

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Vlado Krašovec

**RAZVOJ IN UVAJANJE REAKTIVNIH LETAL V VOJNA LETALSTVA  
V ČASU DRUGE SVETOVNE VOJNE**

Diplomsko delo

Ljubljana 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Vlado Krašovec

Mentor: doc. dr Damijan Guštin

**RAZVOJ IN UVAJANJE REAKTIVNIH LETAL V VOJNA LETALSTVA  
V ČASU DRUGE SVETOVNE VOJNE**

Diplomsko delo

Ljubljana 2007

**Zahvala**  
**profesorju dr. Damijanu Guštinu,**  
**brez katerega ne bi bilo mogoče narediti te diplome**

## **Razvoj in uvajanje reaktivnih letal v vojna letalstva v času druge svetovne vojne**

Ob koncu druge svetovne vojne so vojaška reaktivna letala prvič sodelovala v spopadih. Njihov razvoj pa se je začel že nekaj let pred vojno, spremljale so ga zamude, težave z novo tehnologijo, nesreče in tudi nerazumevanje odgovornih politikov. Prve reaktivne motorje so skoraj hkrati zagnali v Nemčiji in Veliki Britaniji, nadaljnji razvoj pa se je v obeh državah razvijal povsem drugače. Medtem ko so Nemci že v času druge svetovne vojne množično izdelovali reaktivnega lovca, so Britanci novo tehnologijo sprejeli počasneje in z večjo previdnostjo. Druge države so do reaktivne tehnologije prišle predvsem preko zavezništev. V nalogi je predstavljenih trideset modelov reaktivnih letal, ki so prvič poletela med drugo svetovno vojno in bojne izkušnje s sedmimi, ki so pred koncem svetovne vojne sodelovali v bojih. Kljub temu, da so bila skoraj vsa prva reaktivna letala revolucionarna in boljša od primerljivih batnih, je bil njihov vpliv na drugo svetovno vojno razmeroma majhen.

Ključne besede: reaktivno letalo, druga svetovna vojna, razvoj.

## **Development and introduction of jet aircraft into military aviation during the World War II**

Some jet aircraft saw combat for the first time at the end of the World War II. Though development started few years before the World War II, it was plagued by delays, problems with new technology, accidents and ignorance of influential politicians. First jet engines were almost simultaneously run in Germany and Great Britain, but further development took different ways. While Germans produced their first jet fighter in large numbers already in the World War II, Britons took the new technology more slowly and cautiously. Other countries acquired new technology mostly through friendly alliances. This is a presentation of thirty aircraft types that flew during or prior to the World War II, seven of those became operational. Although that jet aircraft were of revolutionary design and much better than piston engine aircraft of that era, their impact to the development of the World War II was relatively small.

Key words: jet aircraft, World War II, development.

## Kazalo

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 7  |
| 2. METODOLOŠKO HIPOTETIČNI OKVIR .....                            | 8  |
| 2.1 Predmet preučevanja .....                                     | 8  |
| 2.2 Cilji preučevanja .....                                       | 8  |
| 2.3 Metodologija .....  | 8  |
| 2.4 Hipoteza .....  | 9  |
| 3. TEMELJNI POJMI .....   | 10 |
| 3.1 Reaktivna letala .....  | 10 |
| 3.2 Druga svetovna vojna.....                                     | 11 |
| 3.3 Vojno letalstvo .....   | 12 |
| 4. RAZVOJ LETALSTVA IN NJEGOVA VLOGA V DRUGI SVETOVNI VOJNI ..... | 15 |
| 4.1 Pred drugo svetovno vojno .....                               | 15 |
| 4.1.1 Po prvi svetovni vojni .....                                | 15 |
| 4.1.2 Priprave na novo vojno .....                                | 15 |
| 4.2 Letalska vojna v Evropi 1939–45.....                          | 19 |
| 4.2.1 Začetek vojne.....  | 19 |
| 4.2.2 Zahodno bojišče.....  | 19 |
| 4.2.3 Vzhodno bojišče.....  | 21 |
| 4.2.4 Zavezniška bombniška ofenziva .....                         | 22 |
| 4.2.5 Boji v Sredozemlju .....                                    | 23 |
| 4.2.6 Letalska vojna na morju .....                               | 24 |
| 4.2.7 Vojna na Pacifiku in v Aziji 1941–45 .....                  | 24 |
| 5. RAZVOJ REAKTIVNIH LETAL.....                                   | 27 |
| 5.1 Nemčija .....   | 27 |
| 5.1.1 Turbo–reaktivna letala .....                                | 27 |
| 5.1.1.1 Heinkel.....  | 27 |
| 5.1.1.2 Messerschmitt.....  | 29 |
| 5.1.1.3 Arado .....   | 32 |
| 5.1.1.4 Fiesler .....   | 33 |
| 5.1.1.5 Druga nemška turbo–reaktivna letala .....                 | 34 |
| 5.1.2 Raketna letala .....  | 35 |
| 5.1.2.1 Messerschmitt.....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.2.2 Heinkel.....                                 | 37 |
| 5.1.2.3 Bachem.....                                  | 37 |
| 5.2 Velika Britanija.....                            | 38 |
| 5.2.1 Gloster .....                                  | 38 |
| 5.2.2 De Havilland.....                              | 40 |
| 5.3 Združene države Amerike .....                    | 41 |
| 5.3.1 Bell.....                                      | 41 |
| 5.3.2 Lockheed .....                                 | 42 |
| 5.3.3 McDonnell.....                                 | 44 |
| 5.3.4 Hibridna letala .....                          | 44 |
| 5.3.5 Program JB.....                                | 46 |
| 5.3.6 Raketno letalo .....                           | 46 |
| 5.4 Sovjetska zveza.....                             | 47 |
| 5.4.1 Raketna letala .....                           | 47 |
| 5.4.2 Turbo–reaktivna letala .....                   | 48 |
| 5.4.3 Ostala letala .....                            | 48 |
| 5.5 Japonska .....                                   | 49 |
| 5.5.1 Raketno letalo .....                           | 49 |
| 5.5.2 Samomorilska reaktivna letala .....            | 50 |
| 5.5.3 Turbo–reaktivno letalo .....                   | 51 |
| 5.6 Ostale države .....                              | 52 |
| 6. UVAJANJE REAKTIVNIH LETAL V OPERATIVNE ENOTE..... | 54 |
| 6.1 Turbo–reaktivna letala .....                     | 54 |
| 6.1.1 <i>Me 262</i> .....                            | 54 |
| 6.1.2 <i>He 162</i> .....                            | 57 |
| 6.1.3 <i>Ar 234</i> .....                            | 58 |
| 6.1.4 <i>Meteor</i> .....                            | 59 |
| 6.1.5 <i>Me 163</i> .....                            | 60 |
| 6.1.6 <i>V1</i> .....                                | 61 |
| 6.1.7 <i>Ohka</i> .....                              | 62 |
| 7. ZAKLJUČEK IN VERIFIKACIJA HIPOTEZE .....          | 63 |
| VIRI .....   | 65 |
| PRILOGE .....  | 72 |

## 1. UVOD

Reaktivni pogon je tako kot marsikateri revolucionarni izum dozorel v kaotičnih razmerah druge svetovne vojne, ki je delovala kot katalizator mnogih novih tehnologij. Prva reaktivna letala so poletela tik preden se je vojna začela, v pičlih nekaj letih pa skorajda ni bilo več večje države na svetu, ki ne bi imela vsaj določenih izkušenj z novo vrsto pogona. Med drugo svetovno vojno in tik pred njo je poletelo vsaj trideset modelov reaktivnih letal, izdelali pa so jih več kot 3.500. Ta hitri napredek ni potekal brez žrtev, pogostih nesreč in tudi slepih ulic v razvoju. Vendar letalstvo prihodnosti ni več moglo uiti, tisoči letal z batnim pogonom so se v nekaj letih po koncu druge svetovne vojne poslovili in začela se je reaktivna doba letalstva.

Vojna letalstva so bila že pred drugo svetovno vojno največji pobudnik uveljavljanja novih letalskih tehnologij, pri čemer so pomembno vlogo igrale tudi politične odločitve. Reaktivni motorji so bili sprva velika neznanka, tako za letalske inženirje kot tudi za vojake, ki niso točno vedeli kako jih izkoriščati. Zato ni presenetljivo, da marsikatero prvo reaktivno letalo ni izpolnilo pričakovanj, ki so jih vanj vložili, predvsem tistih o velikih hitrostih, »svetem gralu« letalstva. Prav hitrost je bila tista, ki je najbolj gnala inženirje in letalce, da so marsikdaj še nedodelane in zato so nevarne motorje začeli vgrajevati v letala. Specifične razmere v vojskujočih se državah so različno oblikovale razvoj novega tipa letal, v nekaterih so konec druge svetovne vojne letela reaktivna letala, ki so še dolgo let po vojni ostala model vsem nadaljnjim.

Vojnih letalstev pa ni zanimala zgolj tehnična narava reaktivnega pogona, ampak predvsem njegova praktična uporabnost pri izvajanju bojnih nalog. Marsikatero reaktivno letalo, ki je nastalo med drugo svetovno vojno temu ni ustrezalo, nekatera zaradi zgrešenih konstrukcijskih rešitev, druga zaradi prehitre izdelave, tretja zaradi proizvodnih težav. Tako je posameznim vojskam v precej različnih merah uspelo reaktivna letala v še v času vojne pripeljati tudi v operativne enote.

V diplomskem delu bom predstavil kako so ti procesi potekali v posameznih državah med drugo svetovno vojno. Pokazal bom kako je potekal razvoj vseh trideset najpomembnejših modelov letal in opisal bojne izkušnje z tistimi tipi, ki so še prišli v operativno uporabo pred koncem vojne.

## **2. METODOLOŠKO HIPOTETIČNI OKVIR**

### **2.1 Predmet preučevanja**

Za predmet preučevanja sem si izbral vsa letala, ki so pred koncem druge svetovne vojne opravila svoj prvi polet, njihovo morebitno uvajanje v operativne enote in bojne izkušnje. Letala sem razdelil glede na tip reaktivnega pogona in države, ki so jih razvijale in uporabljale.

Na kratko bom predstavil tudi razvoj letalstva in potek letalske vojne, ki sta po mojem mnenju ključna za uveljavljanje reaktivnega letalstva.

### **2.2 Cilji preučevanja**

Cilj preučevanja v diplomski nalogi bo geneza razvoja posameznih modelov reaktivnih letal, morebitne težave, ki so spremljale njihov razvoj in njihova umeščenost v vojne operacije. Na splošno bom opisal tudi njihove tehnične značilnosti in zmogljivosti. V primeru, da je letalo pravočasno prišlo v operativno uporabo, bom predstavil v kolikšni meri se je vmešalo v spopade med drugo svetovno vojno, kako so ga sprejeli v domačem letalstvu in kaj je to pomenilo za zaveznike. V zaključku bom podal splošne ugotovitve in poskušal dokazati zastavljene hipoteze. V prilogah bom podal še nekatere lastnosti letal v primerjalni tabeli in priložil sheme večine letal.

### **2.3 Metodologija**

Pri iskanju virov sem se zanašal predvsem na sekundarne vire, večinoma monografske publikacije o letalstvu in drugi svetovni vojni. Pri iskanju tehničnih informacij se nisem spuščal v prevelike podrobnosti, ker niso bistvo moje naloge. Aktualnost virov zaradi narave moje naloge ni bila pomembna. Nekateri podatki niso bili na voljo v literaturi, ki je dostopna v Sloveniji, zato sem se včasih uporabil tudi Internet. Osnovna metoda je deskriptivna, preučevanje na nivoju opisovanja dejstev, odnosov, procesov brez vzročnega razlaganja. Z analizo pisnih virov sem pridobil potrebne informacije.



## **2.4 Hipoteza**

Reaktivna letala so pojavila prepozno, v premajhnem številu in so bila še preveč nedodelan oborožitveni sistem, da bi lahko pomembneje vplivala na razvoj druge svetovne vojne.

### 3. TEMELJNI POJMI

#### 3.1 Reaktivna letala

Reaktivna letalstva so vsa letala, ki za svoj pogon uporabljajo reaktivni način pogona.

Reaktivni pogon je vsak pogon, pri katerem nastane potisna sila<sup>1</sup> z odzivom plinskega curka, ki pod tlakom z veliko hitrostjo izstopa iz zgorevalne komore. Izstopajoči plin nastaja pri zgorevanju goriva in kisika. (Veliki splošni leksikon 1998: 3554) V to široko definicijo reaktivnih pogonov spadajo turbo–reaktivni, turbo–ventilatorski, pulzirajoč–reaktivni, raketni, scramjet in ramjet motorji. Na splošno se izraz reaktivni pogon uporablja za turbo–reaktivne in turbo–ventilatorske motorje, čeprav ti v bistvu predstavljajo podzvrst plinskih turbin (Nahum 1992: 36–37). Drugačno obliko deljenja letalskih pogonov ponujajo Puharić, Siladić in Raščanin (1996), ki pogonske sklope delijo na zračno–reaktivne in avtonomne motorje. Prvi za svoje delovanje potrebujejo dovajanje zunanjega zraka, medtem ko drugi ne. Zračno–reaktivni motorji vključujejo tudi batne motorje in plinsko–turbinske. Izraz reaktivni pogon bom uporabljal v svoji osnovni definiciji, ki se nanaša na način pogona (curek tekočine) in ne na vrsto (turbina, bat).

Navadno dihajoči reaktivni motorji pridobivajo kisik iz atmosferskega zraka. Za velike hitrosti se uporablja predvsem turbo–reaktivni motor, kjer kompresor pod tlakom potiska za zgorevanje potrebni zrak v zgorevalno komoro, v kateri s kontinuirnim plamenom zgoreva gorivo z zrakom. Zgorevalni plini tečejo skozi plinsko turbino in prek nje poganjajo kompresor, nato pa skozi izstopno šobo na prosto. Plinska turbina in kompresor sta pritrjena na isto gred, potisna sila pa je sorazmerna z masnim pretokom plina, ki steče skozi motor ob povečanju hitrosti plina. Turbo–reaktivni motorji so relativno neučinkoviti pri pospeševanju. Potisna moč motorja raste z višino leta, zato so primerni za pogon letal, ki letijo na velikih višinah, blizu hitrosti zvoka. Pri majhnih višinah so zaradi prevelike porabe goriva negospodarni. Turbo–propelerski motor ima na sprednjem delu propeler, ki ga prek reduktorja poganja turbinska gred (Veliki splošni leksikon 1998: 3554).

---

<sup>1</sup> Potisna sila se lahko meri v kilogramih (kg) ali newtonih (N), pri čemer je 9,81 N en kg. Najpogosteje se potisk zapisuje v kilonewtonih (kN).

Pulzirajoč–reaktivni motor nima rotirajočih delov, hitri zaporedni zgorevalni impulzi v zgorevalni komori izmenično ustvarjajo podtlak in nadtlak. V trenutku podtlaka zrak skozi povratne ventile doteka v zgorevalno komoro, pri čemer razprši gorivo, ki ga vnamejo ostanki vročih izpušnih plinov v komori. Ob gorenju se tlak zelo poveča in zapre povratne ventile na vstopnih odprtinah, zgorevalni plini pa z veliko hitrostjo iztekajo skozi šobe na zadnjem delu motorja. Ob koncu iztekanja nastane v komori podtlak, zaradi katerega se ponovno odprejo povratni ventili (Veliki splošni leksikon 1998: 3554).

Raketni motor ima kisik utekočinjen v tlačni komori, je zato neodvisen od zunanjih dejavnikov in nima veliko gibljivih delov. Gorivo in kisik se mešata v izgorevalni komori, iztekajoči plini pa ustvarjajo potisk. Raketni motorji imajo zelo dobre pospeške in lahko delujejo tudi na trdo gorivo (Vojna enciklopedija 10 1975: 363).

Motorno–reaktivni ima v srcu običajen batni motor, ki poganja kompresor. Kompresiran zrak je nato potisnjen v izgorevalno komoro, kjer se meša z gorivom in deluje po enakem principu kot ostali reaktivni motorji. Batni motor lahko poleg kompresorja poganja tudi vlečni vijak (Internet 1).

Ram–jet ali zajezni reaktivni motor je namenjen velikim hitrostim, od 3 do 25 macha. Potrebne tlaka ne ustvarita turbina in kompresor, temveč motor, ki s posebno obliko komore zajezi vstopajoči zrak in ga s tem ustrezno zgosti. Vanj vbrizga curek goriva, ta pa zgoreva in sprošča veliko izpušnih plinov. Ker za delovanje potrebuje visok tlak, deluje šele pri hitrostih, večjih od 700 km/h (Veliki splošni leksikon 1998: 3521).

### **3.2 Druga svetovna vojna**

Največji spopad v zgodovini človeštva se je z nemškim napadom na Poljsko začel 1. septembra 1939. Z razvojem vojne sta se izoblikovali dve veliki koaliciji, zavezniška na čelu z Veliko Britanijo, Francijo (do 1940), Sovjetsko zvezo in ZDA (zadnji dve od 1941) ter silami osi, Nemčijo, Italijo (do 1943) in Japonsko (od 1941). Vojna je zajela skorajda celotno Evropo, do konca leta 1942 so napredovale predvsem sile osi, glavni boji so potekali na treh velikih frontah, zahodni, vzhodni in južni. Vojna se je razširila tudi v severno Afriko in na svetovna morja. Na drugem koncu sveta je Japonska do leta 1942 osvojila skorajda celotno jugovzhodno Azijo,

velike dele Kitajske in Pacifika. Sčasoma so zavezniki prevzeli pobudo in začeli izkoriščati svojo materialno in človeško premoč. Vojna se je končala leta 1945, kot zadnja od evropskih sil osi se je 8. in 9. maja predala Nemčija, po dveh atomskih napadih pa 2. septembra še Japonska (Piekalkiewicz 1996).

Druga svetovna vojna je zahtevala 50 milijonov življenj in 35 milijonov ranjenih, stala je več kot 4000 milijard dolarjev, v vojno je bilo vpletenih 61 držav ali 95% Zemljinega prebivalstva. Kako obsežen je bil spopad govori samo dejstvo, da je bilo med vojno izdelanih nekaj manj kot 800.000 letal, od tega so jih samo Nemčija, ZDA, Japonska in Velika Britanija med leti 1941 in 1944 izgubile 410.000 (Anić 1980).

### **3.3 Vojno letalstvo**

Vojno letalstvo je zvrst oboroženih sil, namenjenih za delovanje prti ciljem v zraku, na morju in na kopnem. Zaznamuje ga velika sposobnost manevra in velika bojna moč. Sestavljajo ga različni rodovi in službe, najpomembnejše so letalske enote. Pojav in razvoj vojnega letalstva je prenesel vojno v tretjo dimenzijo, kar je povečalo moč in globino ognjenega udara ter manevrske sposobnosti oboroženih sil (Vojna enciklopedija 8 1974: 47).

Pred drugo svetovno vojno in med njo je bilo letalstvo v nekaterih državah samostojen rod vojske (v Veliki Britaniji, Nemčiji, Italiji), medtem ko se je v drugih (v ZDA, na Japonskem in v Sovjetski zvezi) delilo na mornariško in kopensko. Delitev med mornarico in kopensko vojsko je pomenila, da je bil razvoj in uveljavljanje letal ločen, v ZDA so bila mornariška in kopenska letala povsem različnih tipov. (Vojna enciklopedija 8 1974: 47–56)

Letalstvo se lahko klasificira tudi glede na način pogona, večino letal med drugo svetovno vojno so poganjali batni atmosferski motorji na notranje izgorevanje z zvezdasto ali vrstno postavitvijo valjev, obstajala pa so tudi brezmotorna (jadralna) in prva reaktivna letala (Vojna enciklopedija 8 1974: 47–56).

Po svoji namembnosti se je vojno letalstvo med drugo svetovno vojno v grobem delilo na lovsko in bombniško letalstvo. Lovsko letalstvo je bilo zadolženo za prestrezanje in uničevanje ciljev v zraku, predvsem drugih letal. Zadolženo je bilo za ustvarjanje zračne premoči, nadzorovanje zračnega prostora in varovanje drugih letal. Lovska letala so bila večinoma okretni enosedesniki, ki so lahko dosegali velike hitrosti (500 do 750 km/h), oborožitev so sestavljali topovi in strojnice, proti koncu

vojne že prve nevodene rakete. Bolj redki so bili dvomotorni lovci, ki so bili večji in manj okretni, uporabljali pa so jih večinoma za nočno obrambo, ker so bili bolj primerni za namestitev prvih radarjev in ustrezne navigacijske opreme. Lovski bombniki so bili običajno navadna lovska letala oborožena z eno ali dvema bombama (do 500 kg) (Jerin 1987b in Jerin 1988b).

Bombniško letalstvo se je delilo na jurišno, lahko, srednje in težko. Po načinu napada se je delilo na strmoglavce, nizke in višinske bombnike. Jurišna letala so bila eno ali dvomotorna (400 do 550 km/h), oborožena z težkimi topovi, bombami in raketami, namenjena predvsem za napade na tleh, njihov glavni cilj so bili sovražni tanki. Bila so izredno močno oklepljena, pogosto so imela tudi strelca za obrambo pred lovci. Lahki bombniki, večinoma dvomotorni, so bili sprva namenjeni podpori na bojišču, vendar so jih med vojno bolj uporabljali kot daljinske bombnike za natančne napade in vodenje bombniških formacij, predvsem ponoči. Za opravljanje teh nalog so bili nekateri izredno hitri, do 670 km/h na uro. Srednji bombniki so bili dvo ali tri motorni in so bili namenjeni bombardiranju sovražnikovega zaledja, v začetku druge svetovne vojne so predstavljali jedro večine bombniških formacij. Imeli so več članov posadke in strojnice za obrambo pred sovražnimi lovci. Dosegli so hitrosti od 400 do 500 km/h, nosili pa so največ do 3000 kg bomb. Težki štirimotorni bombniki so bili namenjeni večinoma daljinskim strateškim bombardiranjem, posadka je štela okoli deset mož, bombni tovor pa je dosegal do 10.000 kg. Imeli so močno oborožitev za obrambo pred lovci in oklep za varovanje posadke, dosegli so največje hitrosti do 450 km/h (Jerin 1987b in Jerin 1988b).

Poleg teh dveh osnovnih tipov letal so obstajala še izvidniška letala, običajno hitre neoborožene različice lahkih bombnikov in lovcev, ki so bila opremljena s kamerami. Patruljna letala so bila veliki štirimotorniki ali »leteči čolni«, imela so izredno velik doseg in avtonomijo leta. Letala za urjenje so imela dvojne kontrole za pilota in inštruktorja, transportna letala pa so bila vojaške verzije potniških letal ali neoborožene verzije bombnikov, namenjene prevozu vojakov in tovora. Letala za zvezo in specialne operacije so bila majhna in lahka, imela so sposobnost pristajanja in vzletanja z izredno majhnih površin (Jerin 1987b in Jerin 1988b).

Mornariška letala so se klasificirala na podoben način in so imela primerljive zmogljivosti kot kopenska, pri čemer so bila palubna letala posebej prilagojena za delovanje z letalonosilk (pristajalne kljuke, zložljiva krila ipd). Mornarica običajno ni imela velikih in težkih letal, na letalonosilkah so redko uporabljali večmotorna letala.

Z delovanje proti ladjam so imeli v oborožitvi torpedne bombnike, ki so nosili en sam torpedo. (Jerin 1987b in Jerin 1988b)

## **4. RAZVOJ LETALSTVA IN NJEGOVA VLOGA V DRUGI SVETOVNI VOJNI**

### **4.1 Pred drugo svetovno vojno**

#### **4.1.1 Po prvi svetovni vojni**

V prvi svetovni vojni se je letalstvo uveljavilo kot pomembna komponenta oboroženih sil, vendar je po njej prišlo do drastičnega zmanjšanja sredstev namenjenih nadaljnjemu razvoju, ki se je precej upočasnilo. V začetku dvajsetih let so bila letala pretežno leseni dvokrilniki z odprtimi kabinami, poganjali so jih šibki batni motorji, njihova zanesljivost je bila dokaj slaba. Veliko število odpisanih vojaških letal je prišlo v zasebne roke in zanimanje za letalstvo se je širilo med množicami. Vrstili so se rekordni poleti in preleti oceanov, do druge svetovne vojne skorajda ni bilo več kraja na svetu, ki ga letala ne bi preletela. V Nemčiji so bila z versajsko pogodbo iz leta 1919 motorna letala sprva prepovedana, kar je povzročilo razmah jadralnega letalstva (Murray 2002).

V začetku tridesetih let je letalska tehnika začela hitreje napredovati. Vojska se je vse bolj zanimala za potencial, ki so ga prinašala nova kovinska enokrilna letala, ki so bila hitrejša, bolj zmogljiva in so lahko letela dlje. Razvijati so se začele ideje o njihovi uporabnosti v prihodnjih vojnah. Giulio Douhet je napovedoval, da bo letalska moč ključna v prihodnjih vojaških spopadih, z bombnimi napadi se bo uničila sovražnikova infrastruktura, z napadi na mesta pa zlomila morala prebivalstva. Njegove ideje so se najbolj prijele v ZDA, Veliki Britaniji in Nemčiji, kjer so marsikdaj povzročale konflikte v vrhovih vojsk in mornaric. Ameriški general Billy Mitchell je bil kot velik zagovornik Douhetovih idej celo obsojen pred vojaškim sodiščem. Njegove demonstracije vojaškega potenciala letal, ko so letala zlahka potopila največje zajete nemške ladje, niso mogle prepričale nekaterih trmastih konservativnih častnikov, ki so vztrajali, da so letala lahko uporabna le kot podaljšana roka topništva (Jerin 1987c: 65–67).

#### **4.1.2 Priprave na novo vojno**

S Hitlerjevim vzponom na oblast v Nemčiji, so se politične razmere v Evropi začele zaostroovati in vlaganja v vse vojaške programe so se hitro povečevala. Kljub vsemu je bil razvoj letalstva v posameznih državah dokaj različen (Murray 2002).

