátku, neboť se ukázalo, že tyto letouny nedosahují takových hodnot součinitele vzlaku jako dvouplošníky. Jedinými jednoplošníky tedy byly Morane-Saulnier N a Fokker E.I. Francouzský stroj vycházel ze svého předchůdce M-S L, ale byl podstatně aerodynamicky čistší. Na rozdíl od typu L, který byl dvoumístným hornoplošníkem, byl typ N jednomístným středoplošníkem. Trup byl mnohoúhelníkového průřezu, jehož dřevěná konstrukce byla potažena plátnem a pouze kryt motoru byl pokryt plechem. Křídlo bylo celodřevěné potažené plátnem a stejně jako u typu L nemělo křídélka a využívalo k ovládní kroucení konců křídel.

Pohonnou jednotkou byl rotační devítiválec Le Rhône 9C, který spolu s aerodynamickou čistotou konstrukce umožňoval dosáhnout rychlosti až 144 km/h. Tento typ používal taktéž mechanismu „sekačka“ pro střelbu skrz okruh vrtule, byl vybaven jedním 8 milimetrovým kulometem Hotchkiss.

Fokker E.I Eindecker (*Obr. 2*) byl první úspěšnou konstrukcí Anthonyho Fokkera a prvním stíhacím letounem na straně Německa. Jednalo se o jednomotorový středoplošník s obdélníkovým průřezem trupu, který byl ze svařovaných ocelových trubek potažených plátnem, a dřevěných křídel taktéž potažených plátnem. K ovládání příčného řízení využíval stejně jako francouzské stroje kroucení konců křídel. Pro Eindecker byla typická konzole před kabinou, na které byla napjata výztužná lana. Byl to první letoun vybavený synchronizačním zařízením, které umožňovalo střelbu skrz okruh vrtule, aniž by docházelo k jejím zásahům. V kombinaci se vzduchem chlazeným kulometem Maxim LMG 08/15 to byla vítězná kombinace na evropském nebi. Celkem se vyrobilo několik modifikací Fokkera Eindecker od E.I do E.IV. Nejpočetnější verzí byla E.III. Jednotlivé řady byly poháněny různými verzemi motorů Oberursel U. Fokker E.III s motorem Oberursel U dosahoval maximální rychlosti 140 km/h.



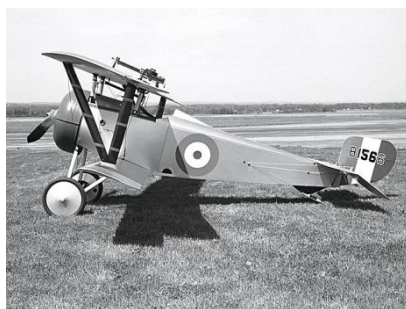
Obr. 2: Fokker E.I [6]

1.2. Stíhací dvouplošníky

Nejpočetnějším typem co se konstrukce týče, byl během celé první světové války vyztužený dvouplošník. Dvouplošnicková konstrukce se prosadila již brzy po začátku války a vydržela až do poloviny třicátých let dvacátého století. Mezi nejznámější dvouplošníky první světové války patří řada letounů Nieuport, SPAD, Albatros, Sopwith, Fokker a Royal Aircraft Factory. Zajímavým krokem byly letouny s tlačnou vrtulí. Tato konstrukce jim umožňovala střelbu dopředu mimo okruh vrtule. Jednalo se o velmi podobné britské letouny Airco D.H.2 a Royal Aircraft Factory F.E.2. D.H.2 byl dvoumístný vyztužený dvouplošník s nestupněnými křídly a tlačným motorem. F.E.2 byl vyztužený dvouplošník s plochým centroplánem a vnějšími panely křídla se vzepětím. Osádka seděla v pořadí střelec a pilot, kde byl pilot na zadním vyvýšeném sedadle. Nevýhodou uspořádání s tlačnou vrtulí bylo, že při pádu po nose spadl motor i palivová nádrž přímo na posádku.

Na francouzské straně fronty se zpočátku prosadily letouny z továrny Nieuport. Jednalo se o jednomístné jedenapůlplošníky, které poháněl rotační motor Le Rhône, což se stalo typickým znakem pro letouny tohoto výrobce. Jako příklad slouží Nieuport 17 (*Obr. 3*), což byl stupňový jedenapůlplošník se vzpěrami do "V". Zpočátku byl vybaven motory Clerget 9B a později Le Rhône 9Ja nebo Le Rhône 9Jb. Tento typ se stal klasickou konstrukcí, která vedla k vývoji dalších letounů na obou stranách válečného konfliktu. Na německé straně to

byl například model Siemens-Schuckert DI, který byl s výjimkou ocasních ploch jeho přímou kopií.



Obr. 3: Nieuport 17 [7]

Nieuport nebyl jediným výrobcem kvalitních stíhacích letounů ve Francii. Neméně úspěšnými se stali letouny z konstrukční kanceláře Louise Béchereaua. Jeho stíhací stroje SPAD byli pro Nieuporty velkou konkurencí. Model S.VII byl nasazen na frontu na podzim roku 1916 a jakmile již nedosahoval požadovaných výkonů, tak byl nahrazen modelem SPAD S.XIII. V obou případech se jednalo o nestupňový jednomístný dvojplošník, jehož trup i křídla byla ze dřeva s plátěným potahem, trup měl kryt motoru zesílen duralovými pláty. Letouny byly velmi robustní s odolnou konstrukcí a dobrou ovladatelností. SPADy byly poháněny vodou chlazenými vidlicovými osmiválci Hispano-Suiza a vyzbrojeny dvojicí kulometů Vickers ráže 7,7 mm. SPAD S.XIII byl nejrychlejším stíhacím letounem první světové války, když dosahoval rychlosti až 218 km/h.

Německé dvouplošníky zastupovaly letouny Albatros, Siemens-Schuckert nebo Fokker. Stíhací stroje Albatros řady D se lišily od všech ostatních letounů poloskořepinovou konstrukcí dřevěného trupu potaženého překližkou. Všichni ostatní výrobci používali příhradové konstrukce. Křídlo mělo dřevěnou kostru s plátěným potahem. Mezikřídlní vzpěry byly paralelní rovnoběžné. Letadla se vyznačovala aerodynamicky čistou konstrukcí trupu. Poslední z řady Albatrosů řady D, který se objevil v květnu 1917, byl D Va. Poháněl ho řadový vodou chlazený šestiválec Mercedes D IIIa s vysokým kompresním poměrem a válci přesahujícími aerodynamický kryt. Standardní výzbroj tvořila dvojice kulometů Spandau LMG 08/15 ráže 7,92 mm umístěných v krytu motoru.

V dubnu 1918 se na západní frontě objevil Fokker D.VII (*Obr. 5*), který odstartoval druhé období nadvlády Fokkerů. Jednalo se o vzpěrový dvouplošník, který nepotřeboval být vyztužen táhly. Letoun používal několik typů motorů, nejprve to byly vodou chlazené zážehové řadové šestiválcové motory Mercedes D.IIIa , poté motory Mercedes D.IIIaü s vyšším kompresním poměrem a výkonem. Výzbroj tvořily dva synchronizované kulometry LMG 08/15 ráže 7,92 mm. Po konci války se mnoho strojů dostalo do výzbroje USA, Nizozemí, Polska, Švýcarska, Belgie a Československa.



Obr. 4: Albatros D V [8]



Obr. 5: Fokker D.VII [9]

Na jaře 1917 se byl ve Francii u RFC nasazen jeden z nejslavnějších britských stíhacích letounů první světové války Royal Aircraft Factory S.E.5 (*Obr. 6*). Tento vyztužený dvouplošník měl stupněná křídla stejného rozpětí, směrové kormidlo bylo obdélníkové se zaoblenými konci a pod zadní částí trupu se vyskytoval malý trojúhelníkový kýl. Podvozek byl nesen klasickými "V" vzpěrami. Celá konstrukce byla dřevěná s plátným potahem. Model S.E.5 byl projektován pro vodou chlazený vidlicový osmiválec Hispano-Suiza 8b vybavený reduktorem a dosahoval výkonu 200 koní. V této verzi bylo vyrobeno kolem 50 kusů, poté přešla výroba na verzi S.E.5a, která byla upravena na základě zjištěných nedostatků předchozí verze. Pro zajištění vyšší pevnosti celé konstrukce byly zkráceny zadní nosníky křídel, na zakončeních nosných ploch vznikly místo lichoběžníkových konce useknuté. Pilot měl před kabinou aerodynamický štítek Avro a za kabinou byla nově opěrka hlavy. Oba typy byly vyzbrojeny jedním kulometem Vickers ráže 7,7 mm polozapuštěným v trupu a jedním kulometem Lewis ráže 7,7 mm nad horním křídlem. R.A.F. S.E.5a sloužil i po válce hlavně v zemích Commonwealthu.



Obr. 6: Royal Aircraft Factory S.E.5 [10]

V květnu 1917 se objevil na frontě nejúspěšnější britský stíhací letoun 1. světové války Sopwith Camel (*Obr. 7*). Měl dřevěnou příhradovou konstrukci s drátěnými výztuhami potaženou vpředu duralovými panely, překližkou až za kabinu a zbytek plátnem. Křídla byl

stupněná o stejném rozpětí ze dřeva s plátěným potahem a drátěnými výztuhami. Výzbroj tvořila dvojice synchronizovaných kulometů Vickers ráže 7,7 mm, lafetovaných na hřbetě trupu před pilotní kabinou. Jako pohonné jednotky byly instalovány rotační motory, nejprve Clerget 9B, přes Bentley B.R., po Le Rhône 9R. Reakční momenty způsobované rotačním motorem činily v rukou nezkušených pilotů pilotáž značně nebezpečnou hlavně při startech a přistáních. Naopak zkušení piloti jeho vlastností dokázali dokonale využít a v soubojích byli prakticky neporazitelní. Nejslavnějším vzdušným vítězstvím Camelu je zásah kanadského stíhacího esa Roye Browna, který sestřelil 21. dubna 1918 „Rudého Barona“ Manfreda von Richthofena v jeho Fokkeru Dr.I.

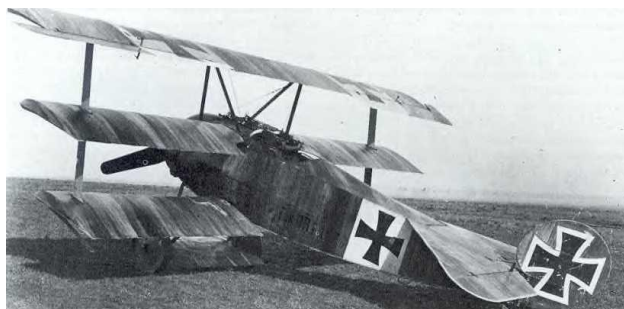


Obr. 7: Sopwith Camel [11]

1.3. Stíhací trojpláňníky

Na konci roku 1916 se objevil nový model společnosti Sopwith, který zahájil módní vlnu stíhacích trojpláňníků. Jednalo se o typ Triplane. Hlavní změnou oproti předchozím modelům bylo převratné uspořádání křídel se třemi nosnými plochami malé hloubky, s křídélky na koncích každého z křídel, jednoduchými mezikřídelními a centrálními vzpěrami značné hloubky, což přineslo vynikající obratnost a neuvěřitelnou stoupavost. Sopwith Triplane byl poháněn rotačním motorem Clerget 9B. Vyzbrojen byl jedním kulometem Vickers ráže 7,7 mm umístěným na trupu letounu. Služba u RFC pro něj ale měla krátkého trvání, protože byl již v létě 1917 nahrazen Sopwithem Camel.

Na podzim 1917 se na nebi objevil nový letoun z dílny Anthonyho Fokkera, který se inspiroval britským Sopwithem Triplane. Jednalo se o legendární Fokker Dr.I, který proslavil hlavně Manfred von Richthofen a jeho létající cirkus. Sám Richthofen létal na stroji zbarveném do červena a vysloužil si přezdívku „Rudý Baron“. Byl to jednomístný stupněný trojpláňník s pevnými vzpěrami. Na rozdíl od Sopwitha Triplane měl křídélka jenom na horním křídle. Model Dr.I ovšem předvedl typické nevýhody tohoto uspořádání. Tři křídla způsobovala velký odpor a díky tomu byl mnohem pomalejší než ostatní letadla té doby. Toto uspořádání mu umožňovalo vynikající obratnost a dobrou stoupavost. Pohonnou jednotku tvořil motor Oberursel Ur II. Výzbroj tvořila dvojice synchronizovaných kulometů LMG 08/15 ráže 7,92 mm. Jejich služba v armádě byla poměrně krátká, protože již v květnu roku 1918 byly staženy z aktivní služby, aby je nahradil model Fokker D.VII.

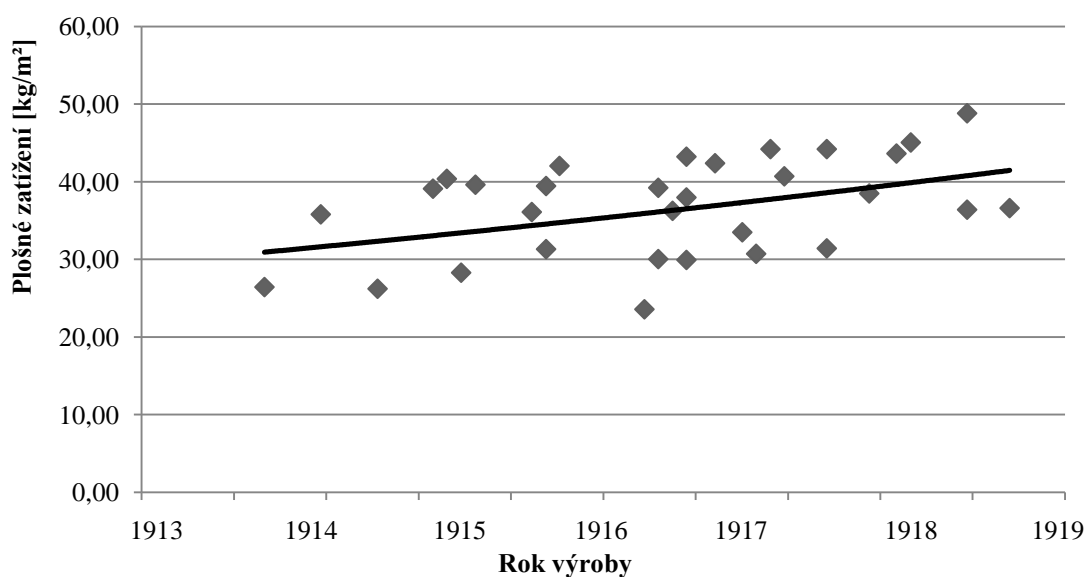


Obr. 8: Fokker Dr.I [12]

1.4. Zhodnocení pokroku během 1. světové války

V průběhu 1. světové války došlo k velkému vývojovému skoku nejenom u stíhacích letounů, ale v celém leteckém odvětví. Nejprve se letouny používali pouze k průzkumu nepřátelského území a piloti bránili plnění této činnosti střelbou z ručních zbraní – pistolí, pušek a brokovnic. Přelomovým se ukázal rok 1915, kdy Německo nasadilo Fokker Eindecker, první stíhací letoun schopný střílet skrz okruh vrtule. Jelikož Francie a Velká Británie touto technologií nedisponovaly, musely použít odlišné konstrukce, které jim umožnily utkávat se ve vzdušných soubojích alespoň trochu rovnocenně. Jednalo se o letouny Airco D.H.2, Royal Aircraft Factory F.E.2, Vickers F.B.5, které byly konstruovány s tlačnou vrtulí a které se později ukázaly být slepými uličkami ve vývoji. Tato koncepce se projevila jako nevyhovující proti letounům s klasickým uspořádáním tažné vrtule, která umožňovala dosahovat vyšších rychlostí a také lepších manévrovacích schopností. Během první světové války se posunula maximální rychlost z 115 km/h, které dosahoval Morane-Saulnier L, o více jak 100 km/h na hodnotu 218 km/h, jaké dosahoval Spad S.XIII. Jedním z nejzajímavějších faktorů, který se velmi výrazně změnil během tohoto období byl poměr mezi výkonem a maximální vzletovou hmotností letounu. Není překvapením, že nejmenších hodnot dosahovaly první stíhací letouny vůbec, jako R.A.F B.E.2 a Morane-Saulnier L. U těchto strojů byla tato hodnota hluboko pod 100 Watty na kilogram vzletové hmotnosti (W/kg). Bylo to jednak dáno materiálem, který byl použit na stavbu jednotlivých částí letadla, a pak také použitými pohonnými jednotkami, které nebyly z počátku dostatečně výkonné. V průběhu války tato hodnota vzrostla až k hodnotám okolo 200 W/kg. Většina z bojových letounů se pohybovala mezi 120 až 160 W/kg. Hodnoty plošného zatížení se vyskytovaly pod hranicí 50 kg/m². Tyto nízké hodnoty jsou důsledkem materiálů používaných na stavbu křídel a také tvarů profilů křídel. Křídla nebyla dostatečně pevná a tak musela být vyztužena vzpěrami a táhly. V tabulce (*Příloha 1*) jsou uvedeny základní vlastnosti letadel, které budeme používat pro srovnání v celém sledovaném období. Jsou to prázdná hmotnost, maximální vzletová hmotnost, nosná plocha, výkon motoru, maximální rychlost, plošné zatížení a poměr výkonu motoru k vzletové hmotnosti.

Plošné zatížení v závislosti na roku výroby



Graf 3: Srovnání růstu plošného zatížení stíhacích letounů v první světové válce

1.4.1. Konstrukce letadel

Ve většině případů bylo jako hlavního materiálu na stavbu letounů použito dřevo. Křídla byla dřevěná s plátěným potahem vyztužená vzpěrami a dráty. Byla to nízkoprofilová křídla. Ovládání příčného řízení bylo zpočátku řešeno pomocí ohýbání konců křídel. První letadla vybavená křídélky se objevila v roce 1916. Během války se také experimentovalo s uspořádáním a počtem křídel. Od začátku se využívaly především dvouplošníky, které vynikaly vysokými hodnotami součinitele vztlaku. Letouny typu Royal Aircraft Factory B.E.2 nebo SPAD S.VII byly nestupněnými dvouplošníky s rovnoběžnými vzpěrami a drátěnými výztuhami k zlepšení celkové pevnosti a tuhosti celé soustavy nosných ploch. Gustave Delage využíval u svých strojů Nieuport konstrukci jedenapůlplošníků se vzpěrami ve tvaru písmene V. Nevýhodou této konstrukce bylo to, že při vyšším zatížení docházelo ke kroucení spodního křídla. Z nestupněných dvouplošníků se postupem času vyvinuly dvouplošníky stupněné, u kterých stupnění zmenšilo aerodynamický vliv křídel mezi sebou a navíc usnadnilo vyvážení a zlepšilo výhled z pilotní kabiny. Dalším krokem u stupněných dvouplošníků bylo postupné zmenšení rozpětí a plochy dolního křídla. Nevýhodou dvouplošníků byl vysoký čelní odpor způsobený dvěma křídly a jejich výztuhami. Z dvouplošníků vznikly časem trojplošníky, které vynikaly vynikající obratností a stoupavostí, ale jejich nevýhodou byl velký čelní odpor, díky čemuž byly o mnoho pomalejší než ostatní letouny té doby. I tak pozitivita zvítězila nad negativy a mnohá hlavně německá stíhací esa létala na trojplošníku Fokker Dr.I. Na druhé straně byly jednoplošníky, které ovšem během první světové války plně nevyužily svůj potenciál. V první světové válce se objevily ve větší míře pouze na začátku vzdušného konfliktu, aby později ustoupily víceplošníkům. Jednalo se především o dva typy jednoplošníků, středoplošníky – Fokker E, Morane-Saulnier N – a hornoplošníky – Morane-Saulnier L. Křídlo Morane-Saulnier L bylo umístěno nad trupem a to kvůli umístění kulometu mimo okruh vrtule. Z této konstrukce parasolu vychází model středoplošníkú tupy N, který nebyl vybaven synchronizačním zařízením umožňujícím nerušenou střelbu skrz

okruh vrtule, ale měl na listech vrtule kovové odrazky kulek. V první světové válce se nejčastěji využívalo příhradové konstrukce trupu, poloskořepinové konstrukce využíval pouze Albatros Flugzeugwerke u svých modelů řady D. Ke stavbě kostry se využívalo dřeva a na potah plátno, u skořepinových konstrukcí to byla nejčastěji překližka. Nosná kostra příhradového trupu se skládá z nosníků libovolného průřezu, nejčastěji ale obdélníkového, který se postupně směrem k ocasu zmenšuje, a z řady přepážek, jež svými svislými články tvoří svislice příhrady. Mezi svislicemi se nacházejí příčky. Z počátku byl celý trup potažen pouze plátnem, ale později byl prostor za motorem pokryt hliníkovým plechem a mnohdy na něj navazovala překližka, která vedla až k pilotní kabině. Zbytek trupu pak již byl potažen plátnem. Potah byl upevněn přímo na nosníky, svislice a příčky klihem, hřebíky a šrouby do dřeva. Potah zabezpečuje tuhost spojovacích uzlů příhrady bez kovových prvků. Velmi pokrokovým řešením byl poloskořepinový trup u řady stíhacích letounů Albatros D. Podélná soustava se skládala ze smrkových nosníků a křížové trupové výztuhy. Potah byl u Albatrosů tvořen tenkou vrstvou překližky. Výhodou poloskořepinových trupů oproti příhradovým je lepší aerodynamika, účelnější využití materiálu z hlediska pevnosti konstrukce, vyšší tuhost, konstrukce je celkově lehčí a je méně zranitelná proti poškození. Stíhací stroje první světové války měly pevný podvozek, který byl uchycen k trupu zpravidla "V" vzpěrami. Kola byla spojena osou, na které byla umístěna vzpěra, která sloužila jako pomocná vztlaková složka. U letounů s tlačnou vrtulí, byly k přednímu podvozku nainstalovány lyžiny, které měli zabránit letounu v převrácení, když zabrzdil příliš rychle. Zadní část podvozku tvořila kovová ostruha.

1.4.2. Motory

Pohonné jednotky 1. světové války můžeme rozdělit na motory rotační a vodou chlazené řadové. Rotační motory mají válce uspořádané do hvězdy. Válce rotují zároveň s pevně připevněnou vrtulí. Tyto motory byly dostatečné zpočátku války. Ovšem jak začal výkon postupně narůstat, projevíly se jejich nedostatky. Motory začínaly mít problémy s chlazením a přehřívaly se. Toto bylo částečně způsobeno zakrytím motoru aerodynamickým prstencem. Po změně z prstence na podkovu se chlazení zlepšilo. Dalším pokusem o zlepšení aerodynamiky bylo umístění kuželovitého krytu vrtule. Kužel odváděl proud vzduchu okolo motoru na aerodynamický prsteneček. Ovšem kvůli tomu se na motor nedostával potřebný vzduch a to vedlo k jeho přehřívání. Další nevýhodou rotačních motorů byl gyroskopický moment, způsobený velkou rotující hmotou. Řadové motory byly sice podstatně těžší než jejich rotační příbuzní, ale daly se lépe umístit do trupu a tudíž nezpůsobovaly takový velký aerodynamický odpor. Jejich největší výhodou byla možnost plynulého růstu výkonu. Na konci války bylo jasné, že rotační motory jsou minulostí a nastupují místo nich motory hvězdicové.

1.4.3. Použité materiály

Nejčastěji používaným materiálem v první světové válce bylo dřevo, které se používalo na stavbu konstrukce trupů, křídel, vzpěr a vrtulí. Ocel a kovové materiály se využívaly především na stavbu motorů, spojovacích součástí u příhradové konstrukce, u táhel a výztuh. K potahu trupu a křídel se nejvíce používalo plátno, u některých strojů to byla překližka. Kryty motorového lože byl kvůli bezpečnosti přeplátovány ocelovými nebo duralovými plechy.

2. MEZIVÁLEČNÉ OBDOBÍ

První světovou válku oficiálně ukončila až v roce 1919 Versailleská smlouva, která určila následující vývoj v Evropě na 20 let dopředu. Ve světě se tempo výroby nových stíhacích letounů po konci války značně zpomalilo, protože již nebylo třeba takové množství leteckých jednotek. V armádách Velké Británie a Francie zůstala spousta stíhacích letounů nepoužitých za války a ta byla darována nebo prodávána do celého světa, např. Československo obdrželo dohromady okolo 150-ti kusů SPADů S.VII a S.XIII. Ve Versailleské smlouvě bylo poraženému Německu zakázáno letectvo, což ho ohromilo na více než deset let, a bylo znovu vybudováno až s příchodem nacistů k moci ve třicátých letech. Během meziválečného období můžeme vidět pokrok v konstrukci stíhacích letounů, v použitém materiálu, v aerodynamice, v pohonných jednotkách a v množství funkcí, pro která byla stíhací letadla navrhována. Během těchto dvaceti let se vývoj posunul od vyztužených dvouplošníků k samonosným jednoplošníkům, od celodřevěných konstrukcí po konstrukce ze slitin lehkých kovů, od otevřených kokpitů po kokpity zcela uzavřené. V průběhu let se začali stavět modely, které splňovali specifické úkoly v soudobém letectvu, ať to byly stíhací letouny, námořní stíhací letouny, noční stíhací letouny, nebo stíhací doprovodné letouny. Mnoho z těchto typů mělo své základy již v první světové válce, ale až nyní se o nich dalo hovořit, jako o letounech primárně vyvinutých k bojovým účelům.

2.1. Československo

Československé letectvo vzniklo současně s novým státem v říjnu 1918. Základem československého letectva se v jeho počátcích staly francouzské stíhací letouny SPAD S.VII a SPAD S.XIII, které byly v aktivní službě až do poloviny dvacátých let. První český stíhací letoun pocházel z dílny Aera a byl to typ Aero Ae-02. Vyroběn byl pouze prototyp, ale i tak to ukázalo budoucí potenciál československých leteckých závodů. Prvním sériovým letounem se stala Avia BH-3 (*obr. 9*) konstruktérů Pavla Beneše a Miroslava Hajna, který československé letectvo obdrželo v roce 1923. Jednalo se o celodřevěný vzpěrový dolnoplošník příhradové konstrukce trupu s řadovými motory BMW. Prvních pět kusů bylo vybaveno vodou chlazeným šestiválcem BMW IIIa, zbylých pět pak licenčním vodou chlazeným šestiválcem Walter-BMW IV. S tímto motorem dosahoval model maximální rychlosti 225 km/h. Mezi standardní vybavení již patřil štítek před pilotní kabinou a aerodynamická opěrka hlavy.

Cestou pokračování ve stavbě dvouplošníků se vydali zbylí dva výrobci letadel v tehdejší Československu, Aero a Letov. Letov se svým modelem Š-4, který byl navržen jako náhrada typů SPAD S.VII a S.XIII. Trup letounu měl celokovovou příhradovou kostru. Kostra ocasních ploch byla také celokovová. Křídlo bylo celodřevěné potažené plátnem. Poháněn byl osmiválcovým motorem Hispano-Suiza 8Ba, díky kterému měla maximální rychlost hodnotu 232 km/h. Letounu se ovšem příliš často přehříval motor a trpěl špatnou stabilitou. Díky těmto vlastnostem byl brzy přefazován od bojových útvarů k leteckému učilišti v Chebu, kde sloužil jako výcvikový stroj.

Jediným sériově vyráběným stíhacím letounem firmy Aero byl model A-18 (*obr. 10*), který vycházel ze svých předchůdců Ae-02 a Ae-04. Byl to nestupněný dvouplošník smíšené konstrukce. Trup byl příhradový s duralovou kostrou a křídla byla dřevěná potažená plátnem. Proti svým předchůdcům byl vybaven dvojicí tenkých tandemových vzpěr namísto jedné mohutné. Křídélka se byla umístěna na vnějších koncích horních křídel, ale nepřesahovala jej

svým profilem, jak tomu bylo u předchozích typů. Výzbroj tvořila dvojice kulometů Vickers ráže 7,7 mm.

Bohužel se postupem času ukázalo, že tyto letouny nejsou dostatečnou náhradou za letouny SPAD. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o objednání velkosériových dodávek strojů Avia BH-21 a Letov Š-20, která se objevila ve výzbroji armády ve druhé polovině dvacátých let. Celkem bylo vyrobeno přes sto kusů každého modelu. Jednalo se i o úspěšné exportní typy, Avie vyráběla v licenci Belgie a Letovy si pořídilo Lotyšsko. Avia BH-21 byla stupněný dvouplošník o nestejném rozpětí křídel, jehož dolní křídlo bylo větší než horní. Křídélka byla umístěna na dolním. Mezikřídelní vzpěry měly tvar obráceného "N". Poháněna byla licenčním motorem Škoda Hispano-Suiza 8Fb a dosahovala rychlosti 245 km/h.

Letov Š-20 (*obr. 11*) byl nestupněný dvouplošník smíšené konstrukce o nestejném rozpětí křídel a s oválným trupem. Baldachýn byl podepřen krátkými vzpěrami ve tvaru obráceného "V". Letoun poháněl stejný motor Škoda jako Avii BH-21. U tohoto modelu jsou zajímavě umístěny chladiče motoru, jelikož se nacházejí na vzpěrách podvozku. U většiny letadel této doby se chladič nachází mezi vzpěrami podvozku. Letoun dosahoval maximální rychlosti 257 km/h.

Na konci dvacátých let se na nebi objevil nový stíhací letoun Avia BH-33, který byl poslední konstrukcí úspěšných konstruktérů Beneše a Hajna v Avii. Byl to celodřevěný vzpěrový dvouplošník potažený překližkou a plátnem. Byla to první Avie s pevnou kýlovou plochou směrovky. Poháněl ho vzduchem chlazený hvězdicový devítiválec Walter Jupiter VI, který mu umožňoval dosáhnout maximální rychlosti 285 km/h. Nejvýznamnější modifikací byla verze BH-33L, která dřevěný trup nahradila trupem ze svařovaných ocelových trubek eliptického průřezu, vytvarovaným díky pomocným profilovaným žebřům. Kola podvozku nebyla spojena rovnou osou, ale dělenou. Měl také větší rozpětí křídel než původní verze. Jako pohonná jednotka sloužil třířadový vodou chlazený dvanáctiválec Škoda L. Výzbroj tvořila dvojice kulometů vzor 28 ráže 7,92 mm umístěné mezi bloky válců motoru.

Nejnámějším československým meziválečným letounem je Avia B-534 (*obr. 12*). Jednalo se o stupněný vzpěrový dvouplošník celokovové příhradové konstrukce z ocelových trubek vyztužený ocelovými dráty. Přední část trupu byla pokryta plechovými panely, za pilotní kabinou pak byl trup potažen plátnem. Křídla měla celokovovou konstrukci, kterou tvořily dva ocelové nosníky spojené plechovými žebry. Vyztužení křídla bylo provedeno ocelovými dráty. Horní křídlo bylo se spodním spojeno dvěma dvojicemi vzpěr tvaru "N" a výztužnými dráty. Potah křídel tvořilo plátno, doplněné plechem na náběžných hranách. Křídélka měla kostru z ocelových trubek a plátěný potah. Byla umístěna pouze na horním křídle a ovládala se táhly. Pohon zajišťoval vodou chlazený dvanáctiválec Avia Hispano-Suiza 12Ydrs. Pro B-534 je charakteristický podlouhlý chladič umístěný pod trupem mezi podvozkovými vzpěrami a bublinovité výstupky na obou stranách trupu, kde byly na každé straně umístěny dva kulometry vzor 30. Čtvrtá série (*obr. 13*) byla převratná pro celé československé letectví, protože poprvé byl letoun vybaven kovovou vrtulí místo dřevěné a taktéž byl otevřený kokpit nahrazen kokpitem plně uzavřeným s odsuvným překrytem směrem dozadu s navazujícím zvýšeným hřbetem trupu. Některé stroje měly také aerodynamické kryty podvozkových kol. Motor i výzbroj zůstala stejná jako u předchozí verze. Díky těmto aerodynamickým zlepšením dosahoval letoun maximální rychlosti 405 km/h.



Obr. 9: Avia BH-3 [13]



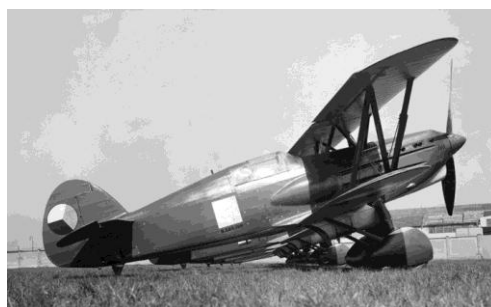
Obr. 10: Aero A-18 [14]



Obr. 11: Letov Š-20 [15]



Obr. 12: Avia B-534 II. série [16]



Obr. 13: Avia B-534 IV. série [17]

2.2. Francie

Francie vyšla z první světové války jako vítěz a tak mohla navázat ve vývoji stíhacích letounů na zkušenosti získané během války. Páteř letectva tvořily po válce stroje Nieuport a SPAD, které se osvědčily již za války. Tyto stroje ovšem rychle zastaraly a tak je bylo nutno nahradit novými modely. S poněkud netradiční konstrukcí přišel ve dvacátých letech Nieuport-Delage, který navrhl stíhací letoun na základě závodního jednoplošníku Ni-D 42 (obr. 14). Trup letounu byl tvořen dvěma poloskořepinami spojenými horizontálně. Řešením tak byl vzpěrový jedenapůlplošník jehož dolní křídlo bylo umístěno ve spodní části trupu a mělo plochu pouze 4,25 m². Křídlo bylo podepřeno jedinou širokou vzpěrou, která vedla od podvozku skrz dolní křídlo až k hornímu. Nad dolním křídlem se vzpěra rozevírala, takže při boční pohledu tvořila písmeno "Y". Křídlo mělo smíšenou konstrukci se dvěma duralovými nosníky, překližkovými žebry a plátěným potahem. Pohon obstarával řadový vodou chlazený dvanáctiválec Hispano-Suiza 12Ha. Tento typ se ve Francii stal základem velmi úspěšné řady modelů okolo roku 1930.



Obr. 14 Nieuport-Delage Ni-D 42 [18]

2.3. Německo

Situace v Německu po první světové válce nebyla letectvu nakloněna. Versailleská smlouva zakázala využívat letadla k jakémukoliv vojenské činnosti. Toto nařízení se Němci snažili všemožně obcházet tím, že nevyvíjeli letadla pro vlastní potřebu, ale zakázkově. Takto například vyvíjely letouny pro Lotyšsko a Japonsko. Tato situace se obrátila s nástupem nacistů k moci. Nacistické Německo začalo naplno porušovat Versailleskou smlouvu a začalo budovat všechny složky armády včetně letectva. Luftwaffe se tak během pár let stala jedním z nejmocnějších letectev na světě. Nejvýznamnějším letounem, jehož vývoj začal v polovině třicátých let a poté sloužil až do konce války, byl Messerschmitt BF 109, který vyvinul tým Willho Messerschmitta. Byl to první skutečně moderní stíhací letoun své doby. Měl celokovovou samonosnou konstrukci, uzavřený kokpit, zatahovatelný podvozek, jehož hlavní podvozkové nohy se zatahovaly směrem ke koncům křídel, a poháněl ho vodou chlazený dvanáctiválcový invertní motor do "V". Verze 109 B byla vybavena motorem Jumo 210Da a dvojicí kulometů MG 17 ráže 7,92 mm umístěných v přídi. Tyto letouny byly vyslány do Španělska s Legií Kondor. Na jaře 1938 přešel výrobní standart na verzi 109 C-1. Poháněl ji nový motor Junkers Jumo 210Ga o zvýšeném výkonu, který byl vybaven přímým vstřikováním paliva. Bylo upraveno výfukové potrubí, které odvádělo spaliny mimo chladičový systém, čímž se zlepšilo chlazení motoru. Další novinkou byl nový vrtulový kužel a zvětšená palivová nádrž. Ke dvěma kulometům v přídi navíc přibýly další dva kulometry MG 17 do křídel. Letoun měl kovovou dvoulistou vrtuli, která navíc byla automaticky stavitelná. Podle potřeby pilota mohl být úhel náběhu měněn i manuálně.

2.4. SSSR

V období mezi světovými válkami převládali v Sovětském svazu letouny z dílen Nikolaje N. Polikarpova. Nejvýznamnějším modelem byl Polikarpov I-16 (*obr. 16*), který byl prvním jednomístným samonosným stíhacím dolnoplošníkem se zatahovatelným podvozkem zařazeným do aktivní služby. Letoun měl smíšenou konstrukci, trup byl tvořen celodřevěnou překližkovou poloskořepinou a křídlo bylo kovové s plátěným potahem. Tento typ prošel za dobu své výroby mnoha modifikacemi. První bojeschopné letouny byly vybaveny motorem M-22, poté následovaly stroje s motory M-25, které měly nově tvarovanou kapotáž motoru s čelními žaluziemi. Výzbroj tvořila dvojice kulometů ráže 7,62 mm. V roce 1936 byl představen Tip 10, který měl zesílenou výzbroj o dva kulometry ráže 7,62 mm v trupu měl odstraněný dopředu odsuvný kryt kabiny a zavedený pevný čelní štítek. Nově byly použity přistávací klapky. Tip 10 byl poháněn hvězdicovým motorem Švecov M-25V a dosahoval rychlosti 440 km/h.



Obr. 16: Polikarpov I-16 [19]

2.5. USA

Spojené státy americké začaly budovat své letectvo již během první světové války, když jejich expediční sbor používal francouzské stíhací letouny Nieuport 28. Prvním jednomístným stíhacím jednoplošníkem nasazeným do služby vojenského letectva Spojených států amerických byl Boeing P-26 Peashooter (*obr. 16*), který byl nástupcem úspěšného modelu P-12. Měl celokovovou konstrukci s poloskořepinovým trupem a dvounosníkovým křídlem potaženým plechy z lehké slitiny. První verze byly vybaveny motorem Pratt & Whitney R-1340-27 Wasp a byl vyzbrojen dvěma kulometry Browning M-2 ráže 7,62 mm umístěných v trupu. Poslední verze měla motor vybavený vstřikováním paliva.



Obr. 17: Boeing P-26 Peashooter [20]

2.6. Velká Británie

Britské královské letectvo RAF vzniklo 1. dubna 1918 sloučením Královských vzdušných sil (RFC) a Královských námořních vzdušných sil (RNAS). Poměrně kontroverzním krokem britské vlády byl zákaz používání jednoplošníků k vojenským účelům. Toto nařízení bylo zrušeno až s příchodem nové generace stíhacích letounů Hawker Hurricane a Supermarine Spitfire ve druhé polovině třicátých let. Na začátku třicátých let objednalo britské ministerstvo letectví nový stroj Hawker Fury. Jednalo se o elegantní jednomístný dvouplošník, který dokázal jako první sériově vyráběný letoun překonat ve vodorovném letu hranici 200 mil za hodinu. Poháněl jej Rolls-Royce Kestrel II.S, díky kterému dosahoval maximální rychlosti 333 km/h. Výzbroj tvořily dva kulometry Vickers ráže 7,7 mm. Druhá verze Hawker Fury II byla poháněna novým motorem Rolls-Royce Kestrel VI.

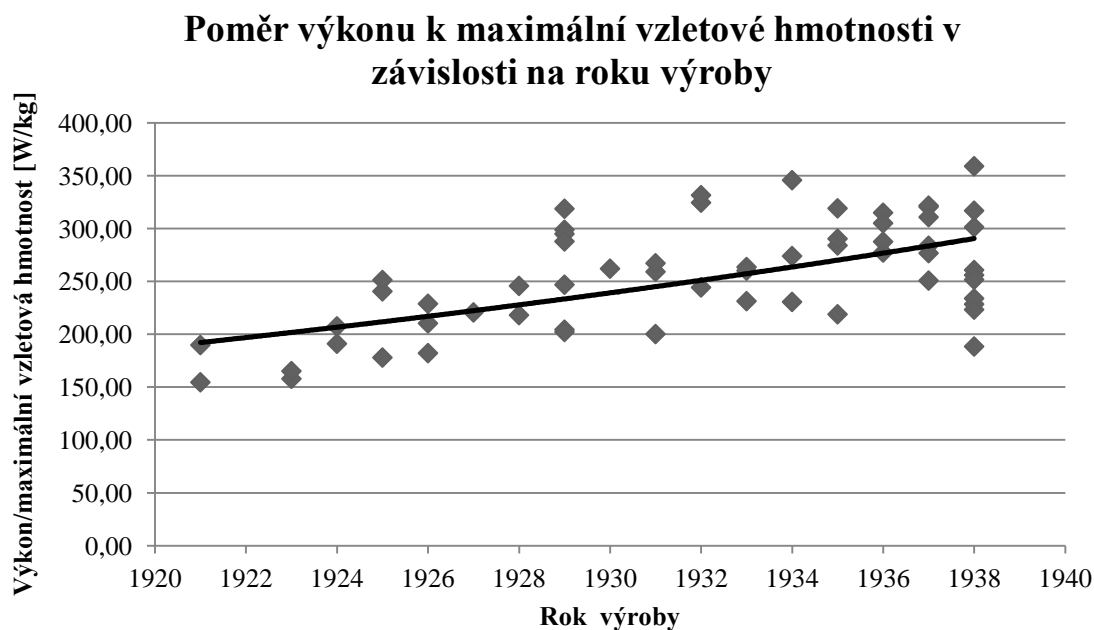
Prvním stíhacím jednoplošníkem zařazeným do služeb RAF byl Hawker Hurricane navržený Sydneyem Cammemem. Trup byl tvořen příhradovou konstrukcí složenou z ocelových trubek propojený vzpěrami. Za kabinou byl trup tvarován překližkovými přepážkami spojenými dřevěnými podélníky. Přední část trupu byla až po kabinu pokryta plechovými panely, zadní část byla potažena plátnem. Letoun měl zakrytou kabinu, jejíž překryt se odsouval dozadu. Pilota chránila před zásahy zezadu pancéřová deska. Křídlo letounu mělo celokovovou konstrukci s dvěma hlavními nosníky a profilem Clark YH. První série měla plátěný potah, který později nahradil potah z duralového plechu. Křídélka měla taktéž kovovou kostru a byla potažena plátnem. Vztlakové klapky byly ovládány hydraulicky a tvořily je dvě oddělené části. Rozměrný chladič byl umístěn pod trupem. Stroj měl zatahovací hlavní podvozek, který se zasouval směrem k trupu, a vzadu nezatažitelnou otočnou ostruhu. První verze poháněl motor Rolls-Royce Merlin II a měl nestavitelnou dvoulistou vrtuli. Tento motor byl brzy nahrazen novým motorem Rolls-Royce Merlin III, který poháněl automaticky stavitelnou třílistou vrtuli. Výzbroj tvořilo osm kulometů Browning ráže 7,7 mm.

Konkurencí Hurricanu byl Supermarine Spitfire, symbol bitvy o Británii. Jednomístný celokovový dolnoplošník se samonosným křídlem, zatahovacím úzkorozchodným podvozkem, který se zatahoval směrem do trupu, a uzavřenou kapkovitou kabinou. Trup tvořila skořepina složená ze čtyř podélníků potažená duralovými plechy. Konstrukce křídla byla celokovová s jedním nosníkem. Potah křídel tvořil stejně jako u trupu duralový plech. Kovová křídélka byla potažena plátnem. Křídlo mělo eliptický tvar, který byl náročný na výrobu, a proto se výroba zpočátku opozdila. První verze označené jako Mk. I byly poháněny vidlicovými dvanáctiválci Rolls-Royce Merlin II nebo III a dosahovaly maximální rychlosti 557 km/h. Výzbroj tvořilo stejně jako v případě Hurricanu osm kulometů Browning ráže 7,7mm.