V Veliki Britaniji je bila glavna naloga Kraljevega letalstva nadzorovanje razsežnega Britanskega imperija, raztreseno je bilo po celem svetu, večina letal je bila zastarelih. Z naraščanjem nemške moči, je začelo večjo skrb posvečati tudi obrambi domačega otočja in začelo s programom modernizacije, ki pa ga je močno ovirala politika izogibanja vojni v letih pred 1939, ko britanska vlada ni hotela provocirati Nemčije. Britanska vojaška doktrina je bila konservativna in jedro moči je še vedno predstavljala Kraljeva mornarica. Stanje v britanskem letalstvu je bilo kaotično, veliko število različnih novih tehnologij je bilo zavrženih iz birokratskih razlogov, celo bombniško letalstvo, ki naj bilo nosilec zračne vojne je bilo zapostavljeno. Kljub temu je britanskemu maršalu Hughu Dowdingu, sprva vodji letalskih razvojnih oddelkov, kasneje pa poveljniku neuglednega lovskega letalstva, uspelo vzpostaviti učinkovito in moderno letalsko obrambo. Pospešil je razvoj radarja in novih modernih tipov lovskih letal *spitfire* in *hurricane*. V začetku leta 1939 je imela Velika Britanija dokaj majhno, a moderno in učinkovito letalsko obrambo (Townsend 1973 in Murray 2002).

Tudi v ZDA so razvijali doktrinarni pristop, ki je glavno vlogo v zračnih bojih pripisoval bombnikom. Zaradi velikih razdalj in razvejanega potniškega letalstva so imeli Američani mnogo izkušenj z večjimi letali, kar so uporabili pri razvoju letečih trdnjav, velikih štirimotornih bombnikov z močno obrambno oborožitvijo in oklepom, sposobnih samostojne obrambe pred napadi lovcev. Na drugi strani mornarica ni popolnoma prezrla Mitchellovih demonstracij, začela je s pospešenim razvojem palubnih letal in s tem mogoče najbolj zaznamovala razvoj letalstva v ZDA, ko je za njih zahtevala vsaj enake zmogljivosti kot so jih imela kopenska letala<sup>2</sup>. To se je recimo poznalo na razvoju letalskih motorjev, mornarica je dajala prednost rotacijskim, ki so bili preprostejši za vzdrževanje, a nekaj manj zmogljivi in aerodinamični od vrstnih, ki so prevladovali v Evropi. Ameriška letala na začetku vojne so bila robustna, vendar so imela slabše letalne sposobnosti kot letala drugih držav (Murray 2002).

Francija se je v tridesetih letih še vedno pobirala po veliki gospodarski krizi iz leta 1929 in njeno letalstvo je bilo v najslabšem stanju med vsemi zavezniškimi državami, vojaška doktrina pa je temeljila na nepremagljivosti Maginotove linije. Kljub bogati tradiciji in velikemu številu izkušenih pilotov, ni bilo nikoli na voljo dovolj

---

<sup>2</sup> Britanci so v palubna letala običajno predelovali kopenska, kar je prinašalo precej kompromisov.



sredstev za razvoj novih modernih letal. Šele, ko so se oblaki vojne že zgrinjali nad Evropo, so se zadeve v Franciji začele hitreje premikati. Nekaj letalske tehnike so nakupili v ZDA in pospešili domači razvoj, vendar je vse skupaj prišlo prepozno, večina redkih novih letal je ob začetku vojne še prebolevala otroške bolezni in ni bila kos uveljavljenim nemškim (Murray 2002 in Townsend 1973).

Nemčija je v nasprotju z zavezniki temeljito preučila izkušnje prve svetovne vojne. Zaradi prepovedi motornega vojnega letalstva so s tajno pogodbo ustanovili skrivne vojaške baze v Sovjetski zvezi, kjer so urili pilote in ohranili stik z letalsko tehnologijo, napol vojaško urjenje so izvajali tudi v civilnem letalstvu. Leta 1933 je Hitler razglasil versajsko mirovno pogodbo za neveljavno in javno objavil obstoj novega nemškega letalstva, Luftwaffe, ki pa do konca leta 1938 praktično ni bila sposobna izvajati velikih vojaških operacij, kar je propaganda spretno prikivala. Nemški strokovnjaki so sicer imeli moderne in napredne zamisli, vendar so razvoj oteževale predvsem premajhne zmogljivosti letalske industrije. Majhne serije letal ter kopica novih, nepreizkušenih tehničnih in taktičnih zamisli, so povzročali velike težave. Vse to je uspešno ostalo skrito tujim očem in prva nemška vojna letala so bila na pogostih paradah in demonstracijah opremljena z lesenim orožjem, ker pravega pač še ni bilo na voljo (Townsend 1973).

Kot naročena je leta 1936 izbruhnila španska državljanska vojna, ki je Nemčiji prinesla možnost, da vse novosti preizkusi v vojnih pogojih. Na podlagi teh izkušenj so Nemci razvili letalsko taktiko, ki jim je omogočala prevlado v prvih letih vojne. Njihovo letalstvo se je specializiralo za podporo kopenski vojski, preizkusili so prve jurišnike in prvič izvedli strateško bombardiranje. Uveljavili in izpopolnili so nove tipe vojnih letal, spoznali so, da je jurišno in bombno letalstvo popolnoma učinkovito le ob popolni prevladi v zraku in da bombniki nujno rabijo lovsko zaščito. Po vojni je Luftwaffe postala ljubljencek nemške vojske in fašistični veljaki ter stari vojaški veterani, so se začeli vse bolj vmešavati v njen razvoj. Uspeh strmoglavih bombnikov v Španiji je recimo povzročil, da so poskušali vsa bombniška letala preurediti v strmoglavce, kar je privedlo do velikih proizvodnih zamud. Na stranski tir so potisnili razvoj strateških bombnikov z dolgim dosegom, ki v primeru pričakovanih hitrih zmag ne bi igrali pomembne vloge. Povečalo se je precenjevanje sposobnosti Luftwaffe tako zunaj nje, kot tudi med njenimi poveljniki (Murray 2002).

Italija je, za razliko od Nemčije, ki je špansko državljansko vojno izkoristila bolj za testni poligon, v Španijo poslala svoje najboljše operativne bojne enote. Italijani so

prišli do podobnih zaključkov kot Nemci in si zastavili ambiciozen program reorganizacije letalstva, tako da je tridesetih letih Italija namenjala letalstvu celo več sredstev kot Velika Britanija ali Francija, vendar jih je večino porabila za financiranje vojn v Abesiniji in Španiji. Razvoj letal je zaostajal, šibka industrija pa ni mogla slediti zastavljenim ciljem (Jerin 1987c in Townsend 1973).

Sovjetska letalska industrija, ki je v začetku dvajsetih let močno zaostajala za zahodno, je največ izkušenj pridobila ravno s sodelovanjem z Nemci. V začetku tridesetih let je bila vzpostavljena industrijska baza, letalski konstruktorji pa so začeli razvijati nova in napredna letala. Razvoj se je zaustavil leta 1937, ko so Stalinove čistke odnesle velik del izobraženih in sposobnih vojaških strokovnjakov. Čistka ni prizanesla niti konstruktorskim birojem in izkušenim pilotom, tako da je imela Sovjetska zveza leta 1941 ogromno, a zastarelo vojno letalstvo z neizkušenim kadrom ter neizoblikovanimi taktičnimi in strateškimi idejami. Kako velika je bila zmeda kaže tudi, da sovjetska vojaška doktrina sploh ni predvidevala vojne na domačih tleh, glavna vloga letalstva pa naj bi bila izvajanje bombnih napadov daleč v sovražnikovem zaledju, za kar pa sploh niso imeli ustreznih letal (Murray, 2005).

Na drugem koncu sveta je bila Japonska v relativni izolaciji. Letalstvo je bilo slabo razvito, v oboroženih silah je dominirala mornarica. S pomočjo letalske tehnologije iz ZDA in Velike Britanije in bojnih izkušenj iz vojne s Kitajsko, se je v tridesetih letih hitro začela razvijati domača letalska industrija. Do leta 1941 je Japonska vzpostavila moderno in kvalitetno vojno letalstvo, ki je že temeljilo na domačem znanju. Zaradi svojega položaja se nikoli ni ukvarjala s strateškim bombardiranjem, velik poudarek pa je dala mornariškemu palubnemu letalstvu. Šolanje pilotov je bilo najzahtevnejše na svetu, tako da je bila njihova baza sicer vrhunska, vendar majhna. Ker je bila večina letal grajena za uporabo na letalonosilkah, so bila lahka, z dobrimi manevrskimi sposobnostmi, v primerjavi z zahodnimi pa slabo oborožena in oklepljena. Zahodne sile so po izbruhu vojne v Evropi, Aziji namenjale le malo pozornosti in v kolonialne enote pošiljale le drugorazredno tehnologijo, tako da je bilo japonsko letalstvo ob začetku vojne na Pacifiku in v Aziji, praktično brez resnega tekmeca (Murray 2002 in Sakai 1975).

## **4.2 Letalska vojna v Evropi 1939–45**

### **4.2.1 Začetek vojne**

Z nemškim napadom na Poljsko se je začel dokončni preizkus dolgoletnih priprav Luftwaffe. V treh tednih vojne na Poljskem je nemško letalstvo doseglo popolno premoč v zraku, večinoma zastarelo, slabo organizirano in šibkejše poljsko letalstvo pa ni moglo ponuditi hujšega odpora. Luftwaffe je vse svoje naloge izpolnila kot po učbenikih, podpirala je vojsko pri napredovanju, uničevala centre poljske obrambe in izvajala strateško bombardiranje Varšave (Jerin 1987a in Piekalkiewicz 1996).

Po uspehu na Poljskem je Nemčija aprila 1940 napadla še Dansko in Norveško. S kombinirano zračno in pomorsko desantno operacijo so postavili nov mejnik v zračnem vojskovanju, Luftwaffe pa se je prvič spopadla z britanskimi modernimi letali. Na jugu Norveške so si Nemci zlahka zagotovili letalsko premoč, medtem ko severa lovska letala tega niso dosegla, veliki dvomotorni daljinski lovci pa so bili za britanske enomotorne prelahk plen. Vojskovanje na severu Norveške se je zavleklo in šele potem, ko so na jugu zavzeli letališča so Nemci popolnoma obvladali Norveško (Piekalkiewicz 1996).

Na zahodni nemški meji s Francijo je v prvih mesecih vojne trajalo zatišje. Redki bombni napadi so kmalu pokazali, da nobena od strani nima zmogljivosti za resno strateško bombno ofenzivo. Britanci so v nekaj dnevnikih napadih izgubljali skoraj polovico napadajočih bombnikov in se hitro preusmerili na nočne napade, medtem ko so imela nemška letala premajhen doseg in bojni tovor (Hartog 1980).

### **4.2.2 Zahodno bojišče**

Maja 1940 se je začela nemška ofenziva na zahodu in prvi dan boj je prinesel najhujše zračne boje v tem letu. Luftwaffe je uspešno podpirala vojsko, uničevala sovražno artilerijo in izvajala padalske desante v zaledju. Redka britanska letala in zastarela francoska so na trenutke nudila oster odpor, vendar so nemške enote hitro napredovale, osvojile Beneluks in konec maja že obkolile britanski ekspedicijski korpus pri Dunkerquu. Luftwaffe je samozavestno prevzela vlogo krvnika, ki naj bi uničil britansko vojsko, kar pa ji ni uspelo in več kot 300.000 vojakov je pobegnilo v Anglijo. Francija je nato do konca junija kapitulirala (Murray 2002 in Piekalkiewicz 1996).

Začetek vojne na zahodu je prinesel nekaj novih spoznanj o novem načinu letalskega vojskovanja. Nemško bombardiranje Rotterdama, zaradi katerega je kapitulirala Nizozemska, je navidez potrdilo Douhetove ideje, že obkolitev pri Dunkerquu pa jih je ovrgla. Velika Britanija se je znašla pred dejstvom, da ne poseduje primernih letal za podporo vojski, lahki bombniki so imeli več kot 50% izgube. Tudi pri Luftwaffe so se razkrile prve slabosti. Pokazalo se je, da ima na voljo daleč premalo letal za velike operacije in da njena letala niso tehnološko superiorna nad britanskimi, še posebej strmoglavci, ki so se tako dobro obnesli na Poljskem so bili prepočasni in preveč ranljivi. Zagrizenost francoskih pilotov v zadnjih dneh Francije je Luftwaffe povzročila dokaj resne izgube na katere ni računala. Ne glede na vse je nemška morala ostala visoka in letalci samozavestni (Murray 2002).

Po kapitulaciji Francije je Velika Britanija ostala sama, kopenska vojska je bila razbita, mornarica nemočna, ostalo ji je samo letalstvo. Britanci so v začetku vojne na njihovo srečo odpravili še zadnje napake v svojem integriranem obrambnem sistemu<sup>3</sup>, ki je potem odlično deloval. Nemci so se hoteli z vojsko izkrcati v Britaniji, za kar so si morali najprej zagotoviti premoč v zraku, predvsem je to pomenilo, da morajo uničiti njihova lovska letala. Po začetnih občasnih spopadih, se je v začetku avgusta 1940 razplamtela zračna bitka za Britanijo. Luftwaffe je srdito napadala letališča in poskušala zaplesti britanske lovce v boj, kjer bi jih lahko uničila s svojo premočjo. Trmasto so ob velikih izgubah napadali skoraj cel mesec in britansko obrambo že spravili na kolena, ko je prišlo do neverjetnega zasuka. Nekaj osamljenih britanskih bombnih napadov na Berlin in naraščajoče izgube so Nemce tako razjezili, da so se odločili bombardirati London in zlomiti britansko moralo. Britanska lovska letala in letališča, ki so prenehala biti cilj nemških napadov, so si opomogla in v septembru nemškemu letalstvu začela zadajati izgube, ki si jih le-to ni več moglo privoščiti. Dnevno bombardiranje Britanije se je prenehalo, desantna operacija pa je bila odpovedana (Townsend 1973).

Nemci in Britanci so med bitko za Britanijo mesečno izgubljali četrtno vseh pilotov, izgube v letalih so na nemški strani v povprečju dosegale tretjino. Nemški lovci so imeli premajhen doseg, bombnike so lahko spremljali kvečjemu do Londona. Bombardiranje ni bilo dovolj učinkovito, še manj pa je uničilo britansko moralo in

---

<sup>3</sup> Podzemni kontrolni centri so usklajevali mrežo opazovalnic, radarjev in letališč in usmerjali lovce proti napadajočim letalom. Sistem je deloval odlično in praktično nobeno letalo ni preletelo Rokavskega preliva ne da bi ga zaznali.

Nemci so se morali sprijazniti z dejstvom, da je njihovo letalstvo primerno predvsem za podporo kopenske vojske. V Veliki Britaniji in ZDA so za nemški neuspeh krivili premajhne in slabo oborožene bombnike in še pospešili izdelavo velikih, močno oboroženih štirimotornih bombnikov (Murray 2002 in Townsend 1973).

#### **4.2.3 Vzhodno bojišče**

Hitler je po neuspehu svoje osvajalne apetite preusmeril usmeril proti vzhodu in spomladi 1941 so se začeli boji v vzhodni in jugovzhodni Evropi. Luftwaffe je rutinirano pomagala nemški kopenski vojski, ta pa si je nato podredila Balkan in pomagala italijanski vojski, ki je medtem zašla v težave v Albaniji, Grčiji in severni Afriki. (Janić 1987) Maja je Luftwaffe z ogromnimi izgubami izvedla prvo zračno–desantno operacijo v zgodovini, ko so nemški padalci zavzeli Kreta (Jerin 1987a).

Sledil je največji preizkus za Luftwaffe, junija 1941 je Nemčija napadla Sovjetsko zvezo, ki je imela takrat najštevilčnejše letalstvo na svetu, nemško pa je imelo zaradi stalnih izgub celo manj letal kot leta 1940. Kljub temu so v prvih treh dneh vojne moderna nemška letala uničila več kot tri tisoč zastarelih sovjetskih, novo pomlad pa so doživeli tudi strmoglavci. Začetno hitro napredovanje vojske se je kmalu začelo upočasnjevati, Luftwaffe pa spopadati z velikimi težavami, ko je morala zagotavljati podporo nemškim enotam, razpršenim na vedno večjem območju. Operativnost letal je padala in kmalu se je Luftwaffe lahko skoncentrirala samo še na podporo kopenskim enotam. Primernih letališč je začelo primanjkovati, nato je jesensko deževje skoraj povsem prizemljilo nemško letalstvo in dokončno prekinilo oskrbovalne linije. Sicer skromne, a stalne izgube so v pol leta zahtevale svoj davek med piloti in tehniko. S prihodom zime so se začela pojavljati še prva nova sovjetska letala, ki so bila bolj prilagojena na zimske razmere. V začetku leta 1942 je bila Luftwaffe popolnoma izčrpana, izgubila je polovico svojih pilotov, za letenje pa je bilo sposobno samo vsako tretje letalo (Murray 2002 in Piekalkiewicz, 1996).

Do poletja si je nemško letalstvo opomoglo in zopet je lahko učinkovito pomagalo nemški vojski v novi poletni ofenzivi. Prvo polovico leta je dobro izkoristilo tudi sovjetsko letalstvo. Tovarne letal so preselili v zaledje in jih hitro zagnali s polno paro, s tekočih trakov so prihajala nova letala, ki so bila nemškim enakovredna. Tudi Sovjeti so se osredotočili na podporo kopenski vojski in strateškega letalstva niso imeli. Jeziček na tehničnici je vseeno ostal na strani Nemcev, ki so imeli v bojih utrjene in izkušene pilote (Murray 2002).

Stalingrajska bitka v zimi 1942/43 je prinesla nov velik izziv za Luftwaffe. Potem, ko so Sovjeti obkolili nemško vojsko, je Hitler zahteval, da se ji zagotavlja oskrbo s pomočjo letalskega mosta. Za izčrpano Luftwaffe je bil ta podvig prevelik zalogaj in kljub velikanskim naporom, zračnega mosta ni mogla vzdrževati. Po porazu pri Stalingradu je na vzhodu zavladovalo zatišje, obe strani pa sta se posvetili obnavljanju izčrpanih enot. Sovjetsko letalstvo je do srede leta 1943 postalo velikanska in moderna sila, proti kateri Nemci niso več imeli odgovora. Poleti leta 1943 je Luftwaffe še zadnjič nastopila v večjem številu na vzhodni fronti med bitko pri Kursku, potem pa je njena moč tako splahnela, da ni mogla več nadzorovati niti lastnega zračnega prostora. Do konca vojne je še sodelovala v bojih, vendar je bil njen pomen močno zmanjšan (Jerin 1987c in Piekalkiewicz 1996).

#### **4.2.4 Zavezniška bombniška ofenziva**

Na zahodni fronti so medtem zavezniki prešli v ofenzivo. Britanska letala so začela napadati nemška okupirana območja in izvajati strateške bombniške napade proti sami Nemčiji. Že od maja 1940 so ponoči občasno bombardirala Nemčijo, zaradi slabih navigacijskih naprav pa je svoj cilj zadelo le vsako peto letalo. Do leta 1942 so zato preizkušali nove taktike in tehnologije, med drugim so izvedli prvi napad tisočih letal na Köln. Leta 1943 so se britanski napadi letal močno okrepili, tarče pa so bila predvsem nemška mesta. Konec leta 1943 so začeli z veliko bombniško ofenzivo proti Berlinu, ki se je končala marca naslednjega leta s strahovitimi izgubami med napadom na Nuernberg. Britanci so samo v letu 1943 in prvih treh mesecih 1944 izgubili skoraj 6.000 težkih bombnikov (Iddekinge 1980 in Jerin 1987c).

Leta 1942 so se bombardiranju Nemčije pridružili tudi Američani, vendar so šele leta 1943 bolj resno posegli v boje. Američani so se, v nasprotju z Britanci, odločili za dnevna bombardiranja, ki naj bi zagotavljala večjo natančnost, vendar so se kmalu znašli pred dejstvom, da so izgube bombnikov brez lovskega spremstva previsoke (več kot 30%). Po katastrofalnih napadih na Schweinfurt sredi leta, so se nato omejili samo na nemške cilje v Franciji. Naslednje leto so Američani za bombniško ofenzivo zbrali še večje sile, v oborožitev so začeli uvajati nove lovce P-51 z velikim dosegom, ki jim je omogočal spremstvo bombnikov do Berlina. Cilj napadov je bila predvsem nemška industrija (Murray 2002).

Luftwaffe je bila od leta 1941 v defenzivi na zahodnem bojišču, z izjemo nekaj povračilnih bombnih napadov na Anglijo, zadnje so izvedli leta 1944. Zavezniški

napadi so se stopnjevali, letalska obramba Nemčije pa je postala prioriteta Luftwaffe šele po letu 1943. Proizvodnja lovcev se je začela povečevati (pred tem so imeli vseskozi prednost bombniki), lovske enote so začeli umikati tudi iz drugih bojišč. Nove tehnologije, predvsem na nočnih lovcih, so povečale učinkovitost obrambe in zavezniške izgube so začele naraščati. Kljub uspehom, pa je bila Luftwaffe že prešibka, da bi lahko učinkovito zaustavila zavezniške bombnike. V nenehnih spopadih je izgubljala približno petino svojih pilotov, ki so jih s težavo nadomeščali z neizkušenimi novinci, maja 1944 je bila povprečna življenjska doba novega lovskega pilota le tri tedne. Istega meseca se Luftwaffe ni več mogla organizirano zoperstavljati naraščajoči zavezniški moči in prišlo je do zloma obrambnega sistema. Do konca vojne so se nato nemška letala spopadala z veliko premočjo, obramba pa je bila prepuščena posameznim enotam, ki jih je sestavljala peščica izredno izkušenih, skoraj nepremagljivih pilotov in veliko število mladih, neizkušenih letalcev (Iddekinge 1980 in Murray 2002).

Od spomladi 1944 so zavezniki nadaljevali z napadi na nemška mesta in industrijo, začeli pa so tudi s sistematičnim uničevanjem transportne infrastrukture v severni Franciji v podporo invaziji v Normandiji. Nato so se usmerili na nemške rafinerije in transportno omrežje ter pred koncem vojne praktično paralizirali nemško industrijo in vojsko. Kljub premoči je Luftwaffe dosegala osamljene uspehe<sup>4</sup>, veliko svojih sredstev je proti koncu vojne usmerila v razvoj novih vrst orožij in letal (Jerin 1987c).

V skupni angloameriški bombni ofenzivi, ki je trajala od leta 1940 je samo v bombniških posadkah življenje izgubilo 94.000 letalcev, v Nemčiji pa je umrlo skoraj 600.000 civilistov. (Piekalkiewicz, 1996)

#### **4.2.5 Boji v Sredozemlju**

V Sredozemlju so se zračni boji začeli že v letu 1939, pobudo so imeli večinoma zavezniki.<sup>5</sup> Leta 1941 so se razmere na kratko spremenile, prihod Luftwaffe je vzpostavil trhlo ravnotežje. Nemška vojska v Afriki je bila odvisna od preskrbovalnih linij iz apeninskega polotoka in zavezniško letalstvo se je po najboljših

---

<sup>4</sup> Labodji spev Luftwaffe predstavlja 1. januar 1945, ko se je zbralo skoraj 1000 letal, večinoma lovcev, in v obupnem poskusu napadla letališča zaveznikov v želji, da si spet priborijo premoč v zraku. Kljub temu, da so v enem jutru uničili okoli 500 zavezniških letal, so jih sami izgubili skoraj 300.

<sup>5</sup> 12. novembra 1940 je letalstvo ponovno pokazalo svojo premoč nad mornarico. 21 britanskih letal je z letalonosilke napadlo italijansko пристanišče Taranto in povzročilo veliko škodo italijanskemu ladjevju.

močeh trudilo, da jih prekini. Strateško najpomembnejši je bil otok Malta («nepotopljiva letalonosilka»), ki so ga Nemci krčevito poskušali osvojiti, vendar jim to ni uspelo. S prihodom Američanov se je razmerje moči začelo nagibati na zavezniško stran, v regijo so prispeli tudi težki štirimotorni bombniki. Po porazu nemško-italijanske vojske v severni Afriki so zavezniki začeli s pripravami na izkrcanje na Siciliji in kasneje v Italiji. Nemci so skupaj z Italijani do začetka izkrcanja še nudili oster odpor, potem pa je začela zavezniška premoč naraščati in do konca vojne letalstva sil osi v Sredozemlju niso več igrala pomembne vloge (Piekalkiewicz 1996).

Letalska vojna v Sredozemlju je bila v primerjavi z ostalimi bojišči manj intenzivna. Puščavske razmere so zahtevale določene predelave na letalih, tako da so zastarelim modelom, običajno iz zahodnega bojišča, s predelavami podaljševali življenjsko dobo v Sredozemlju (Murray 2002).

#### **4.2.6 Letalska vojna na morju**

Letala so odigrala izredno pomembno vlogo tudi v šestletni bitki za Atlantik. Že med nemškim napadom na Norveško je Britancem postalo jasno, da niti najboljša protiletalska obramba ladjam ne zagotavlja zadovoljive obrambe proti sistematičnim letalskim napadom in delovanje svojega ladjevja so močno omejili. Nemške podmornice so kljub majhnemu številu, dosegale izredne uspehe in leta 1943 skorajda prekinile oskrbovanje Britanskega otočja preko Atlantika. Zavezniška letala sprva niso imela dosega, ki bi jim omogočal pokrivanje celotnega Atlantika, kar so nemški podmorničarji dobro vedeli. Ko so s pomočjo novih letal in letalonosilk zavezniki nadzor razširili čez celoten ocean, se je začela nemška podmorniška grožnja zmanjševati. Letala so igrala ključno vlogo pri odkrivanju podmornic, ki so bile prisiljene pluti pod površino in s tem izgubljale dragoceni čas in gorivo. Tudi na nemški strani so uporabljali izvidniška letala, ki so o odkritih ladjah obveščala podmornice (Murray 2002 in Piekalkiewicz 1996).

#### **4.2.7 Vojna na Pacifiku in v Aziji 1941–45**

Japonska je v vojno vstopila 7. septembra 1941 s hkratnimi letalskimi napadi na ameriška oporišča na Havajih in v jugovzhodni Aziji. Uspelo ji je ohromiti ameriško ladjevje in v petih mesecih si je podredila skorajda celotno jugovzhodno Azijo. Japonsko letalstvo je bilo veliko presenečenje za zaveznike, ki niso pričakovali, da imajo Japonci na voljo večje število modernih letal z odlično izurjenimi piloti.



Mornariško letalstvo z letalonosilk je učinkovito podpiralo kopenske operacije in zagotavljalo zaščito ladjevju, drugorazredne zavezniške letalske enote pa so doživljale velike izgube. Dokončno nemoč površinskih ladij nasproti letalom, je pokazalo uničenje dveh britanskih bojnih ladij, ki so jih japonska letala napadla pri Malaji (Murray 2002 in Piekalkiewicz 1996).

Leta 1942 so si ZDA opomogle in poskušale odvzeti pobudo Japoncem. Aprila 1942 je prišlo do bitke v Koralnem morju, prve bitke med ladjevji, ki se je odvijala samo z letali iz letalonosilk, končala pa se je neodločeno. Dokončno se je japonska vojna sreča končala z porazom pri Midwayu, kjer so Japonci izgubili vse štiri letalonosilke. Letalska oporišča na kopnem so postala ključnega pomena in ko so Japonci začeli graditi letališče na Guadalcanalu, ki bi jim omogočila nadzor nad precejšnjim delom osrednjega Pacifika, so ga Američani s hitro akcijo zavzeli. Kljub temu, da so bili sprva v slabšem položaju, so po krvavih bojih otok dokončno osvojili januarja 1943. Takrat je ameriška vojaška industrija že delovala s polno paro in njihova premoč se je začela večati. Gradili so vse več letalonosilk in vpeljevali nove tipe letal, japonske izgube so naraščale, predvsem izkušenih pilotov, za katere ni bilo zamenjav (Murray 2002).

Konec 1943 je bilo ameriško ladjevje že trikrat večje od japonskega in začelo se je ameriško osvajanje pacifiških otokov z »žabjimi skoki«. Ameriško letalstvo in ladjevje sta silovito obstreljevala otoke, nato pa so se izkrcali marinci in premagali preživele Japonce. Tako je šlo od otočja do otočja in fronta se je vedno bolj približevala Japonski. Ameriško ladjevje je bilo popolnoma avtonomno in je lahko samo izvajalo vse potrebne operacije. Japonska obramba se ni mogla prilagajati hitrosti ameriškega napredovanja in v začetku leta 1944 so Američani že dosegli otoke iz katerih so letala začela napadati osrednjo Japonsko<sup>6</sup> (Murray 2002 in Piekalkiewicz 1996).

V centralni Aziji so se medtem enote Commonwealtha le s težavo upirale Japoncem, v letu 1943 pa so poskušale z ameriško pomočjo vzpostaviti nekaj letalskih baz, ki bi jim prinesle premoč. Japonci so v začetku leta 1944 to s hitrimi napadi preprečili, vendar so zaradi porazov na drugih bojiščih morali kmalu začeti umikati svoje enote (Murray 2002).

---

<sup>6</sup> Američani so Tokio prvič napadli že leta 1942, z demonstrativnim napadom, ko so dvomotorni bombniki v napad poleteli z letalonosilk, nato pa pristali na Kitajskem.

Poleti 1944 je bitka za Mariansko otočje na Pacifiku dokončno pokazala ameriško premoč, Japonci so v njej izgubili kar 75% vseh palubnih letal iz šestih letalonosilk. V začetku leta 1945 so Američani že nadzorovali otoke v neposredni bližini japonskega otočja. Strateški napadi so se vseskozi stopnjevali in povzročali ogromno škodo v japonskih mestih, ki so bila grajena pretežno iz lesa. Leta 1944 so se začeli prvi napadi samomorilski kamikaz, ki so bili za ameriško ladjevje vse bolj neprijetni. Kamikaze so največ napadov izvajale z navadnimi lovskimi letali, ki so imela največ možnosti, da prebijejo protiletalsko obrambo. Ob ameriškem desantu na Okinavo so nastopili v največjem številu in ameriškemu ladjevju zadali največje izgube (Murray 2002 in Sakai 1975).

Kljub brezupnemu položaju Japonci niso pokazali nobenih znamenj, da razmišljajo o predaji in ZDA so se odločile, da uporabijo atomsko bombo in s tem preprečijo žrtve, ki bi nastale ob načrtovani invaziji v letu 1946. Po dveh atomskih napadih je zaradi strahu pred novim orožjem Japonska dokončno kapitulirala (Piekalkiewicz 1996).

## 5. RAZVOJ REAKTIVNIH LETAL

### 5.1 Nemčija

V Nemčiji je med obema vojnama prišlo do razcveta znanstvenega dela v letalstvu, sprva zaradi omejitev, ki jih je vsilila versajska pogodba, kasneje pa zaradi velikih pritiskov nacističnega vodstva, ki je zahtevalo, da se kar najhitreje nadomesti tehnološki zaostanek za ostalimi državami. Luftwaffe je bila takrat največji naročnik in letalske tovarne so se kar pulile za njena naročila, ki so prinašala veliko denarja. Mladi letalski inženirji, ki se v letih po prvi svetovni vojni niso smeli ukvarjati z motornim letenjem, so iskali drugačne načine pogonov in do potankosti izpopolnjevali jadralna letala. Ko je bila prepoved ukinjena je imela Nemčija veliko bazo mladih in nadarjenih inženirjev, ki so bili polni novih in revolucionarnih idej, zato niti ni čudno, da se je z razvojem nemških reaktivcev ukvarjalo veliko število podjetij (Murray 2002 in Taylor 1999).

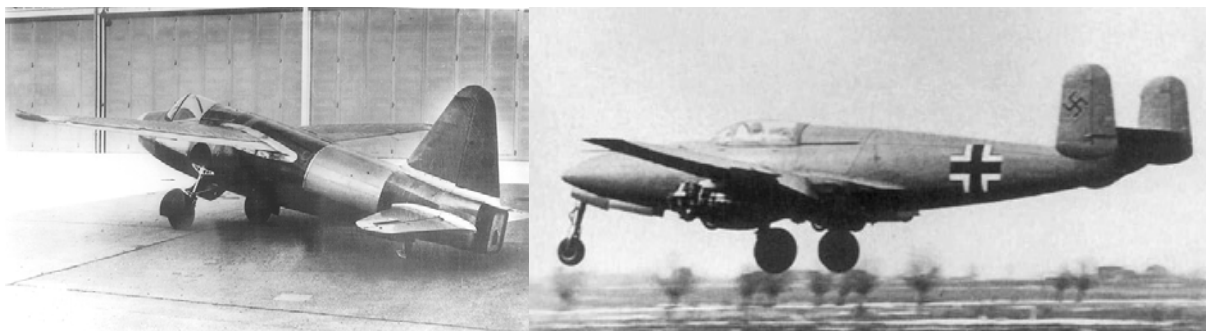
#### 5.1.1 Turbo–reaktivna letala

##### 5.1.1.1 Heinkel

Teorija za delovanje plinskih turbin je bila na voljo že od konca 18. stoletja, kljub temu pa je prvo delujočo plinsko turbino izdelal šele Egidius Elling na Norveškem leta 1903. Vendar razmere v industriji še niso bile dovolj zrele, da bi se lahko proizvajale praktično uporabne in zanesljive plinske turbine. V Nemčiji je leta 1935 Hans von Ohaim na svojo pest zgradil model turbo–reaktivnega motorja, ki pa še ni deloval brez zunanje pomoči. Kljub temu so poskusi vzbudili zanimanje industrialca in proizvajalca letal Ernsta Heinkla, ki je dal von Ohaimu potrebna sredstva, da je septembra 1937 izdelal prvi delujoči turbo–reaktivni motor v Nemčiji. Nadaljnje različice motorja so že razvile dovolj potiska (4,4 kN), da so lahko začeli razmišljati o vgradnji v letala. Prvi Ohaimovi motorji so delovali še na tekoči vodik, kasnejši pa že na bolj primeren dizel (Pavlović 2004a).

Tako se je začel razvoj prvega turbo–reaktivnega letala *He 178*, ki so ga pri Heinklu zaključili avgusta 1939. Letalo je bilo precej majhno, motor je bil nameščen v zadnjem del trupa, drugače pa je imelo dokaj klasične aerodinamične rešitve, značilne za takratna batna letala. Prvi polet reaktivnega letala na svetu je sledil 27. avgusta in letalo je takoj doseglo hitrosti okrog 700 km/h. To je bil velikanski

Sliki 5.1.1.1.1 in 5.1.1.1.2: He 178 in He 280



Vira: Internet 21 in Internet 22.

napredek v primerjavi z najhitrejšimi nemškimi in zavezniškimi letali, ki takrat niso presegala 600 km/h. Heinkel, ki je razvoj letala vodil na lastne stroške, je na predstavitev nato povabil predstavnike Luftwaffe, ki pa so se odzvali precej mlačno. Majhno letalo ni naredilo prevelikega vtisa, prvi meseci vojne pa so kazali, da imajo Nemci boljša letala kot zavezniki. Ker v Luftwaffe niso pričakovali, da bo vojna trajala dalj časa, se jim ni zdelo vredno vlagati preveč naporov v razvoj tako radikalnih tehničnih novotarij. Kljub temu so zagotovili omejeno financiranje za razvoj turbo–reaktivnega lovca (Jerin 1988b: 119 in Pavlović 2004a).

Heinkel je tako začel na svojo pest razvijati reaktivno lovsko letalo, *He 280*, z lastnimi motorji s 5,9 kN potiska. Razvoj motorjev je povzročal zamude, ki so bile nadalje vzrok, da so prve testne lete prototipov izvajali še z batnimi motorji, 30. marca 1941 pa je vzletel prvi prototip z reaktivnimi motorji. Letalo je doseglo hitrost 780 km/h in je bilo oboroženo s tremi topovi 20 mm. Dva motorja sta bila vgrajena v podkrilne gondole, podvozje je bilo tipa tricikel, drugače pa je bilo dokaj klasično zasnovano. Prvi uspešni preizkusi vseeno niso prepričali letalskega ministrstva in Heinkel je na lastno pest trmasto nadaljeval z razvojem. Novi motorji, ki bi morali zagotavljati 9 kN potiska so povzročali težave in Heinkel je moral iskati alternativo pri drugih proizvajalcih motorjev. Decembra 1942 je pripravil demonstrativni spopad med tretjim prototipom *He 280* (s starimi motorji) in takrat najboljšim nemškim lovcem *Fw 190*, ki ga je prvi gladko dobil. Ministrstvo je končno pokazalo zanimanje in sledilo je naročilo 20 predserijskih in 300 serijskih letal. Težave z novimi motorji so se nadaljevale, drugi motorji, ki so bili takrat na voljo (bmwjevi in junkersovi), pa niso ustrezali konstrukciji letala. Konec marca 1943 so po devetih prototipnih in serijskih letalih dokončno morali odpovedati projekt *He 280* (Jerin 1988b A: 120).

Do konca vojne pa je Heinklu le uspelo izdelati reaktivnega lovca. Nemško letalsko ministrstvo je 8. septembra 1944 izdalo neverjetno zahtevo o reaktivnem »ljudskem« lovskem letalu. Leteti bi moralo 750 km/h, moralo biti preprosto za vzdrževanje, proizvodnjo in letenje ter izdelano v najkrajšem možnem času. S

Slika 5.1.1.1.3: He 162



Vir: Internet 23.

pomočjo bogatih izkušenj so pri Heinklu v vsega treh mesecih izdelali prototip, ki je poletel 6. decembra in se kmalu razbil, kljub temu pa so takoj dobili naročilo za 30 prototipov in januarja 1945 že začeli izdelovati prve serijske *He 162*. Letalo je bilo majhno, zelo preprosto za gradnjo, izdelano večinoma iz lesenih materialov. Pogonjal ga je turbo–reakcijski motor s 7,9 kN potiska, pritrjen na hrbtu trupa. *He 162* je bilo prvo serijsko letalo s katapultnim sedežem, doseglo je hitrost 840 km/h, po nekaterih virih tudi čez 900 km/h (Mičić 2005c). Oboroženo je bilo z dvema topoma 20 mm ali 30 mm in bilo bolj okretno od vseh zavezniških letal. Pospešena proizvodnja je povzročila, da je imelo letalo veliko tehničnih napak, tudi kvaliteta izdelave ni bila najboljša, tako da so bile nesreče pogoste. Največje težave pa je povzročalo upravljanje, saj *He 162* še zdaleč ni bil enostavno letalo za letenje in privajanje nanj je vzelo veliko časa tudi izkušenim pilotom. Nemci so hoteli zgraditi kar 4000 letal na mesec, vendar je vse ostalo le pri željah, izdelali so jih okoli 300, od tega jih je do konca vojne v enote prišlo le 120, še 800 pa jih je bilo v gradnji (Angelucci in Matricardi 1988: 180, Batchelor in Lowe 2005: 270–271 in Jerin 1988a: 120–121).

### **5.1.1.2 Messerschmitt**

Po von Ohainovih uspehih je nemško Ministrstvo za letalstvo konec leta 1938 ustanovilo oddelek za razvoj novih naprednih letalskih pogonov. Spodbujali so razvoj naprednejših turbo–reaktivnih pogonov kot je bil von Ohainov in podjetje Bramo (leta 1939 ga je prevzel BMW) je pod direktnim nadzorom ministrstva zgradilo turbo–reaktiven motor z aksialnim kompresorjem, ki je še danes osnova vsem turbo–reaktivnim motorjem. Poleg Heinkla in BMWja je svoje turbo–reaktivne motorje že od leta 1936 razvijal tudi Junkers in leta 1938 predstavil prve prototipe, ki bi se jih lahko začelo serijsko proizvajati (Jerin 1988b: 105).

Motorjev je bilo torej dovolj in po notranjih lobiranjih je ministrstvo konec leta 1938 naročilo Messerschmittu, da izdelava projekt reaktivnega lovskega letala, ki bi lahko letelo z vsaj 850 km/h. Julija 1939 je bil projekt končan in marca 1940 so pri Messerschmittu povabili predstavnike ministrstva na ogled makete v naravni velikosti. Ministrstvo je odobrilo projekt in

Slika 5.1.1.2.1: Me 262



Vir: Internet 24.

začela se je gradnja treh prototipov *Me 262*. Prvotno naj bi ga poganjali bmwjevi motorji, ki pa so bili izredno nezanesljivi, zato so se kasneje odločili za junkersove. Težave z motorji so povzročile, da je prvi prototip opremljen z batnim motorjem poletel 18. aprila 1941, tretji prototip z turbo–reaktivnimi motorji pa šele 18. julija 1942. Po nekaj uspešnih poletih se je razbil, kar je še bolj zavleklo razvoj in četrti prototip je poletel šele marca 1943. Kljub vsemu je ministrstvo že konec 1942 naročilo predserijo 45 letal (Jerin 1980: 106–108 in Mičić in Pavlović 2005a).

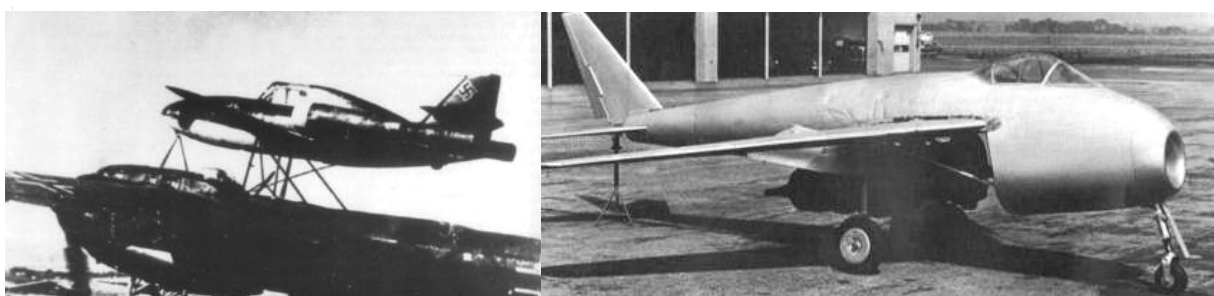
Pri začetku predserijske proizvodnje *Me 262* so se začele pojavljati najrazličnejše težave. Menjave v ministrstvu so na položaje privedle bolj previdne ljudi, ki si niso upali celotne proizvodnje lovskega letala preusmeriti na tako nov tip letala. Lobiranje se je pojavljalo tudi znotraj Messerschmitta, ki je proizvajal najbolj pogosto nemško lovskega letala *Bf 109*, ki ga je hotel obdržati v proizvodnji. Kljub vsemu so bili poleti 1943 že pripravljene na serijsko proizvodnjo in v želji po večjih naročilih so na preizkuse prototipov povabili najboljše nemške lovske pilote, med njimi tudi Adolfa Gallanda, ki je bil nad letalom navdušen. Še istega večera je na sestanku ministrstva zahteval, da se začne proizvodnja *Me 262* in takoj naslednji dan je prišlo prvo naročilo za 100 letal. Avgusta pa so ameriški bombniki napadli Messerschmittovo tovarno v Regensburgu in celotna proizvodna linija je bila uničena. Septembra se je za nova reaktivna letala začel zanimati Goebells, ki je Hitlerja prepričal, da naj *Me 262* preuredijo v »maščevalno« orožje za napade na Anglijo. Hitler je nemudoma izdal ukaz, da morajo letalo spremeniti v bombnik, kar je razvoj zavleklo še za šest mesecev. Kljub Hitlerejevemu ukazu so še naprej razvijali tudi lovske verzije, aprila 1944 pa dokončali prvi prototip lovskega bombnika. Zaradi svoje

lovske konfiguracije bombniška različica ni bila preveč uspešna, nosila je lahko samo 1000 kg bomb, pa še to na zunanjih obešalnikih, ki so precej zmanjšali hitrost letala. Spomladi so se končno odločili, da začnejo z velikoserijsko proizvodnjo lovske različice in julija 1944 so prvi *Me 262* prišli v operativne enote (Jerin 1980: 105–107 in Mičić in Pavlović 2005a).

Serijski *Me 262* so bili v svojem času daleč najbolj napredna letala. Večina reaktivnih letal iz obdobja druge svetovne vojne so bile le batna letala z drugačnimi motorji, pri *Me 262* pa so uporabili nekatere konstrukcijske rešitve, ki so zaznamovale ves nadaljnji razvoj reaktivnih letal. Pri Messerschmittu so veliko pozornosti namenili aerodinamiki, prvič so uporabili puščičasta krila, ki omogočajo doseganje večjih hitrosti, podvozje je bilo tipa tricikel, motorji pa so bili nameščeni v podkrilne gondole. *Me 262* je v ravnem letu dosegal hitrost 870 km/h (z motorji 8,9 kN) in je bil izredno močno oborožen s štirimi topovi 30 mm. Poleg lovske in lovsko bombniške so izdelali še izvidniško verzijo, nekaj letal pa so predelali tudi v nočne lovce. *Me 262* je za Luftwaffe predstavljal tudi velik logističen problem, pristajal je s hitrostjo nad 300 km/h, kar je zahtevalo nove vzletne steze in tudi nove pnevmatike. Izdelali so nekaj dvosedežnih verzij, ki so olajšale urjenje pilotov, na splošno je bil *Me 262* za pilote batnih lovskih letal velik preskok. Za kako napredno letalo je šlo, kaže tudi podatek, da je malo predelan prototip z močnejšimi motorji dosegel čez 1000 km/h. (Jerin 1988b: 108–109) Neuradno naj bi *Me 262* kot prvo letalo na svetu prebil zvočni zid, kar pa ni bilo nikoli dokazano. Zgodilo naj bi se 9. aprila 1945 nad Innsbruckom, ko je pilot Hans Mutke poskušal s strmoglavljanjem pomagati prijateljskemu letalu v težavah, pri tem pa dosegel hitrost preko 1100 km/h (Reuters 2001: 24).

V zadnjih dveh letih vojne so izdelali 1430 *Me 262*, ocenjujejo pa, da jih je le okoli 430 prišlo v operativne enote. Po vojni so zavezniki zaplenjena letala temeljito preizkušali, na Češkoslovaškem pa so jih še vrsto let izdelovali pod licenco (Jerin

Sliki 5.1.1.2.2 in 5.1.1.2.3: *Me 328* in *Me P.1101*



Vira: Internet 25 in Internet 26.

1988b: 108–109).

Messerschmitt je med vojno razvijal še nekaj drugih reaktivnih letal. *Me 328* je bil poskus izdelave parazitnega letala, ki bi bilo nameščeno na bombnikih, stavbah, ladjah in celo podmornicah. Projekt se je začel leta 1941 in do leta 1943 sta bila izdelana dva prototipa, ki naj bi ju kasneje opremili z dvema pulzirajoč–reaktivnima motorjema argus s 5,9 kN potiska. Ker je moralo biti letalo majhno in lahko, je bilo zgrajeno iz lesa, kar se je pokazalo za usodno, ko so na prototipa prvič namestili motorje. Oba prototipa sta razpadla in program je bil ukinjen, kljub temu, da so se v tovarni že pripravljali na serijsko izdelavo. Letalo je bilo oboroženo z dvema topovoma 20 mm, doseglo pa naj bi hitrosti okoli 600 km/h (Internet 2).

Sredi leta 1944 so pri Messerschmittu začeli snovati še bolj revolucionarno letalo od *Me 262*. *Me P. 1101* bi bil prvo reaktivno letalo na svetu, ki bi imelo spremenljivo geometrijo kril. Lovec oborožen z 4 topovi ali 4 raketami naj bi letel s hitrostjo 985 km/h, poganjal pa naj bi ga en sam heinklov motor. V začetku leta 1945 so začeli izdelovati prototip, ki pa je bil ob koncu vojne le okoli 80% dokončan (March, 2002: 156–157 in Internet 3).

### 5.1.1.3 Arado

V začetku leta 1941 so v Nemčiji začeli razmišljati o uporabi turbo–reakcijskih motorjev tudi v drugih tipih letal. Pri podjetju Arado so na svojo pest začeli snovati izvidniško reaktivno letalo, ki bi bilo sposobno leteti na velikih višinah s hitrostjo 780 km/h. Letalsko ministrstvo je podprlo projekt in konec leta sta bila pripravljena prva dva prototipa *Ar 234*, ki pa sta morala počakati na dobavo junkersovih motorjev. Prvi

Slika 5.1.1.3.1: *Ar 234*



Vir: Internet 27.

polet z reaktivnimi motorji je sledil šele 30. julija 1943, rezultati pa so pokazali, da gre za izvrstno letalo brez večjih razvojnih težav. Začeli so razvijati tudi bombniško verzijo pri kateri so opustili odvrgljivo podvozje na triciklu in raje namestili bolj konvencionalno uvlačljivo podvozje. Nesreča v oktobru 1943 je razvoj



zavlekla in bombniški prototip je poletel šele 10. marca 1944. Junija 1944 so prvi redki *Ar 234* začeli prihajati v operativne enote (Angelucci in Matricardi 1988: 192 in Mičić in Pavlović 2005b).

*Ar 234* ni bil veliko letalo, bil je približno enako velik kot predvojni lahki bombniki. Dva motorja s 8,8 kN potiska sta mu zagotavljala največjo hitrost 740 km/h. V bombniških nalogah je lahko nosil 1500 kg bomb na zunanjih nosilcih, pri čemer se mu je hitrost zmanjšala na 680 km/h. V primerjavi z *Me 262* je bil bolj konzervativne konstrukcije, ramenokrilnik z dvema podkrilnima motornima gondolama. Za skrajšanje vzleta so mu včasih pritrdili tudi dve vzletni raketi na trdo gorivo, za skrajšanje pristanka je imel tudi zaviralno padalo. Nekatere verzije so bile oborožene s po dvema 20 mm topovoma za obrambo (Batchelor in Lowe 2005: 270–271).

Arado je še nadaljeval razvoj *Ar 234* in preizkušal njegove zmogljivosti z večjim številom motorjev. Poskusi so bili obetavni in začeli so izdelovati tudi štirimotorno različico z bmwjemvimi motorji, ki so skupaj zagotavljali 31,4 kN potiska. Štirimotorni *Ar 234* so dosegli hitrost 870 km/h in so bili domala neulovljivi za vse zavezniške lovce, pojavili pa so se šele spomladi 1945. Skupaj so izdelali 210 dvomotornih in le 20 štirimotornih *Ar 234* (Batchelor in Lowe 2005: 270–271).

Arado kljub bližajočemu se koncu vojne ni prenehal z razvojem bombnikov na reaktivni pogon, ob kapitulaciji je že bil v izdelavi prototip s kombinacijo turbo–reaktivnih in raketnih motorjev s puščičastimi krili, na risalnih deskah pa še projekt velikega reaktivnega štirimotornega bombnika (Mičić in Pavlović 2005b).

#### 5.1.1.4 Fiesler

Fiesler je pozimi leta 1940 začel v praksi preizkušati brezpilotno letalo *Fi 103*, ki mu je Hitler kasneje oznako spremenil v *V1* (maščevalno orožje 1). *V1* po splošnem mnenju velja za raketo, v resnici pa je bil brezpilotno letalo z pulzirajoč–reaktivnim motorjem argus z 2,7 kN potiska. Sestavljeno je bilo zelo preprosto, iz žične

Slika 5.1.1.4.1: *V1* s pilotsko kabino



Vir: Internet 28.