2.7. Vyhodnocení vývoje během meziválečného období

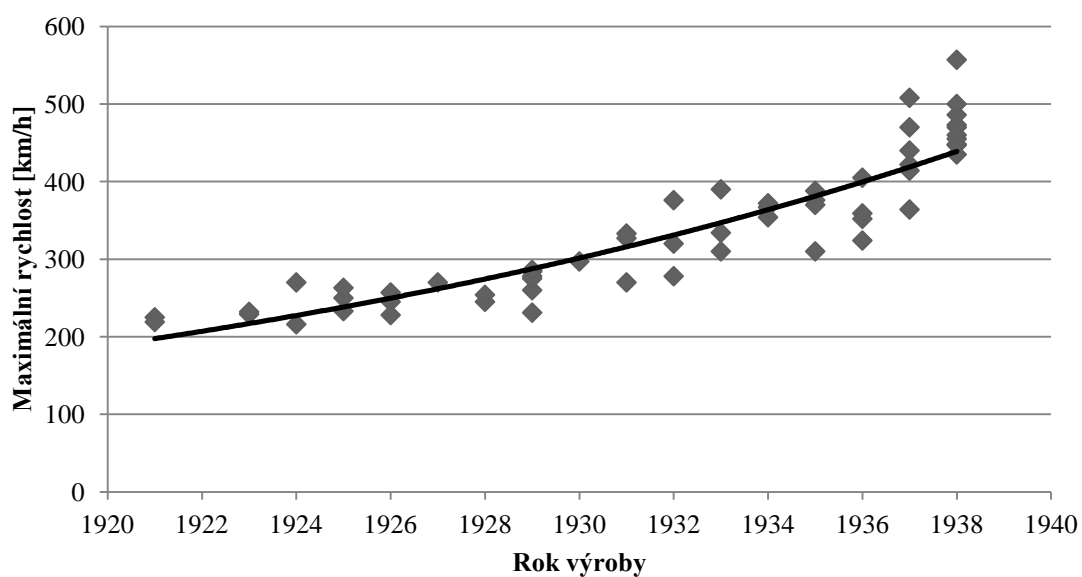
Vývoj stíhacích letounů v průběhu dvaceti let mezi světovými válkami neměl takový spád, jako má vývoj v období války samotné. Poválečný útlum výroby a vývoje byl poznamenán pokusy o mírové využití letadel a přebytky stíhacích strojů z války. Toto období ale nevydrželo dlouho, protože státy, které se nezúčastnily tohoto konfliktu, chtěly získat letouny vlastní konstrukce. Bylo tomu tak u Československa, Japonska i Spojených států. Situace v Německu byla specifická. Kromě klasických stíhacích letounů se ve třicátých letech objevují první konstrukce vícemístných těžkých stíhacích letounů. Tyto letouny měly

většinou plnit funkci denních stíhacích letounů, ale v boji proti jednomístným strojům byly neobratné. To mělo za následek jejich přeorientování na noční stíhací letouny. Zpočátku se jejich piloti museli spoléhat na vlastní zrak nebo pomoc pozemní obrany, které osvětlovala oblohu světlořady, ale již na počátku války se objevily první radary, které byly dostatečně malé, aby mohly být instalovány do letounů. Na přelomu dvacátých a třicátých let se začaly ve větší míře taktéž objevovat speciální námořní stíhací letouny. Vybavovat se jimi začínaly hlavně státy, které spravovaly rozsáhlé území především v Pacifiku, Císařské Japonsko a Spojené státy americké. V průběhu dvaceti let došlo k pokroku ve všech částech letadel. Pokrok byl nejvíce viditelný v růstu výkonu motorů, změně použitých materiálů konstrukce, typu konstrukce samotné, aerodynamice a ve výzbroji. Jestliže nejlepší letouny na konci války dosahovaly poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti hodnot okolo 200 W/kg, pak první poválečné letouny potvrdily, že se konstruktéři zaměřili spíše na civilní sektor, protože zde byl patrný pokles hodnot. Postupem času, hlavně s vidinou nové války, ovšem tyto hodnoty vystoupaly u nejlepších stíhacích strojů k hodnotám přes 300 W/kg. Ještě viditelnější byl nárůst maximální rychlosti. Nejrychlejší stíhací letouny první světové války překonávaly rychlost 200 km/hod, ale pro stíhací letouny nové generace, jako byl Messerschmitt Bf 109, Macchi C.200 Saetta, Hawker Hurricane nebo Supermarine Spitfire, nebyl problém překonat rychlost 500 km/hod. Hodnoty plošného zatížení vyrostly během dvaceti let díky kovové kostře v konstrukci samonosných křídel. Stíhací letouny dosahovaly po první světové válce hodnot okolo 40 kg/m², ale v průběhu meziválečného období tato hodnota vzrostla na více jak 100 kg/m². Některé stroje, jako například Morane-Saulnier MS.406, Messerschmitt Bf 109 a Fiat G.50 Freccia, dosahovaly dokonce hodnot přes 140 kg/m².



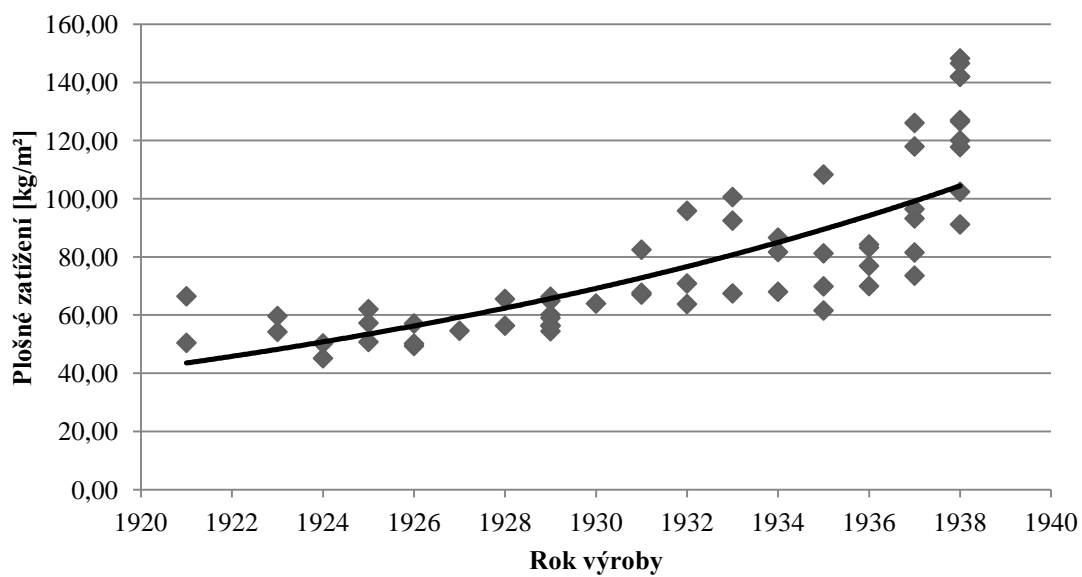
Graf 4: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů v meziválečném období.

Růst maximální rychlosti v závislosti na roku výroby



Graf 5: Růst rychlosti v meziválečném období.

Plošné zatížení v závislosti na roku výroby



Graf 6: Růstu plošného zatížení v období let 1921-1938.

2.7.1. Konstrukce stíhacích letounů v meziválečném období

V průběhu dvacátých a třicátých let došlo u křídla k posunu v tloušťce profilu, konstrukci i použitém materiálu. Na konci první světové války měla křídla nízký profil a byla podobná křídlu ptačímu. V období těsně před druhou světovou válkou už měla křídla tlustý profil, který umožňoval umístit do nich palubní zbraně, zatahovatelný podvozek a nádrže s palivem. Už na začátku třicátých let se začínají objevovat první samonosná křídla, u kterých odpadla potřeba dále je vyztužovat vzpěrami a dráty. Následkem tohoto vývoje se začaly objevovat první jednoplošníky, ať už šlo o hornoplošníky, nebo o dolnoplošníky, které se stali základní konstrukcí pro moderní stíhací letouny. Během těchto dvaceti let se také zásadně změnily používané materiály, kdy bylo dřevo postupně nahrazeno ocelí a slitinami lehkých kovů, převážně hliníkem. Tato materiálová změna měla zásadní vliv na konstrukci křídla. Začínají se objevovat jedno- a dvou- nosníková křídla, jedno- a dvou- komorová křídla a křídla příhrado-komorová. U stíhacích letounů se konstrukce trupu změnila z příhradové, která se ještě stále hojně využívala ve dvacátých letech na poloskořepinovou u nejmodernějších stíhacích letounů třicátých let. Stejně jako u křídel zde došlo k ústupu dřeva a jeho nahrazení slitinami lehkých kovů, jako jsou slitiny hliníku – duraly, nebo slitiny hořčíku. To vedlo k zavedení tenkostěnných konstrukcí, které směřovaly ke stavbě poloskořepinové až skořepinové konstrukce. Ty byly tvořeny přepážkami s nosníky a podélnými výztuhami. Podvozek se vyvíjel stejně jako ostatní části letounu. Podvozkové nohy byly zpočátku tvořeny kovovými trubkami, na kterých byly mnohdy připevněny chladiče motoru. S příchodem celokovových strojů docházelo ke zpevnění těchto nosných konstrukcí podvozku a jejich aerodynamickému zaoblení. Podvozková kola byla v několika případech kapotována kryty, které měly zmenšit aerodynamický odpor. Postupem času byla vodorovná osa, která kola spojovala, nahrazena lomenou osou, až byla nakonec úplně odstraněna. Prvním letounem se zatahovatelným podvozkem byl Polikarpov I-16 z roku 1934 a zatahovatelný podvozek se brzy stal standardem u všech stíhacích letounů, protože umožňoval dosahovat vyšších rychlostí při stejném výkonu motoru. Zadní část podvozku byla tvořena buď kovovou ostruhou, nebo ostruhovým kolečkem.

2.7.2. Motory

V první světové válce úspěšné rotační motory, byly nahrazeny hvězdicovými motory, které měly na rozdíl od rotačních motorů pevné umístění válců a rotovala pouze hřídel s vrtulí. Hvězdicové motory mohly dosahovat vyšších výkonů než jejich předchůdci. Výhodou bylo jednoduché chlazení, protože je chladil proud obtékajícího vzduchu. Nevýhodou hvězdicových motorů byla jejich hmotnost a hlavně vysoký čelní odpor. Dále u nich nelze namontovat kanón v ose vrtule. Snižování čelního odporu a zároveň zachování chlazení znamenalo použití prstencových krytů motorů, které zmenšily odpor obtékání trupu s motorem o 40 – 45%. Nejznámějším byl prstenec NACA. Naopak řadové motory pokračovaly ve vývoji i po válce a těsně před druhou světovou válkou je využívala většina stíhacích letounů v Evropě. Standardem se staly řadové motory s více válci, řazené do "V" nebo "W", kdy se tyto motory vyskytovaly v různých pozicích, standardní "V", invertní "V", pootočené "V". Důležitou součástí motorů byla vrtule, která se v první světové válce prakticky nezměnila. Ve dvacátých letech se začaly objevovat první kovové vrtule, které postupně nahrazovaly vrtule dřevěné. První stavitelné vrtule se objevily až u Messerschmittu

Bf 109 a Hawker Hurricane. Díky stavitelnosti se zvýšil výkon na vrtuli a během druhé světové války ji již využívala většina stíhacích letounů na světě.

2.7.3. Výzbroj

Na konci první světové války byla letadla vybavena maximálně dvěma kulomety. V průběhu let ovšem výzbroj vzrostla až na osm kulometů u Supermarine Spitfiru nebo Hawker Hurricane. K zvýšení palebné síly se začaly montovat kanóny ráže 20 mm, které dokázaly snadno silně poškodit i celokovový letoun. U kulometů používal každý stát vlastní ráži, Britové a Japonci používali ráži 7,7 mm, Američané a Rusové ráži 7,62 mm, Němci ráži 7,92 mm a Francouzi ráži 7,5 mm.

3. DRUHÁ SVĚTOVÁ VÁLKA

1. září 1939 začal nejstrašnější konflikt v dějinách lidstva – 2. světová válka. Do tohoto konfliktu se zapojila většina států světa. Hlavními aktéry konfliktu byly Německo, Velká Británie, Sovětský Svaz, Spojené Státy Americké a Japonsko. Válka se ukázala jako obrovský katalyzátor ve vývoji veškeré bojové techniky. V průběhu války stíhací letouny plnily řadu úkolů, ať to byla podpora pozemních jednotek, vybojování vzdušné převahy, doprovody bombardérů, či specifické průzkumné a noční bojové operace. Nejznámější leteckou bitvou druhé světové války se stala Bitva o Británii, které se odehrála od července do října 1940 mezi Luftwaffe a RAF nad Velkou Británií a kanálem La Manche.

3.1. Německo

Německo vyprovokovalo druhou světovou válku vniknutím do Polska a potom se pokusilo obsadit i zbytek Evropy i severní Afriku. V tomto vojenském tažení formou „Blitzkriegu“ byla úloha stíhacího letectva naprosto nezanedbatelná. Luftwaffe se během pouhých 6,5 let stala nejobávanější leteckou složkou v Evropě. Za tento vzestup může především Hermann Göring, stíhací eso první světové války a po smrti Barona Richthofena vedoucí jeho letky. Základním jednomístným stíhačem byl na počátku války Messerschmitt Bf 109, který si prošel bojovým křestem ve Španělské občanské válce. Verze Bf 109 E (Emil) patřila mezi nejlepší stíhací letouny na začátku války. První sériové verze byly Bf 109 E-I a E-I/B a poháněl je kapalinou chlazený inverzní vidlicový dvanáctiválec Daimler-Benz DB 601A s přímým vstříkáváním. Tyto dva stroje se lišily pouze výzbrojí, když verze E-I nesla čtyři kulomety MG 17 ráže 7,92 mm a verze E-I/B měla kulomety pouze dva a k tomu měla dva 20 mm kanóny MG FF a pumový závěs. Následovala verze E-3, který byla vybavenou novou verzí motoru DB 601Aa o zvýšeném výkonu. U verze E-4 byl motor DB 601Aa nahrazen typem DB 601N a byla přidána pancéřová ochrana hlavy pilota. Výzbroj zůstala stejná jako u předchozí verze. Poslední sériově vyráběnou verzí E byl model E-7, který se od svých předchůdců lišil možností instalace přídavné palivové nádrže o objemu 300 litrů. Většina těchto verzí byla upravena i pro boj v severní Africe, kde byly nainstalovány protiprachové čističe vzduchu a nouzové vybavení pro přežití v poušti. V roce 1941 byla verze E nahrazena variantou F. Bf 109 F přišla s aerodynamickým zjemněním základního draku. Byly zaobleny konce křídel, zmenšila se směrovka, odstraněny byly vzpěry vodorovných ocasních ploch a zmenšeny chladiče. Přepracována byla také kapotáž motoru s novým vrtulovým kuželem. Letouny verze F nenesly žádnou výzbroj ve křídlech. První verze vyráběná ve velké sérii byla F-2, kterou poháněl motor DB 601N a byla vyzbrojena dvěma kulomety MG 17 v přídi a jedním kanónem MG 151/15 ráže 15 mm střílejícím osou vrtule. Dostupnost nového motoru Daimler-Benz 601E umožnila výrobu nového modelu Bf 109 F-3, který se jinak nelišil od verze F-2. Poté následoval model F-4 se stejným motorem jako F-3, ale s novým 20 mm kanónem MG 151/20. Poprvé byly letouny také vybaveny samosvornými nádržemi vyrobené z lehkého kovu potažené vrstvami vulkanizované a nevulkanizované gumy, která po zásahu nádrže reagovala s unikajícím palivem tak, že nabobtnala a zabránila tak dalšímu úniku. Pro ochranu pilota bylo přidáno pancéřování kabiny. Nejvýznamnější ze všech verzí byla Bf 109 G (Gustav). Tento model byl vyvinut pro výkonnější a těžší motor Daimler-Benz DB 605. V konstrukci se počítalo i se zavedením přetlakové kabiny. K Luftwaffe přicházely v době, kdy byly zařazovány první Focke-Wulfy FW 190. Verze G byla nejpočetnější ze všech vyrobených stodevíték. První verze se G-1 a G-2 byly vyráběny

souběžně a lišily se pouze v použití přetlakované kabiny, kterou byla vybavena verze G-1. Pohon obstaral motor DB-605A a výzbroj tvořila dvojice kulometů MG 17 a jeden kanón MG 151/20 ráže 20 mm střelící osou vrtule. Všechny letouny byly od verze G-5 standardně vyzbrojeny kulomety MG 131 ráže 13 mm. Nejpočetnějším Gustavem byla verze G-6 (*obr. 18*), které se vyrobilo více než 12 000 kusů. Tento model se stal standardním drakem pro zástavbu polních konverzních sad, které umožňovaly úpravu strojů přímo na polních letištích. Standardní kanón ráže 20 mm byl u některých variant nahrazen 30 mm kanónem MK 108. V roce 1944 se objevily poslední dvě modifikace verze G. G-14 byl pokus o sjednocení všech zlepšení zavedených do výroby. Použití se dočkala nová kabina „Erla Haube“, která podstatně zlepšila výhled pilotů. Verze G-10 byla poháněna novým motorem DB 605 DB. Tato verze byla vyvinuta pro boj se stíhači ve velkých výškách. Poslední sériově vyráběnou verzí se stala Bf 109 K. Jedinou sériovou verzí byla K-4, kterou poháněl Daimler-Benz DB 605DC se vstříkáním MW 50 o celkovém výkonu 2 000 koní. Výzbroj tvořila dvojice kulometů MG 131 ráže 13 mm umístěných v přídí, jeden 30 mm kanón MK 108 střelící osou vrtule, která mohla být ještě doplněna dvěma 20 mm kanóny MG 151/20 namontovanými pod křídly. Maximální rychlost se pohybovala okolo 727 km/h. Verze F a K měly polozatažitelné ostruhové kolečko. Na verzích G a K létal nejúspěšnější pilot všech dob Erich Hartmann, který dosáhl 353 sestřelů.



Obr. 18: Messerschmitt Bf 109 G-6 [21]

Nástupcem a přímým konkurentem Messerschmittů Bf 109 se stal v roce 1941 Focke-Wulf FW 190. Základním motorem celé série, celkem bylo vyrobeno přes 20 000 kusů, byl vzduchem chlazený dvouhvězdicový čtrnáctiválcový motor BMW 801. Vybaven byl zatahovacím podvozkem, u kterého se hlavní podvozkové nohy zatahovaly směrem k trupu. První série letounů FW 190A měla řadu podvariant. První sériové stroje byly verze A-1 s motorem BMW 801C-1 a byl vyzbrojen čtyřmi kulomety MG 17 ráže 7,92 mm a dvěma kanóny MG FF ráže 20 mm. Modifikací FW 190A-1 byla verze A-2, která měla zesílenou konstrukci křídla druhým nosníkem, a celkově byl profil křídla ztenčen pro zlepšení výkonů ve vyšších rychlostech. Kabina dostala pancéřový čelní štítek a bylo přepracováno boční pancéřování kabiny. Upravena byla pancéřová přepážka za kabinou, která byla zesílena, aby byla schopna odolat i projektilům ráže 12,7mm. A-2 byl vybaven novou verzí motoru BMW 801C-2. Podvarianta FW 190A-3 přinesla nový motor BMW 801D-2, který se stal standardem pro zbytek modelové řady A. U této verze se podařilo vyřešit problémy s přehříváním motoru tím, že byly na bočních panelech motoru udělány tři šterbiny. Změnou prošlo i umístění zbraní, když byly odstraněny dva kulomety MG 17 z kořenů křídel a místo nich byly instalovány 20 mm kanóny MG FF. U verze A-6 byly vnější kanóny MG FF nahrazeny kanóny MG 151/20 stejné ráže. Verze A-7 byla poprvé vyzbrojena novými kulomety MG 131 ráže 13 mm v trupu, namísto ráže 7,92 mm. Poslední masově vyráběnou verzí byla A-8 (*obr. 19*). Po sérii prototypů označených FW 190B a C, byla další výrobní

řadou FW 190D, kterou poháněl kapalinou chlazený invertní vidlicový dvanáctiválec Junkers Jumo 213. Tento motor byl delší než hvězdicové motory BMW, takže musela být prodloužena příď. Navíc byl ještě prodloužen trup kvůli celkovému vyvážení. Nejpočetnějším typem této řady byl FW 190D-9, který byl znám jako „Langnasen-Dora“ (dlouhonohá Dora), a poháněl ho motor Jumo 213A-1. Vyzbrojen byl dvojicí 13 mm kulometů MG 131 v trupu a dvěma kanóny MG 151/20 ráže 20 mm v kořenech křídla. V únoru 1945 výrobní linky začaly vyrábět verzi D-12, kterou poháněl motor Jumo 213F-1. Tato verze měla nově umístěný jeden 30 mm kanón MK 108 mezi válci motoru, který střílel dutou osou vrtule, a dva standardní 20 mm kanóny MG 131/20 v kořenech křídla.



Obr. 19: Focke-Wulf FW 190 A-8 [22]

V roce 1944 byl do služeb Luftwaffe zařazen Messerschmitt Me 163 Komet, první operačně nasazený bezocasý letoun poháněný raketovým motorem. Letoun byl poháněn kapalinovým raketovým motorem Walter HWK 109-509 o tahu až 17 kN. Toto letadlo se stalo nezaměnitelným díky své konstrukci, protože to bylo první letadlo, které mělo šípovité křídlo a úplně mu chyběly vodorovné ocasní plochy. Startovalo pomocí kolového vozíku, který byl po startu odhozen, a přistávalo poté na výsuvné lyžině. Výzbroj tvořila buď dvojice 20 mm kanónů MG 151/20, nebo dva 30 mm kanóny MK-108. Nasazení těchto experimentálních letounů nedopadlo podle představ Luftwaffe, když bylo 80% všech ztrát způsobeno při startu nebo přistání a dalších 15% vzplanulo ve vzduchu nebo havarovalo chybou pilota.



Obr. 20: Messerschmitt Me 163 Komet [23]

Prvním bojově nasazeným proudovým stíhacím letounem se stal v červenci 1944 Messerschmitt Me 262 (*obr. 21*). Konstrukční práce na tomto revolučním stroji začali již koncem roku 1938. Letoun měly původně pohánět turbínové motory BMW, ale kvůli problémům ve vývoji byly brzo nahrazeny proudovými motory Junkers Jumo 004. Proudové motory musely být dva, z důvodu nedostatečného tahu, a byly umístěny v gondolách pod křídlem. Křídlo bylo šípovitého tvaru a stalo se základem pro všechny budoucí proudové stíhací letouny. Jednalo se také o jeden z prvních stíhacích letounů, který používal plně

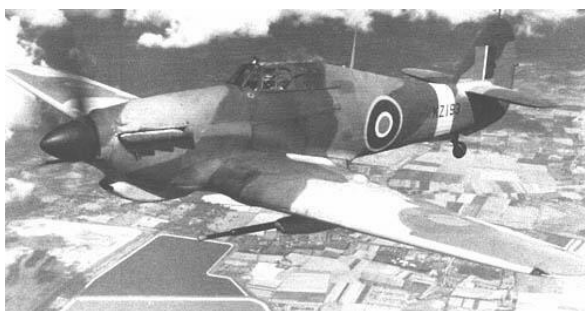
zatažitelný předový podvozek. První bojově nasazená verze Me 262 A-1a byla vybavena motory Jumo 004B o tahu až 8,83 kN a nesla čtyři kanóny MK-108 ráže 30 mm v nose. Vybavena byla gyroskopickým zaměřovačem, neprůstřelným čelním sklem a opancéřovaným sedadlem. Tyto letouny byly primárně nasazovány proti bombardovacím svazům spojenců, kde se utkávaly s americkými stroji P-51 Mustang, oproti kterým měly nižší obratnost, ale byly rychlejší a lépe vyzbrojené. Maximální rychlost ve vodorovném letu byla 870 km/h, čímž překonával Mustanga o více jak 150 km/h.