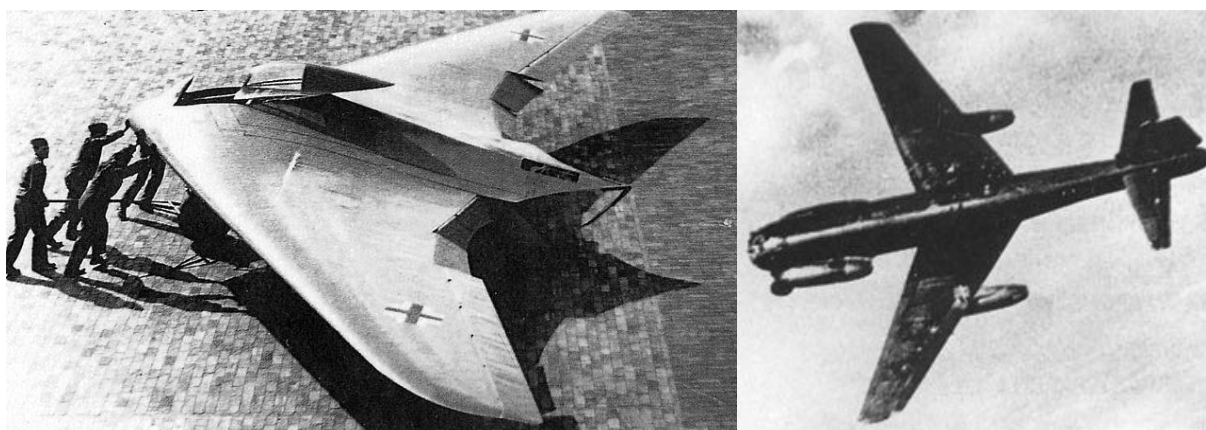
konstrukcije in lesenih kril, prvič je poletelo 24. decembra 1942. Dosegalo je hitrosti okoli 630 km/h, izstreljevali pa so ga iz letečih bombnikov ali posebnih ramp na zemlji. Vodenje je bilo enostavno, preprost giroskop je letalo držal v vodoravnem letu, motorček v nosu pa je računal prepotovano razdaljo in izklopil glavni motor, ko je bil nad ciljem. Letalo je nato strmoglavilo, v nosu pa je imelo 850 kg razstreliva. Med vojno so jih izdelali skoraj 31.000 (Batchelor in Lowe 2005: 280–281 in Kousbroek 1980: 130–131).

Spomladi 1944 je preizkusna pilotka Hanna Reitsch, ki je bila navzoča pri vseh testiranjih V1, predlagala Hitlerju, da bi V1 preizkusili tudi s piloti. Le-ta ni bil preveč navdušen, kljub temu pa so ustanovili posebno enoto, ki se je začela uriti v napadih. Ideja je bila, da piloti letalo usmerjajo do cilja, nato pa izskočijo s padalom. Ker V1 ni imel katapultnega sedeža je bilo to zelo težavno, tako da je enota kmalu dobila sloves samomorilcev. Izdelali so okoli 175 letal, ki pa so jih vsa zajeli Američani, preden bi jih Nemci lahko uporabili (Sitar 2004: 48).

#### **5.1.1.5 Druga nemška turbo–reaktivna letala**

Eno najbolj nenavadnih reaktivnih nemških letal druge svetovne vojne, je bilo leteče krilo bratov Horten *Ho 229*. Sredi leta 1943 je nemško ministrstvo razpisalo eksperimentalni projekt, ki je zahteval, da letalo pri hitrosti 1000 km/h poleti 1000 km daleč in odvrže 1000 kg bomb. Brata Horten sta se na razpis odzvala s projektom dvomotornega letečega krila, ki bi te zmogljivosti doseglo zaradi svojega nizkega zračnega upora. Letalo je bilo sestavljeno iz kovine in lesa, da bi pospešili njegov razvoj pa so si nekatere dele sposodili iz drugih letal. Marca 1944 je bil izdelan

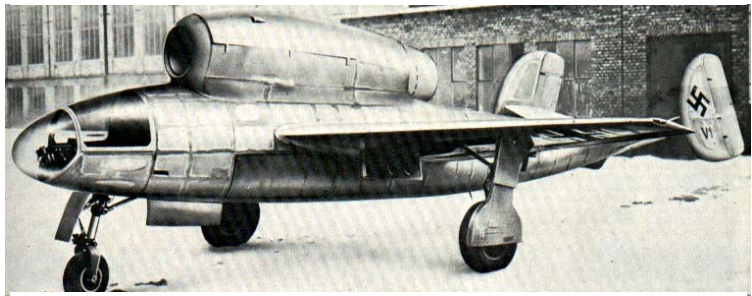
Sliki 5.1.1.5.1 in 5.1.1.5.2: *Ho 229* in *Ju 287*



Vira: Internet 29 in Internet 30.

jadralni prototip, drugi, že opremljen z dvema turbo-reaktivnima junkersovima motorjema, pa šele decembra. Po začetnih uspešnih preizkusih je drugemu prototipu februarja 1945 med tretjim poletom od-

Slika 5.1.1.5.3: Hs 132



Vir: Internet 31.

povedal motor in letalo se je razbilo. Marca 1945 so začeli graditi tretji prototip, ki naj bi že bil proizvodna verzija in je bil oborožen z dvema topovoma 30 mm. Maja je bil že skoraj dokončan, v gradnji pa so bili še štirje drugi, vendar so zavezniki prekinili razvoj (Internet 4).

Nenavaden projekt je bil tudi *Ju 287*, šestmotorni daljinski bombnik, ki so ga začeli snovati v začetku leta 1943. Težave z velikimi pristajalnimi hitrostmi reaktivnih letal so poskušali rešiti z negativnimi puščičastimi krili. Da bi zmanjšali razvojne stroške in sploh preizkusili zmogljivosti novih kril, je bil prvi prototip nekakšen letalski »frankenstein«, sestavljen iz petih različnih letal, podvozje so vzeli celo iz sestreljenih ameriških bombnikov. Sedemnajst uspešnih letih v letu 1944 je pokazalo velike potenciale zasnove in začeli so graditi prototip pravega letala, vendar se je vojna končala. Sovjeti so zajeli nedokončan prototip in ga kasneje dokončali, vendar do serijske proizvodnje ni prišlo. *Ju 287* naj bi dosegal hitrosti okoli 850 km/h, bombni tovor pa naj bi znašal okoli 4000 kg (Internet 5).

Obstajali so še prototipi *Hs 132*, ki je bil turbo-reaktivni strmoglavец, v katerem je pilot namesto sedel, ležal, vendar je bilo vseh šest prototipov zajetih, preden so jih lahko preizkusili v zraku (Internet 6).

## **5.1.2 Raketna letala**

### **5.1.2.1 Messerschmitt**

Inženirji, ki so se v letih po prvi svetovni vojni ukvarjali z jadralnimi letali, so kmalu začeli razmišljati tudi o morebitnih pogonih za njih. Ker so bili batni motorji težki in dragi, so na jadrlnih letalih poskušali druge pogone, med njimi se je za najbolj ustreznega ponujal raketni. Rakete je bilo dokaj preprosto namestiti na letalo in potem ko so dogorele, je lahko letalo brez težav naprej jadrало. Alexander Lippisch je že leta 1929 na jadrarno letalo vgradil raketni motor in izvedel prvi raketni letalski polet v zgodovini, ki pa se je končal z razbitim letalom. Posvetil se je predvsem

brezrepim letalom, ki so bila po njegovem mnenju najbolj primerna za raketne pogone. Leta 1937 so njegovi poskusi pritegnili zanimanje ministrstva za letalstvo in Lippischu so naročili naj v sodelovanju z jadralnim inštitutom in Heinklom naredi poskusno vojaško letalo. Vendar se je Heinkel takrat preveč ukvarjal s turbo–reaktivnim pogonom, tako da je Lippisch v začetku leta 1939 začel graditi prototip pri Messerschmittu. Helmuth Walter je takrat že izdeloval primerne raketne motorje in naslednje leto je poletel njegov prvi prototip, ki je kljub skromnemu potisku (2,9 kN) dosegel hitrost 500 km/h. Letalsko ministrstvo je menilo, da se splača nadaljevati razvoj in je naročilo razvoj dveh prototipov lovskega raketnega letala *Me 163* (Jerin 1988b: 101–104).

Poleti 1941 je bil izdelan prvi prototip novega raketnega lovca, ki so ga začeli preizkušati še brez motorja in v strmoglavih poletih je že dosegel hitrost 850 km/h. Julija so mu vgradili tudi novi waltherjev motor in med prvimi poleti je dosegel hitrost 915 km/h, kasneje pa celo 1004 km/h, pri čemer so let prekinili, ker so se bali, da letalo ne bo zdržalo tako visokih hitrosti. Ministrstvo je bilo navdušeno in decembra so naročili serijsko izdelavo letala. Celo leto 1942 so nato preizkušali 30 predserijskih *Me 163* in poskušali odpraviti njegove otroške bolezni. Največje težave je povzročal raketni motor, ki sta ga poganjala snov T (vodikov peroksid in oksikvinolin ali fosfat) in snov C (hidrazinov hidrat, metilni alkohol in voda), ki sta bili izredno eksplozivni. Tudi izboljšani motorji walther s 17 kN potiska, niso zmanjšali velikega števila nesreč, ko so motorji brez opozorila eksplodirali v zraku, na vzletni stezi ali v tovarnah. Za pilote so bile najbolj grozljive nesreče, ko se je letalo prevrnilo in sta snovi T in C začeli razžirati človeško meso. Leta 1943 so *Me 163* prišli na v preizkusne operativne enote, vendar je bilo urjenje zaradi zahtevnosti letala izredno počasno. *Me 163* so tako šele spomladi 1944 prišli v operativne enote (Jerin 1988b: 101–104 in Constant 1980: 137:138).

*Me 163* je bil majhno brezrepro letalo, dolgo manj kot 6 metrov. Raketni motor s 17 kN potiska, ki ga ni bilo mogoče

Slika 5.1.2.1.1: *Me 163*



Vir: Internet 32.

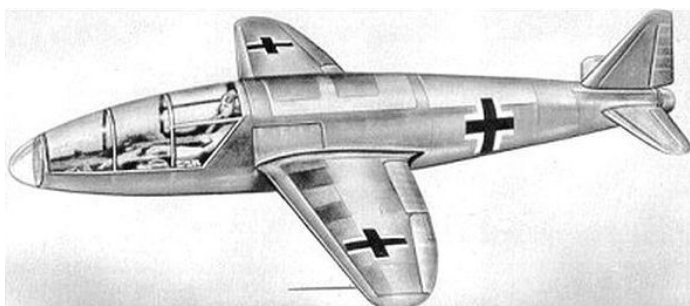
ustaviti, je imel goriva za največ sedem in pol minut poleta, potem pa je letalo jadralo do letališča. Vzletalo je z majhnega tricikla, ki ga je po vzletu odvrгло, pristalo pa je na majhni uvlačljivi smučki. Ta sistem je pilotom povzročal veliko preglavic, saj je imelo letalo visoke pristajalne hitrosti, smučka pa je bila težko obvladljiva. Serijski *Me 163* so dosegali hitrosti do 960 km/h, oboroženi so bili z dvema 30 mm topovoma, izdelali pa so jih okrog 360 (Batchelor in Lowe 2005: 280–281).

Leta 1944 so pri Messerschmittu že začeli snovati izboljšano verzijo, ki bi imela bolj zanesljive motorje, daljši dolet in boljše pristajalno podvozje. Izdelali so en leteči prototip *Me 263*, potem pa je bilo vojne konec (Jerin 1988b: 101–104).

### 5.1.2.2 Heinkel

Kljub Lippischevemu odhodu k Messerschmittu, je Heinkel vseeno dokončal in preizkusil prvo pravo raketno letalo. *He 176* je prvič vzletel 19. junija 1939, vendar predstavniki ministrstva za letalstvo nad poletom niso bili preveč navdušeni. Letalo je bilo izredno majhno, doseglo je hitrost 345 km/h, pričakovali pa so vsaj 750 km/h, najbrž zaradi walthorjevega motorja, ki je imel goriva za samo 40 sekund. Kljub temu, da je Heinkel že pripravil načrte za razvoj uporabnega vojaškega raketnega letala, ministrstvo ni pokazalo zanimanja, zato je Heinkel svojo pozornost raje namenil turbo–reaktivnim pogonom in raketni projekt je bil opuščen (Jerin 1988a: 119).

Slika 5.1.2.2.1: *He 176*



Vir: Internet 33.

### 5.1.2.3 Bachem

Ko so se leta 1944 bombniški napadi vse bolj stopnjevali so Nemci vse bolj obupano iskali učinkovito protiorožje. Erich Bachem je ponudil rešitev v obliki lesenega letala z raketnim motorjem, ki naj bi vzletalo iz posebnih vertikalnih stolpov. *Ba 349* je imel v nosu 24 nevodnih raket, ki naj bi jih izstrelil v jato bombnikov, nato pa bi pilot izskočil iz letala, ki naj bi se v več delih s padali spustilo na tla. Projekt je Luftwaffe podprla, ker je bilo letalo poceni (izdelati ga je bilo mogoče v 60 urah) in ni rabilo izkušenih pilotov ter letališč. Poleg glavnega raketnega motorja je imelo še štiri pomožne (ob vzletu skupaj okoli 60 kN potiska), ki naj bi zagotavljali največjo hitrost

blizu 1000 km/h. Novembra 1944 so začeli preizkuse z letalom brez motorja, decembra pa so ga prvič izstrelili s stolpa. Prvi polet z pilotom je sledil 28. februarja 1945, vendar je pilot med letom iz neznanega razloga padel v nezavest in letalo je strmoglavilo. Kljub temu se je začela serijska proizvodnja, do konca vojne so jih izdelali okoli 20 (Batchelor in Lowe 2005; 242–243 in Constant, 1980: 142).

Slika 5.1.2.3.1: Ba 349



## 5.2 Velika Britanija

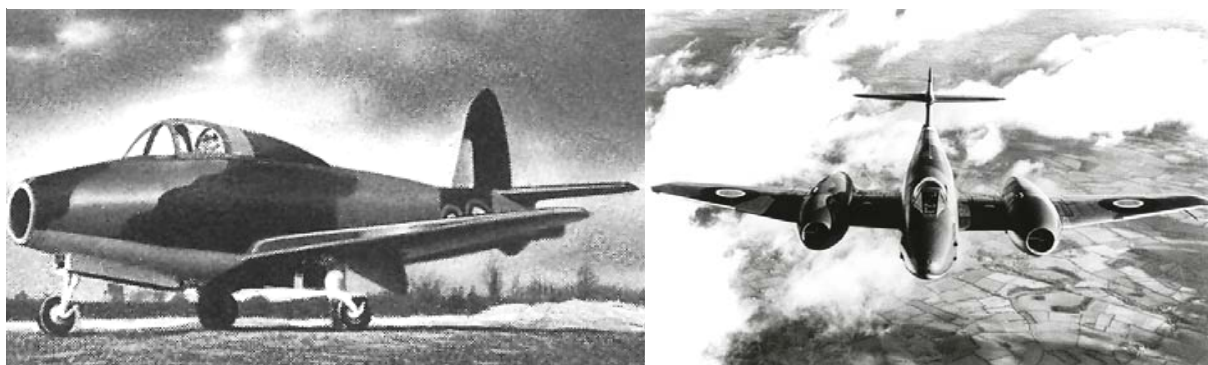
### 5.2.1 Gloster

Klub temu, da je Nemčija dominirala v razvoju reaktivnih letal konec tridesetih in v začetku štiridesetih let, so prvi turbo–reaktivni motor uspešno preizkusili v Veliki Britaniji. Britanski častnik Frank Whittle je že leta 1930 predložil patent za letalski turbo–reaktivni motor in ga poslal v oceno britanskemu letalstvu, ki ga je ocenilo kot neobetavnega. Whittle ni obupal in s pomočjo prijateljev je ustanovil podjetje Power Jets ter na lastno pest začel razvijati motor. S pomočjo bančnih posojil je Whittle 12. aprila 1937 kot prvi na svetu zagnal turbo–reaktivni motor, pet mesecev prej kot von Ohaim v Nemčiji. Zanimivo je, da nobeden od obeh znanstvenikov ni vedel za drugega, niti za njegovo delo. Kraljevo letalstvo je projekt končno začel zanimati in Power Jets so odobrili sredstva za nadaljnje raziskave. Ko je leta 1939 vzletel *He 178*, so v letalstvu pohiteli in izdali razpis za prvo britansko reaktivno letalo. Letalo je začel graditi *Gloster*, izdelavo motorjev pa so zaupali Roverju (Pavlović 2004a).

Vir: Internet 34.

Leta 1940 so tako začeli izdelovati dva prototipa *E.28/39*, ki sta bila končana v prvi polovici leta 1941. Majhno letalo ni bilo načrtovano za serijsko proizvodnjo, je pa že imelo nekatere značilnosti vojaških letal, kot recimo prostor za orožje. Prvi polet je opravilo 15. maja 1941 z Whittlovim motorjem, ki je razvijal 3,8 kN potiska. Proizvodnja roverjevih motorjev se je zavlekla in drugi prototip je poletel šele leta 1943 z motorjem s 7,6 kN potiska. V primerjavi z nemškimi so bili angleški motorji manjše razočaranje, *E.28/39* je na prvih poletih dosegal največjo hitrost samo 544 km/h, z novim Roverjevim pa malo bolj spodobnih 724 km/h. Motorji so bili

Sliki 5.2.1.1 in 5.2.1.2: E.28/29 in *meteor*



Vira: Internet 35 in Internet 36.

nezanesljivi in drugi prototip se je zaradi okvare razbil. Whittle je v svojih motorjih uporabljal centrifugalne kompresorje, ki so povečali težo motorju in zmanjševali njegovo moč. Ob koncu vojne so njegov dizajn praktično opustili in prevzeli nemškega z aksialnimi kompresorji. *E.28/39* je nadaljeval preizkuse še v letu 1944, že prej pa so pri Kraljevem letalstvu sprejeli odločitev, da pri *Glosterju* izdelajo operativni dvomotorni turbo–reaktivni lovec (Batchelor in Lowe 2005: 28–29 in Pavlovič 2004a).

Leta 1941 so pri Kraljevem letalstvu naročili izdelavo 12. prototipov *gloster meteor*. Kot pri nemških letalih, je tudi razvoj *meteorja* zavlekel razvoj motorjev. Whittlovo podjetje Power Jets je bilo premajhno, da bi mu Kraljevo letalstvo zaupalo razvoj turbo–reaktivnih motorjev in odločili so se, da se razvoj nadaljuje pri Roverju. Pri tem pa niso bili preveč zainteresirani za prevelika vlaganja v tvegano novo tehnologijo, tako da so pogodbo leta 1942 predali Rolls–Royceu, ki je že od leta 1939 sam poskušal razvijati podobne motorje. Na lastno stroške sta prve turbo–reaktivne motorje v Veliki Britaniji izdelovala še de Havilland in MetroVic. Prvi štirje prototipi *meteorja* so bili dokončani leta 1942, vendar s prešibkimi roverjevimi motorji z 4,4 kN potiska niso mogli vzleteti, tako da so v peti prototip vgradili de havillandove motorje in 5. marca 1943 se je *meteor* prvič odlepil od tal. Osmi prototip je bil opremljen že z povsem novimi rolls–roycovimi motorji, kljub temu pa so se pri serijski izdelavi prvih *meteorjev* odločili za izboljšane roverjeve motorje, ki jih je sicer zdaj izdeloval Rolls–Royce. Razvoj *meteorja* je bil v Kraljevem letalstvu vseskozi med stranskimi projekti, turbo–reaktivni motorji so bili preveč požrešni in niso zagotavljali dosega, ki so ga imeli batni lovci. Večino operacij so Britanci izvajali nad nemškimi ozemlji, kjer je bil ravno doseg letal ključnega pomena. Leta 1943 so začela prihajati obveščevalna poročila o novih nemških reaktivcih in *meteorje* so na vrat na nos sprejeli v

operativno uporabo. Izdelali so dvajset letal prve serije, ki so postali operativni v juliju 1944. Decembra so v uporabo prišli izboljšani *meteorji* z Rolls–Royceovimi motorji z 8,7 kN potiska, ki so že lahko dosegli hitrost 793 km/h, januarja 1945 pa je eden od prototipov s poskusnimi Rolls–Royceovimi motorji z 15,7 kN, dosegel hitrost 975 km/h. *Meteor* so nato po vojni še izboljševali, do leta 1954 pa so jih skupaj izdelali 3900, do konca druge svetovne vojne vsega 50 (Alijeski Ulčar, 2004: 21, Angelucci in Matricardi 1988: 120 in Pavlović 2004b).

V primerjavi z *Me 262* je bil *meteor* precej bolj konzervativno letalo, kar se je kazalo tudi pri njegovih sposobnostih. Batne lovce je prekašal pri končnih hitrostih, medtem ko se je vzpenjal počasneje, slabše pospeševal in bil tudi manj okreten. Pri *Glosterju* so se bali preveč eksperimentirati in so se odločil za kar se da klasično zasnovo, značilno za dvomotorna letala tistega časa. Reaktivne motorje so vgradili direktno v krila, kar je precej poslabšalo njegove lastnosti. Začetna specifikacije je zahtevala tudi šest topov 20 mm, kar so kasneje zmanjšali na štiri, po težavah z dostopom pa celo na dva, kasneje pa zopet povečali na štiri. Takšne spremembe so spreminjale težišče letala, ki je bilo zato uravnoteženo z balastom, nepotrebna mrtva teža pa je precej zmanjšala njegovo okretnost (Pavlović 2004b).

### 5.2.2 De Havilland

Pri De Havillandu so v letu 1940 začeli razmišljati o turbo–reaktivnem lovcu *vampire*, ki naj bi bil za razliko od *meteorja* enomotoren. Slab potisk in nezanesljivost sta bila glavna vzroka za odločitev Kraljevega letalstva, da morajo biti reaktivni lovci dvomotorni, pri de Havillandu pa so menili, da bo razvoj motorjev hitro odpravil te težave. V začetku leta 1941 so začeli s projektiranjem in sredi leta že prepričali kraljevo letalstvo, da je podprlo projekt. Leta 1942 so začeli graditi prvi prototip, ki je prvič poletel 20. septembra 1943, samo šest mesecev za *meteorjem*. Opremljen je bil z de havillandovim motorjem z 9,3 kN potiska in po prvih preizkusih z *meteorjem* se je pokazal kot precej boljše letalo. Do hitre serijske proizvodnje pa ni prišlo, tudi *vampire* je imel premajhen doseg, poleg tega pa je

Slika 5.3.2.1: *vampire*



Vir: Internet 37.



bil njegov motor še preveč nezanesljiv za dolge polete nad Nemčijo. De Havilland je imel v proizvodnji tudi veliko drugih tipov letal, ki so bili prioriteta Kraljevega letalstva in za *vampirea* preprosto ni bilo prostora. Proizvodnjo stisko so rešili šele maja 1944 in podpisali pogodbo za 120 serijskih letal. Zaradi bližajočega se konca vojne se Britancem ni preveč mudilo z uvajanjem novega letala, prvi serijski *vampirei* so bili izdelani maja 1945, v operativne enote pa so prišli šele leto kasneje. Kasneje so jih izdelali več kot 4300, zadnje pa so upokojili šele v sedemdesetih letih (Mičić 2005c).

*Vampire* je bil na prvi pogled zelo nenavadno letalo. Motor je bil nameščen za pilotom, zrak pa je dobival skozi odprtine v korenih kril. Kratek trup se je odsekano končal z izpuhom, dvojni rep pa je bil povezan s širokim višinskim stabilizatorjem. Takšna konstrukcija naj bi kar najbolj zmanjšala izgube potiska in naredila letalo izredno lahko. Nekateri deli so bili izdelani iz lesa, v majhnem trupu pa je še vedno bilo dovolj prostora za štiri topove 20 mm. Letalo je bilo lahko za upravljanje, nudilo je dober razgled iz kabine, decembra 1945 je postalo tudi prvo turbo–reaktivno letalo, ki je pristalo in vzletelo iz letalonosilke. Z izboljšanim motorjem s 13,7 kN so prvi serijski *vampirei* dosegli hitrost 870 km/h (Mičić 2005c).

### 5.3 Združene države Amerike

#### 5.3.1 Bell

V ZDA v nasprotju z Evropo ni bilo skoraj nobenega zanimanja za reaktivne motorje. To se je spremenilo v letu 1941, ko so se začeli oblaki vojne zgrinjati tudi nad ZDA in vedno glasnejše so postajale govorice o novih pogonih v Britaniji in Nemčiji. Pozoren je postal general Henry Arnold, ki je bil kmalu obveščen o britanskem projektu E28/39. Osebno si je ogledal polete prvega britanskega

Slika 5.3.1.1: P-59



Vir: Internet 38.

reaktivca in septembra je že bil podpisan prvi dogovor o izmenjavi tehnologij med Veliko Britanijo in ZDA (Pavlović 2004c).

V veliki tajnosti so začeli v ZDA izdelovati prvo reaktivno letalo, predvsem s pomočjo podatkov, ki so jim jih priskrbeli pri Glosterju, sredi 1942 je prišel na

pomoč celo Whittle. Za izdelavo je bil izbran Bell, ki je imel največ izkušenj z letali s potisnimi propelerji, projekt so poimenovali *XP-59*, delo pa je potekalo v takšni tajnosti, da v oddelkih drug za drugega niso vedeli kaj delajo. Med razvojem so naleteli na veliko težav, kljub temu, da so se odločili za dvomotorno zasnovo, so bili motorji veliko prešibki, veliko kompromisov so morali skleniti tudi zaradi pritiskov, da naj kar se da hitro dokončajo z delom, tako da so že februarja 1941 začeli izdelovati prve tri prototipe. Jeseni so bili gotovi in prvo ameriško reaktivno letalo je poletelo 1. oktobra 1942. Sposobnosti novega letala so bile veliko razočaranje, največja hitrost je bila skromnih 628 km/h, počasneje od najboljših batnih lovcev. Kljub temu so že pred prvim poletom naročili 13 predserijskih letal z boljšimi motorji z 7,3 kN potiska, ki so jih začeli preizkušati poleti 1943. Ta letala niso bila kaj boljša od prototipov, edina prednost je bila, da so lahko letela izredno visoko. Kljub temu, da je bil *P-59* slabši od večine batnih lovcev, so se odločili za serijsko izdelavo in izdelali 70 letal. Vsa so bila poslana v rezervne enote, ki so jih uporabljale za šolanje pilotov, iz uporabe so jih izločili že leta 1946. V skladu z dogovorom so Američani Britancem poslali en *P-59*, v zameno pa dobili prvega serijskega *meteorja*. Britanci pa so z *P-59* bolj malo leteli, saj so kmalu ugotovili, da je letalo veliko slabše od njihovih reaktivnih lovcev (Angelucci in Matricardi 1988: 280 in Pavlović 2004c).