Obr. 21: Messerschmitt Me 262 Schwalbe [24]

3.2. Velká Británie

Hlavními stroji bránícími Velkou Británií, byly Supermarine Spitfire a Hawker Hurricane. Hurricane byl v RAF zařazen již od roku 1938. V září 1940 se objevila nová specifikace Mk. II, která vznikla zástavbou nového motoru Rolls-Royce Merlin XX. První série byla vyzbrojena osmi kulomety Browning ráže 7,7mm v křídlech, ale protože byla považována za nedostatečnou, tak se u druhé série přešlo na čtyři kanóny Hispano ráže 20 mm. Na podzim 1940 přišla do výzbroje verze Mk. IIB vyzbrojená 12 kulomety Browning ráže 7,7 mm. Hurricane IV (*obr. 22*) poháněly motory Rolls-Royce Merlin 24 nebo 27, každý o výkonu 1 620 koní. Zvláštností této verze bylo křídlo, které umožňovalo zástavbu 40 mm kanónu nebo nesení neřízených raket v podvěsu. Protože se používal také k podpoře pozemních jednotek, bylo nainstalováno dodatečné pancéřování pilotní kabiny a palivových nádrží. Poslední vyráběnou verzí byl Mk. V poháněný motorem Rolls-Royce Merlin 32 s čtyřlístovou vrtulí.



Obr. 22: Hawker Hurricane Mk. IV [25]

Přímým konkurentem Hurricane byl Supermarine Spitfire zalétaný již před válkou. Předválečný typ Mk. I byl nahrazen v červnu 1940 verzí Mk. II, která se od předchozí verze lišila především výkonnějším motorem Rolls-Royce Merlin XII. Byla přidána pancéřovaná ochrana zad a hlavy pilota, pancíř byl přidán i u nádrží chladící kapaliny a trupové palivové nádrže před pilotem. Výraznější změnou v zástavbě byla verze Mk. V (*obr. 23*), do které byl

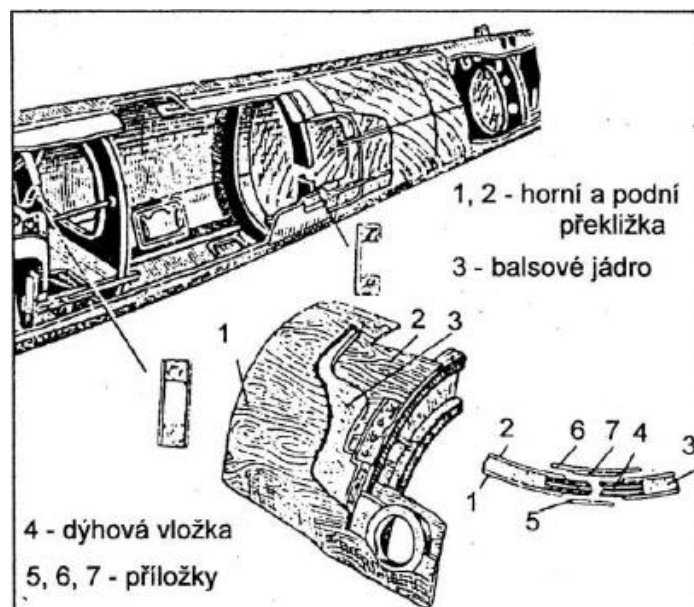
instalován motor Rolls-Royce Merlin 45. To ovšem nebyla jediná změna v konstrukci, protože v trupu byly použity silnější podélníky, olejový chladič měl jiný tvar a byla opět zesílena pancéřová ochrana pilota, palivových nádrží a zásobníků munice. U Mk. V se vyřešil problém se špatnou příčnou ovladatelností při vysokých rychlostech způsobený deformací potahu křidélek, když byl plátěný potah nahrazen potahem kovovým. V roce 1942 přišlo další vylepšení, které zkrátilo rozpětí, což vedlo k zlepšení ovladatelnosti ve výšce do 3000 metrů. Ve vývoji Mk. V byly postupně zavedeny motory Merlin 45M, 50M a 55M pro letouny operující v malých výškách značených LF Mk. V a motory Merlin 45, 46, 50, 50A, 55 a 56 pro stroje operující ve středních výškách značených F Mk. V. Další verzí byl Mk. VI, který byl navržen jako výškový letoun. Z tohoto důvodu byl vybaven výškovým motorem Merlin 47 a přetlakovou kabinou. Pokračováním vývoje výškového stíhacího Spitfíru byla verze Mk. VII poháněná Merlinem 64, která měla vyhřívanou přetlakovou kabinu jejíž kryt se dal při startu a přistání odsunout, což u Mk. VI nešlo. Všechny verze měly zatažitelné ostruhové kolečko. Křídla měla zahrocené konce a větší rozpětí, které ovšem měly negativní vliv na obratnost v malých výškách. Spitfíry Mk. IX používaly stejné označení použité výzbroje v křídlech jako typ Mk. V, ale přidaly k nim typ E, který nahradil kulometry ráže 7,7 mm novými kulometry Browning ráže 12,7 mm. Standardem se staly dva kulometry ráže 12,7 mm a dva kanóny ráže 20 mm, a k spodní části křídla nainstalované dva pumové zásobníky. Vyráběli se různé modifikace této verze, každá s jiným motorem. Poslední velké úpravy proběhly v únoru 1945, kdy byl snížen hřbet trupu za kabinou na úroveň předělu a kam byla následně umístěna kabina kapkovitého tvaru, která dávala pilotovi lepší výhled do stran. Spitfíre Mk. XIV byl první sériově vyráběnou verzí poháněnou motorem Rolls-Royce Griffon. Letouny měly zesílený trup a motorové lože, zvětšena byla svislá ocasní plocha. Konstrukci trupu tvořila celokovová poloskořepina oválného k zádi se zužujícího průřezu. Podélníky a přepážky byly vyztuženy vzpěrami a pevnost dodával potah z hliníkových plátů. Letoun byl poháněn motorem Griffon 65 o výkonu 2 035 koní s pětilistou vrtulí. Výroba pokračovala ještě několik let po válce a Spitfíry sloužily po celém světě a zapojily se i do Korejské války na začátku padesátých let.



Obr. 23: Supermarine Spitfire Mk. V [26]

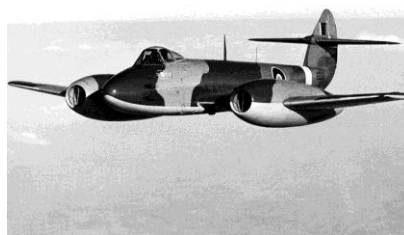
Úlohu těžkých stíhacích letounů plnily Bristol Blenheimy, Bristol Beaufightery a de Havilland DH. 98 Mosquita. De Havilland DH.98 Mosquito byl dvoumotorový noční stíhací letoun, který vznikl úpravou z bombardovací verze, označovaný jako Mk. II. Proti bombardovací verzi byly zesíleny nosníky křidel a přidáno neprůstřelné sklo kabiny. Oválný trup tvořila bezrámová skořepina. Obal skořepiny tvořila vrstva balsového dřeva nalisovaná mezi vrstvy překližky z kanadské břízy (*obr. 24*). V místech, kde bylo potřeba dosáhnout vyšší pevnosti, nahradilo balzu dřevo s větší pevností. Celková tloušťka sendvičové vrstvy byla jen 11,11 mm. Tento potah byl natolik pevný, že nepotřeboval žádné vnitřní vyztuhy. Z důvodů používání Mosquita, jako nočního stíhacího letounu, byla základní barva černá

a také byly namontovány tlumiče plamenů na výfucích motorů. Mosquita byla vyzbrojena čtyřmi 20 mm kanóny pod přídělí letounu, ve které byl umístěný vzdušný radar AI Mk. IV nebo Mk. V a také čtyři kulometry ráže 7,7 mm.



Obr. 23: Sendvičová konstrukce trupu de Havilland Mosquito [4]

První proudovým stíhacím letounem na straně Spojenců se stal Gloster Meteor. Do služby byl zařazen v první polovině roku 1944. Vybaven byl dvojicí motorů Rolls-Royce Welland W.2B/23, každý o výkonu až 7,1 kN, umístěných v gondolách pod křídlem. Sériově se začal vyrábět až model Mk. III (obr. 25), který měl zesílený drak, zvýšenou zásobu paliva a posuvný kryt kabiny. Tento model poháněl motor Rolls-Royce Derwent I o tahu 8,9 kN. Výzbroj tvořily čtyři 20 mm kanóny Hispano v přídi.



Obr. 24: Gloster Meteor Mk. III [27]

3.3. Sovětský Svaz

Sovětská armáda vybavená zastaralou vojenskou technikou se v počátcích války nemohla rovnat nacistickému Německu. Naštěstí jí v tomto ohledu podpořily Velká Británie a Spojené státy, které Sovětskému svazu poskytovaly dodávky vojenského materiálu. U stíhacího letectva se jednalo především o stroje Supermarine Spitfire a Hawker Hurricane z Velké Británie, P-40 Tomahawk, P-40 Kittyhawk, Bell P-39 Airacobra, Bell P-63 Kingcobra a Republic P-47 Thunderbolt z USA. Z produkce vlastních konstruktérů se nejvíc

prosadily letouny La-5, MiG-3 a Jak-9. Stíhacím letounem, který se postavil německému útoku, i když nebyl konstruován pro boj v malých výškách, kde se většinou boje na východní frontě odehrávaly, byl MiG-3 (*obr. 25*)- jednomístný výškový stíhací letoun. Letoun vycházel z typu MiG-1. Pohonnou jednotkou byl kapalinou chlazený vidlicový dvanáctiválec Mikulin AM-35A, který poháněl celokovovou stavitelnou třílistou vrtuli. Základní výzbroj tvořil jeden kulomet UBS ráže 12,7 mm a dva kulomety ŠKAS ráže 7,62 mm umístěné nad motorem. Ty ještě mohly doplnit pumy nebo neřízené rakety. Během výroby byla výzbroj pozměněna, takže pozdější typy byly vyzbrojeny jedním kulometem UBS ráže 12,7 mm, dvěma kulomety UBK stejné ráže s dvěma kulomety ŠKAS ráže 7,62 mm. Některé letouny měly zabudované dva kanóny ŠVAK ráže 20 mm.



Obr. 25: MiG-3 [28]

Z dílny Semjona Lavočkina pocházel La-5, který byl nástupcem LaGGu-3. Jednalo se o samonosný dolnoplošník smíšené konstrukce se zatahovatelným podvozkem. Kostra trupu byla tvořena dřevěnými přepážkami a podélníky, které tvořily trojúhelníkový profil. Potah tvořila překližka, která se soustavou přepážek a podélníků tvořila nosnou konstrukci letounu. Motor byl pokryt duralovými plechy. Dřevěné křídlo mělo dvounosníkovou konstrukci. Potah křídla tvořila březová překližka. Poslední verze La-5FN měla nosníky křídel z oceli. Překryt kabiny se odsouval dozadu. Pohonnou jednotkou byl čtrnáctiválcový dvouhvězdicový motor Švecov M-82, který poháněl třílistou kovovou vrtuli se stavitelným úhlem náběhu během letu. Hlavní podvozkové nohy se zatahovaly směrem k trupu, zadní ostruhové kolo bylo plně zatažitelné do trupu. Výzbroj se sestávala ze dvou kanónů ŠVAK ráže 20 mm. Během výroby docházelo k neustálým úpravám letounu. Snížení hřbetu trupu za kabinou přineslo zlepšený výhled. Vrcholem vývoje byla verze La-5FN (*obr. 26*), která měla motor s přímým vstřikováním paliva a byla lehčí o 160 kg. Dále bylo zvětšeno rozpětí křídel a nainstalovány automatické sloty na náběžné hraně křídla. Pohonnou jednotkou byl motor Švecov AŠ-82FN a letoun dosahoval maximální rychlosti 648 km/h.



Obr. 26: Lavočkin La-5FN [29]

V roce 1943 byl do výzbroje Rudé Armády zařazen nový frontový stíhací letoun Jakovlev Jak-3 (*obr. 27*). Byl to jednomístný jednomotorový samonosný dolnoplošník. Trup letounu byl příhradové konstrukce svařovaný z ocelových trubek. Od motoru až ke kabině pilota byl pokryt duralovými plechy, zbylou část pokryla překližka a plátno. Křídlo, stejně jako ocasní plochy, bylo z kovovo-dřevěné kostry potažené překližkou. Nosníky křídla byly z duralu. Křídélka a pohyblivé ocasní plochy byly potaženy plátnem. Hlavní podvozkové nohy se zatahovaly od křídla směrem k trupu, záďové ostruhové kolo se zatahovalo do trupu. Pohon obstarával kapalinou chlazený přeplňovaný vidlicový dvanáctiválec Klimov VK-105PF-2, který poháněl třílistou stavitelnou vrtuli. Tento motor byl později nahrazen výkonnější verzí VK-107A. Spolu se změnami motorů přicházeli i změny výzbroje. Nejprve byl Jak-3 vyzbrojen jedním kanónem ŠVAK ŠA-20M ráže 20 mm střílejícím osou vrtule a jedním kulometem UBS ráže 12,7 mm umístěným nad motorem. S výkonnějším motorem přišla i silnější výzbroj. Místo 20 mm ŠVAKu přišel nový kanón N-37 ráže 37 mm a jeden kulomet UBS byl nahrazen dvěma kanóny UB-20 ráže 20 mm.



Obr. 27: Jak-3 [30]

3.4. USA

Přestože vstoupily Spojené státy americké do války oficiálně až 8. prosince 1941, den po překvapujícím útoku na Pearl Harbor, podporovaly materiálně spojence v Evropě už od března téhož roku. Americké letectvo USAAF (United States Army Air Forces) vzniklo 20. června 1941 z USAAC, dalšími složkami vyzbrojenými stíhacími letouny byly USN (námořnictvo) a USMC (námořní pěchota), které byly nezávislými na armádě.

3.4.1. Letadla USAAF

Jedním z nejrozšířenějších stíhacích letounů USA, který se bojoval na bojištích celého světa, byl Curtiss P-40 Hawk (*obr. 28*), vyráběný v mnoha modifikacích po celou válku. Jednalo se o jednomístný stíhací dolnoplošník. Trup byl tvořen kovovou kostrou potaženou duralovými plechy. Křídla měla stejně jako trup kovovou kostru a byla potažena duralem. Křídélka a pohyblivé části zadní ocasní plochy byly potaženy plátnem. Hlavní podvozková kola se zatahovala naplocho pod křídla směrem dozadu. Zadní ostruhové kolečko se zatahovalo do trupu. Britové letouny označily jako P-40 Tomahawk. Poháněl jej kapalinou chlazený přeplňovaný vidlicový dvanáctiválec Allison V-1710-33 a výzbroj tvořily dva kulomety Colt-Browning M-2 ráže 12,7 mm nad motorem. Verze P-40B byla vybavena pancéřovou ochranou pilota, samosvornými obaly nádrží, neprůstřelným čelním sklem a byly instalovány další čtyři kulomety Colt-Browning MG-40 ráže 7,62 mm v křídlech. Právě tyto letouny bránily Havajské ostrovy v době útoku na Pearl Harbor. Verze P-40C byla dodávána do celého světa od Středomoří po Čínu, kde ho proslavily legendární americké dobrovolnické

jednotky „Flying Tiges“ s charakteristickým pomalováním čumáků letadel. Varianta P-40E nesla šest kulometů Colt-Browning M-2. V označení RAF dostala jméno Kittyhawk. Američané tento typ pojmenovaly Warhawk. Nejpočetnější verzí Hawků byla P-40N v označení RAF opět Kittyhawk, u USAAF Warhawk. Tento typ měl odlehčenou konstrukci a pouze čtyři kulometry ráže 12,7 mm. Poháněn byl různými verzemi motoru Allison, od V-1710-81 po V-1710-115. Letouny vyrobené po čtyřtém kuse byly opět vyzbrojeny šesti 12,7 mm kulometry. Jednalo se i o nejrychlejší Warhawky, když stroje dosahovaly rychlosti až 608 km/h.



Obr. 28: Curtiss P-40 Warhawk [31]

Jedním z nejúspěšnějších a také nejznámějších stíhacích letounů USA byl North American P-51 Mustang. Tento celokovový letoun vznikl na základě požadavků britského ministerstva letectví. Konstrukci křídla tvořili dva hlavní nosníky. Potah byl řešen pomocí duralových plechů. Hlavní podvozkové nohy se zasouvaly do křídla směrem k trupu. Zadní ostruhové kolečko se zasouvalo vpřed. Vzhledem k problémovým výkonům motoru řady Allison V-1710 ve vyšších výškách, se Mustangy využívaly k útokům na pozemní cíle a k taktickému průzkumu. Výzbroj Mustangu Mk. I tvořila čtveřice kulometů ráže 12,7 mm a čtveřice kulometů ráže 7,7 mm. Dva velkorážné kulometry byly umístěny po stranách motoru, ostatní kulometry byly uloženy v křídle. První verze dodaná letectvu USA byla označena P-51A a poháněl ji kapalinou chlazený přeplňovaný vidlicový dvanáctiválec Allison V-1710-81 s třílistou vrtulí. Vyzbrojen byl čtyřmi kulometry Colt-Browning M-2 ráže 12,7 mm v křídle a závěsníky pro pumy. Zlomem bylo instalování motoru Rolls-Royce Merlin nebo jejich americké licence Packard. První verzí používající motor Packard V-1650-3 byla P-51B. Tyto letouny byly nyní schopny doprovázet velké bombardovací svazy nad Berlín a zpět. Měly zesílenou konstrukci, zvětšený chladič pod trupem, čtyřlistou vrtuli a byl namontován vypuklý překryt kabiny známý jako „Malcolm Hood“. Výzbroj tvořily čtyři kulometry Browning M-53-2 ráže 12,7 mm. Mustang P-51B byl schopen dosáhnout rychlosti až 710 km/h. P-51D přišla se sníženou zadní částí trupu, díky které získal letoun kapkový překryt odsouvající se dozadu umožňující pilotovy vynikající rozhled. Výzbroj zůstala nezměněna. Poslední sériovou verzí byla P-51H (*obr. 29*). Tato verze byla nejrychlejším sériově vyráběným stíhacím letounem s pístovým motorem druhé světové války. Letoun poháněl motor Packard V-1659-9 s vstříkem vody do kompresoru, čímž bylo krátkodobě dosaženo výkonu až 2 219 koní. Maximální rychlost dosahovala hodnoty 783 km/h. Do válečných operací druhé světové války, ale již tyto Mustangy nezasáhly. Po druhé světové válce zůstaly ve výzbroji mnoha armád na celém světě a poslední bojové mise plnily během Korejské války.



Obr. 29: North American P-51H Mustang [32]

Nejtěžším a největším jednomístným stíhacím letounem s pístovým motorem se stal americký Republic P-47 Thunderbolt (*obr. 30*). Jednalo se o celokovový letoun, jehož kostru trupu tvořila poloskořepinová celokovová konstrukce. Potažena byla duralovými pláty. Křídlo tvořily dva hlavní nosníky a jeden nosník pomocný, který sloužil k uchycení křídélka. Hlavní podvozkové nohy se zatahovaly do křídel směrem k trupu. Zadní ostruhové kolečko se zatahovalo dopředu. Motor byl dvouhvězdicový osmnáctiválec Pratt & Whitney R-2800 Double Wasp vybavený rozměrným turbokompresorem, který byl umístěn za pilotní kabinou ve spodní části trupu. Poháněn byl výfukovými plyny, které potom posílal zpět do motoru. Motor poháněl čtyřlístou vrtuli o průměru 3,71 metru, díky které musel být použit podvozek s hydraulicky výsuvnou částí. Kvůli mohutnosti podvozku musely být nádrže paliva umístěny v trupu, protože v křídle bylo osm kulometů ráže 12,7 mm. Pilotní kabina byla prostorná a taky plně klimatizovaná. Hmotnost prázdného letounu činila 4 421 kg. První sériové stroje P-47B byly poháněny motory Pratt & Whitney R-2800-21 a vyzbrojeny byly osmi kulomety Browning ráže 12,7 mm. Na konci roku 1942 přešel výrobní standard na verzi P-47D, která měla motor Pratt & Whitney R-2800-59 a poháněla upravenou vrtuli s velkoplošnými listy. Úpravou prošel turbokompresor, pancéřový plát za přístrojovou deskou, elektroinstalace, nainstalován byl odhazovatelný kryt kabiny. Velká část letounů řady D byla dodána s kapkovitým překrytím kabiny. Letounů řady D bylo vyrobeno přes 12 000 z celkové produkce necelých 16 000 strojů. Poslední sériovou verzí se stal P-47N vyvinutý pro Pacifické bojiště. Tento typ měl přepracované křídlo, do kterého byly zabudovány palivové nádrže a celkově se zvětšilo rozpětí. Díky těmto změnám vzrostla maximální vzletová hmotnost na devět tun.



Obr. 30: Republic P-47 Thunderbolt [33]

3.4.2. Stíhací letouny USN a USMC

Americké námořnictvo mělo na stíhací letouny poněkud jiné nároky než armáda. Pro námořnictvo bylo nejdůležitějším aspektem, aby byly letouny schopny operovat z krátkých

drah letadlových lodí a následně je účinně bránit a vybojovat vzdušnou převahu. Prvním námořním jednoplošníkem byl Grumman F4F Wildcat, který byl základním pilířem v boji proti japonským stíhacím letounům na počátku války. Sériové stroje dostaly označení F4F-3 (*obr. 31*) a byly poháněny hvězdicovým čtrnáctiválcem Pratt & Whitney XR-1830-76 Twin Wasp s dvoustupňovým kompresorem. Letoun měl celokovovou konstrukci s poloskořepinovým nýtovaným trupem. První série F3F-3 ještě neměla sklopné křídla. Problémovým byl ručně zatahovací podvozek, který byl převzat z předchozích konstrukcí námořních dvouplošníků. Výzbroj byla u první série tvořena čtyřmi kulometry Colt-Browning M-2 ráže 12,7 mm v křídle. Po vypršení úvodní dodávky byly letouny vybaveny novými motory R-1830-86 o zvýšeném výkonu a s dokonalejším způsobem chlazení. Změny postihly také kryt motoru, u kterého byl odstraněn lapač vzduchu, naopak přibyly odvětrávací klapky na bocích krytu. Poslední stroje ze série F4F-3 byly poháněny hvězdicovým motorem Pratt & Whitney R-1830-90, který měl pouze jednostupňový kompresor. Větší změny přinesl až říjen roku 1941, kdy začali z výrobních linek sjíždět verze F4F-4 Wildcat. Tyto Wildcaty měly sklopná křídla, samosvorné potahy nádrží a pancéřovaný pilotní prostor. Výzbroj tvořila šestice kulometů Colt-Browning ráže 12,7 mm v křídle. Pohon obstarával motor Pratt & Whitney R-1830-36, který přenášel výkon na třilistou vrtuli.