Kljub neuspehu je *P-59* Američanom zagotovil potrebne izkušnje pri nadaljnji gradnji turbo–reaktivnih letal, konec koncev uspelo jim je zgraditi peto reaktivno letalo na svetu po vrsti, čeprav pet let prej še nikoli niso slišali za turbo–reaktivni pogon. *P-59* je bil veliko letalo, preveliko za svoje šibke motorje, ki so bili nameščeni v korene kril. Oborožen je bil s tremi strojnicami 12,7 mm in 37 mm topom, najhitrejša verzija pa je letela s hitrostjo 665 km/h (Angelucci in Matricardi 1988: 280).

Bell je sicer nato pripravil nov projekt turbo–reaktivnega letala, z močnimi motorji z 18 kN potiska, ki pa je še večje kot *P-59*. *XP-83* je prvič poletel 25. februarja 1945, vendar je bilo precej slabše od takrat primerljivih reaktivnih letal. Zgradili so še en prototip, nato pa so projekt preklicali, obe letali pa uporabili za najrazličnejše raziskave (Pavlović 2004c).

### **5.3.2 Lockheed**

Ko je v začetku leta 1943 začelo kazati, da *P-59* ne bo najbolj uporabno vojaško letalo, se je ameriška vlada obrnila še na druge proizvajalce, ki naj bi kar najhitreje izdelali nov projekt uporabnega turbo–reaktivnega letala. Lockheed je imel

takrat na voljo velike proizvodnje zmogljivosti in novo naročilo mu je prišlo zelo prav. V nekaj tednih so izdelali projekt enomotornega lovca z dokaj velikim trupom, kamor bi namestili britanski de havillandov motor, ker so menili, da so bili ameriški motorji takrat še preslabi. Potem, ko so ameriški vladi obljubili, da bodo prototip izdelali v šestih mesecih, je ta izdala

Slika 5.3.2.1: *P-80*



Vira: Internet 39 in Internet 40.

naročilo za tri prototipe in dvanajst predserijskih letal. Prvi prototip so dokončali v štirih mesecih in 9. januarja 1944 je prvič poletel *XP-80*. Kmalu je postalo jasno, da britanskih motorjev ne bo možno dobiti in letalo so v naglici predelali za ameriški motor general electric, ki je bil sicer močnejši (s 16,7 kN potiska), a tudi precej večji. To je za pet mesecev podaljšalo razvoj in prvi predserijski *P-80* so poleteli šele junija 1944. Preizkusi so pokazali izredne zmogljivosti in navdušeno ameriško letalstvo je pohitelo z izdelavo, tako da so marca 1945 s tekočih trakov začeli prihajati prvi serijski *P-80* (Jerin 1989: 90–92 in Mičić 2005a).

Prav hiter razvoj pa je nato preprečil uvedbo letala v operativne enote in onemogočil njegov nastop v drugi svetovni vojni. Američani so tako hiteli, da so nekatera letala že poslali na bojišča, tudi v Evropo, vendar zaradi napak nikoli niso dobila operativnega statusa. Samo v šestih mesecih je bilo 36 nesreč, umrlo pa je nekaj najboljših ameriških lovskih in preizkuševalnih pilotov. Ker se je vojna medtem že končala, je ameriška vlada zaustavila proizvodnjo in zahtevala od Lockheeda, da popravi vse napake. Proizvodnja se je nadaljevala šele po vojni, skupaj so izdelali 1731 *P/F-80* v različnih verzijah (Jerin 1989: 90–92 in Mičić 2005a).

Največja odlika *P-80* je bila njegova hitrost, to je bil tudi glavni razlog, da so ga tako hitro poskušali uvesti v operativne enote. Serijska letala so dosegla 898 km/h, nekoliko predelana verzija pa leta 1947 celo 1003 km/h. Kljub veliki hitrostim so Američani po vojni razočarano ugotovili, da je v primerjavi z zajetimi *Me 262* precej slabši. Letalo je bilo oboroženo s šestimi strojnimi 12,7 mm, imelo pa je tudi katapultni sedež (Jerin 1989: 90–92 in Mičić 2005a).

### 5.3.3 McDonnell

Ameriška mornarica je v skladu z vojnimi načrti, ki so predvidevali, da bo leta 1946 prišlo do invazije na japonsko otočje, leta 1943 izdala naročilo za reaktivno palubno letalo, ki bi prineslo dokončno premoč nad japonskimi letali. Zmagal je McDonnell in takoj začel z izdelavo dveh prototipov *FH-1*. Dobava novih motorjev je zamujala, mornarica pa je vse bolj pritiskala in prvi prototip je poletel 26. januarja 1945 s samo enim motorjem. Ko so končno prišli novi motorji, so bili veliko šibkejši kot so pričakovali, imeli so samo 7,1 kN potiska, kar ni bilo dovolj, da bi *FH-1* lahko vzletal s palube letalonosilk brez pomoči katapulta. Letalo je bilo drugače enostavno za upravljanje in izredno gibljivo na velikih višinah. Doseglo pa je skromnih 812 km/h, kar je bilo največje razočaranje. Bilo je razmeroma veliko, imelo pa je slabo vidljivost iz pilotske kabine, ki je drugače ključna pri zahtevnih pristankih na letalonosilkah. Prešibki motorji niso omogočali vzletov s palube pri polni obremenitvi, letalo je imelo za stalno oborožitev štiri stroj-

nice 12,7 mm. Kljub vsem pomanjkljivostim si je mornarica preveč želela imeti v oborožitvi reaktivno letalo in *FH-1* so izdelali v majhni seriji 62 letal, ki so postala operativna šele v letu 1948 (Jerin 1989: 95:96 in Mičič 2005b).

Slika 5.3.3.1: *P-80*

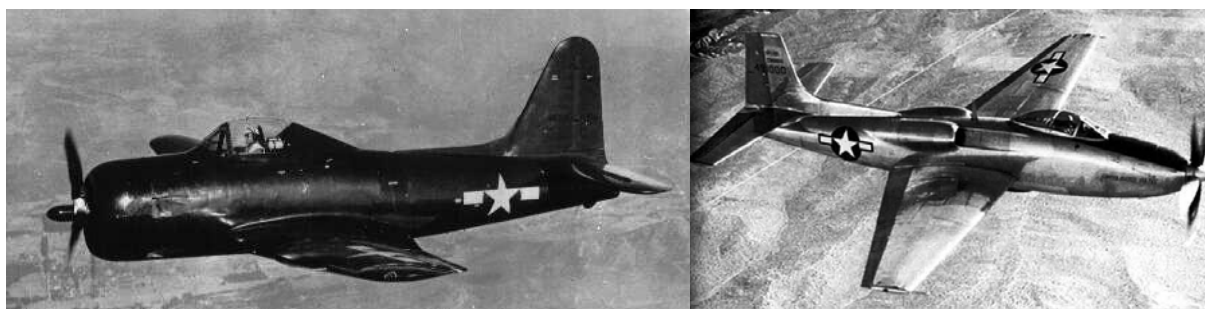


Vir: Internet 40.

### 5.3.4 Hibridna letala

Ameriška mornarica si je že pred *FH-1* obupno prizadevala, da bi reaktivna letala prišla v uporabo na letalonosilkah čim prej. (Mičič 2005b) Ko so prvi testi z *P-59* pokazali, da so reaktivni motorji še preslabi, da bi v bližnji prihodnosti omogočali vzletanje z letalonosilk, so se odločili za kompromis. Konec 1942 so izdali razpis za hibridni lovski bombnik, ki bi imel tako batni, kot tudi reaktivni motor. Na razpisu je bil izbran Ryan in februarja 1943 dobil naročilo za izgradnjo treh prototipov hibridnega palubnega letala, konec leta pa že naročilo za 100 serijskih letal. Ryanov *FR-1* je prvič poletel 25. junija 1944, sprva samo z batnim motorjem z 1425 KM, nekaj dni kasneje pa še z reaktivnim z 7,1 kN potiska. Zmogljivosti niso bile nič posebnega, kljub temu pa se je mornarica odločila, da letalo začne serijsko izdelovati. Ob koncu

Sliki 5.3.4.1 in 5.3.4.1: *FR-1* in *XP-81*



Vira: Internet 41 in Internet 42.

testiranj so se zaradi napak v izdelavi razbili vsi trije prototipi, vendar so jih hitro odpravili in januarja 1945 so letalo že začeli uvajati v uporabo. Maja so začeli preizkuse na letalonosilki in konec julija je bila prva bojna skupina pripravljena za odhod na bojišče. Konec vojne je to preprečil in takoj so odpovedali nadaljnjo serijsko izdelavo, ki se je ustavila pri 66 izdelanih letalih. Vse *FR-1* so umaknili iz enot in jih uporabljali samo še za preizkuse, ki so se zaključili leta 1947. Letalo se na prvi pogled ni veliko razlikovalo od ostalih ameriških mornariških letal, v nosu je imelo vgrajen velik zvezdasti motor, turbo–reaktivni pa je bil skrit v trupu za pilotom. Med letom je lahko uporabljalo oba motorja ali pa vsakega posamično. Največja hitrost je bila takrat že skromnih 686 km/h. Oborožen je bil z štirimi strojnici 12,7 mm, nosil pa je lahko tudi 1000 kg bomb (Internet 7).

Februarja 1944 je začelo hibridno letalo izdelovati tudi podjetje Consolidated Vultee, tokrat na željo ameriškega kopenskega letalstva. Težki bombniki, ki so delovali na Pacifiku, so za spremstvo potrebovali hitro lovsko letalo z dolgim dosegom, česar visoka poraba turbo–reaktivnih motorjev še ni omogočala. Za razliko od *FR-1* bi imel *XP-81* kombinacijo turbo–propelerskega motorja z 2300 KM in turbo–reaktivnega z 16,7 kN potiska. Ker prvega v začetku leta 1945 še ni bilo na voljo, so prvi testni polet 11. februarja opravili še z navadnim batnim motorjem. Tik pred koncem vojne je bilo dokončano prvo serijsko letalo, potem pa so pogodbo preklicali, ker potrebe po podobnih letalih ni bilo več. Drugi prototip *XP-81* je že imel turbo–propelerski motor, ki pa je bil veliko šibkejši kot so pričakovali, tako da je letalo, oboroženo z šestimi topovi 20 mm, doseglo največjo hitrost samo 811 km/h (Internet 8).

### 5.3.5 Program JB

Ameriško letalstvo je leta 1943 izdalo specifikacijo za leteče bombe, ki naj bi jih poganjali reaktivni motorji, z njimi pa bi napadali Japonsko ob načrtovani invaziji 1946. Najbližje naročilo je bil Northrop, ki je avgusta 1944 opravil prvi jadralni polet z letečim krilom *JB-1*. Po končanih preizkusih z pilotom, so naredili brezpilotno verzijo z dvema turbo–reaktivnima motorjema z 1,8 kN potiska in dvema 1000 kg težkima bojnim glavama. Prototip se je ob prvem poletu razbil, motorji pa niso bili dovolj zanesljivi, da bi opravičevali nadaljnji razvoj. Projekt *JB-1* so spremenili v *JB-10* in namesto reaktivnih uporabili en sam pulzirajoč–reaktiven motor s 4 kN potiska. Aprila 1945 je sledil prvi polet, vendar so se težave nadaljevale, od prvih desetih poletov sta samo dve leteči bombi prestali polet brez nesreč. Projekt so dokončno ustavili januarja 1946, po 24 izdelanih letalih, ki naj bi letela s hitrostjo okoli 700 km/h (Internet 9).

Slika 5.3.5.1: *JB-10*



Vir: Internet 43.

*JB-2* je bila ameriška kopija nemške *V1*, ki je strmoglavila v Angliji in ostala nepoškodovana. Motor so naredili pri Fordu, trup pa pri Republicu, razmišljali so tudi o verzijah s piloti, vendar se je izdelava preveč zavlekla in projekt so po nekaj izdelanih letalih prekinili (Sitar, 2004: 48 in Internet 9).

### 5.3.6 Raketno letalo

Pri Northropu so že od leta 1942 eksperimentirali z letečimi krili, kar jim je v letu 1943 prineslo naročilo tudi za tri prototipna raketna letala *XP-79*. Leta 1944 so začeli s testiranjem jadralnih prototipov, 5. julija pa so opravili prvi raketni polet z letalom v ZDA. Letalo je bilo relativno lahko, zaradi aerodinamičnega učinka ga je

Slika 5.3.5.1.: *XP-79*



Vir: Internet 44.

pilot nadzoroval iz ležečega položaja. Poganjala sta ga dva raketna motorja z 9 kN potiska, ki pa sta bila preveč nezanesljiva, tako da so prva dva prototipa nehali preizkušati, tretjega pa so predelali v turbo–reaktivno letalo z dvema motorjema s 5,1 kN potiska. Prvi polet, ki se je končal tragično, je sledil 12. septembra 1945. Letalu so odpovedale kontrole, preizkusni pilot pa je umrl. Projekt je bil odpovedan, *XP–79* pa je dosegel največjo hitrost 880 km/h (Internet 10).

## 5.4 Sovjetska zveza

### 5.4.1 Raketna letala

V Sovjetski zvezi so že od dvajsetih let naprej obstajale raziskave o naprednih letalskih pogonih, ki pa so jih zaznamovala različna osebna nesoglasja in stalna vmešavanja države. V tridesetih letih se je razvoj osredotočil predvsem na raketne pogone in sovjetski znanstveniki so opravili veliko poskusov z letali z raketnimi motorji. Razvoj so na kratko zaustavile Stalinove čistke, februarja 1940 je poletelo prvo sovjetsko raketno letalo *RP–318* (Gregurić 1998: 57). Uspešni preizkusi so pritegnili pozornost vojske in julija je naročila konstrukcijskemu biroju Bolohvitinova, da izdelava vojaško raketno letalo. Do poletja 1941 je bil idejni projekt zaključen, poskusni raketni lovec naj bi dosegal hitrosti nad 800 km/h, oborožen pa bi bil z dvema topovoma 20 mm. Po nemškem napadu je zanimanje za letalo hitro naraslo in Stalin je izdal ukaz, da mora biti prototip *BI* narejen v 35 dneh. Prvega septembra 1941 (40 dni po ukazu), so z *BI* začeli izvajati prve jadralne preizkuse. Izdelali so pet prototipov, ki pa so še čakali na raketne motorje. Oktobra so za kratek čas prekinili z delom, ker so zaradi nemške ofenzive morali premestiti celoten biro iz okolice Moskve proti vzhodu. Nekaj

zamude so povzročale še stalne eksplozije motorjev, 15. maja 1942 pa je končno sledil prvi polet bojnega raketnega letala. Testiranja so se počasi nadaljevala in začeli so izdelovati prvih 50 serijskih letal, ki so jih začeli preizkušati januarja 1943. S pro–

Slika 5.4.1.1: *BI*



Vir: Internet 45.

totipi so dosegli hitrost okoli 800 km/h, pričakovali so, da bodo kmalu prišli nad 900 km/h, vendar se je letalo pri sedmem poletu iz neznanega vzroka razbilo. Razvoj so nemudoma ustavili in prekinili serijsko proizvodnjo. Leta 1943 je sovjetska vojska že prehajala v ofenzivo in po takšnem letalu ni bilo več potrebe, saj je imelo goriva samo za dve minuti. Nekaj že izdelanih serijskih *Bl* so nato predelali in preizkušali do konca vojne, tudi z revolucionarnimi ram-jet motorji, vendar neuspešno. Raketna letala so po neuspehu *Bl* dobila precej nasprotnikov in večina nadaljnjih projektov ni prešla konstrukcijskih birojev (Gallaj 1976: 85 in Gregurić 1999: 51–55).

#### **5.4.2 Turbo–reaktivna letala**

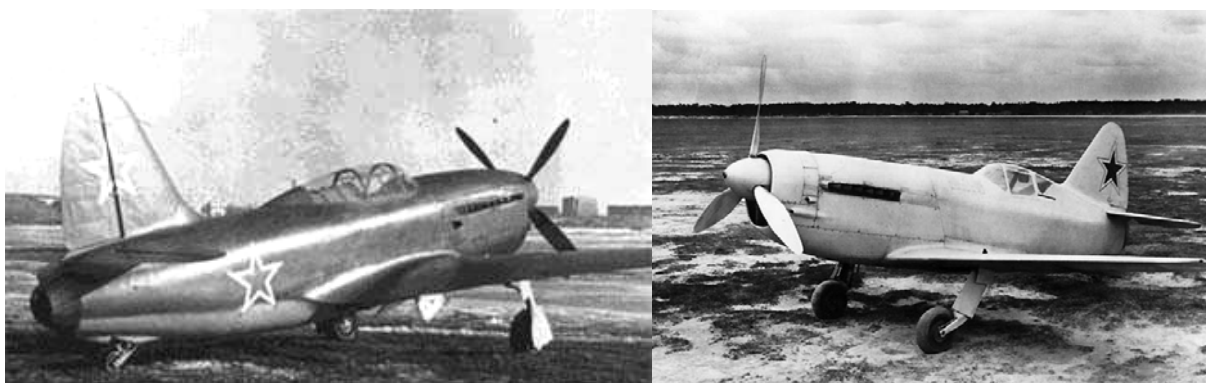
S turbo–reaktivnimi motorji se je konec tridesetih let v Sovjetski zvezi ukvarjal predvsem Arkhip Ljulka, ki je leta 1941 začel izdelovati prvi delujoči prototip. Izbruh vojne je njegovo delo prekinil, nadaljeval ga je šele konec leta 1942. Čez dve leti je izdelal svoj prvi motor, ki je imel 13 kN potiska in ko je februarja 1945 sovjetska vojska zaplenila prve primerke nemških turbo–reaktivnih motorjev, je Stalin nemudoma ukazal, da mora tudi Sovjetska zveza v najkrajšem možnem času izdelati turbo–reaktivno letalo. Ljulka je takoj ponudil svoj motor, vendar mu niso preveč zaupali in se raje odločili za preverjene nemške motorje. Štirje konstrukcijski biroji so se lotili dela in 12. aprila 1946 sta bila za prvi polet pripravljena *MiG–9* in *Jak–15*, avgusta *Su–11* in septembra še *La–150*, vse so poganjali nemški motorji. *MiG–9* in *Su–11* sta bili povsem novi letali, medtem ko sta bili drugi dve le predelani verziji batnih lovcev. *Su–11* je bil preveč podoben *Me 262* in je bil izločen iz tekme, *MiG–9* pa je postal prvo sovjetsko reaktivno letalo, vzletel je samo nekaj minut pred *Jak–15* (Gallaj 1976 in Internet 11).

#### **5.4.3 Ostala letala**

Ko so se leta 1944 sovjetska letala začela srečevati z nemškimi reaktivci, je Stalin nemudoma zahteval, da morajo tudi sovjetska letala dosegati podobne hitrosti. Ker uporabnih turbo–reaktivnih motorjev in letal ni bilo mogoče narediti v kratkem času, so se sovjetski konstruktorji odločali za kompromisne rešitve. Suhoj je batni motor kombiniral z raketnim, za osnovo pa vzel kar neuspešen prototip *Su–6*, ki je leta 1940 izgubil na razpisu za lovskega bombnika. Letalo so preimenovali v *Su–7*, vgradili batni motor z 1850 KM, v zadek pa vstavili raketo z 2,9 kN potiska. Letalo je doseglo samo 705 km/h, in ko je v začetku leta 1945 med letom eksplodiral raketni



Sliki 5.4.3.1 in 5.4.3.2: *Su-5* in *I-250*



Vira: Internet 46 in Internet 47.

motor, je bil projekt ustavljen. Suhoj ni odnehal in je vzporedno pripravljaj že nov projekt, tako da je aprila 1945 poletel prototip *Su-5*, ki je imel motorno–reaktivni pogon, batni motor z 1650 KM je poganjal reaktivni motor z 2,9 kN. Letalo oboroženo z topom 23 mm in dvema strojnicami 12,7 mm je dosegalo hitrost 810 km/h, vendar ni prišlo v serijsko izdelavo, ker je pred tem že poletel *I-250*, ki je bil nekaj boljši (Jerin 1989: 143 in Internet 12).

*I-250* je bil projekt biroja Mikojan–Gurjevič, ki je imel popolnoma enako zasnovo kot *Su-5*, vendar je poletel že marca 1945, oborožen z tremi 20 mm topovi, dosegel pa je tudi nekaj večjo hitrost 825 km/h. Maja 1945 so že zaključili s testnimi preizkusi, njegova nadaljnja usoda pa ni popolnoma znana. Nekateri viri trdijo, da je kot *MiG-13* doseglo operativno uporabo okoli 50 serijskih letal, drugi pa, da so izdelali le predserijo 10–20 letal, ki so jih uporabljali v testne namene (Jerin 1989: 107 in Internet 13).

## 5.5 Japonska

### 5.5.1 Raketno letalo

Japonska pred drugo svetovno vojno ni imela praktično nobenih izkušenj z reaktivnimi letalskimi pogoni in ko so med vojno ameriška letala začela vedno bolj prekašati japonska, so se Japonci po tehnično pomoč preprosto obrnili k nemškim zaveznikom (Grunden 2005: 124–125).

Prvo tako sodelovanje se je začelo konec leta 1943, ko so novi ameriški bombniki začeli ogrožati japonsko otočje. Nemci so jim pomagali z predserijskim *Me 163*, ki so ga marca 1943 razstavili in naložili na dve japonski podmornici. Obe podmornici so zavezniki potopili, rešil se je samo eden od inženirjev, ki je imel pri

sebi tudi nekaj tehničnih dokumentov. Nemci so kasneje poskušali poslati še en *Me 163*, vendar je bila tudi tretja podmornica uničena. Avgusta 1944 so Japonci kljub temu začeli graditi raketno letalo, največje težave pa so imeli z motorji. Po velikih težavah in naporih so marca 1945

Slika 5.4.3.3: *šusui*



Vir: Internet 48.

le začeli preizkušati prvo japonsko raketno letalo, *micubiši šusui*. Letalo je bilo nekaj manjše kot nemško, imelo je japonski motor, ki je razvijal 14,7 kN potiska in dva topova 30 mm. Najvišja hitrost naj bi bila 900 km/h, motor pa je imel goriva za pet minut delovanja. Letalo je prvič poletelo 7. julija, vendar mu je v zraku odpovedal motor. Kljub nesreči so nadaljevali s polety do konca vojne, skupaj so izdelali sedem letal. Načrtovali so veliko različnih verzij *šusui*a, med njimi tudi brezpilotno letečo bombo (Batchelor in Lowe 2005: 288:289 in Grunden 2005: 154–156).

### 5.5.2 Samomorilska reaktivna letala

Avgusta 1944, dva meseca preden so ustanovili prve enote kamikaz, so Japonci že začeli razvijati letalo, ki bi bilo namenjeno izrecno samomorilskim napadom. Oktobra so začeli preizkušati prvih 10 predserijskih letal *jokosuka ohka*, v katera so zaradi pomanjkanja drugih reaktivnih pogonov vgradili raketne motorje s 7,7 kN potiska. Majhno letalo je bilo zgrajeno iz najpreprostejših in cenениh materialov, v nosu pa je imelo 1200 kg težko bojno glavo. *Ohke* so namestili pod trupe srednjih bombnikov, ki naj bi jih odpeljale v bližino ameriških ladij, kjer bi zadnjih nekaj kilometrov jadrane, v primerni bližini pa vključile raketne motorje, ki bi letalo pognale do hitrosti blizu 1000 km/h in s katero bi se nato zaletete v ladje. Izdelali so okoli 750 letal osnovne verzije, ostale izpeljanke pa niso več prišle v serijsko proizvodnjo (Angelucci in Matricardi 1988: 380, Grunden 2005: 149–153 in Jerin 1987c:150–151).

*Ohka* ni bila edino samomorilsko letalo, s katerim so se ukvarjali Japonci. Nemci so jim poslali nekaj primerkov *V1*, ki so jih začeli samo izdelovati, vendar je Japonski takrat že primanjkovalo materialov in predvsem časa za njihovo proizvodnjo, zato so se odločili, da zapleten navigacijski sistem zamenjajo z živimi

piloti in pospešijo izdelavo. Težave z proizvodnjo motorjev so razvoj vseeno zavlekle in *kavaniši baika* je bila nared šele julija 1945 – prepozno, da bi posegla v boje (Grunden 2005: 153–154).

Še bolj radikalno je bilo raketno jadralno letalo bomba, *šinrju*, ki je bilo izredno majhno, poleg pilota je nosilo še 100 kg

bojno glavo, namenjeno pa je bilo uničevanju tankov med morebitnim ameriškim izkrcanjem. Prvi preizkus so izvedli tik pred koncem vojne, prototip se je med pristajanjem poškodoval (Grunden 2005: 153–154).

Slika 5.5.2.1: *ohka*

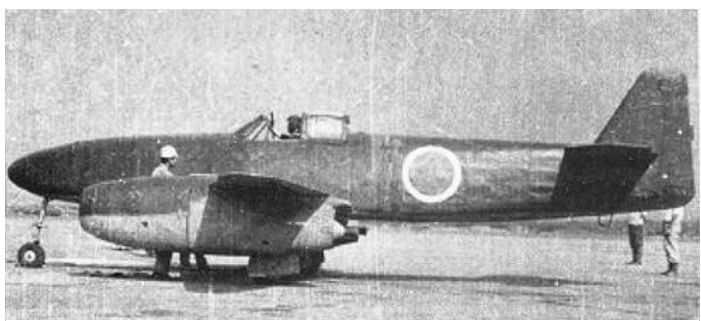


Vir: Internet 49.

### 5.5.3 Turbo–reaktivno letalo

Prve turbo–reaktivne motorje so na Japonskem začeli razvijati šele leta 1941, že leta 1943 pa so izdelali tri delujoče prototipe. Leta 1944 so dobili od Nemčije načrte za izdelavo bmwjevih in junkersovih turbo–reaktivnih motorjev, poleg njih pa še nekaj skic *Me 262*. Septembra 1944 so začeli z izdelavo dvomotornega turbo–reaktivnega lovca *nakadžima kika*, ki je bil izredno podoben *Me 262*, vendar samo na zunaj. Ker so bila japonska letališča vseskozi napadana s strani Američanov, so *kiko* prilagodili tudi na uporabo z zasilnih letališč, tako da je lahko vzletalo in pristajalo s pol manjšimi hitrostmi kot *Me 262*. Vzletno razdaljo so s pomočjo dveh raketnih motorjev skrajšali na vsega 350 m, letalo je bilo nekaj manjše, imelo je tudi zložljiva krila. Pogonjal sta ga dva motorja z 6 kN potiska, ki sta zagotavljala hitrost 712 km/h. Kasneje so mislili vgraditi še močnejše motorje, ki bi letalo pognali do 850 km/h, oboroženo pa bi bilo z tremi topovi, enim 30 mm in dvema 20 mm. *Kika* je prvič poletela 7. avgusta 1945, brez težav. Med drugim poletom, štiri dni kasneje, pa se je letalo poško-

Slika 5.5.3.1: *kika*



Vir: Internet 50.

dovalo zaradi nepravilno nameščenih vzletnih raket. Konec vojne je prekinil razvoj, izdelan je bil že drugi prototip, v izdelavi pa je bilo še 18 predserijskih letal (Angelucci in Matricardi 1988: 344 in Grunden 2005: 156–158).

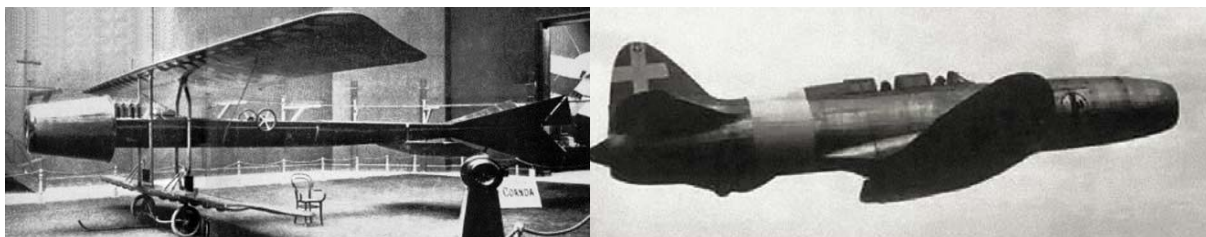
## 5.8 Ostale države

Ostale države si razvoja reaktivnih motorjev niso mogle privoščiti, kljub temu pa sta v vsaj še dveh državah pred koncem druge svetovne vojne poleteli dve letali z motorno–reaktivnim pogonom. Že leta 1910 je Romun Henri Coanda izdelal letalo, ki je imelo primitivni motorno–reaktivni pogon, batni motor z 50 kM je poganjal kompresor, ki je ustvarjal zračni curek z 2 kN potiska. Med prvim preizkusom 16. decembra je nepričakovano velika moč motorja presenečenega Coanda za kratek čas vzdignila v zrak, letalo je zagorelo in se raztreščilo, pilot pa jo je odnesel brez praske. Po nesreči Coanda ni nadaljeval s poizkusi (Internet 14).

V Italiji so motorno–reaktivni motorji začeli zanimati Seconda Campinija, ki je že leta 1931 predlagal italijanskemu vojnem letalstvu izgradnjo novega pogona. Tri leta kasneje so Campiniju naročili naj izdelata dva prototipa, prvi pa je bil zaradi visokih razvojnih stroškov in neprimernih batnih motorjev dokončan šele leta 1940. *Campini caproni* je prvič vzletel 27. avgusta 1940 in postal prvo italijansko reaktivno letalo. Njegov motor je bil preprost, batni motor je poganjal tristopenjski kompresor, turbine ni bilo, izgorevanje pa je potekalo zunaj motorja. Letalo je bilo oblikovano kot velik dvosed, zmogljivosti pa so bile slabe, motor z 750 KM je zagotavljal 7.9 kN potiska, kar je omogočilo največjo hitrost 375 km/h. Vojaško letalstvo ni bilo preveč navdušeno in letalo so uporabljali samo za testiranja, drugi prototip pa je poletel samo enkrat (Internet 15).

Ob koncu druge svetovne vojne so začeli prva reaktivna letala projektirati tudi

Sliki 5.6.1 in 5.6.2: *Coanda–1910* in *caproni*



Vira: Internet 51 in Internet 52.

na Švedskem, vendar so vsi prototipi poleteli šele po koncu vojne. (Internet 11)

## 6. UVAJANJE REAKTIVNIH LETAL V OPERATIVNE ENOTE

### 6.1 Turbo–reaktivna letala

#### 6.1.1 Messerschmitt Me 262

Avgusta 1944 so Nemci ustanovili prvo operativno enoto z *Me 262*, EKdo 262 (Erprobungskommando 262 – preizkusna enota 262), ki je imela sprva še napol preizkusni status. Po mesecu dni so enoto preimenovali v Kommando Nowotny z dvema eskadriljama s kakšnimi 20 letali. Poveljeval ji je eden najbolj izkušenih nemških pilotov Walter Nowotny. Na sploh so prve *Me 262* zaupali preverjenim letalcem, ki so znali najbolje oceniti njegove prednosti in slabosti. V majhnih skupinah so začeli vzletati v boje proti ameriškim štirimotornim bombnikom in izvajati izvidniške polete. Prvič se je reaktivno letalo preizkusilo v boju 25. julija 1944, ko je preizkusni *Me 262* naletel na britanski srednji bombnik (Internet 16). Takoj so se pokazale prednosti velikih hitrosti, piloti so se lahko brez skrbi izmikali zavezniškemu lovcu, letalo je bilo za slednje enostavno prehitro. Dodatna odlika uspešne konstrukcije je bila lastnost, da je *Me 262* lahko letel tudi s enim samim motorjem, hitrost pa se mu je ob normalnem delovanju preostalega motorja zmanjšala na približno toliko, kot so lahko leteli zavezniški lovci. Marsikateremu zavezniškemu pilotu je uspelo uničiti en motor in v primeru, da je ostal na preveliki razdalji, vseeno ni mogel dohiteti *Me 262* (Closterman 1973 in Jerin 1988b: 108–109).

Pokazale so se tudi prve slabosti velikih hitrosti, predvsem pri napadanju ameriških bombnikov. Ti so namreč leteli z hitrostmi okoli 350 km/h, *Me 262* pa okoli 500 km/h hitreje, kar je pilotom dajalo kvečjemu nekaj sekund za ciljanje, popravke in streljanje. Na njihovo srečo je bil že kratek rafal iz šestih topov največkrat dovolj, da so uničili tudi največji bombnik. Sprva so si nemški piloti poskušali podaljšati čas za merjenje s tem, da so hitrost upočasnili tik pred napadom, vendar se je to večinoma slabo končalo. Zavezniški spremljevalni lovci, ki so bili zmeraj v premoči, so čakali ravno na take napake, pa tudi strelci v bombnikih so tako imeli več časa za obrambo. Sčasoma so se nemški piloti privadili na hitro ciljanje, dogajale pa so se nesreče, ko so *Me 262* pri strmoglavljanju z veliko hitrostjo niso več mogli izmakniti bombniku, ki so ga napadali ali pa so jih poškodovali raztreščeni kosi uničenega bombnika. Največje težave so imeli z motorji, ki so se prehitro obrabljali, nesreče zaradi odpovedi pa so bile tako pogoste. Motorji so bili med vožnjo po tleh izredno muhasti,

pogosto so se pregrevali in rabili so veliko časa, da so se segreli. V kombinaciji z velikimi vzletnimi hitrostmi je bilo to še posebej neugodno, ker je bil odzivni čas *Me 262* pri napadih na letališča izredno dolg in veliko letal je bilo uničenih, ker jim ni uspelo pravočasno vzleteti (Closterman 1978 in Jerin 1988b: 108–109).

V prvih bojih so bil *Me 262* manjše razočaranje, Kommando Nowotny je izgubila 12 letal in osem pilotov, sestrelila pa le 16 zavezniških letal. Največ letal so izgubili zaradi navzkrižnega ognja iz ameriških bombnikov, ko so piloti *Me 262* upočasnjevali med merjenjem. Ko je 8. novembra padel še Nowotny so enoto razpustili in konec leta ustanovili nov, 7. polk (JG7), od katerega pa je v boje posegla samo ena skupina. Ta skupina je v zadnjih petih mesecih vojne sestrelila 120 zavezniških letal, čeprav je v njej letelo samo 43 pilotov. Istočasno so začeli organizirati tudi drugo operativno enoto z *Me 262*, pomanjkanje pilotov pa je Luftwaffe prisilo, da so začeli z lovci opremljati kar 54. bombniški polk (KG54). Pilote so na hitro prešolali, vendar je bil napredek zelo počasen, tako da so v boje posegli le majhni oddelki tega polka, pa še ti so v prvih dveh tednih izgubili 12 *Me 262*, ne da bi dosegli kakšne odmevne uspehe (Jerin 1988b: 108–109 in Internet 16).

Januarja 1945 je velik zagovornik *Me 262* in eden najboljših nemških pilotov, Adolf Galland, po dolgem pregovarjanju dobil proste roke pri organizaciji elitne bojne enote z reaktivci, JV44. V njo je povabil najboljše nemške pilote in poveljnike eskadrilj, ki so ostali brez letal. Konec marca so dosegli operativni status in JV44 se je z 50 piloti in 25 letali začela spuščati v boje. V zadnjem mesecu vojne so sestrelili 43 zavezniških letal (Jerin 1988b: 108–109).

Prvič so *Me 262* v večjem številu nastopili 18. marca, ko je 37 letal JG7 napadlo ameriško skupino 1221 bombnikov in 632 lovcev. Sestrelili so 12 bombnikov in enega lovca, izgubili pa tri letala. Marca so še večkrat leteli v večjih skupinah, ko so spremljali reaktivne bombnike *Ar 234* (Clostermann 1973).

Konec oktobra 1944 so začeli *Me 262* preizkušati kot nočnega lovca, nekaj letal so na hitro dopolnili z radarskimi napravami, poveljstvo pa zaupali Kurtu Welterju. V vlogi nočnega lovca je bil *Me 262* mogoče najbolj uspešen, vseh deset letal enote je bilo zadolženo za obrambo Berlina, samo njen poveljnik pa je z *Me 262* sestrelil 20 zavezniških letal. Decembra 1944 so deset letal predelali še za bližinsko izvidništvo in dosegali velike uspehe, ko so na nizkih višinah preletavali zavezniške položaje in jih slikali pri velikih hitrostih, zaradi katerih jih je bilo skoraj nemogoče sestreliti (Jerin 1988b: 108–109).

V zadnjih mesecih vojne so razmere postale že tako kritične, da je bilo v enotah v povprečju uporabnih samo po šest *Me 262* hkrati. (Jerin 1988b: 109) Zavezniško bombardiranje tovarn je pomenilo, da so bila letala, ki so prihajala v enote, vedno slabše kvalitete, vsako drugo sploh ni moglo vzleteti. Stalne patrolje nad letališči so onemogočale mirno vzletanje, zato ob koncu vojne niso bili redki dogodki, ko so se posamezni *Me 262* zaganjali v formacije po več sto bombnikov in več. Letališča so bila vseskozi bombardirana in vzletno–pristajalne steze tako slabe, da so se pristajalne noge podvozja lomile med pospeševanji in pristajanja, v nesrečah pa so piloti le redko odnesli celo kožo. Primanjkovalo je goriva in streliva, kljub temu, da so imele reaktivni lovci na koncu vojne prednost pri dobavi. V Luftwaffe takrat skoraj ni bilo več nobenega centralnega poveljstva in poveljniki enot so svoje lovce uporabljali po lastni volji, o sovražnikih pa so jih obveščale lokalne radarske postaje. Letala so skrivali v podzemeljskih zakamufliranih bunkerjih, ob znaku alarma pa so jih hitro postavili na stezo z močjo lastnega motorja. Takrat je bil *Me 262* najbolj ranljiv, saj se je moral odpeljati na začetek dolge vzletne steze zelo previdno, ker so se drugače pregreli motorji. V zadnjih mesecih vojne so *Me 262* oborožili še z nevedenimi raketami zrak–zrak, ki so bile izredno učinkovite proti velikim ciljem kot so bili ameriški bombniki, vendar v večjem številu v bojih niso nastopili (Clostermann 1973 in Walker, 2004).

Konec aprila 1945 je Galland poklical vse preživele *Me 262* na letališče JV44 in zbralo se je okoli 100 reaktivcev. Ko je bil 3. maja Galland ranjen, so skoraj vsi odleteli v Salzburg, kjer so se predali zaveznikom. Ocenjujejo, da so okoli 100 *Me 262* sestrelili zavezniki, še 100 pa jih je bilo izgubljeno zaradi raznih nesreč (Jerin 1988b: 108–109).

Ko so se prvi *Me 262* avgusta 1944 začeli pojavljati nad Nemčijo, je med zavezniki zavladala prava panika. Ameriški generali so že pripravljali načrte, da bi prekinili z dnevnimi bombardiranjem, če bi nemški reaktivci začeli napadati v večjem številu. Na njihovo srečo se to ni zgodilo, so pa *Me 262* postali zelo neprijetni, ko zavezniki niso imeli ustreznega sredstva, ki bi jih onemogočilo. Najhitrejši zavezniški lovci so bili za več kot 100 km/h počasnejši, protiletalsko topništvo je sestrelilo nekaj *Me 262* po goli sreči, medtem ko so se zavezniški terenski radarji vrteli prepočasi, da bi lahko odkrili hitro leteča nemška letala. (Clostermann, 1973 in Walker, 2004)

Kljub temu so zavezniki sprejeli nekaj ukrepov, ki so bili delno uspešni. Ameriškim spremljevalnim lovcem so naročili naj letijo visoko nad spremljevalnimi



bombniki in po napadu *Me 262* z ostrim strmoglavljanjem poskušajo nabrati hitrost in reaktivce presenetiti v kakšnem bolj počasnem zavoju. Tako jim je včasih le uspelo presenetiti kakšnega nepazljivega *Me 262*, taktika pa je bila izredno tvegana, saj ameriška letala niso bila narejena za tako velike hitrosti, v primeru, da so med strmoglavljanjem začeli streljati, so jim naraščajoče sile lahko razparale krila. Poskušali so z modifikacijami batnih motorjev, ki so jim z vbrizgavanjem nitrooksida za kratek čas povečali moč, vendar je bilo tudi to premalo. Američani so se kmalu odločili, da je najbolj zanesljiv način za zaustavljanje *Me 262* stalno bombardiranje in mitraljiranje letališč, z nekaj sreče so lahko reaktivce presenetili med vzletom (Clostermann, 1978 in Jerin 1988b: 108–109).

Britanski lovci na izpostavljenih letališčih fronte so za boj z *Me 262* razvili lastno taktiko, ki so jo poimenovali »podganji zakonik«. Na letališčih so imeli v stalni pripravljenosti par lovcev z ogretimi motorji in piloti na sedežih. V trenutku, ko je prišlo obvestilo o preletu ali napadu *Me 262* sta letali vzleteli in se z največjo hitrostjo usmerili proti znanemu oporišču reaktivnih lovcev. Z nekaj sreče sta se nad letališčem pojavila v trenutku, ko je *Me 262* pristajal in bil lahek plen. V enem tednu so na ta način sestrelili osem letal, potem pa so Nemci pripravili obrambo. *Me 262* so pristajali samo še v točno določenem, osem kilometrov dolgem koridorju, ki ga je varoval »drevored« 160 topov protiletalskega topništva. Sedaj so bili na slabšem zavezniki in samo ena enota je v tednu izgubila sedem letal, ki so poskušala napadati skozi ta drevored. Kljub temu so z podganjim zakonikom nadaljevali in sem in tja je kakšnemu pogumnemu pilotu z veliko sreče še uspelo sestreliti pristajajoči *Me 262* (Clostermann 1973 in Walker, 2004).

Zavezniki so prvega *Me 262* uničili 28. avgusta 1944, ko so ga ameriški lovci *P-47* zasačili med pristajanjem. Nemški pilot je v stiski zasilno pristal, njegovo letalo pa so potem uničili s strojničnimi rafali. Britanski spitfiri IX so sestrelili prvega *Me 262* v boju 5. oktobra 1944, 15. februarja 1945 pa so tudi Sovjeti sestrelili svojega edinega *Me 262*, ki ga je nad vzhodno Nemčijo uničil najuspešnejši sovjetski pilot Ivan Kožedub z lovцем *La-7* (Jerin 1987c: 101 in Internet 16).

### **6.1.2 Heinkel He 162**

Drugi nemški turbo-reaktivni lovec *He 162* je imel veliko manj pestro operativno zgodovino. Januarja 1945 so ustanovili preizkusno enoto EKdo 162, marca pa so z prvimi *He 162* začeli opremljati letalski polk JG1, ki je prej letel z

batnimi lovci *Fw 190*. Sredi aprila so se še med urjenjem začeli zapletati v prve boje. Uradno so v bojih sestrelili samo dve zavezniški letali, prvo šele 2. maja 1945, sami pa so jih izgubili 13, od tega 11 zaradi raznih nesreč, umrlo pa je tudi 10 pilotov. Ta majhna letala so delovala na improviziranih letališčih, kot so bili daljši avtocestni odseki. To je Nemcem omogočilo, da so kljub velikanski zavezniški zračni premoči nekako lahko urili svoje pilote. Prav šolanje pilotov v stalnih vojnih razmerah je bila največja težava prvih turbo–reaktivnih lovcev, trajalo je precej dlje kot bi v normalnih razmerah, zato ne preseneča, da so bili zavezniški piloti včasih prav začudeni, kako lahko so sestrelili kakšno reaktivno letalo. Najbrž je v njem sedel popolnoma neizkušen pilot na učnem poletu. *He 162* se je pokazal za precej bolj nezrelo letalo kot *Me 262*, predvsem izdelava je bila pogosto izredno površna in letalo je včasih preprosto razpadlo v zraku (Clostermann 1973 in Internet 17).

### **6.1.3 Arado Ar 234**

Jeseni 1944 so začeli v 76. bombniški polk (KG67) dostavljati prve *Ar 234* in decembra je enota že dobila operativen status. Za razliko od drugih nemških turbo–reaktivnih letal, je bil *Ar 234* veliko bolj preprosto letalo za upravljanje in šolanje je potekalo veliko hitreje. Kljub temu je zahtevalo precej znanja, saj je bil bombnik enosedeljnik in pilot je moral med bombniškimi misijami poleg upravljanja z letalom skrbeti še za merjenje in odmetavanje bomb, kar so deloma rešili z naprednimi avtomatski sistemi, tako da je imel *Ar 234* enega prvih sistemov za avtomatsko bombardiranje. Letala KG67 so v boje vzletala v majhnih skupinah, ne več, kot 20 letal naenkrat, bombardirala pa so lahko tako iz velikih višin, kot tudi iz strmoglavih napadov. Izgube zaradi sovražnih lovcev so bila majhne, tudi nesreč ni bilo veliko, največ letal je bilo izgubljenih zaradi protiletalskega topništva ali pa so jih uničili zavezniki na letališčih. Prvič so v bombnih misijah nastopila konec decembra 1944, v podporo nemški ofenzivi v Ardenih, v največjem številu pa so se nad fronto pojavila marca 1945 med bombardiranjem mosta pri Remagenu. Od konca marca naprej so zaradi pomanjkanja goriva *Ar 234* le redko letela, zadnje misije pa so opravila v zadnjih dneh vojne med sovjetskim napadom na Berlin (Mičić in Pavlović 2005b in Internet 18).

Še bolj kot v bombniških misijah so se *Ar 234* izkazala v izvidniških. Po izkrcanju v Normandiji junija 1944, so zavezniki prestregli skoraj vsa nemška izvidniška letala na območju, tako da poveljstvo vojske ni imelo jasne slike o obsegu

zavezniške ofenzive. Na hitro so za nalogo predelali peti prototip *Ar 234*, ki je 6. avgusta 1944 odletel na svojo prvo bojno misijo. Polet je minil brez težav in Nemci so prvič dobili jasno sliko o obsegu, zavezniškega izkrcaja, čeprav to ni imelo nobenega vpliva na izid bojev. Do konca vojne so *Ar 234* nato opravljali izvidniške misije in bili zaradi svoje hitrosti praktično imuni na zavezniško obrambo (Mičić in Pavlović 2005b in Internet 18).

Zavezniki so se prvič srečali z *Ar 234* šele 21. novembra 1945, ko je par lovcev *P-51* preletelo neznano reaktivno letalo, ki ga nista mogla dohiteti. Preleti *Ar 234* so bili prereditki, da bi zavezniki zaradi njih pripravljali kakšne posebne ukrepe (Mičić in Pavlović 2005b).

#### **6.1.4 Meteor**

V Britaniji so prva turbo–reaktivna letala prišla v uporabo ob podobnem času kot v Nemčiji, vendar s precej manjšim uspehom. Ko so se začeli množični napadi nemških *V1*, so sedem prvih *gloster meteorjev* namenili za obrambo proti njim. Julija 1944 so letala postala operativna v 616. skupini kraljevega letalstva, svojo prvo *V1* so sestrelili 4. avgusta. Do konca meseca so skupaj sestrelili 13 *V1*, potem so se napadi prenehali. Letala so kljub temu ostala v Britaniji, kjer so jih še naprej uporabljali v propagandne namene. Piloti so se nad *meteorji* precej pritoževali, letalo je bilo okorno, vidljivost iz kabine pa slaba (Pavlović 2004b in Internet 19).

Enoto so nato z nekaj precej izboljšanimi *meteorji* januarja 1945 prvič poslali na bojišče v Evropo, kjer so leteli v okviru 2. taktičnega letalstva. Nova verzija letala je bila med piloti veliko bolj priljubljena in je bila v marsičem boljša od najboljših zavezniških batnih lovcev. Vendar je poveljstvo pilotom prepovedalo, da bi preletavali frontne linije, v strahu, da letalo ne bi prišlo v roke Nemcem. Glede na to, da je bilo takrat že znano, da je *Me 262* veliko boljše letalo, je bil to med piloti precej nerazumljen ukaz. Vseskozi je bila njihova največja želja, da bi se lahko iz oči v oči srečali z zloglasnim nemškim reaktivnim lovцем. *Meteorji* 616. skupine so tako do konca vojne napadali predvsem nemške položaje na tleh, pri čemer se niso niti enkrat zapletli v zračne boje. Nekaj letal so izgubili zaradi nesreč, še največjo nevarnost pa so za njih predstavljali domači protiletalski topničarji, ki so *meteorje* zamenjavali za nemške reaktivce, vendar nobenega niso zadeli. Tako je 616. skupina dokaj mirno dočkala konec druge svetovne vojne (Pavlović 2004b in Internet 19).

### 6.1.5 Me 163

Uvajanje raketnih *Me 163* v operativno uporabo je potekalo veliko počasneje kot pa uvajanje turbo–reaktivnih letalih. Preizkuševalno enoto EKdo 16 so ustanovili že v začetku leta 1943, vendar so stalne eksplozije motorjev in druge nesreče zavlačevale njihovo bojno prestavitev. Največje težave so imeli z pristanki, pristajalna smučka je omogočala samo en poskus, pa še ta je potekala pri zelo visoki hitrosti 210 km/h. Avgusta so začeli s šolanjem prvih 30 izbranih pilotov Luftwaffe, šele spomladi 1944 pa so ustanovili prvo pravo operativno enoto, 400. lovski polk (JG400). V načrtu je bilo, da se enote z *Me 163* razporedi v bližino potencialnih ciljev ameriških bombnikov, da bi kar najbolj izkoristili njihovo majhno zalogo goriva. Julija so se začeli prvi bojni poleti z *Me 163* iz EKdo 16, avgusta pa še z JG400. Piloti so vzletavali v pari, vendar nikoli več kot 10 letal hkrati, napadali pa so predvsem bombnike. V treh minutah so dosegli višino na kateri so leteli bombniki, preleteli njihovo formacijo od spodaj, se obrnili in še enkrat strmoglavili skozi njo proti zemlji. Potem je letalom že začelo zmanjkovati goriva in poleteti so morala proti domu. Običajno jim je goriva zmanjkalo že pred pristankom in zadnji del poti so morali odjadrat (Jerin 1988b: 104 in Internet 20).

Že po prvih bojih se je izkazalo, da *Me 163* ne more opravljati naloge, ki so mu jo zadali. JG400 je v vsem svojem operativnem obdobju sestrelila devet letal, izgubila pa jih je dvanajst. O uspehi EKdo 16 je manj podatkov, pripisujejo ji 12 sestreljenih zavezniških letal, pri čemer ni jasno, kolikšne so bile njihove izgube. *Me 163* je skozi jate bombnikov letel s hitrostjo okoli 950 km/h, kar je pomenilo, da je imel pilot samo tri sekunde časa za napad, poleg tega pa so 30 mm topovi streljali relativno počasi, pogosto so se tudi zaskočili. *Me 163*, ki so s praznimi tanki jadrali proti domačemu letališču so bili med drugim idealen plen za zavezniške lovce. Oborožitev so poskušali kar na letališčih izboljšati z raketami in navpično postavljenimi topovi, vendar so le redka predelana letala sodelovala v bojih. Proti koncu vojne so enote z *Me 163* krčili, serijsko proizvodnjo letal pa so ustavili že februarja 1945. Aprila, ko je že močno primanjkovalo posebnega raketnega goriva, je le na vsakih nekaj dni vzletel osamljeni *Me 163*, nato pa so se poleti popolnoma ustavili. Le redki nemški piloti so z *Me 163* poleteli več kot petnajstkrat (Jerin 1988b: 104c in Walker, 2004).