Obr. 31: Grumman F4F-3 Wildcat [34]

Nástupcem Wildcatu se u Grummana stal F6F Hellcat (*obr. 32*), který měl být původně pouze jeho vylepšenou verzí, ale nakonec vznikla úplně nová konstrukce. Hellcat se stal postrachem japonského císařského letectva, protože do konce války zaznamenali piloti 5 156 sestřelů nepřátelských letounů v celkovém poměru ztrát 19:1. Na Hellcaty připadá 75% sestřelů všech nepřátelských letounů pro piloty startující z letadlových lodí. F6F byl robustnější konstrukce než jeho předchůdce, takže musel být vybaven výkonnějším motorem Pratt & Whitney R-2800 Double Wasp. Proti Wildcatu byl vylepšen i systém zatahování podvozku, který se nově nezatahoval do trupu, ale naplocho do křídla po pootočení o 90°. Zadní ostruhové kolo bylo plně zatahovatelné. Trojnosičkové křídlo mělo lichoběžníkový půdorys a bylo to největší křídlo u jednomotorových stíhacích letounů druhé světové války. Maximální vzletová hmotnost Hellcatu byla o 60% vyšší než u Wildcatu, což bylo dáno mohutnější konstrukcí, výkonným motorem, větším množstvím paliva, silným pancéřováním a výzbrojí. Pohonnou jednotkou byl dvouhvězdicový osmnáctiválec vybavený reduktorem Pratt & Whitney R-2800-10, který byl ovšem po výrobě necelých dvou tisíc strojů nahrazen P&W R-2800-10W. 10W měl zavedeno vstřikování vody do kompresoru, což vedlo k zvýšení výkonu až na 2 200 koní. Z důvodu obav z přehřívání byly na kryt motoru nainstalovány další regulační klapky. Výzbroj tvořilo šest kulometů Colt-Browning ráže 12,7 mm.



Obr. 32: Grumman F6F-3 Hellcat [35]

Jedním z nejznámějších námořních stíhacích letounů ve službách USA byl Vought F4U Corsair (*obr. 33*), který lze snadno poznat podle dvakrát lomeného křídla do "W". Křídlo mělo tento tvar z prozaického důvodu, motor letounu poháněl třílistou stavitelnou vrtuli Hamilton Standart Hydromatic o průměru 4 metry, které musela být dostatečně vysoko nad zemí kvůli zachování krátkých podvozkových noh. Poháněn byl hvězdicovým osmnáctiválcem Pratt & Whitney XR-2800-4 Double Wasp. Na náběžných hranách křídla se nacházely vstupy vzduchu do karburátoru a chladičů oleje. Výzbroj tvořilo šest kulometů Browning M2 ráže 12,7 mm umístěných ve vnější části skládaného křídla. Přední podvozková kola se stejně jako u Hellcatu zasouvala do křídla pootočená o 90°, zadní ostruhové kolečko bylo plně zatahovací a hned za ním se nacházel hák pro přistání na letadlové lodi. F4U-1 byla dodávána i do Velké Británie a britské Corsairy měly zkráceny konce křídel z důvodu menších hangárů na letadlových lodích. Verze F4U-1C nesla místo šesti kulometů čtveřici 20 mm kanónů M2, následující verze F4U-1D se vrátila zpět k původní výzbroji a přibyly dva závěsníky pod centroplánem pro palivové nádrže nebo dvě pumy. Poslední verzí vyráběnou za války byla F4U-4, kterou poháněl nový motor P&W R-2800-18W se vstřikem vody, jenž poháněl čtyřlístou stavitelnou vrtuli. Motor byl vybaven novým karburátorem, jehož vstupy vzduchu se přesunuly z náběžné hrany křídla pod kryt motoru. Výzbroj tvořila převážně šestice kulometů ráže 12,7 mm, ale posledních 300 kusů označených F4U-4B bylo vyzbrojeno čtveřicí 20 mm kanónů.

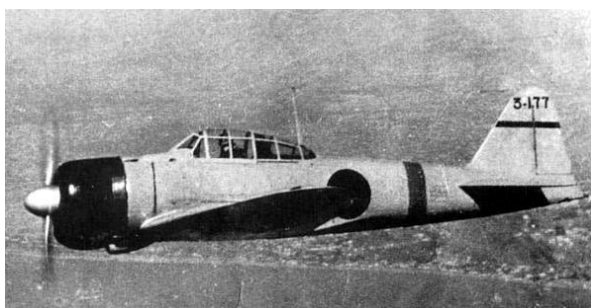


Obr. 33: Vought F4U Corsair [36]

3.5. Japonsko

Japonské císařské armádní i námořní letectvo bylo na začátku druhé světové války již zkušeným bojovým útvarem, který prošel boji v Číně, a navíc byl vyzbrojen vynikajícími stroji. Nejznámějším japonským letounem druhé světové války se stal Mitsubishi A6M Zero (*obr. 34*), který nahradil námořní letoun A5M. Podle požadavků mělo jít o letoun s vynikající obratností, vysokou rychlostí a dlouhým doletem. Díky těmto požadavkům museli

konstruktéři konstrukci co nejvíce odlehčit. To znamenalo, že letoun neměl žádnou pancéřovou ochranu pilotní kabiny a postrádal i ochranné potahy palivových nádrží. Jako standard pro sériovou výrobu byl zvolen typ A6M2 poháněný dvouhvězdicovým čtrnáctiválcem Nakajima NK1C Sakae 12, který přenášel výkon na třílistou stavitelnou vrtuli. Výzbroj tvořila dvojice 20 mm kanónů Typ 99 Model 1 Mark 3 v křídlech a dva kulomety Typ 97 ráže 7,7 mm nad motorem. Standardem již byl zatahovatelný podvozek s pevným nezatahovatelným ostruhovým kolem a krytá kabina, jejíž překryt se odsouval směrem dozadu. Hlavní podvozková kola se zasouvala směrem k trupu. Další vývojovou verzí byla A6M3 model 32, která se lišila motorem Nakajima NK1F Sakae 21. Tento motor byl vybaven dvourychlostním kompresorem, na nějž byl vzduch přiváděn lapačem z horní části zvětšeného krytu motoru. V důsledku větších rozměrů motoru museli konstruktéři posunout požární přepážku směrem dozadu, což vedlo ke zmenšení vnitřní palivové nádrže. Další změnou byla úprava konců křídel, kde se již nenacházel sklopný koncový oblouk. Tato verze byla brzy nahrazena verzí A6M3 model 22, který měl zpět nainstalované křídlo z A6M2 a mezi nosníky křídla vně od uložení zbraní dvě palivové nádrže. Z důvodu zpožděného vývoje nového stíhacího námořního letounu se v roce 1943 modernizovaná verze A6M5. Stroj si ponechal motor Sakae 21, ale výfukové plyny vycházely jednotlivými ejektory. Křídlo letounu nemělo sklopné konce, ale získalo nový pevný potah, díky kterému mohlo v případě potřeby dosáhnout ve střemhlavém letu rychlosti 660 km/h. Varianta A6M6a měla ještě silnější potah křídla, který jí umožňoval uniknout ve střemhlavém letu rychlostí 740 km/h. Navíc byla vybavena novými kanóny Typ 99 Model 2 Mark 4 se zvětšenými zásobníky. Z důvodu vysokých ztrát v důsledku nedostatečné odolnosti vůči střelám amerických letounů byla verze A6M5b vybavena systémem automatického hasicího zařízení, který vháněl CO₂ do zasažených nádrží. Navíc dostal pilot ochranu v podobě čelního neprůstřelného skla. Letouny Zero byly prvními stroji, které využívali japonští sebevražední letci kamikadze. Jednalo se o typ A6M7 model 63.



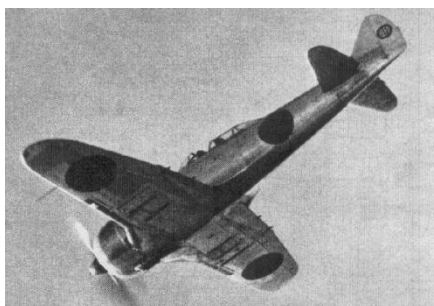
Obr. 34: Mitsubishi A6M Rei-Sen (Zero) [37]

Nástupcem A6M se u císařského námořního letectva stal Mitsubishi J2M Raiden (*obr. 35*). Raiden byl prvním japonským stíhacím letounem, u kterého nebyla upřednostňována obratnost, ale především vynikající stoupavost. Jednalo se o stíhací dolnoplošník celokovové konstrukce s křídlem o malé štihlosti. Letoun poháněl motor Mitsubishi MK4R-1 Kasei 23. Tento motor měl pomocné vstřikování vody a metanolu a díky tomu poskytoval výkon 1800 koní. Výzbroj tvořily dva kulomety Typ 97 ráže 7,7 mm nad motorem a dva kanóny Typ 99 Model 2 ráže 20 mm v křídlech. Tato verze byla téměř ihned nahrazena variantou J2M3, které nesla čtyři kanóny ráže 20 mm v křídlech.



Obr. 35: Mitsubishi J2M Raiden [38]

Letectvo císařské armády se snažilo stavět letouny, které by byly schopny ochránit japonské vnitrozemí před nálety amerických bombardérů. U těchto strojů již byla převážně upřednostňována maximální rychlost a stoupavost, před obratností. Typickým zástupcem byl Nakajima Ki-44 Shoki (*obr. 36*). Ki-44 byl celokovový samonosný dolnoplošník s poloskořepinovou konstrukcí trupu. Pohon obstarával dvouhvězdicový čtrnáctiválec Nakajima Ha-109. Letoun byl standardně vybaven pancéřovými deskami u palivových nádrží a pilotní kabiny. Výzbroj nejpočetnější verze Ki-44-II-Otsu tvořily dva kulomety Ho-103 ráže 12,7 mm nad motorem a dva totožné kulomety v křídlech.



Obr. 36: Nakajima Ki-44-IIa Shoki [39]

Posledním pokusem o zvrácení americké nadvlády na nebi v Tichomoří byl Nakajima Ki-84 Hayate (*obr. 37*). Ki-84 byl robustní dolnoplošník s kapkovitým překrytem pilotní kabiny a záďovým podvozkem, jehož hlavní nohy se zatahovaly směrem k trupu. Letoun měl problémy s křehkou konstrukcí podvozku, jehož zhroucení způsobilo řadu nehod při operacích z polních letišť. Poháněn byl dvouhvězdicovým osmnáctiválcem Nakajima Ha-45. Výzbroj tvořila dvojice kulometů Ho-103 ráže 12,7 mm nad motorem a dvou kanónů Ho-5 ráže 20 mm v křídlech. Nejsilněji vyzbrojenou verzí byla Ki-84-I-Hei, která měla dva 20 mm kanóny v trupu a dva 30 mm kanóny v křídlech.

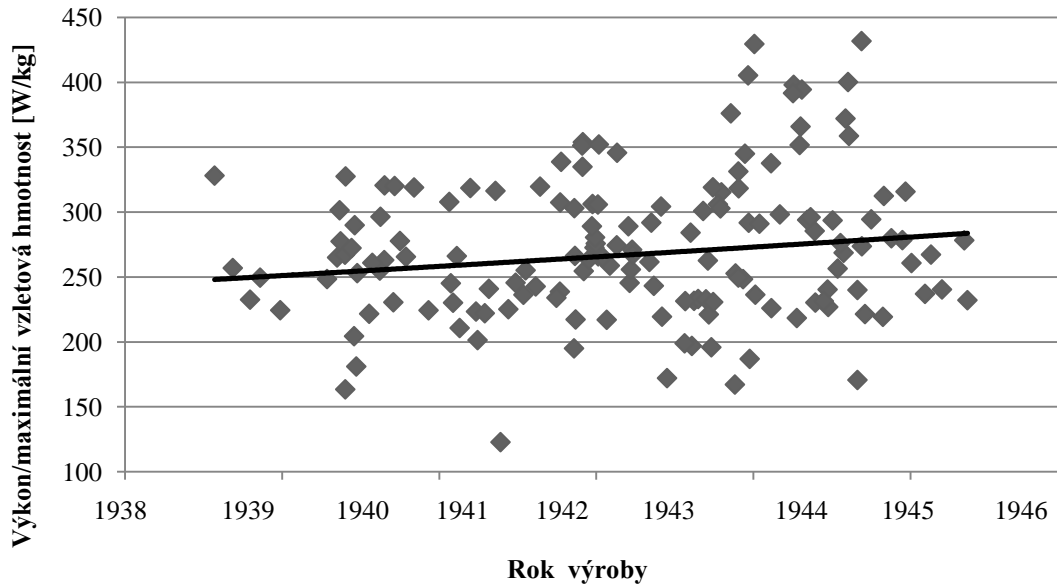


Obr. 37: Nakajima Ki-84 Hayate [40]

3.6. Zhodnocení vývoje

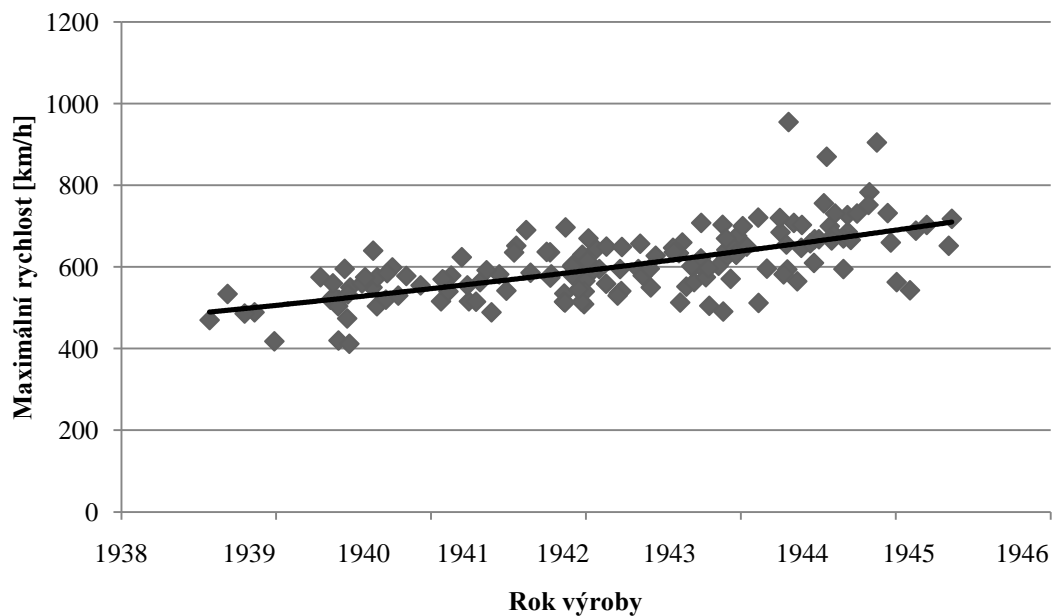
V průběhu druhé světové války došlo k obrovskému vývojovému skoku v leteckém průmyslu. Jestliže se na začátku války nebo v jejím průběhu ještě objevovaly dvouplošníky a hornoplošníky, pak konec války ukázal, kam se bude ubírat vývoj v následujících letech. Už v roce 1944 Německo a poté Velká Británie přišly s prvními letouny poháněnými proudovými motory a vzhledem k tomu, že pístové motory byly na konci války na hranicích svých možností, staly se proudové motory budoucností nejen vojenského letectví. S růstem výkonu motorů rostla i maximální vzletová hmotnost těchto strojů. Výkonné motory jim umožňovaly nést více zbraní, mít větší palivové nádrže a byly vyrobeny z odolnějších materiálů. Standardem se stala pancéřová ochrana pilota, samosvorné potahy palivových nádrží, zatahovací podvozek, stavitelná vrtule, krytá kabina pilota a další. Jestliže na začátku války měly britské stroje až osm kulometů ráže 7,7 mm, pak na konci války nesly nejsilněji vyzbrojené letouny až osm velkorážních kulometů ráže 12,7 mm nebo čtyři kanóny ráže 30 mm. V průběhu války se také rozvinulo vybavení pilotních kabin. Mezi základní vybavení patřil padák, radiostanice, kyslíková maska, která měla vestavěný mikrofon, kožená kukla se sluchátky. Kruhový zaměřovač byl nahrazen zaměřovačem reflexním, u něhož projektor prosvětloval na reflexní desku záměrné body. Na konci války se objevil nový gyroskopický zaměřovač, který dokázal zaměřené body posouvat na reflexní desce při manévrování letounu. Ke konci druhé světové války se začala poprvé používat vystřelovací sedadla a to z důvodů vysokých rychlostí dosahovaných stíhacími letouny vybavenými proudovými motory, nebo v případě Do-335 Pfeil z důvodu tlačné vrtule, která neumožňovala pilotovi opustit letoun jiným bezpečným způsobem. V průběhu války se poměr výkonu k maximální vzletové hmotnosti příliš nezvyšoval, protože s růstem výkonu motoru rostla i hmotnost letounů. Jako příklad můžeme použít P-47 Thunderbolt, který poháněl motor Pratt & Whitney R-2800-57 o výkonu 2 059 kW, ale jeho maximální vzletová hmotnost byla přes devět tun. Průměrné hodnoty se pohybovaly v mezích 250-300 W/kg. Na začátku války byly stíhací letouny schopny překonat rychlost 500 km/h. Na konci války již letouny poháněné proudovými motory létaly rychlostí okolo 900 km/h. Tento rozdíl byl dán především používanými motory. Plošné zatížení křídla vzrostlo díky zpevnění konstrukce křídla a využití nových materiálů z 130 kg/m² z počátku války na hodnoty přes 230 kg/m².

Poměr výkonu k maximální vzletové hmotnosti v závislosti na roku výroby



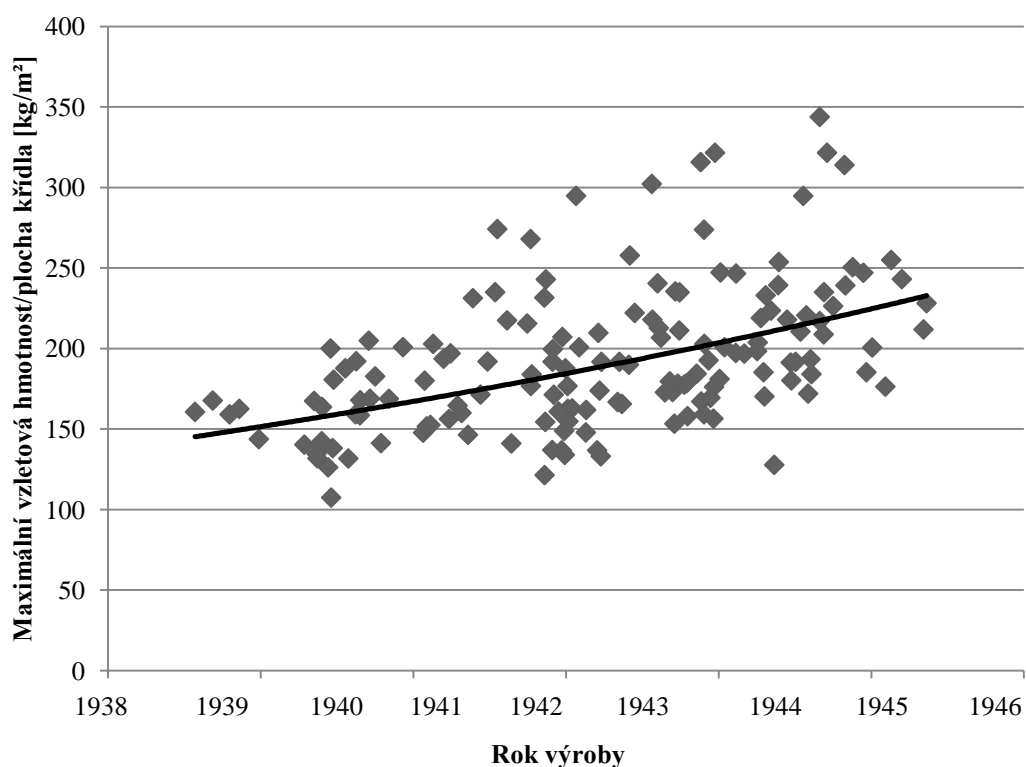
Graf 7: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů během druhé světové války.

Růst maximální rychlosti v závislosti na roku výroby



Graf 8: Růst rychlosti ve druhé světové válce.

Plošné zatížení v závislosti na roku výroby



Graf 9: Růstu plošného zatížení ve druhé světové válce.

3.6.1. Konstrukce stíhacích letounů

Trup stíhacích letounů tvořila ve druhé světové válce poloskořepinová konstrukce s trubkovými podélníky, trupové přepážky byly většinou z duralu. Potah trupu byl z duralových plechů. Pilotní kokpit byl chráněn překrytem kabiny, který se buď odsouval dozadu, nebo byl výklopný většinou na pravou stranu. Za pilotovou sedačkou se nacházela pancéřová deska, která ho chránila před střelami zezadu. Za touto deskou se nacházela radiostanice, kyslíkové láhve, případně akumulátory. Vnitřní palivové nádrže měly samosvorné potahy. Standardem druhé světové války se staly jednomístné samonosné dolnoplošníky celokovové konstrukce s jedním nebo dvěma nosníky. Potah byl z duralových plechů, protože plátno se při vyšších rychlostech trhlo. Stíhací letouny již byly vybavovány klapkami pro zvýšení vztlačku při startu a přistání. Klapky, stejně jako křídélka, měla kovovou konstrukci a byla potažena duralem. Dostatečná tloušťka profilu křídla umožňovala umístění většiny zbraní do křídla. Navíc se pod křídlo montovali závěsníky, které mohly nést rakety, pumy nebo přídavné palivové nádrže. Letouny vybavené pístovými motory měly zádový podvozek. Hlavní podvozková kola se zatahovala více směry. Messerschmitt Bf 109 zatahoval podvozkové nohy směrem ke koncům křídel, díky čemuž měl malý rozchod kol. North American P-51 Mustang naopak zatahoval podvozek směrem k trupu a byl tak více stabilní při pohybu na zemi. Vlastní konstrukci měly americké námořní letouny firmy Grumman, které zatahovaly hlavní podvozek naplocho do křídel pootočený o 90°. Většina letounů měla plně nebo alespoň částečně zatahovatelné i zadní ostruhové kolečko. S příchodem

Messerschmittu Me 262 se u sériových strojů poprvé představil proudový podvozek. Tento typ podvozku po válce plně nahradil u stíhacích strojů podvozek záďový.