Zaveznike so prvi napadi *Me 163* neprijetno presenetili, vendar so hitro ugotovili, da letalo ne predstavlja podobne grožnje kot *Me 262*. Vztrajno so napadali

letališča in oteževali polete, lovci pa so kmalu ugotovili, da imajo letala le omejeno zalogo goriva in so jih poskušali zaplesti v boje, da bi jim čimprej zmanjkalo goriva (Jerin 1988b: 104).

### **6.1.6 V1**

Več uspeha so imeli Nemci s svojim brezpilotnim letalom V1, ki je poleti 1944 teroriziralo predvsem prebivalce Londona. Prva vzletišča za V1 so začeli graditi že decembra 1943, zavezniki pa so jih že od samega začetka močno bombardirali. Prvi V1 je poletel proti Londonu 13. junija 1944, sledil je nekajdnevni premor, potem pa so V1 napadali vse pogosteje. Močnejši napadi na London so se prenehali 2. septembra, ko so zavezniške enote zavzele izstrelitvene rampe na kontinentu. Nemci so nato letala začela pošiljati proti evropskim mestom, del pa so jih izstrelili proti Angliji izpod trehuhov bombnikov, vendar so bile te veliko bolj nenatančne (Jerin 1987c: 74–77 in Radaković, 2005).

Britanska obveščevalna služba je za obstoj V1 izvedela že pred začetkom napadov, kar je dalo Kraljevemu letalstvu in vojski dovolj časa, da se pripravita na napade. Za prestrežanje V1 so zbrali najhitrejše lovce, med njimi mnoge prototipe in predserijska letala. Prestrežanje je bilo za pilote precej nevarno, če so zadeli bojno glavo je ta velikokrat eksplodirala in zaradi svoje moči poškodovala tudi napadajoče letalo. Piloti so zato veliko V1 raje uničili na bolj nekonvencionalen način, približali so se jim vzporedno, nato pa so jo s koncem krila prevrnili, včasih pa je bil dovolj že zračni tok propelerja. Girokop v V1 se ni mogel dovolj hitro odzvati in bomba je strmoglavila ter eksplodirala v morju ali na podeželju. Uspešna je bila tudi obramba s protiletalskimi topovi, ker so V1 prihajali iz vedno istih smeri (Jerin 1987c: 74–77 in Radaković, 2005).

Nemci so poleti 1944 iz Francije izstrelili okoli 10.000 V1 (še 1100 so jih do januarja izstrelili iz bombnikov), od tega jih je 2.419 doseglo London in zahtevalo 6.184 žrtev. Lovci so sestrelili 1900 brezpilotnih letal, najuspešnejši med njimi jih je sestrelil kar 59, medtem ko jih je protiletalska obramba sestrelila 1560, še 278 pa se jih je ujelo v zapore baražnih balonov (Jerin 1987c: 74–77 in Radaković, 2005).

Kljub temu, da so napadi V1 trajali relativno kratki čas in niso porušili Britanije na način kot si je zamislil Hitler, so imeli vseeno dokaj velik učinek. Kraljevo letalstvo je vložilo velike napore v obrambo pred V1, ostro brnenje pulzirajoč–reaktivnega motorja pa je še dolgo odmevalo v glavah Londončanov, ki so bili skoraj tri mesece

dan in noč tarča napadov. Kraljevo letalstvo je za obrambo pred V1 opravilo skoraj 45.000 poletov in izgubilo 351 letal z 2.233 člani posadk (Jerin 1987c: 74–77 in Radaković, 2005).

### **6.1.7 Ohka**

Na japonskem so do marca 1945 že izšolali dovolj pilotov, ki so bili pripravljene poleteti z samomorilnimi raketnimi letali *ohka*. Ustanovili so 721. letalski polk, kjer so predelali dovolj srednjih bombnikov, da so lahko nosili pritlikava letala in 21. marca so odleteli na prvi bojni polet proti ameriškemu ladjevju, ki se je zbiralo pred Okinavo. Osemnajst bombnikov je imelo pod trupi 16 *ohk*, spremljalo pa jih je trideset lovcev. Že 100 kilometrov pred ciljem pa jih je prestreglo 50 ameriških lovcev, bombniki so v paniki odvrkli mala letala, kljub temu pa so Američani sestrelili skoraj vsa letala. V bazo so se vrnili le štirje lovci (Grunden 2005: 152–153).

Kljub neuspehu Japonci niso odnehali in 1. aprila je sledil prvi uspešen napad, štiri *ohke* so zadele bojno ladjo in tri transportne ladje. Med bitko pri Okinavi je sledilo še več napadov raketnih letal, vendar so bili uspehi dokaj slabi, potopila so en rušilec in poškodovala več drugih ladij. Na splošno je bil učinek *ohke* veliko slabši od pričakovanega, letalo se je izkazalo za izredno slabo vodljivo in piloti so velikokrat zgrešili tarče. Pogosto je zatajila tudi bojna glava, v nekaterih primerih so *ohke* zaradi visokih hitrosti prebile celoten letalski trup in neeksplodirane padle v morje. Tudi dolet je bil manjši od pričakovanega, samo okoli 10 kilometrov, namesto pričakovanih 80. Po teh slabih rezultatih je morala med japonskimi piloti močno padla in s poletih se prenehali. Ocenjujejo, da so Japonci uporabili okoli 150 *ohk*, od tega jih je okoli 30 % zadelo cilj (Clostermann 1978: 181 in Grunden 2005: 152–153).

## 7. ZAKLJUČEK IN VERIFIKACIJA HIPOTEZE

Od trideset modelov reaktivnih letal, ki so prvič poletela pred in med drugo svetovno vojno, jih je v operativno uporabo prišlo le sedem. Ostala so se pojavila prepozno ali pa niso bila primerna za bojno uporabo. Kljub temu, da jih je bilo skupaj izdelanih čez 3.500 (še 31.000 je bilo letečih bomb *V1*), je to le kaplja v morje v primerjavi s skoraj 800.000 izdelanimi letali v šestih letih vojne.

Dejstvo je, da so le v Nemčiji reaktivna letala stopila v resno vojaško uporabo, pa še to takrat, ko je bilo nemško letalstvo poraženo in zavezniška premoč velikanska. Tega ni mogel odtehtati niti pogum nemških pilotov, ki so v majhnem številu napadali zavezniške jate s po več sto letali. Razpad Luftwaffe maja 1944 ni več omogočal organiziranega odpora, tako da so posamezne reaktivne enote morale delovati na svojo pest. Oskrba je bila vseskozi motena, pilotski kader neizkušen in kakovost izdelanih letal vprašljiva. Nemčija je bila vseskozi bombardirana, uvajanje novega operativnega letala pa zahtevno delo, ki v zadnjem letu vojne enostavno ni več moglo potekati nemoteno. Kakšne so bile razmere v Nemčiji mogoče najbolj pojasni podatek, da je od več kot 1400 izdelanih *Me 262* mogoče le vsak tretji prišel v operativne enote. Ob koncu vojne so zavezniki zajeli velikansko število reaktivnih letal, ki so čakala, da postanejo operativna, vendar na voljo ni bilo niti pilotov niti goriva. Kljub temu so se redka nemška turbo–reaktivna letala dokazala v bojih kot učinkovita in vprašanje je kaj bi bilo, če bi se pojavila kakšno leto prej. To vsekakor ne velja za raketnega *Me 163*, ki je bil preveč nezrelo letalo in praktično neuporaben v operativni vlogi.

Na drugi strani so se zavezniška reaktivna letala pojavila v operativni uporabi takrat, ko je bil izid vojne praktično že znan, njen konec pa le še vprašanje časa. Zavezniki so imeli na svoji strani učinkovit vojni stroj, ki je preverjeno deloval, nepotrebno uvajanje novih radikalnih tipov letal bi povzročalo samo neprijetne motnje v sistemu. Reaktivna letala so bila vseskozi nekako na stranskem tiru, res pa je, da v nekaterih zavezniških državah reaktivnih tehnologij niso imeli dovolj hitro na voljo.

Kar se tiče razvoja so se v večini držav soočali z enakimi problemi. Največ zamud so povzročali motorji, ki so bili vseskozi prešibki, nezanesljivi in celo nevarni. Reaktivni motorji med drugo svetovno vojno zagotovo še niso bili dozoreli pogonski sistem in so botrovali največ nesrečam, ki so običajno podaljšale razvoj. V Nemčiji

svoje velike prednosti, ki so jo imeli na začetku niso znali preveč dobro unovčiti. Dokler se je vojna odvijala po njihovih željah, so bila reaktivna letala le zanimiva tehnologija in ko se je vojna sreča obrnila je bilo že prepozno. V vseh državah se je izkazalo, da je prehiter razvoj povzročal veliko težav, ki so kasneje povzročale še večje zamude, kot bi mogoče bolj premišljeno načrtovanje. Najlepši primer so bili Američani, ki med vojno niso naredili niti enega uspešnega reaktivca, kljub temu, da so jih razvijali največ za Nemci. Britanci so si na drugi strani vzeli veliko časa, kar je njihova letala naredilo uspešna, vendar šele po drugi svetovni vojni. V Sovjetski zvezi in na Japonskem so se z reaktivno tehnologijo srečali veliko prepozno in kljub temu, da so uspeli izdelati nekaj prototipov, v drugi svetovni vojni niso mogli računati z reaktivnimi letali. Predvsem Japonci so presenetljivo hitro izdelali cel kup dokaj dobrih letal.

V vseh državah se je pri uvajanju reaktivnih letal pokazal kot velik problem tehnološki preskok. V operativnih enotah je urjenje, ocenjevanje in preizkušanje trajalo veliko dlje kot pri batnih lovcih. Najdlje je trajalo pri raketnem *Me 163*, prve enote so z njimi posegle v boje šele tri leta po prvem poletu.

Reaktivna letala so se pojavila v premajhnem številu, prepozno in so bila preveč nedodelana, da bi pomembneje vplivala na razvoj druge svetovne vojne, tako da se je zastavljena hipoteza v celoti potrdila.



## VIRI

### *Pisni viri*

- Alijeski Ulčar, Jaka (2004): Sto let letalstva 11. *Delo* 24. 3., 21.
- Angelucci, Enzo in Paolo Matricardi (1988): *Complete Book of World War II Combat Aircraft*. New York: Military Press.
- Anić, Nikola (1980): Totalni rat. Miroslav Kutanjac (ur.): *Drugi svjetski rat 1*, 8–11. Zagreb, Ljubljana, Beograd: Mladost, Mladinska knjiga, Narodna knjiga.
- Batchelor, John in Malcolm Lowe (2005): *The Complete Encyclopedia of Flight 1939–1945*. New Jersey: Chartwell Books.
- Constant, G. (1980): Sva »čuda«. Miroslav Kutanjac (ur.): *Drugi svjetski rat 3*, 137–142. Zagreb, Ljubljana, Beograd: Mladost, Mladinska knjiga, Narodna knjiga.
- Gallaj, Mark (1976): *Čez nevidne ovire*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Gregurić, Boris (1998): Sovjetski raketni zrakoplovi I. dio, *Hrvatski vojnik* 42, 48–57.
- Gregurić, Boris (1999): Sovjetski raketni zrakoplovi II. dio, *Hrvatski vojnik* 43, 46–59.
- Grunden, Walter (2005): *Secret Weapons and World War II: Japan in the Shadow of Big Science*. Lawrence: University Press Kansas.
- Hartog, L. J. (1980): Bombardiranje lecima. Miroslav Katunjac (ur.): *Drugi svjetski rat 1*, 64–68. Zagreb, Ljubljana, Beograd: Mladost, Mladinska knjiga, Narodna knjiga.
- Iddekinge, P. R. A. (1980): Zrakoplovstvo ne odlučuje. Miroslav Katunjac (ur.): *Drugi svjetski rat 2*, 196–198. Zagreb, Ljubljana, Beograd: Mladost, Mladinska knjiga, Narodna knjiga.
- Janić, Ćedomir (1987): Operacija Kazenska sodba. Zoran Jerin (ur.): *Bojevniki neba*, 110–113. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Jerin, Zoran (1987a): *Bojevniki neba*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Jerin, Zoran (1987b): *Krila vojne*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Jerin, Zoran (1987c): *Pekel iz zraka*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Jerin, Zoran (1988a): *Lovci razdalj*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

- Jerin, Zoran (1988b): *Črne ptice*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Jerin, Zoran (1989): *Sodobni ikari*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Kousbroek, Rudy (1980): Luk bez strijele. Miroslav Katunjac (ur.): *Drugi svjetski rat 3*, 130–132. Zagreb, Ljubljana, Beograd: Mladost, Mladinska knjiga, Narodna knjiga. 130–132.
- March, Peter (2000): *Warplanes*. London: Cassell.
- Mičić, Domagoj (2005a): Lockheed F–80 Shooting Star. *Hrvatski vojnik* 27, 23.
- Mičić, Domagoj (2005b): McDonnell FH–1 Phantom i F2H Banshee. *Hrvatski vojnik* 35, 23.
- Mičić, Domagoj (2005c): De Havilland D.H.100 Vampire. *Hrvatski vojnik* 23, 23.
- Mičić, Domagoj in Damir Pavlović (2005a): Messerschmitt Me–262 Schwalbe. *Hrvatski vojnik* 15, 23.
- Mičić, Domagoj in Damir Pavlović (2005b): Arado Ar–234 Blitz. *Hrvatski vojnik* 19, 23.
- Murray, Williamson (2002): *War in the Air*. London: Cassel.
- Nahum, Andrew (1992): *Letala*. Murska Sobota: Pomurska založba.
- Pavlović, Damir (2004a): Razvoj mlaznih aviona 1937–1950. *Hrvatski vojnik* 3, 23.
- Pavlović, Damir (2004b): *Gloster Meteor*. *Hrvatski vojnik* 11, 23.
- Pavlović, Damir (2004c): Bell P–59 Airacomet. *Hrvatski vojnik* 7, 23.
- Piekalkiewicz, Januzs (1996): *Druga svetovna vojna*. Ljubljana: DZS.
- Puharić, Branko, Mato Siladić in Miomir Raščanin (1996): *Vojni avioni*. Beograd: Novosti.
- Radaković, Siniša (2005): V–1 – prvi krstareći projektil. *Hrvatski vojnik* 33, 23.
- Sakai, Saburo (1979): *Samuraj!*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Sitar, Sandi (2004): Morilska ljubezen pilotke Hanne. *Več*, 5. 11., 48.
- Taylor, Michael (1999). *Milestones of Flight*. London: Chancellor Press.
- Townsend, Peter (1973): *Dvoboj orlov*. Ljubljana: mladinska knjiga.
- Walker, Bryce (2004): *The Epic of Flight*. London: Time Life.
- *Veliki splošni leksikon 1998*. Ljubljana: DZS.
- *Vojna enciklopedija 1975*. Beograd: Redakcija Vojne enciklopedije.
- *Vojna enciklopedija 1974*. Beograd: Redakcija Vojne enciklopedije.

### *Internetni viri*

- Internet 1: Hall, Scott (2007): *Hommage to the Motor Jet*. Dostopno na <http://www.angelfire.com/art/jetengine/> (10. september 2007)
- Internet 2: Jets45 (2007): *Me 328*. Dostopno na <http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/Me328/Me-P.1073.htm> (12. september 2007)
- Internet 3: Johnson, Dan (2007): *Messerschmitt Me P.1101*. Luft 46. Dostopno na <http://www.luft46.com/mess/mep1101.html> (12. september 2007)
- Internet 4: Waligorski, Martin (2006): *Horten IX in Detail*. IPMSStockholm. Dostopno na [http://ipmsstockholm.org/magazine/1999/02/stuff\\_eng\\_detail\\_hoix.htm](http://ipmsstockholm.org/magazine/1999/02/stuff_eng_detail_hoix.htm) (12. september 2007)
- Internet 5: Gunston, Bill in Tony Wood (1997): *Hitler's Luftwaffe*. London: Salamander Books. Dostopno na <http://www.warbirdsresourcegroup.org/LRG/ju287.html> (12. september 2007)
- Internet 6: Johnson, Dan (2007): *Henschel Hs 132*. Luft 46. Dostopno na <http://www.luft46.com/henschel/hs132.html> (12. september 2007)
- Internet 7: Jets45 (2007): *Ryan*. Dostopno na [http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/Ryan-FR-1\\_XF2R-1/FR-1\\_XF2R-1.htm](http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/Ryan-FR-1_XF2R-1/FR-1_XF2R-1.htm) (12. september 2007)
- Internet 8: Jets45 (2007): *Convair XP-81*. Dostopno na <http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/ConvairXP-81/xp-81.htm> (12. september 2007)
- Internet 9: Parsch, Andreas (2005): *JB Series*. Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Dostopno na <http://designation-systems.net/dusrm/app1/jb.html> (12. september 2007)
- Internet 10: Jets45 (2007): *Northrop XP-79B*. Dostopno na <http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/Northrop-XP-79B/XP-79B.htm> (12. september 2007)
- Internet 11: Guttman, Jon (1998). Jet Aircraft Development. *Aviation History* januar. Dostopno na [http://www.historynet.com/air\\_sea/flight\\_technology/3038021.html?page=5&c=y](http://www.historynet.com/air_sea/flight_technology/3038021.html?page=5&c=y) (13. september 2007)

- Internet 12: *Su-5* (2007): Sukhoi Airplanes Museum. Dostopno na <http://www.sukhoi.org/eng/planes/museum/su5/> (13. september 2007)
- Internet 13: Savine, Alexandre (1997): *MiG-13/I-250/N*. Dostopno na <http://www.ctrl-c.liu.se/misc/RAM/mig-13.html> (13. september 2007)
- Internet 14: Romania On-Line (2000): *Henri Coanda*. Dostopno na <http://romania-on-line.net/halloffame/CoandaHenri.htm> (13. september 2007)
- Internet 15: Tringali, Sebastiano (2007): *The First Italian Jet Airplane The Campini-caproni*. Regia Marina Italia. Dostopno na [http://www.regiamarina.net/arsenals/planes\\_it/jet/jet\\_us.htm](http://www.regiamarina.net/arsenals/planes_it/jet/jet_us.htm) (13. september 2007)
- Internet 16: Goebel, Greg (2006): *The Messerschmitt Me-262 Schwalbe / Sturmvogel*. Dostopno na <http://www.vectorsite.net/avme262.html> (13. september 2007)
- Internet 17: Plane-Crazy (2007): *The Heinkel He-162 Volksjäger*. Dostopno na <http://www.plane-crazy.net/links/he162.htm> (13. september 2007)
- Internet 18: Lee, R. E. in T. Dietz (2000): *Arado Ar 234B-2 Blitz*. Smithsonian Institution. Dostopno na <http://www.nasm.si.edu/research/aero/aircraft/ar234.htm> (14. september 2007)
- Internet 19: Goebel, Greg (2006): *The Gloster Meteor*. Dostopno na <http://www.vectorsite.net/avmeteor.html> (14. september 2007)
- Internet 20: Lee, R. E. (2000). *Messerschmitt Me 163B-1*. Smithsonian Institution. Dostopno na <http://www.nasm.si.edu/research/aero/aircraft/me163.htm> (14. september 2007)

#### *Viri slik*

- Internet 21: ASC History Office (2005): *He 187*. Dostopno na [www.ascho.wpafb.af.mil/ARMING/PHOTOS/PG-6d.JPG](http://www.ascho.wpafb.af.mil/ARMING/PHOTOS/PG-6d.JPG) (16. september 2007)
- Internet 22: Prototypes.com (2003): *Le Heinkel He-280*. Dostopno na <http://jpcolliat.free.fr/he280/he280-1.htm> (16. september 2007)

- Internet 23: Německé tajné zbraně 2. světové války (2007): *Heinkel He-162 Salamander*. Dostopno na <http://www.military.cz/german/SecretWeaponsWW/He162/he162.htm> (16. september 2007)
- Internet 24: Daily Third Reich History (2007): *July 18*. Dostopno na <http://members.tripod.com/dailytrh/0718.html> (16. september 2007)
- Internet 25: JetFly (2007): *Parazita a levegőben*. Dostopno na [http://www.jetfly.hu/rovatok/jetfly/cikkiropalyazat/palyazat\\_04.10.29./](http://www.jetfly.hu/rovatok/jetfly/cikkiropalyazat/palyazat_04.10.29./) (16. september 2007)
- Internet 26: X Planes (2007): *Bell X-5*. Dostopno na <http://users.dbscorp.net/jmustain/x5.htm> (16. september 2007)
- Internet 27: Aviation History (2007): *Arado Ar-234*. Dostopno na [www.aviation-history.com/arado/ar234-1a.jpg](http://www.aviation-history.com/arado/ar234-1a.jpg) (16. september 2007)
- Internet 28: Topsid.com (2007): *Fieseler Fi 103 Reichenberg*. Dostopno na [www.topsid.com/.../air/fieseler/reichenberg.jpg](http://www.topsid.com/.../air/fieseler/reichenberg.jpg) (16. september 2007)
- Internet 29: Answers.com (2007): *Horten Brothers*. Dostopno na <http://www.answers.com/topic/horten-brothers?cat=entertainment> (16. september 2007)
- Internet 30: Military Factory (2007): *Aircraft of World War II*. Dostopno na [www.militaryfactory.com/aircraft/imgs/ju287.jpg](http://www.militaryfactory.com/aircraft/imgs/ju287.jpg) (16. september 2007)
- Internet 31: Jets45 (2007): *Henschel Hs 132*. Dostopno na <http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/Hs132/Hs-132.htm> (16. september 2007)
- Internet 32: Pichon, Gaetan (2006): *Me-163 Komet*. Avions Legendaires Free. Dostopno na <http://avions.legendaires.free.fr/me163.php> (16. september 2007)
- Internet 33: *Le premier avion à réaction du monde* (2003). Dostopno na <http://jpcolliat.free.fr/he178/he178-4.htm> (16. september 2007)
- Internet 34: Lexikon Der Wehrmacht (2007): *Bachem Ba 349 Natter*. Dostopno na <http://www.lexikon-der-wehrmacht.de/Waffen/Bilderseiten/Ba349-R.htm> (16. september 2007)
- Internet 35: Aircraft Engine Design (2007): *Pioneers*. Dostopno na <http://www.aircraftenginedesign.com/custom.html3.html> (16. september 2007)

- Internet 36: Rolls–Royce Centenary (2004): *Image Library*. Dostopno na <http://100.rolls-royce.com/media/images.jsp> (16. september 2007)
- Internet 37: National Defense Canada (2007): *De Havilland DH–100 Vampire*. Dostopno na [http://www.airforce.forces.gc.ca/equip/historical/vampirelst\\_e.asp](http://www.airforce.forces.gc.ca/equip/historical/vampirelst_e.asp) (16. september 2007)
- Internet 38: National Museum of USAAF (2007): *Bell P–59 Airacomet*. Dostopno na <http://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/factsheet.asp?id=2215> (16. september 2007)
- Internet 39: FAS (1999): *Lockheed F–80 "Shooting Star"*. Dostopno na [www.fas.org/nuke/guide/usa/airdef/P–80–1\\_072.jpg](http://www.fas.org/nuke/guide/usa/airdef/P–80–1_072.jpg) (16. september 2007)
- Internet 40: Boeing (2007): *FH–1 Phantom I Fighter*. Dostopno na <http://www.boeing.com/history/mdc/phantom1.htm> (16. september 2007)
- Internet 41: Virtual Aircraft Museum (2007): *Ryan FR–1 Fireball*. Dostopno na [http://avia.russian.ee/air/usa/ryan\\_fireball.php](http://avia.russian.ee/air/usa/ryan_fireball.php) (16. september 2007)
- Internet 42: Jets45 (2007): *Convair XP–81*. Dostopno na <http://tanks45.tripod.com/Jets45/Histories/ConvairXP–81/xp–81.htm> (16. september 2007)
- Internet 43: *Northrop JB–1 & JB–10* (2007). Dostopno na [http://northrop.host.sk/northrop\\_jb1\\_jb10.htm](http://northrop.host.sk/northrop_jb1_jb10.htm) (16. september 2007)
- Internet 44: *The XP–79 "Ram Wing"* (2007). Dostopno na <http://pages.prodigy.net/jputtputt/xp79%20ram%20wing%20history.html> (16. september 2007)
- Internet 45: Уголок неба (2004): *БИ*. <http://www.airwar.ru/enc/fww2/bi1.html> (16. september 2007)
- Internet 46: WarBird Photos (2007): *WWII Russian Aircraft Photos*. Dostopno na <http://www.vvsregiaavions.com/VVSHTML/vsu51.htm> (16. september 2007)
- Internet 47: SB (2007): *И–250 (МиГ–13, H)*. Dostopno na <http://www.testpilot.ru/russia/mikoyan/i/250/i250.htm> (16. september 2007)
- Internet 48: Уголок неба (2004): *J8M Shusui*. Dostopno na [www.airwar.ru/image/idop/fww2/j8m/j8m–1.jpg](http://www.airwar.ru/image/idop/fww2/j8m/j8m–1.jpg) (16. september 2007)

- Internet 49: *Nakajima Kika* (2007). Dostopno na <http://www.geocities.jp/torikai007/1945/kaiten.html> (16. september 2007)
- Internet 50: *Nakajima Aircraft* (2007). Dostopno na [http://avia.russian.ee/air/japan/a\\_nakajima.html](http://avia.russian.ee/air/japan/a_nakajima.html) (16. september 2007)
- Internet 51: Thermofluids (2007): *Coanda Effect*. Dostopno na <http://www.thermofluids.co.uk/effect.php> (16. september 2007)
- Internet 52: La Seconda Guerra Mondiale (2007): *Caproni*. Dostopno na [http://www.finn.it/regia/html/seconda\\_guerra\\_mondiale04.htm](http://www.finn.it/regia/html/seconda_guerra_mondiale04.htm) (16. september 2007)