3.6.2. Pohonné jednotky

Během druhé světové války se používaly dva typy pístových motorů, vzduchem chlazené hvězdicové motory a kapalinou chlazené řadové motory. Tyto motory dosáhly na konci války svého maxima, a proto byly nahrazeny motory proudovými, které dosahovaly vyšších rychlostí. Kombinaci hvězdicových a řadových motorů využívala řada států, jako například Německo, SSSR nebo USA. Naopak Velká Británie používala výhradně řadové motory, z nichž nejslavnějším se stal Rolls-Royce Merlin. Přesným opakem Velké Británie bylo Japonsko, které zastavovalo do trupů výhradně hvězdicové motory.

3.6.3. Materiály

Ve druhé světové válce se používalo k výrobě draků trupu a křídel hlavně slitin lehkých kovů, které splňovali potřebné pevnostní vlastnosti v poměru k jejich vlastní hmotnosti. V případě nedostatku těchto materiálů se muselo experimentovat s jinými materiály, nejčastěji se dřevem. Takto vznikl nejslavnější celodřevěný letoun druhé světové války de Havilland DH.98 Mosquito, přezdívaný též „The Wooden Wonder“ (Dřevěný zázrak).

4. POVÁLEČNÉ OBDOBÍ

Druhá světová válka ukázala cestu, kam se bude ubírat vývoj stíhacího letectva v budoucích letech a vítězné mocnosti USA a SSSR naplno využily vědomostí německých vědců a konstruktérů ve svých vojenských programech. Naplno se začaly rozjíždět programy výroby nových proudových stíhacích letounů, které začaly nahrazovat stroje s pístovými motory. Konstrukteři si již brzy po 2. světové válce mohli tyto nové stroje vyzkoušet v dalším vojenském konfliktu, který se tentokrát rozhořel nad Korejským poloostrovem, kde se proti sobě postavili letouny původem ze států OSN a Sovětského svazu.

4.1. Velká Británie

Velká Británie vyšla z druhé světové války jako jeden z vítězů a stejně jako ostatní spojenci měla možnost důkladně prozkoumat německou techniku. Kombinací vlastních a ukořistěných informací vznikly proudové letouny. V prvních letech po válce využívali Britové letouny vyrobené během války, ať již měly pístové nebo proudové motory. Z proudových strojů to byl Gloster Meteor a de Havilland Vampire, jehož prototyp byl zkonstruován již za války, ale do služby se dostal až po ní. Jednalo se jednomístný stíhací letoun s trupovou gondolou, který poháněl proudový motor de Havilland Goblin II umístěný za pilotní kabinou. Potah trupu tvořila stejně jako u Mosquita překližka s balzou.



Obr. 38: de Havilland Vampire F Mk. 3 [41]

4.2. USA

Spojené státy se staly hlavním vítězem druhé světové války a získali titul světové supervelmoci číslo jedna. Stejně jako Britové zkoumali po válce ukořistěnou německou techniku a využili jejích znalostí. Prvním americkým proudovým stíhacím letounem se stal Lockheed P-80 (později přejmenovaný na F-80) Shooting Star. Byl to jednomístný dolnoplošník, který poháněly motory od General Electric J33-GE-11 nebo Allison J33-A-9. P-80 ještě neměl šípovitá křídla. Motor se nacházel za pilotní kabinou, nasávání bylo na kořenech křídla. Výfuk byl řešen na konci trupu pod vodorovnými ocasními plochami. Výzbroj tvořilo až šest kulometů Colt-Browning ráže 12,7 mm.



Obr. 39: Lockheed P-80 Shooting Star [42]

Nepřehlédnutelnou konstrukcí se vyznačoval dvoumístný stíhací letoun určený pro dálkový doprovod bombardérů North American F-82 Twin Mustang. Tento letoun vznikl spojením dvou trupů klasických Mustangů pomocí společného středního křídla a výškovky. Jednalo se o poslední stroj s pístovým motorem dodaným do služby USAF. Zpočátku byl v každém kokpitu pilot, ale později došlo k přehodnocení výrobního programu, když bylo pod společné křídlo nainstalované dlouhé pouzdro s radarem. Místo druhého pilota tak obsadil operátor radaru.



Obr. 40: North American F-82 Twin Mustang [43]

Prvním západním stíhacím letounem se šípovitými křídly byl North American F-86 Sabre. Křídla měla sklon 35° a stejný sklon měla i zadní ocasní plochy. Konstrukce křídel přinesla kromě již dříve používaných klapek i sloty na náběžné hraně křídel. Před ocasními plochami se na trupu nacházely brzdící štíty. Nasávání vzduchu do motoru se nacházelo v čumáku, což se stalo typickým znakem jak pro Sabre, tak i pro jeho konkurenta MiG-15. Letouny byly standardně vybaveny přetlakovou kabinou. Pohon obstarával proudové motory General Electric J47-GE-3, -7, -9 nebo -13. Výzbroj tvořila šestice kulometů Colt-Browning M-2 ráže 12,7 mm. Dále se pod křídly nacházely čtyři závěsníky pro pumy, rakety nebo palivové nádrže. Sabre byl schopen v mírném střemhlavém letu překonat rychlost zvuku.



Obr. 41: North American F-86A Sabre [44]

4.3. SSSR

Sovětský svaz naplno využil své pozice dobyvatele Berlína, když ukořistil německou techniku pro vlastní výzkum. Nejznámějším poválečným proudovým letounem se stal MiG-15 z dílny konstruktérů Mikojana a Gurjeviče. Byl to jednomístný stíhací letoun s proudovým motorem a šípovitými křídly. Na rozdíl od F-86 se jednalo o středoplošník. Vodorovné ocasní plochy se nacházely vysoko na kýlové ploše. MiG využíval stejně jako Sabre brzdící štíty, ale měl je posuté podstatně víc vzadu než americký konkurent. Naopak neměl na náběžné hraně sloty. Nasávání motoru bylo umístěno v čumáku letounu, který byl tvarovaný jinak než u F-86. MiG poháněl proudový motor Klimov RD-45F. Výzbroj tvořil jeden kanón N-37 ráže 37 mm a dva kanóny NR-23 ráže 23 mm. Vylepšenou verzí MiG-15 byla varianta MiG-15bis. Poháněl jej nový motor Klimov VK-1. Změny v konstrukci se týkaly zesílení konstrukce křídla, instalaci servořízení křídélek, zvětšení závaží výškovky, přepracování brzdících štítů a úpravy náběžné hrany kýlovky. Výzbroj byla totožná jako původní verze, ale pod křídly se nacházely závěsníky pro dvě pumy a dvě palivové nádrže.

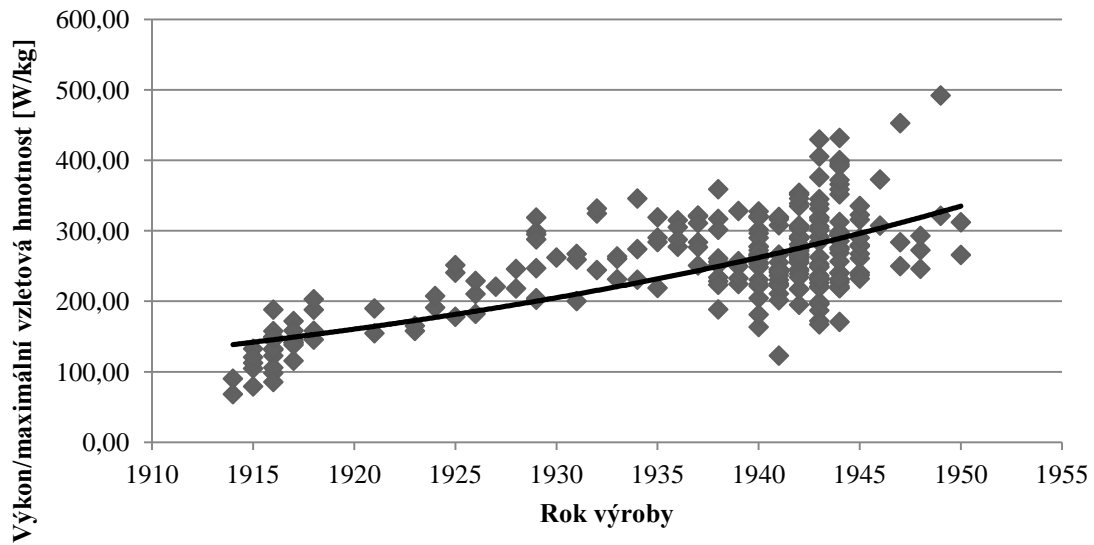


Obr. 42: MiG-15bis [45]

4.4. Zhodnocení vývoje

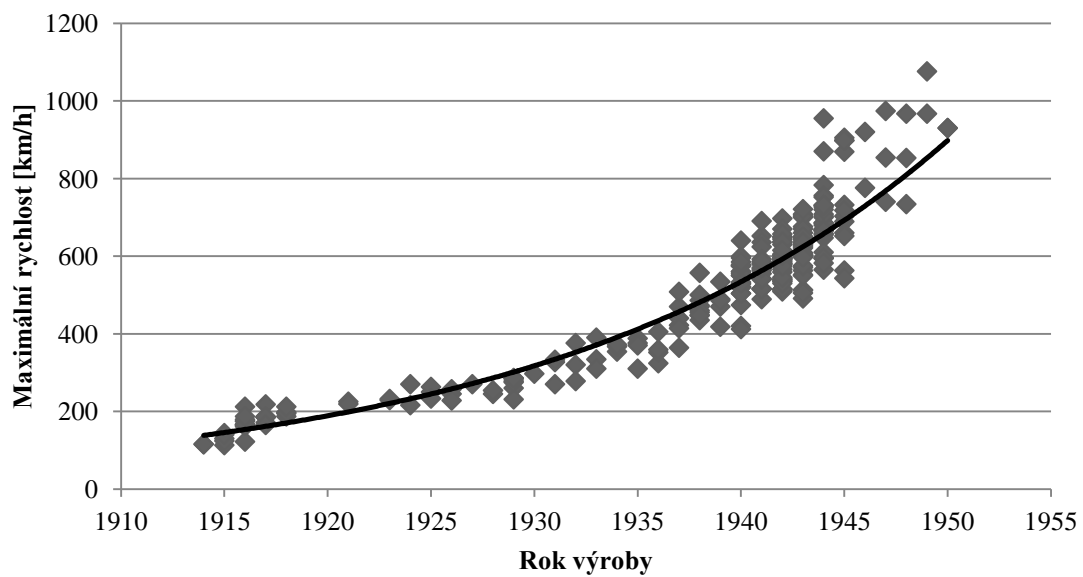
Vývoj po druhé světové válce zamířil směrem k proudovým letounům, které už v této poměrně krátké době dosahovaly vysokých výkonů. V tomto období dochází k přechodu z konstrukce dolnoplošníků na středoplošníky. Standardem se staly šípovitá křídla, které se chovaly lépe za rychlostí blížících se rychlosti zvuku. V těchto rychlostech se ukázalo jako problematické používání klasických vodorovných ocasních ploch. Z tohoto důvodu byly na začátku padesátých let vyvinuty plovoucí vodorovné ocasní plochy. Celokovová konstrukce trupu a křídel již byla samozřejmostí. U výzbroje se pomalu začalo ustupovat od kulometů a přecházelo se ke kanónům a řízeným střelám. Při pohledu na *Graf.10* vidíme růst výkonu k maximálnímu zatížení v průběhu celého období téměř čtyřiceti let. Tento růst je vidět i u zbylých dvou grafů (*Graf. 11*, *Graf. 12*), které znázorňují růst maximální rychlosti a růst plošného zatížení. Nejdynamičtější růst je u plošného zatížení.

Poměr výkonu k maximální vzletové hmotnosti v závislosti na roku výroby



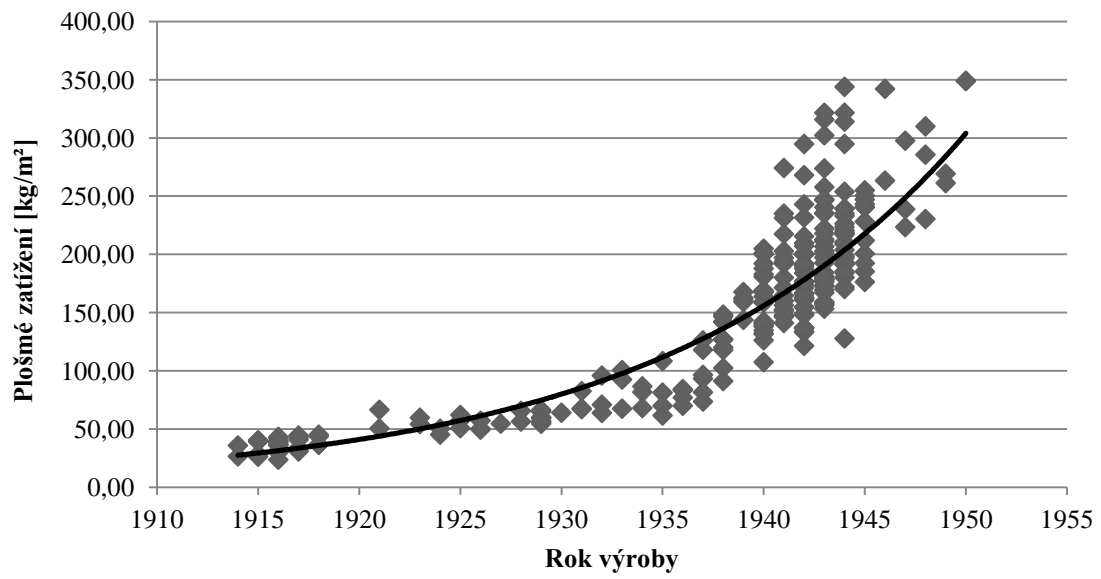
Graf 10: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů do roku 1950.

Růst maximální rychlosti v závislosti na roku výroby



Graf 11: Růst rychlosti v první polovině dvacátého století.

Plošné zatížení v závislosti na roku výroby



Graf 12: Růstu plošného zatížení od roku 1914 do roku 1950.

5. ZÁVĚR

Tato práce představuje hlavní stíhací stroje první poloviny dvacátého století a zaměřuje se primárně na denní stíhací stroje, jejichž úkolem bylo získat nadvládu ve vzduchu. Pokud bychom se měli věnovat všem strojům, které se za toto období objevili na nebi, zabrala by tato práce podstatně více prostoru. První polovina století ukázala, že stíhací letectvo je jednou z nejdůležitějších složek moderní armády. To se projevilo už v první světové válce, kdy ten kdo ovládal vzdušný prostor, získal značnou výhodu. Zpočátku vývoje se prosadily celodřevěné letouny s příhradovou konstrukcí trupu a vyztuženými křídly. Nejpoužívanější konstrukcí se staly vyztužené dvouplošníky. Tyto letouny byly hlavními bitevními stroji po celé období první světové války. Letouny této konstrukce se udržely v čele vývoje i ve dvacátých letech, ale již z počátku třicátých let byly nahrazovány moderními konstrukcemi samonosných jednoplošníků. Tento trend byl umožněn uplatněním nových materiálů v konstrukci a taktéž změnou konstrukce samotné. Do konce dvacátých let převažovalo dřevo, které bylo ve třicátých letech nahrazeno slitinami lehkých kovů, hlavně hliníkem a hořčíkem. Tyto materiály dovolily stavbu poloskořepinových trupů letounů. S hrozbou přicházející války se začali stavět nové aerodynamicky čisté konstrukce poháněné výkonnými hvězdicovými a řadovými motory. Druhá světová válka zaznamenala nárůst objemu výroby stíhacích letounů a expanzi nových modelů a modelových řad. Nové taktiky boje ve druhé světové válce nutily konstruktéry stavět víceúčelové letouny. Revolucí se staly stroje s proudovými motory, které se na evropském bojišti objevily v roce 1944 a jasně ukázaly, kterým směrem se bude ubírat vývoj stíhacích letounů v budoucnosti. Proudové motory byly potřebnou náhradou za pístové motory, které na konci války dosáhly svého maxima. V období po druhé světové válce se již téměř neobjevovaly stíhací letouny poháněné pístovými motory. Jestliže v první světové válce byly letouny vyzbrojeny jedním nebo dvěma kulometry malé ráže, pak na konci druhé světové války již byly letouny vyzbrojeny kombinací velkorážných kulometů a kanónů doplněných mnohdy o rakety či pumy. Po druhé světové válce se postupně opouštěla koncepce zabudovaných kulometů a přecházelo se na stroje vyzbrojené pouze kanóny a raketami.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GREEN W., SWANBOROUGH G.: Encyklopedie stíhacích letounů, Svojtka & Co., 2002, 608s
- [2] CROSBY F.: Stíhací letouny, Rebo Productions CZ, 2002, 256s
- [3] SULŽENKO M.N.: Konstrukce letadel, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1953, 420s
- [4] SLAVÍK S.: Stavba letadel, Vydavatelství ČVUT, 1997, 129s
- [5] *www.finemodelworks.com* [online]. [cit. 2012-4-13] Dostupné z http://www.finemodelworks.com/arizona-models/reference/Thumbs/Aircraft/France/Morane_Saulnier/N/MoS_N.html
- [6] *www.ww2aircraft.net* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.ww2aircraft.net/forum/album/aircraft/p13908-fokker-ei.html>
- [7] *www.rcaf-arc.forces.gc.ca* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.rcaf-arc.forces.gc.ca/v2/equip/resrc/images/hst/1-g/nieuport.jpg>
- [8] *www.bibl.u-szeged.hu* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.bibl.u-szeged.hu/bibl/mil/ww1/technika/repules/tipusok/albatros_d5_2.jpg
- [9] *www.woodenpropeller.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.woodenpropeller.com/images/fokker-d-vii-251.jpg>
- [10] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://forum.valka.cz/attachments/12892/Gse5.jpg>
- [11] *www.ctie.monash.edu.au* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/images/sopwith_camel_1_350.jpg
- [12] *www.fokkerdr1.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.fokkerdr1.com/images/Dr1_127-17_02.jpg
- [13] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://forum.valka.cz/attachments/11345/bh3.jpg>
- [14] *www.aviastar.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.aviastar.org/air/czech/aero_a-18.php
- [15] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://forum.valka.cz/files/s-20.jpg>
- [16] *www.svazletcu.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.svazletcu.cz/images/CD1/big/042x.jpg>

- [17] *www.svazletcu.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.svazletcu.cz/images/CD1/big/045x.jpg>
- [18] *www.aviafrance.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.aviafrance.com/nieuport-delage-nid-42-aviation-france-8525.htm>
- [19] *www.rotetradialengines.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.rotetradialengines.com/0VolkerHeydecke/i16_1.jpg
- [20] *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Peashooter.arp.750pix.jpg>
- [21] *www.wwiivehicles.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.wwiivehicles.com/germany/aircraft/fighters/messerschmitt-bf-109-g.asp>
- [22] *www.military-aircraft.com.uk* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.military-aircraft.org.uk/ww2-fighter-planes/focke-wulf-fw-190-fighter.jpg>
- [23] *www.militarium.net* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.militarium.net/lotnictwo/foto/komet_01.jpg
- [24] *acepilots.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://acepilots.com/german/me262_1.jpg
- [25] *www.warbirdsresourcegroup.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.warbirdsresourcegroup.org/BARC/images/hurricane1.jpg>
- [26] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://forum.valka.cz/files/302_spit_v_124.jpg
- [27] *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Gloster_Meteor_Mk_III_ExCC.jpg
- [28] *hsfeatures.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://hsfeatures.com/features04/images/mig3tb_ref.jpg
- [29] *tisnov.safarikovi.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://tisnov.safarikovi.org/obr/la-5fn.1.jpg>
- [30] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://forum.valka.cz/attachments/3588/Jak-3_prvn__serie.jpg
- [31] *www.aircraftinformation.info* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.aircraftinformation.info/Images/P-40_01.jpg
- [32] *www.aviation-history.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.aviation-history.com/north-american/p51-4a.jpg>

- [33] *www.historylink101.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.historylink101.com/ww2photo/republic-p-47-thunderbolt-2.jpg>
- [34] *www.chuckhawks.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.chuckhawks.com/f4fwild.jpg>
- [35] *galerie.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://galerie.valka.cz/showfull.php?photo=135494>
- [36] *www.mcmahanphoto.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.mcmahanphoto.com/na227.html>
- [37] *www.americanwwii.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.americainwwii.com/images/turkey-a6m-zero.jpg>
- [38] *www.combinedfleet.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.combinedfleet.com/ijna/j2mpic.gif>
- [39] *forum.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://forum.valka.cz/files/ki-44-ia_akeno_1_to_1944.jpg
- [40] *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Ki-84-1.jpg>
- [41] *aviation.watergeek.eu* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://aviation.watergeek.eu/images/vampire/vampire_f_mark_3.jpg
- [42] *www.wwiivehicles.com* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z <http://www.wwiivehicles.com/usa/aircraft/fighter/lockheed-p-80-shooting-star/lockheed-p-80-shooting-star-01.jpg>
- [43] *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/F82_twin_mustang.jpg
- [44] *en.wikipedia.org* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/F-86A_01.jpg
- [45] *www.valka.cz* [online]. [cit. 2012-5-06] Dostupné z http://www.valka.cz/html_images/4_2004/image1081602915.jpg
- [46] USTOHAL V.: Letecké materiály, Rektorát Vysokého učení technického v Brně, Brno 1988, 130s

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Srovnání růstu poměru výkonu a maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů první světové války	17
Graf 2: Růst rychlosti stíhacích letounů v průběhu první světové války	17
Graf 3: Srovnání růstu plošného zatížení stíhacích letounů v první světové válce.....	18
Graf 4: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů v meziválečném období.....	26
Graf 5: Růst rychlosti v meziválečném období.....	27
Graf 6: Růstu plošného zatížení v období let 1921-1938.....	27
Graf 7: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů během druhé světové války.....	45
Graf 8: Růst rychlosti ve druhé světové válce.....	45
Graf 9: Růstu plošného zatížení ve druhé světové válce.....	46
Graf 10: Srovnání růstu poměru výkonu k maximální vzletové hmotnosti stíhacích letounů do roku 1950.....	51
Graf 11: Růst rychlosti v první polovině dvacátého století.....	51
Graf 12: Růstu plošného zatížení od roku 1914 do roku 1950.....	52

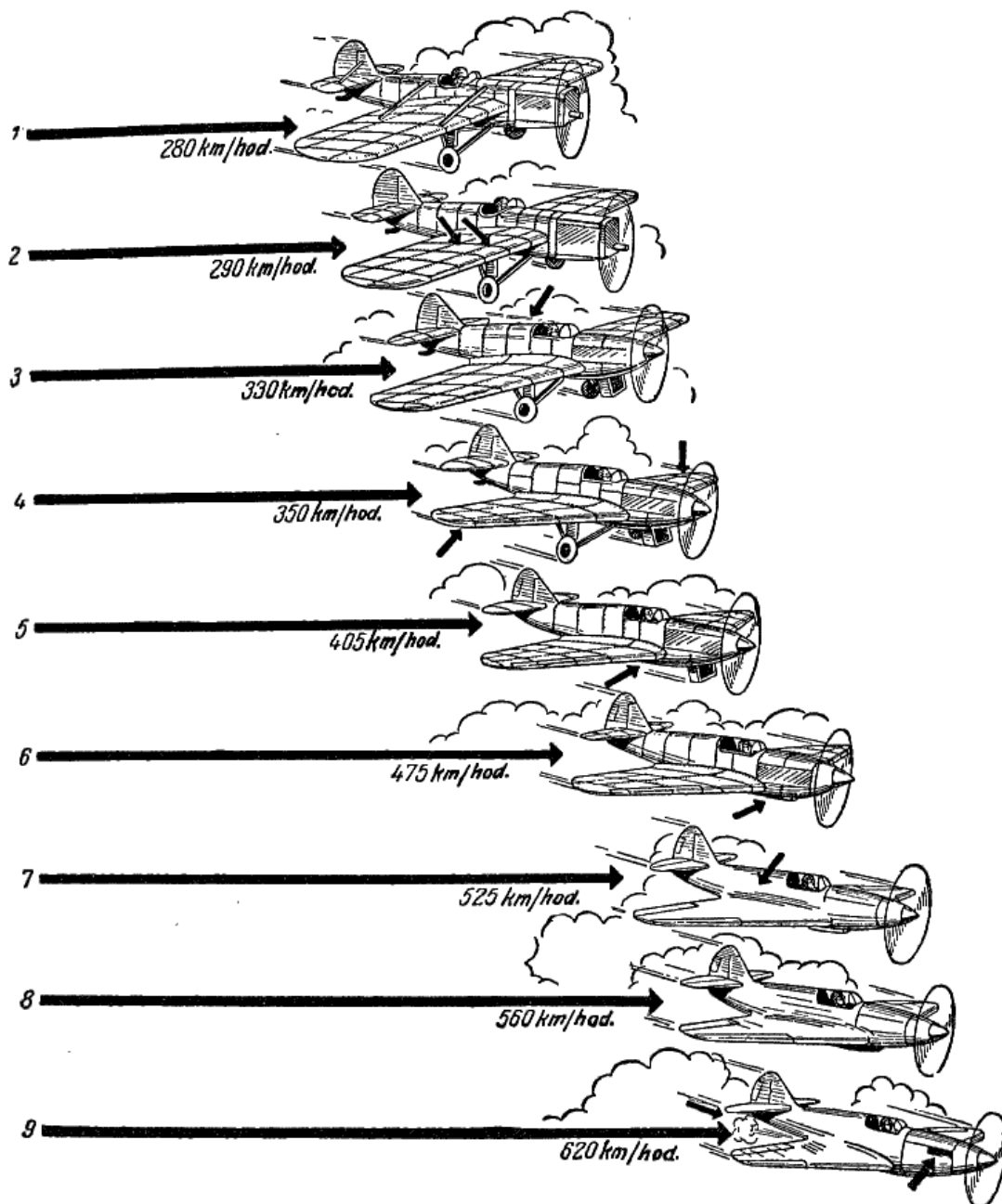
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Postup zdokonalování jednoplošníku o přízemním výkonu 850 koní [3]

Příloha 2: Stavební materiály stíhacích letounů [46]

Příloha 3: Tabulka vlastností stíhacích letounů v období 1914-1950 [1]

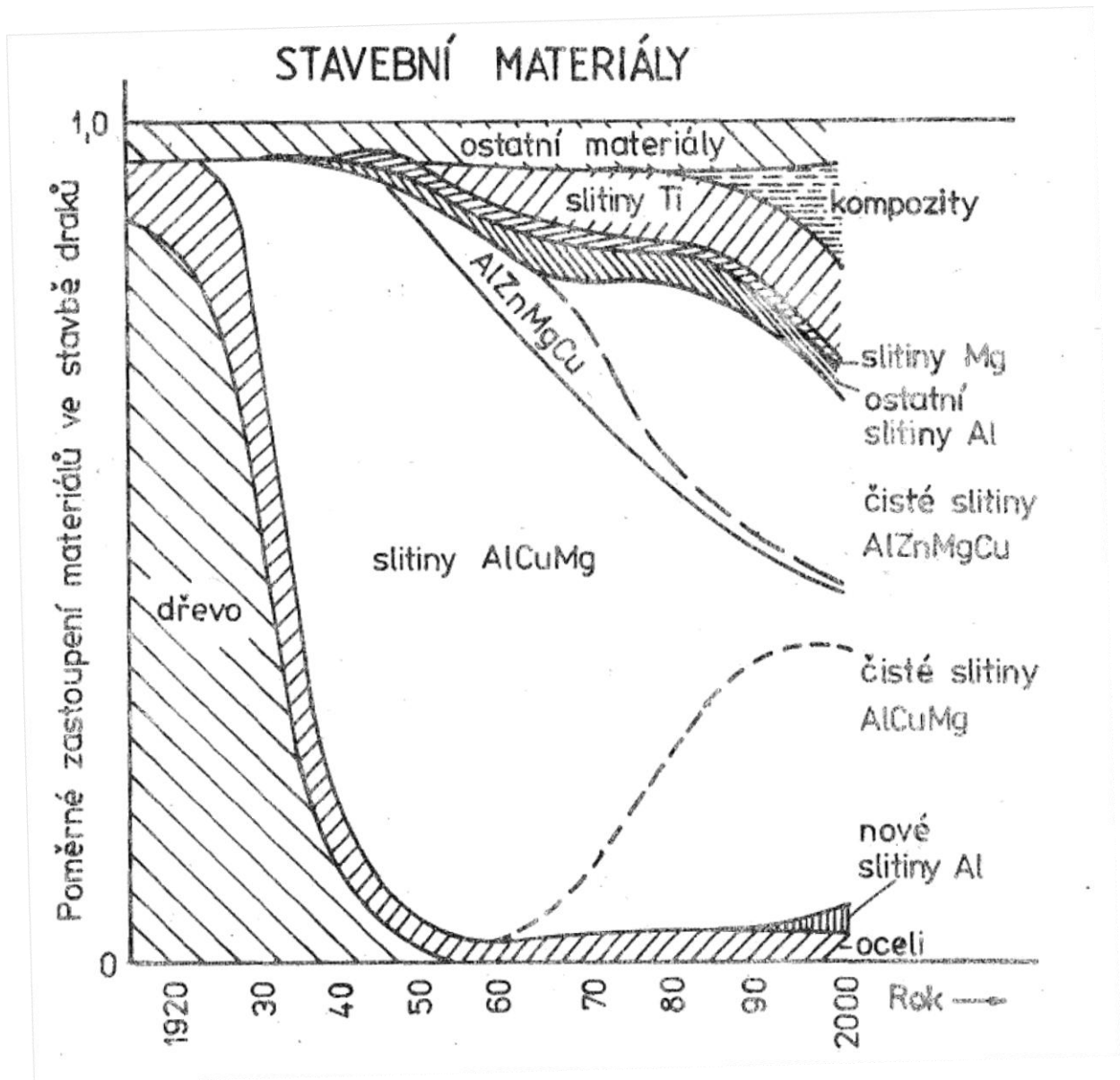
PŘÍLOHY



Obr. 17. Postup zdokonalování jednoplošníku:

1—původní letadlo s aerodynamicky nedokonalými tvary; 2—šikmé vzpěry odstraněny; 3—trupu dán proudnicový tvar; 4—zmenšena plocha křídla (přidány sloty a klapky, což umožnilo zachovat přistávací rychlost); 5—podvozek proveden zatahovací; 6—chladič umístěn v kanálu; 7—povrch letadla pečlivě zpracován; 8—použity prostředky pro zvýšení vzlaku křídla, konstrukce je utěsněna; 9—zvýšená výšková stálost motoru (výškovost) použitím dmychadla, což zvětšilo rychlost v nominální výšce.

Příloha 1: Postup zdokonalování jednoplošníku o přízemním výkonu 850 koní [3]



Příloha 2: Stavební materiály stíhacích letounů [46]

Příloha 3: Tabulka stíhacích letounů od roku 1914 do roku 1950 [1]

model	rok zařazení do služby	země původu	prázdná hmotnost [kg]	maximální vzletová hmotnost [kg]	nosná plocha [m ²]	maximální rychlost [km/hod]	tah motoru [kN]	výkon motoru [kW]	typ motoru	výkon/ hmotnost [W/kg]	plošné zátížení [kg/m ²]
R.A.F. B.E.2c	1914	Velká Británie	621	972	36,79	116	-	66	R.A.F. 1a	68,10	26,42
Morane-Saulnier L	1914	Francie	385	655	18,30	115	-	59	Gnome 7 Lambda	90,08	35,79
Vickers F.B.5	1915	Velká Británie	553	930	35,49	113	-	74	Gnome Monosoupape	79,09	26,20
Fokker Eindecker E.I	1915	Německo	358	563	14,40	130	-	59	Oberursel U O	104,51	39,10
Morane-Saulnier N	1915	Francie	288	444	11,00	144	-	59	Le Rhône 9C	132,52	40,36
Airco D.H.2	1915	Velká Británie	428	654	23,13	124	-	74	Gnome Monosoupape	112,46	28,27
Fokker Eindecker E.III	1915	Německo	399	610	15,40	140	-	74	Oberursel U I	120,57	39,61
Nieuport 11	1916	Francie	320	480	13,30	167	-	59	Le Rhône 9C	122,58	36,09
Sopwith 1½-Strutter	1916	Velká Británie	592	975	31,14	161	-	96	Clerget 9B	98,07	31,31
SPAD S.VII	1916	Francie	500	704	17,85	212	-	132	HS 8Ab	188,05	39,44
Nieuport 16	1916	Francie	375	559	13,30	165	-	81	Le Rhône 9J	144,73	42,03
Sopwith Pup	1916	Velká Británie	357	556	23,60	179	-	59	Le Rhône 9C	105,83	23,56
Albatros D I	1916	Německo	645	898	22,90	175	-	118	Mercedes D III	131,05	39,21
R.A.F. F.E.2b	1916	Velká Británie	935	1378	45,89	122	-	118	Beardmore	85,40	30,03
Albatros D II	1916	Německo	637	888	24,50	175	-	118	Daimler D III	132,52	36,24
Albatros D III	1916	Německo	661	886	20,50	165	-	132	Mercedes D IIIa	149,42	43,22
Nieuport 17	1916	Francie	375	560	14,75	165	-	88	Le Rhône 9Jb	157,61	37,97
Sopwith Triplane	1916	Velká Británie	450	642	21,46	187	-	96	Clerget 9B	148,93	29,92
SPAD S.XIII	1917	Francie	601	856	20,20	218	-	147	Hispano-Suiza 8B	171,85	42,38
Bristol F.2A Fighter	1917	Velká Británie	783	1210	36,14	171	-	140	Rolls-Royce Falcon I	115,49	33,48
Sopwith F.1 Camel	1917	Velká Británie	421	659	21,46	185	-	96	Clerget 9B	145,09	30,71
Albatros D V	1917	Německo	687	937	21,20	185	-	132	Mercedes D IIIa	141,29	44,20
R.A.F. S.E.5a	1917	Velká Británie	694	929	22,83	187	-	147	Hispano-Suiza	158,34	40,69

Albatros D Va	1917	Německo	717	937	21,20	185	-	132	Mercedes D IIIa	141,29	44,20
Fokker Dr.I Triplane	1917	Německo	406	586	18,66	165	-	81	Oberursel Ur II	138,06	31,40
Nieuport 28	1918	Francie	436	698	16,00	198	-	110	Gnome Monosoupape 9N	158,06	43,63
Fokker D. VII	1918	Německo	684	910	20,20	187	-	132	Mercedes D III	145,48	45,05
Sopwith 7F.1 Snipe	1918	Velká Británie	595	916	25,17	195	-	172	Bentley B.R.2	187,89	36,39
Martinsyde Buzzard	1918	Velká Británie	821	1088	29,73	212	-	221	Hispano-Suiza 8Fb	202,80	36,60
Avia BH-3	1921	ČSR	795	1047	15,76	225	-	162	Walter-BMW IV	154,55	66,43
Curtiss-Orenco Model D	1921	USA	864	1279	25,36	219	-	243	Wright Hispano H	189,77	50,43
Aero A-18	1923	ČSR	636	862	15,90	229	-	136	Walter-BMW IIIa	157,85	54,21
Letov Š 4	1923	ČSR	673	980	16,43	232	-	162	Hispano-Suiza 8Ba	165,11	59,65
Fiat Cr.1	1924	Itálie	840	1155	23,00	270	-	221	Hispano-Suiza 42-8	191,04	50,22
Armstrong Siskin III	1924	Velká Británie	830	1241	27,50	216	-	257	Armstrong Jaguar III	207,43	45,13
Dewoitine D 1	1925	Francie	820	1240	20,00	250	-	221	Hispano-Suiza 8Fb	177,94	62,00
Curtiss P-1 Hawk	1925	USA	955	1330	23,23	263	-	320	Curtiss V-1150-1	240,56	57,25
Gloster Gamecock	1925	Velká Británie	875	1244	24,52	233	-	313	Bristol Jupiter VI	251,28	50,73
Avia BH-21	1926	ČSR	720	1084	21,96	245	-	228	Škoda 8Fb	210,34	49,36
Letov Š 20	1926	ČSR	740	1050	18,40	257	-	191	Škoda HS 8Fb	182,12	57,07
Armstrong Siskin IIIA	1926	Velká Británie	935	1366	27,22	228	-	313	Armstrong Jaguar IV	228,83	50,18
Fiat Cr.20	1927	Itálie	980	1400	25,65	270	-	309	Fiat A 20	220,65	54,58
Boeing PW-9D	1928	USA	1056	1467	22,39	245	-	320	Curtiss D-12	218,09	65,52
Boeing F2B-1	1928	USA	902	1272	22,58	254	-	313	P&W R-1340 Wasp	245,74	56,33
Avia BH-33	1929	ČSR	830	1253	22,20	285	-	399	Walter Jupiter VI	318,74	56,44
Nieuport-Delage 52	1929	Francie	1360	1800	27,75	260	-	368	Hispano-Suiza 12Hb	204,31	64,86
Polikarpov I-3	1929	SSSR	1400	1846	27,85	278	-	552	BMW VI 7,3	298,82	66,28
Tupolev Ant-5	1929	SSSR	978	1430	23,80	231	-	353	Švecov M-22	246,88	60,08
Boeing F4B-1	1929	USA	884	1247	21,13	284	-	368	P&W R-1340-8	294,91	59,02
Boeing P-12	1929	USA	797	1150	21,13	275	-	331	P&W R-1340-7	287,80	54,42

Bristol 105A Bulldog II	1929	Velká Británie	1094	1601	28,47	286	-	324	Bristol Jupiter VIII F	202,14	56,23
Avia BH-33L	1930	ČSR	1120	1628	25,46	297	-	427	Škoda L	262,03	63,94
Nieuport-Delage 622	1931	Francie	1378	1837	27,41	270	-	368	Hispano-Suiza 12Hb	200,19	67,02
P.Z.L. P.7	1931	Polsko	1090	1476	17,90	327	-	382	Bristol Jupiter VIII F	259,12	82,46
Hawker Fury	1931	Velká Británie	1190	1583	23,40	333	-	423	Rolls-Royce Kestrel II.S	267,16	67,65
Kawasaki KDA-5	1932	Japonsko	1280	1700	24,00	320	-	552	BMW VII	324,48	70,83
Polikarpov I-5	1932	SSSR	943	1355	21,25	278	-	331	Švecov M-22	244,26	63,76
Boeing P-26	1932	USA	995	1331	13,89	376	-	441	P&W R-1340-27 Wasp	331,55	95,82
Morane-Saulnier MS 225	1933	Francie	1154	1590	17,20	334	-	368	Gnome-Rhône 9Kdrs	231,29	92,44
P.Z.L. P.11	1933	Polsko	1147	1800	17,90	390	-	474	Bristol Mercury VI.S2	263,55	100,56
ASJA Jaktfalk II	1933	Švédsko	946	1470	21,80	310	-	382	Bristol Jupiter VIII F	260,18	67,43
Fiat Cr.32	1934	Itálie	1454	1914	22,10	354	-	441	Fiat A 30 RA	230,56	86,61
Polikarpov I-15	1934	SSSR	1012	1489	21,90	367	-	515	Švecov M-25	345,77	67,99
Grumman F2F-1	1934	USA	1221	1745	21,37	372	-	478	P&W R-1535-72	273,97	81,66
Avia B 534.II	1935	ČSR	1385	1913	23,56	388	-	610	Avia HS 12Ydrs	319,11	81,20
Dewoitine D 501	1935	Francie	1287	1787	16,50	376	-	507	Hispano-Suiza 12Xbrs	283,99	108,30
Heinkel He 51	1935	Německo	1473	1900	27,20	310	-	552	BMW VI 7,2Z	290,33	69,85
Gloster Gauntlet	1935	Velká Británie	1256	1801	29,26	370	-	394	Mercury VIS	218,89	61,55
Avia B 534.IV	1936	ČSR	1460	1985	23,56	405	-	625	Avia HS 12Ydrs	314,95	84,25
Blériot SPAD 510	1936	Francie	1250	1830	22,00	324	-	507	Hispano-Suiza 12Xbrs	277,32	83,18
Nakajima A4N1	1936	Japonsko	1276	1760	22,89	352	-	537	Nakajima Hikari 1	305,06	76,89
Hawker Fury II	1936	Velká Británie	1240	1637	23,40	359	-	471	Rolls-Royce Kestrel VI	287,55	69,96
Mitsubishi A5M2-otsu	1937	Japonsko	1204	1659	17,80	422	-	471	Kotobuki 3	283,74	93,20
Nakajima Ki-27	1937	Japonsko	1110	1790	18,56	470	-	574	Nakajima Ha-1-Otsu	320,50	96,44
Polikarpov I-16 TIP 10	1937	SSSR	1350	1715	14,54	440	-	552	Švecov M-25V	321,65	117,95
Polikarpov I-152	1937	SSSR	1310	1834	22,50	364	-	570	Švecov M-25V	310,80	81,51
Gloster Gladiator	1937	Velká Británie	1562	2206	30,00	414	-	610	Mercury VIII A	276,73	73,53

Hawker Hurricane I	1937	Velká Británie	2307	3021	23,97	508	-	758	Rolls-Royce Merlin III	250,77	126,03
Morane-Saulnier MS 406	1938	Francie	1893	2426	17,10	486	-	633	Hispano-Suiza 12Y31	260,73	141,87
Potez 630	1938	Francie	2808	3850	32,70	448	-	986	Hispano-Suiza 14AB	255,99	117,74
Fiat G.50 Freccia	1938	Itálie	2077	2705	18,25	473	-	618	Fiat A 74RC 38	228,40	148,22
Mitsubishi A5M4	1938	Japonsko	1263	1822	17,80	435	-	577	Kotobuki 41	316,89	102,36
Messerschmitt Bf 109C	1938	Německo	1597	2296	16,17	470	-	537	Jumo 210Ga	233,85	141,99
Messerschmitt Bf 110B	1938	Německo	3968	5700	38,90	455	-	1074	Jumo 210Ga	188,39	146,53
Fokker D XXI	1938	Nizozemí	1450	2050	16,20	460	-	618	Mercury VII	301,38	126,54
Curtiss P-36 Hawk	1938	USA	2096	2631	21,92	500	-	662	P&W R-1830-13	251,60	120,03
Bristol Blenheim IF	1938	Velká Británie	4010	5534	43,57	447	-	1236	Bristol Mercury VIII	223,28	127,01
Supermarine Spitfire IA	1938	Velká Británie	1014	2049	22,48	557	-	735	Rolls-Royce Merlin II	358,96	91,15
Boulton Paul P.82 Defiant	1939	Velká Británie	2757	3773	23,22	489	-	941	Rolls-Royce Merlin XX	249,52	162,49
Bristol 149 Blenheim IVF	1939	Velká Británie	4173	6260	43,57	418	-	1405	Bristol Mercury XV	224,41	143,68
Dewoitine D 520	1939	Francie	2036	2677	15,97	534	-	688	Hispano-Suiza 12Y 45	256,89	167,63
Messerschmitt BF 109 E-1	1939	Německo	2010	2634	16,40	470	-	864	Daimler-Benz DB 601 A-1	328,10	160,61
Morane-Saulnier MS 406	1939	Francie	1893	2720	17,10	486	-	633	Hispano-Suiza 12Y31	232,55	159,06
Bloch 155	1940	Francie	2140	2900	17,32	520	-	769	Gnome-Rhône 14N-49	265,03	167,44
Brewster F2A-2	1940	USA	1760	2695	19,41	520	-	883	Wright R-1820-40	327,49	138,85
Brewster B-339 Buffalo	1940	USA	2032	3076	19,41	504	-	809	Wright GR-1820-G105A	263,02	158,48
Bristol 156 Beaufighter IF	1940	Velká Británie	6382	9571	46,73	520	-	2206	Bristol Hercules XI	230,54	204,81
Curtiss P-40 Tomahawk	1940	USA	2439	3079	21,95	575	-	765	Allison V-1710-33	248,43	140,27
Dornier Do 17Z Kauz	1940	Německo	5700	9000	55,00	420	-	1471	BMW-Bramo 325P	163,44	163,64
Douglas DB-7 Havoc	1940	USA	5171	8636	43,18	474	-	1765	P&W R-1830-S3C4G	204,40	200,00
Fairey Fulmar	1940	Velká Británie	3137	4387	31,77	412	-	794	Rolls-Royce Merlin VIII	181,07	138,09
Grumman F4F-3 Wildcat	1940	USA	2422	3181	24,15	528	-	883	P&W R-1830-76	277,46	131,72
Hawker Hurricane IIA	1940	Velká Británie	2236	3221	23,93	560	-	971	Rolls-Royce Merlin XX	301,42	134,60
Hawker Hurricane IIB	1940	Velká Británie	2558	3808	23,93	550	-	971	Rolls-Royce Merlin XX	254,95	159,13

I.A.R.80	1940	Rumunsko	2200	2980	16,50	550	-	754	I.A.R. K.14-1000A	252,98	180,61
Macchi C.200 Saetta	1940	Itálie	1964	2395	16,82	504	-	640	Fiat A.74 R.C. 38	267,18	142,39
Macchi C.202 Folgore	1940	Itálie	2515	3069	16,80	599	-	852	Alfa Romeo RA.1000RC 41-I	277,76	182,68
Messerschmitt BF 109 E-4	1940	Německo	2010	2753	16,40	575	-	883	Daimler-Benz DB 601 N	320,60	167,87
Messerschmitt BF 109 E-7	1940	Německo	2014	2767	16,40	578	-	883	Daimler-Benz DB 601 N	318,97	168,72
Messerschmitt BF 110 C-4	1940	Německo	5150	7200	38,36	560	-	1596	Daimler-Benz DB 601 B-1	221,67	187,70
Messerschmitt BF 110 D-3	1940	Německo	4907	7704	38,36	555	-	1728	Daimler-Benz DB 601 A-1	224,35	200,83
MiG-3	1940	SSSR	2699	3350	17,44	640	-	993	Mikulin AM-35A	296,40	192,09
Mitsubishi A6M2 21	1940	Japonsko	1680	2410	22,44	533	-	699	Nakajima NK1C Sakae 12	289,93	107,40
Reggiane Re 2000 I	1940	Itálie	2070	2880	20,40	530	-	765	Piaggio P.XI RC 40D	265,60	141,18
Supermarine Spitfire Mk. IIA	1940	Velká Británie	2142	2836	22,48	596	-	772	Rolls-Royce Merlin XII	272,31	126,16
Supermarine Spitfire Mk. IIB	1940	Velká Británie	2261	2960	22,48	575	-	772	Rolls-Royce Merlin XII	260,90	131,67
Jakovlev Jak-1	1940	SSSR	2410	2895	17,15	585	-	927	Klimov M-105PF	320,11	168,80
Bell P-39 Airacobra	1941	USA	2477	4014	19,79	579	-	846	Allison V-1710-35	210,72	202,83
Brewster F2A-3	1941	USA	2146	2867	19,41	516	-	883	Wright R-1820-40	307,85	147,71
Bristol 156 Beaufighter IIF	1941	Velká Británie	6169	9203	46,73	516	-	1853	Rolls-Royce Merlin XX	201,40	196,94
Curtiss P-40B Tomahawk	1941	USA	2550	3323	21,92	567	-	765	Allison V-1710-33	230,19	151,60
Curtiss P-40C Tomahawk	1941	USA	2636	3424	21,92	555	-	765	Allison V-1710-33	223,40	156,20
Curtiss P-40D Kittyhawk	1941	USA	2816	3511	21,95	563	-	846	Allison V-1710-39	240,91	159,95
Curtiss P-40E Kittyhawk	1941	USA	2880	3756	21,92	582	-	846	Allison V-1710-39	225,19	171,35
Dornier Do 217J	1941	Německo	9350	13180	57,00	489	-	1618	Daimler-Benz DB 601Aa	122,77	231,23
Grumman F4F-4 Wildcat	1941	USA	2674	3974	24,15	515	-	883	P&W R-1830-86	222,09	164,55
Hawker Hurricane IIC	1941	Velká Británie	2566	3648	23,93	540	-	971	Rolls-Royce Merlin XX	266,13	152,44
Hawker Typhoon IB	1941	Velká Británie	4445	6341	23,13	652	-	1618	Napier Sabre IIB	255,18	274,15
I.A.R.81	1941	Rumunsko	2125	3070	16,00	542	-	754	I.A.R. K.14-1000A	245,57	191,88
Lavočkin LaGG-3	1941	SSSR	2620	3150	17,50	570	-	772	Klimov M-105P	245,17	180,00
Lockheed P-38E	1941	USA	5389	7159	30,47	636	-	1692	Allison V-1710-27/-29	236,30	234,95

Messerschmitt BF 109 F-4	1941	Německo	2590	3117	16,10	624	-	993	Daimler-Benz DB 601 E	318,55	193,60
Republic P-47B Thunderbolt	1941	USA	4239	6060	27,87	690	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-21	242,74	217,44
Supermarine Spitfire F Mk. VB	1941	Velká Británie	2297	3290	22,48	592	-	1041	Rolls-Royce Merlin 46	316,33	146,35
Supermarine Spitfire HF Mk.VI	1941	Velká Británie	2404	3256	23,09	586	-	1041	Rolls-Royce Merlin 47	319,63	141,01
Avia B 135	1942	Československo	1690	2063	17,00	535	-	625	Avia Hispano-Suiza 12Ycrs	303,04	121,35
Bristol 156 Beaufighter VIF	1942	Velká Británie	6622	9798	46,73	536	-	2405	Bristol Hercules VI	245,47	209,67
Curtiss P-40F Kittyhawk	1942	USA	2989	3756	21,93	586	-	956	Packard V-1650-1	254,57	171,27
Curtiss P-40K Warhawk	1942	USA	2903	3810	21,92	595	-	975	Allison V-1710-73 (F4R)	255,78	173,81
Curtiss P-40L Warhawk	1942	USA	2939	3655	21,92	595	-	956	Packard Merlin V-1650-1	261,60	166,74
Curtiss P-40M Kittyhawk	1942	USA	2932	3629	21,92	579	-	883	Allison V-1710-81(F20R)	243,21	165,56
de Havilland Mosquito II	1942	Velká Británie	6093	8413	41,91	595	-	2177	Rolls-Royce Merlin 21	258,78	200,74
Dornier Do 217N	1942	Německo	10270	13200	57,00	515	-	2574	Daimler-Benz DB 603A	195,02	231,58
Focke-Wulf 190A-2	1942	Německo	2700	3790	18,30	630	-	1161	BMW 801C-2	306,23	207,10
Grumman FM-2 Wildcat	1942	USA	2514	3729	24,15	513	-	993	Wright R-1820-56 Cyclone	266,27	154,41
Hawker Hurricane IID	1942	Velká Británie	2517	3561	23,93	509	-	971	Rolls-Royce Merlin XX	272,64	148,81
Hawker Sea Hurricane IIC	1942	Velká Británie	2631	3538	23,93	559	-	971	Rolls-Royce Merlin XX	274,41	147,85
Kawanishi N1K1-J Šiden	1942	Japonsko	2897	4321	23,50	582	-	1464	Nakajima NK9H Homare 21	338,73	183,87
Kawasaki Ki-61-I-Ko	1942	Japonsko	2170	3250	20,00	592	-	864	Kawasaki Ha-40	265,91	162,50
Kawasaki Ki-61-I-Otsu	1942	Japonsko	2380	3256	20,00	590	-	864	Kawasaki Ha-40	265,42	162,80
Lavočkin La-5	1942	SSSR	2681	3360	17,52	580	-	1125	Švecov M-82	334,91	191,78
Lockheed P-38F	1942	USA	5563	8165	30,47	636	-	1949	Allison V-1710-49/-53	238,71	267,97
Lockheed P-38G	1942	USA	5534	8981	30,47	644	-	1949	Allison V-1710-51/-55	217,02	294,75
Messerschmitt BF 110 F-2	1942	Německo	5600	7200	38,36	566	-	1986	Daimler-Benz DB 601 F	275,81	187,70
Mitsubishi A6M3 32	1942	Japonsko	1807	2884	21,54	540	-	809	Nakajima NK1F Sakae 21	280,53	133,90
Mitsubishi A6M3 22	1942	Japonsko	1863	2985	22,44	541	-	809	Nakajima NK1F Sakae 21	271,04	133,02
Mitsubishi J2M2 11	1942	Japonsko	2527	3807	20,05	596	-	1158	Mitsubishi MK4R-A Kasei23a	304,28	189,88
Nakajima Ki-44-IIb Otsu	1942	Japonsko	2106	2993	15,00	605	-	1059	Nakajima Ha-109	353,87	199,53

Nakajima Ki-43-IIa Ko	1942	Japonsko	1729	2926	21,40	515	-	846	Nakajima Ha-115	289,07	136,73
Nakajima Ki-43-IIb Otsu	1942	Japonsko	1910	2926	21,40	530	-	846	Nakajima Ha-115	289,07	136,73
Reggiane RE 2001 Delta	1942	Itálie	2460	3280	20,40	545	-	864	Alfa Romeo RA.1000RC41-1	263,48	160,78
Republic P-47C Thunderbolt	1942	USA	4491	6770	27,87	697	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-21	217,28	242,91
Supermarine Spitfire LF Mk. VB	1942	Velká Británie	2291	3792	21,46	574	-	1166	Rolls-Royce Merlin 45M	307,43	176,70
Supermarine Spitfire F Mk. VC	1942	Velká Británie	2313	3078	22,48	602	-	1081	Rolls-Royce Merlin 45	351,26	136,92
Supermarine Spitfire HF Mk.VII	1942	Velká Británie	2722	3572	23,09	670	-	1258	Rolls-Royce Merlin 64	352,10	154,70
Supermarine Spitfire F Mk.VIII	1942	Velká Británie	2633	3638	22,48	650	-	1258	Rolls-Royce Merlin 63	345,71	161,83
Supermarine Spitfire F Mk.IXC	1942	Velká Británie	2556	4309	22,48	649	-	1151	Rolls-Royce Merlin 61	267,13	191,68
Supermarine Spitfire F Mk.IXC	1942	Velká Británie	2556	4309	22,48	657	-	1258	Rolls-Royce Merlin 63	291,88	191,68
Vought F4U-1 Corsair	1942	USA	4025	6286	29,17	637	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-8	234,01	215,50
Jakovlev Jak-7B	1942	SSSR	2480	3030	17,15	615	-	927	Klimov M-105PF	305,85	176,68
Bell P-63 Kingcobra	1943	USA	2892	4763	23,04	660	-	1103	Allison V-1710-93	231,63	206,73
Blackburn B-37 Firebrand	1943	Velká Británie	5368	6826	35,44	571	-	1695	Napier Sabre III	248,36	192,61
Bristol 156 Beaufighter TF X	1943	Velká Británie	7072	11521	46,73	512	-	2604	Bristol Hercules XVII	225,99	246,54
Commonwealth Boomerang	1943	Austrálie	2437	3492	20,90	491	-	883	P&W R-1830-S3C4-G	252,75	167,08
Curtiss P-40N-15CU Warhawk	1943	USA	2812	3787	21,92	552	-	883	Allison V-1710-81(F20R)	233,06	172,76
Curtiss P-40N-1CU Warhawk	1943	USA	2724	3360	21,92	608	-	883	Allison V-1710-81(F20R)	262,68	153,28
Curtiss P-40N-20CU Warhawk	1943	USA	2815	3791	21,92	563	-	883	Allison V-1710-99(F26R)	232,81	172,95
de Havilland Mosquito FB VI	1943	Velká Británie	6227	9843	41,81	608	-	2177	Rolls-Royce Merlin 23	221,18	235,42
Fairey Firefly F Mk.I	1943	Velká Británie	4048	6481	30,47	513	-	1276	Rolls-Royce Griffon IIB	196,90	212,70
Fiat G.55 Centauro	1943	Itálie	2630	3718	21,11	630	-	1085	Fiat RA 1050 RC 58 Tifone	291,79	176,13
Focke-Wulf 190F-3	1943	Německo	3325	4400	18,30	634	-	1250	BMW 801D-2	284,17	240,44
Focke-Wulf 190G-3	1943	Německo	3610	5010	18,30	624	-	1250	BMW 801D-2	249,57	273,77
Grumman F6F-3 Hellcat	1943	USA	4101	5528	31,03	605	-	1083	P&W R-2800-10W	195,85	178,15
Hawker Hurricane IV	1943	Velká Británie	2369	3780	23,93	505	-	1192	Rolls-Royce Merlin 24	315,21	157,96
Lavočkin La-5F	1943	SSSR	2810	3227	17,51	603	-	1214	Švecov M-82F	376,07	184,29

Lavočkin La-5FN	1943	SSSR	2706	3168	17,50	648	-	1361	Švecov M-82FN	429,51	181,03
Lockheed P-38H	1943	USA	5615	9208	30,47	647	-	1831	Allison V-1710-89/-91	198,89	302,20
Lockheed P-38J	1943	USA	6251	9798	30,47	676	-	1831	Allison V-1710-89/-91	186,91	321,56
Macchi C.205V Veltro	1943	Itálie	2581	3408	16,80	642	-	1085	Fiat R.A.1050 RC 58 Tifone	318,33	202,86
Messerschmitt BF 109 G-6	1943	Německo	2673	3400	16,10	621	-	1085	Daimler-Benz DB 601 AM	319,08	211,18
Messerschmitt BF 110 G-4	1943	Německo	5094	9888	38,36	550	-	2170	Daimler-Benz DB 605 B-1	219,43	257,77
North American P-51A Mustang	1943	USA	2918	4808	21,65	628	-	827	Allison V-1710-81	172,10	222,08
North American P-51B Mustang	1943	USA	3105	5085	21,65	708	-	1173	Packard V-1650-3	230,70	234,87
North American P-51C Mustang	1943	USA	3168	5352	21,65	700	-	1265	Packard V-1650-7	236,37	247,21
Republic P-47D Thunderbolt	1943	USA	4618	8800	27,87	703	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-21	167,16	315,75
Supermarine Spitfire LF Mk. VC	1943	Velká Británie	2291	3810	21,46	575	-	1166	Rolls-Royce Merlin 45M	305,98	177,54
Supermarine Spitfire LF Mk. VIII	1943	Velká Británie	2625	3635	21,46	650	-	1254	Rolls-Royce Merlin 66	344,99	169,38
Supermarine Spitfire HF Mk. VIII	1943	Velká Británie	2662	3674	23,09	670	-	1217	Rolls-Royce Merlin 70	331,31	159,12
Supermarine Spitfire LF Mk.IXC	1943	Velká Británie	2556	4309	21,46	650	-	1254	Rolls-Royce Merlin 66	291,02	200,79
Supermarine Spitfire Mk.XII	1943	Velká Británie	2540	3357	21,46	632	-	1361	Rolls-Royce Griffon VI	405,32	156,43
Supermarine Spitfire Mk.XIVC	1943	Velká Británie	2993	4433	22,48	721	-	1497	Rolls-Royce Griffon 65	337,64	197,20
Vought F4U-1A Corsair	1943	USA	4052	6356	29,17	636	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-8	231,43	217,90
Jakovlev Jak-9D	1943	SSSR	2770	3080	17,15	602	-	927	Klimov M-105PF	300,89	179,59
Jakovlev Jak-9T-37	1943	SSSR	2750	3060	17,15	597	-	927	Klimov M-105PF	302,85	178,43
de Havilland Mosquito NF XIII	1944	Velká Británie	6489	9072	41,81	595	-	2177	Rolls-Royce Merlin 23	239,98	216,98
Focke-Wulf 190A-8	1944	Německo	3470	4380	18,30	647	-	1250	BMW 801D-2	285,47	239,34
Focke-Wulf 190D-9	1944	Německo	3490	4300	18,30	686	-	1177	Junkers Jumo 213A-1	273,67	234,97
Gloster Meteor F Mk.I	1944	Velká Británie	3692	6258	34,74	668	14,10	-	Rolls-Royce W.2B/23	226,91	180,14
Hawker Tempest II	1944	Velká Británie	4218	6305	28,21	708	-	1853	Bristol Centaurus V	293,97	223,50
Hawker Tempest V	1944	Velká Británie	4196	6187	28,05	700	-	1662	Napier Sabre IIC	268,66	220,57
Heinkel He 219 A-7	1944	Německo	11200	15300	44,50	670	-	2611	Daimler-Benz DB 603 E	170,65	343,82
Kawanishi N1K2-J Šiden-Kai	1944	Japonsko	2657	4000	23,50	594	-	1464	Nakajima NK9H Homare 21	365,91	170,21

Kawasaki Ki-61-II-KAI	1944	Japonsko	2855	3825	20,00	610	-	919	Kawasaki Ha-140	240,36	191,25
Lavočkin La-7	1944	SSSR	2620	3400	17,59	680	-	1361	Švecov M-82FN	400,20	193,29
Lockheed P-38L	1944	USA	5806	9798	30,47	666	-	2170	Allison V-1710-111/-113	221,45	321,56
Messerschmitt BF 109 G-10	1944	Německo	1970	3280	16,10	685	-	1306	Daimler-Benz DB 605 DB	398,02	203,73
Messerschmitt BF 109 K-4	1944	Německo	2753	3361	16,10	727	-	1451	Daimler-Benz DB 605 DC	431,76	208,76
Messerschmitt Me 262 A-1	1944	Německo	4420	6396	21,70	870	17,66	-	Junkers Jumo 004B-1	276,11	294,75
Messerschmitt Me 161 B	1944	Německo	1908	4310	18,50	955	17,00	-	Walter HWK 109-509 A-2	394,43	232,97
Mitsubishi A6M5 52	1944	Japonsko	1786	2733	21,40	565	-	809	Nakajima NK1F Sakae 21	296,03	127,71
Mitsubishi J2M3 21	1944	Japonsko	2574	3946	20,05	596	-	1177	Mitsubishi MK4R-F Kasei 23a	298,23	196,81
Nakajima Ki-84-Ia Ko	1944	Japonsko	2698	3890	21,00	655	-	1368	Nakajima Ha-45 Model 21	351,68	185,24
North American P-51D Mustang	1944	USA	3466	5493	21,65	703	-	1265	Packard V-1650-7	230,30	253,72
North American P-51H Mustang	1944	USA	2990	5221	21,83	783	-	1631	Packard V-1650-9	312,46	239,17
Northrop P-61B Black Widow	1944	USA	9654	13471	61,53	582	-	2942	Pratt & Whitney R-2800-10	218,39	218,93
Republic P-47M Thunderbolt	1944	USA	4728	6022	28,61	756	-	1545	Pratt & Whitney R-2800-57	256,48	210,49
Republic P-47N Thunderbolt	1944	USA	5067	9390	29,91	752	-	2059	Pratt & Whitney R-2800-57	219,32	313,94
Supermarine Spitfire Mk.XIVE	1944	Velká Británie	2998	4460	22,48	720	-	1747	Rolls-Royce Griffon 67	391,66	198,40
Supermarine Spitfire LF Mk.XVI	1944	Velká Británie	2715	4309	22,48	668	-	1265	Packard Merlin 266	293,59	191,68
Supermarine Spitfire F Mk.21	1944	Velká Británie	3130	4173	22,67	731	-	1497	Rolls-Royce Griffon 65	358,67	184,08
Supermarine Spitfire F Mk.22	1944	Velká Británie	3247	5121	22,63	731	-	1508	Rolls-Royce Griffon 61	294,43	226,29
Vought F4U-1D Corsair	1944	USA	4050	6356	29,17	658	-	1471	Pratt & Whitney R-2800-8W	231,43	217,90
Jakovlev Jak-3	1944	SSSR	2105	2550	14,83	665	-	949	Klimov M-105PF-2	372,08	171,95
Blackburn B-46 Firebrand	1945	Velká Británie	5302	7108	35,44	563	-	1853	Bristol Centaurus IX	260,76	200,56
Dornier Do 335 Pfeil	1945	Německo	6530	9510	38,50	732	-	2648	Daimler-Benz DB 603E-1	278,42	247,01
Grumman F8F-1 Bearcat	1945	USA	3322	5779	22,67	689	-	1545	P&W R-2800-34W	267,27	254,92
Heinkel He 162	1945	Německo	1663	2805	11,20	905	7,85	-	BMW 003 E-1	279,86	250,45
Mitsubishi A6M7 63	1945	Japonsko	2050	3755	21,30	543	-	890	Nakajima NK1P Sakae 31	237,01	176,29
Nakajima Ki-84-Ib Otsu	1945	Japonsko	2709	3890	21,00	660	-	1228	Nakajima Ha-45 Model 23	315,75	185,24

North American P-51K Mustang	1945	USA	3232	5262	21,65	703	-	1265	Packard V-1650-7	240,41	243,05
Supermarine Spitfire LF Mk.XVII	1945	Velká Británie	2987	4546	21,46	652	-	1265	Packard Merlin 266	278,28	211,84
Vought F4U-4 Corsair	1945	USA	4180	6654	29,17	718	-	1545	P&W R-2800-42W	232,12	228,11
de Havilland Vampire F Mk. I	1945	Velká Británie	2890	4754	24,71	869	13,79	-	de Havilland Goblin II	290,07	192,39
Lockheed P-80A Shooting Star	1945	USA	3593	5307	22,07	898	17,12	-	General Electric J33-GE-11	322,59	240,46
Lockheed P-80A Shooting Star	1945	USA	3593	5307	22,07	898	17,79	-	Allison J33-A-17	335,22	240,46
Lockheed P-80B Shooting Star	1946	USA	3720	7550	22,07	920	23,20	-	Allison J33-A-21	307,28	342,09
North American P-82B Twin Mustang	1946	USA	6081	9979	37,90	776	-	3720	Packard Merlin V-1650-19/21	372,78	263,30
de Havilland Vampire F Mk. III	1947	Velká Británie	3236	5520	24,71	854	13,79	-	de Havilland Goblin II	249,82	223,39
North American P-82E Twin Mustang	1947	USA	6765	11278	37,90	740	-	3200	Allison V-1710-143/145	283,74	297,57
Mikojan-Gurjevič MiG-15	1947	SSSR	3247	4917	20,60	974	22,26	-	RD-45F	452,72	238,69
de Havilland Vampire FB Mk. 5	1948	Velká Británie	3290	5606	24,34	853	13,79	-	de Havilland Goblin II	245,99	230,32
North American P-82G Twin Mustang	1948	USA	7256	11744	37,90	734	-	3200	Allison V-1710-143/145	272,48	309,87
North American F-86A-1 Sabre	1948	USA	4571	7639	26,75	967	22,36	-	General Electric J47-GE-7	292,71	285,57
North American F-86A-5 Sabre	1949	USA	4578	7201	26,75	967	23,13	-	General Electric J47-GE-13	321,21	269,20
Mikojan-Gurjevič MiG-15bis	1949	SSSR	3681	5380	20,60	1076	26,47	-	Klimov VK-1	492,01	261,17
Lockheed P-80C Shooting Star	1950	USA	3750	7700	22,07	930	20,46	-	Allison J33-A-23	265,71	348,89
Lockheed P-80C Shooting Star	1950	USA	3750	7700	22,07	930	24,03	-	Allison J33-A-35	312,08	348,89