## PRILOGA A

Tabela A1: Reaktivna letala, ki so poletela pred ali med drugo svetovno vojno

| Letalo                      | Prvi polet   | Hitrost<br>(km/h) | Potisk (kN) <sup>7</sup> | Pogon <sup>8</sup> | Število<br>izdelanih <sup>9</sup> |
|-----------------------------|--------------|-------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <i>He 176</i>               | 19. 6. 1939  | 345               | 5,9                      | R                  | 1                                 |
| <i>He 178</i>               | 27. 8. 1939  | 700               | 4,4                      | T                  | 1                                 |
| <i>Campini</i>              | 27. 8. 1940  | 375               | 750 KM + 7,9             | R                  | 2                                 |
| <i>He 280</i>               | 30. 3. 1941  | 780               | 2 x 5,9                  | T                  | 9                                 |
| <i>E.28/29</i>              | 15. 5. 1941  | 724               | 3,8                      | T                  | 1                                 |
| <i>Me 163</i>               | Avgust 1941  | 960               | 17                       | R                  | 360                               |
| <i>Bl</i>                   | 15. 5. 1942  | 800               | 10 kN                    | R                  | 6–50                              |
| <i>Me 262</i>               | 18. 7. 1942  | 870               | 2 x 8,9                  | T                  | 1430                              |
| <i>P-59</i>                 | 1. 10. 1942  | 665               | 2 7,3                    | T                  | 70                                |
| <i>V1</i> <sup>10</sup>     | 24. 12. 1942 | 630               | 2,7                      | P                  | 31.000 (175)                      |
| <i>Meteor</i> <sup>11</sup> | 5. 3. 1943   | 679 (793)         | 2 x 4,4 (8,7)            | T                  | 50                                |
| <i>Ar 234</i> <sup>12</sup> | 30. 7. 1943  | 740 (870)         | 2 (4) x 8,8              | T                  | 210 (20)                          |
| <i>Vampire</i>              | 20. 9. 1943  | 870               | 13,7                     | T                  | 10+                               |
| <i>P-80</i>                 | 9. 1. 1944   | 898               | 16,7                     | T                  | 12+                               |
| <i>Ho 229</i>               | 1. 3. 1944   | 977               | 2 x 8,9                  | T                  | 3                                 |
| <i>FR-1</i>                 | 25. 6. 1944  | 686               | 1425 KM + 7,1            | H                  | 66                                |
| <i>XP-79</i>                | 5. 7. 1944   | 880               | 2 x 9 kN                 | R                  | 1                                 |
| <i>Ju 287</i>               | 16. 8. 1944  | 560               | 6 x 8,8                  | T                  | 1                                 |

<sup>7</sup> pri motorno–reaktivnih in hibridnih pogonih je navedena še moč batnega motorja (KM)

<sup>8</sup> T – turbo–reaktivni, R – raketni, M – motorno–reaktivni, H – hibridni, P – pulzirajoč–reaktivni

<sup>9</sup> število označeno z + pomeni, da so letalo izdelovali še po drugi svetovni vojni

<sup>10</sup> v oklepaju je napisano število letal z pilotom

<sup>11</sup> v oklepaju so navedene vrednosti za drugo, precej izboljšano verzijo

<sup>12</sup> v oklepaju so navedene vrednosti za štirimotorno verzijo

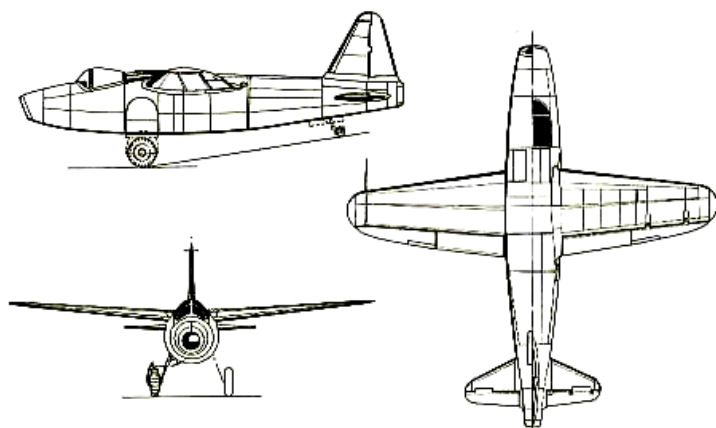


|                             |              |      |                |        |   |     |
|-----------------------------|--------------|------|----------------|--------|---|-----|
| <i>Ohka</i>                 | oktober 1944 | 1000 |                | 7,7    | R | 755 |
| <i>He 162</i>               | 6. 12. 1944  | 840  |                | 7,9    | T | 300 |
| <i>Su-7</i>                 | januar 1945  | 705  | 1850 KM + 2,9  |        | H | 1   |
| <i>FH-1</i>                 | 26. 1. 1945  | 812  |                | 2 x 71 | T | 2+  |
| <i>XP-81</i>                | 11. 2. 1945  | 811  | 2300 KM + 16,7 |        | H | 2   |
| <i>XP-83</i>                | 25. 2. 1945  | 840  |                | 2 x 18 | T | 2   |
| <i>Ba 349</i>               | 28. 2. 1945  | 1000 |                | 60     | R | 20  |
| <i>Me 263</i> <sup>13</sup> | marec 1945   | 997  |                | 19,3   | R | 1   |
| <i>I-250</i>                | 3. 3. 1945   | 825  | 1650 KM + 5,9  |        | M | 10+ |
| <i>Su-5</i>                 | 6. 4. 1945   | 810  | 1650 KM + 2,9  |        | M | 1   |
| <i>Šusui</i>                | 7. 7. 1945   | 900  |                | 14,7   | R | 7   |
| <i>Kika</i>                 | 7. 8. 1945   | 712  |                | 2 x 6  | R | 2   |

<sup>13</sup> datum prvega poleta z motorjem ni znan

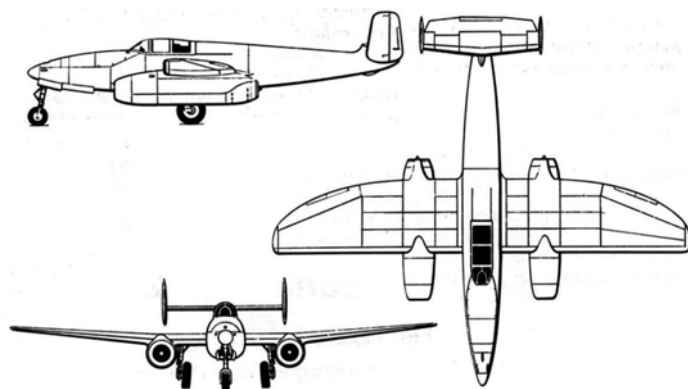
## PRILOGA B

*Shema B1: He 178*



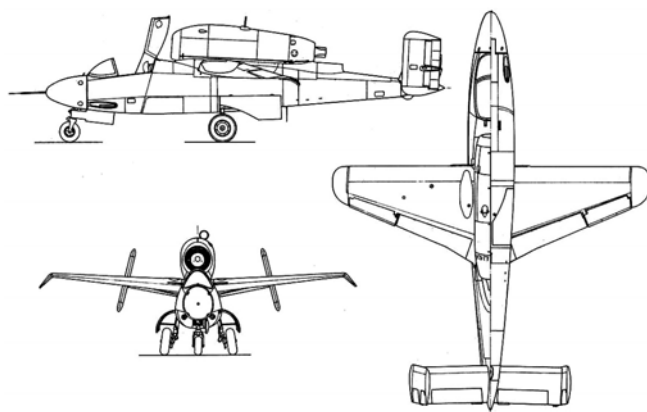
Vir: [www.lizdas.lt/.../heinkel he 178/he178ris.jpg](http://www.lizdas.lt/.../heinkel_he_178/he178ris.jpg)

*Shema B2: He 280*



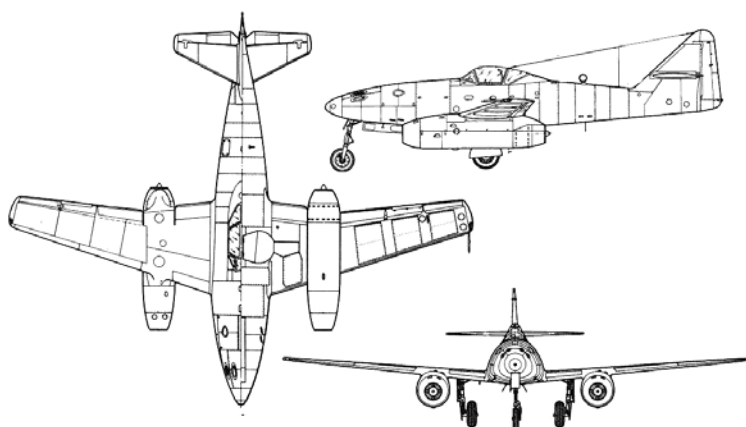
Vir: [richard.ferriere.free.fr/3vues/he280\\_3v.jpg](http://richard.ferriere.free.fr/3vues/he280_3v.jpg)

*Shema B3: He 162*



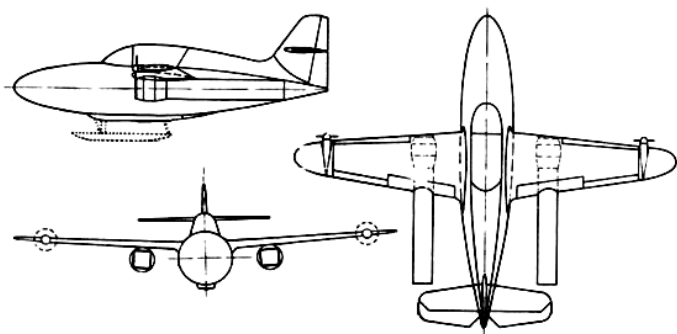
Vir: [http://www.geocities.com/ww2\\_lovci/arhiv/he162\\_s.gif](http://www.geocities.com/ww2_lovci/arhiv/he162_s.gif)

*Shema B4: Me 262*



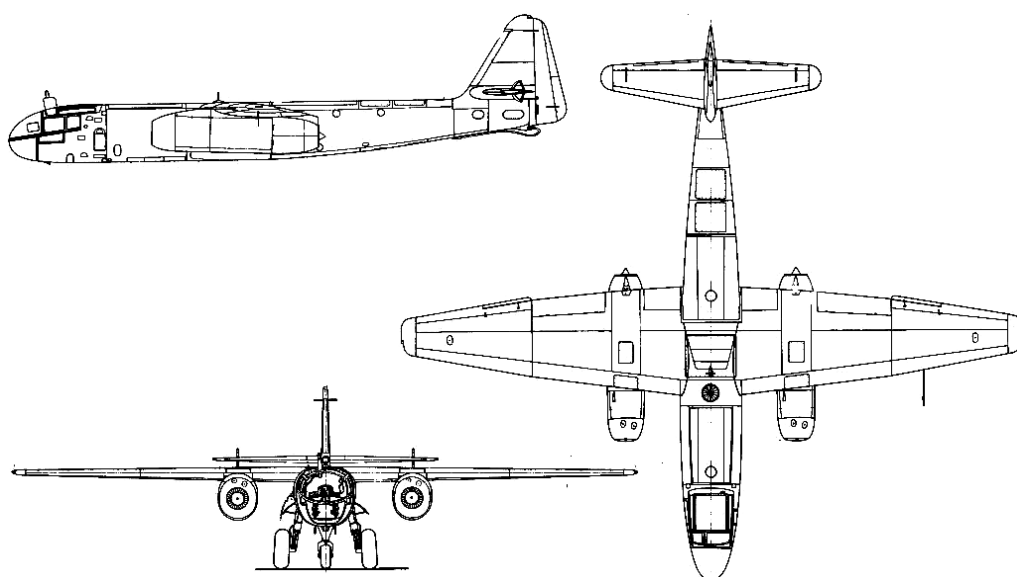
Vir: [http://www.geocities.com/ww2\\_lovci/arhiv/me262\\_s.gif](http://www.geocities.com/ww2_lovci/arhiv/me262_s.gif)

*Shema B5: Me 328*



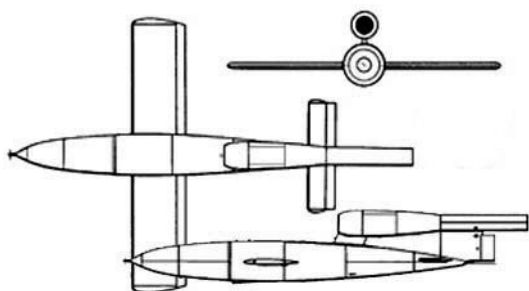
Vir: [www.warbirdsresourcegroup.org/.../me328-2.jpg](http://www.warbirdsresourcegroup.org/.../me328-2.jpg)

*Shema B6: Ar 234*



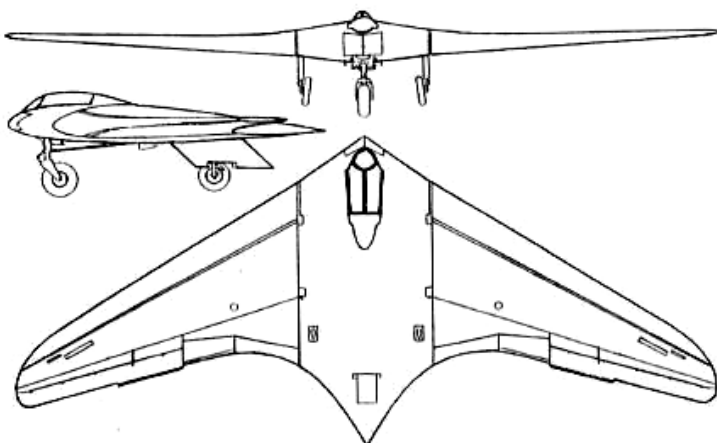
Vir: [http://membres.lycos.fr/wings2/3vues/ar234\\_2\\_3v.jpg](http://membres.lycos.fr/wings2/3vues/ar234_2_3v.jpg)

Shema B7: V1



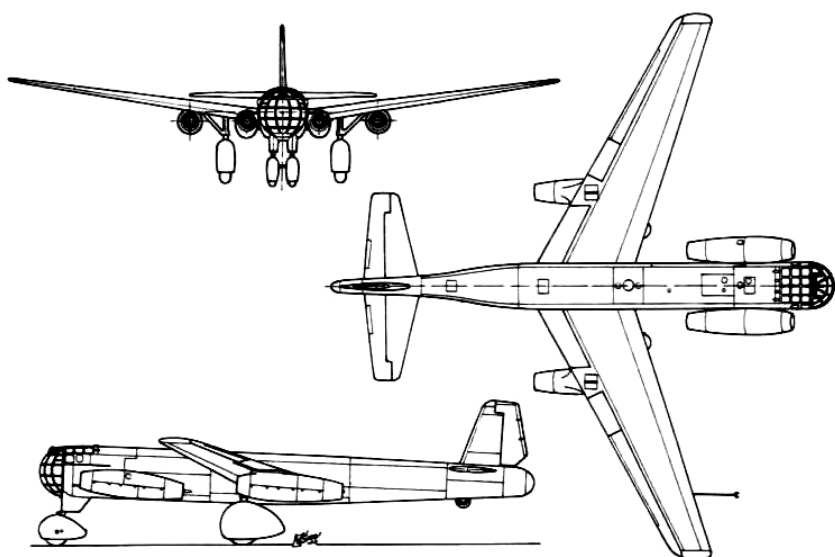
Vir: <http://www.fiddlersgreen.net/AC/aircraft/V1/info/3view.jpg>

Shema B8: Ho 229



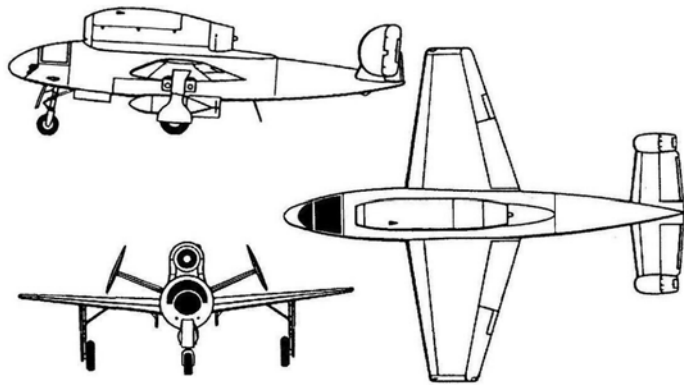
Vir: [www.jp-petit.com/.../Photos/H\\_reaction\\_plan.gif](http://www.jp-petit.com/.../Photos/H_reaction_plan.gif)

Shema B9: Ju 287



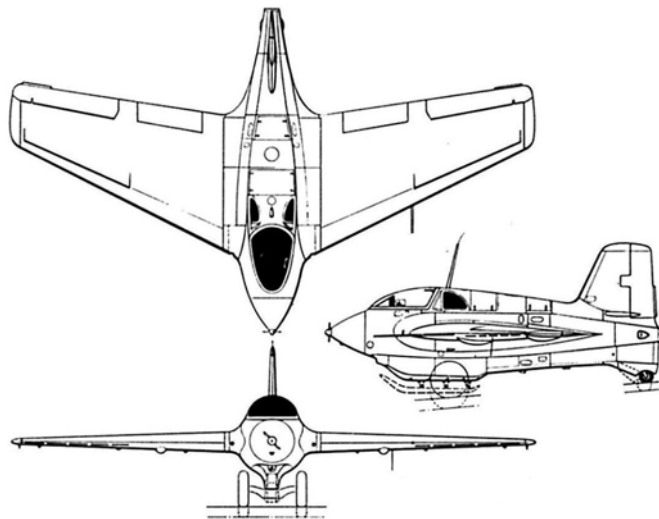
Vir: [www.samoloty.ow.pl/rys/rys148.jpg](http://www.samoloty.ow.pl/rys/rys148.jpg)

*Shema B10: Hs 132*



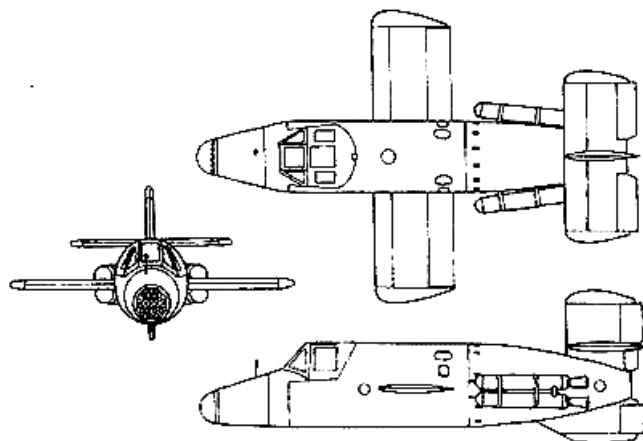
Vir: <http://www.warbirdsresourcegroup.org/LRG/images/hs132-2.jpg>

*Shema B11: Me 163*



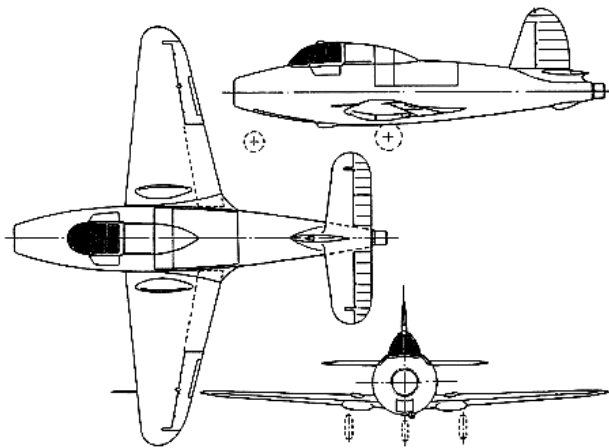
Vir: [http://www.geocities.com/ww2\\_lovci/arhiv/me163\\_s.jpg](http://www.geocities.com/ww2_lovci/arhiv/me163_s.jpg)

*Shema B12: Ba 349*



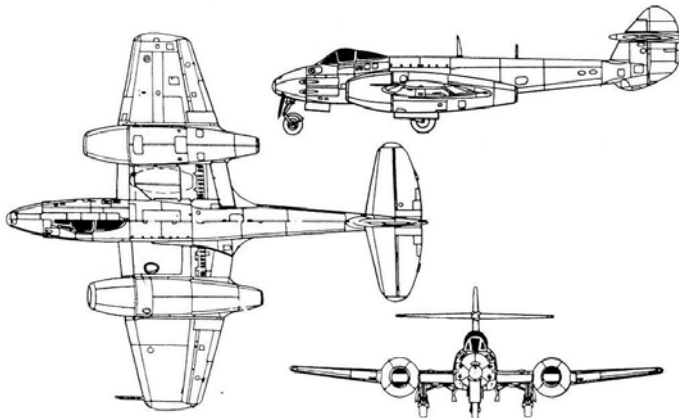
Vir: [www.fiddlersgreen.net/.../info/Ba349.gif](http://www.fiddlersgreen.net/.../info/Ba349.gif)

*Shema B13: E.28/39*



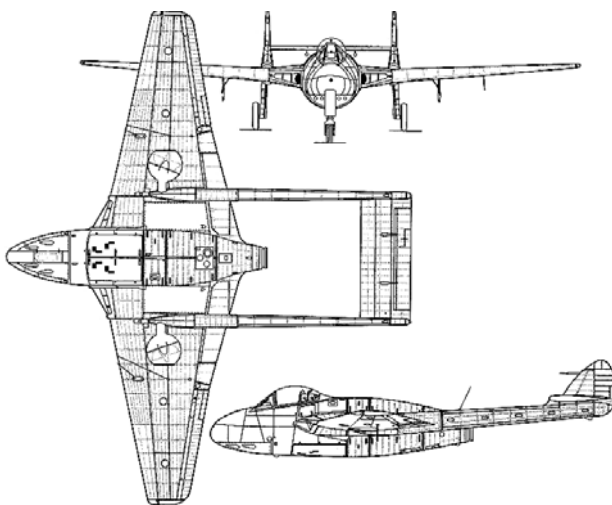
Vir: [www.fiddlersgreen.net/.../info/threevu.gif](http://www.fiddlersgreen.net/.../info/threevu.gif)

*Shema B14: Meteor*



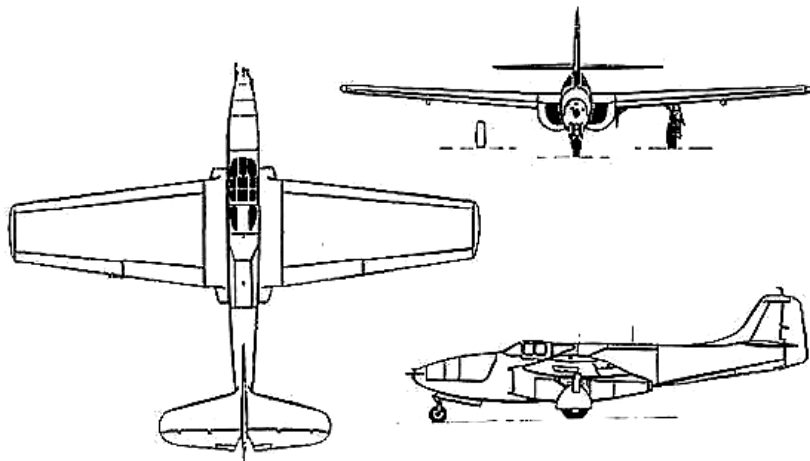
Vir: <http://membres.lycos.fr/wings2/3vues/3vues.html>

*Shema B15: Vampire*



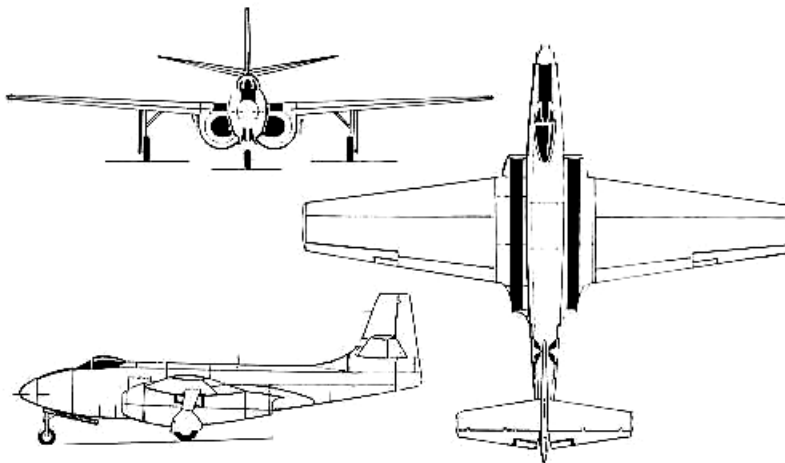
Vir: [http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/images/vampire\\_3view\\_500.gif](http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/images/vampire_3view_500.gif)

Shema B16: P-59



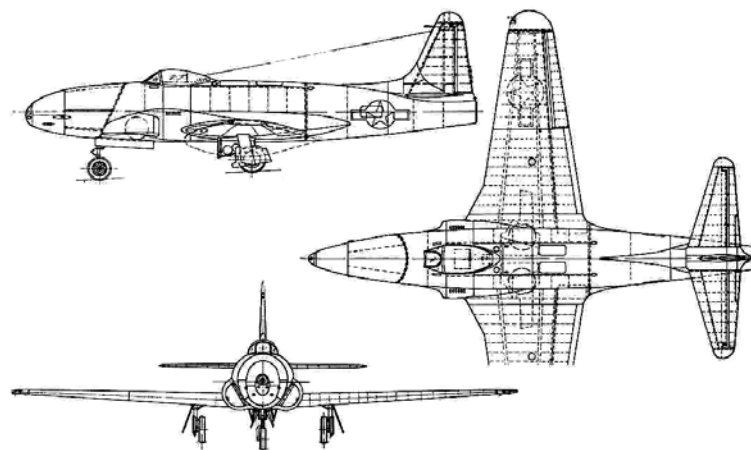
Vir: [www.airbornegrafix.com/.../p59\\_3view.jpg](http://www.airbornegrafix.com/.../p59_3view.jpg)

Shema B17: XP-83



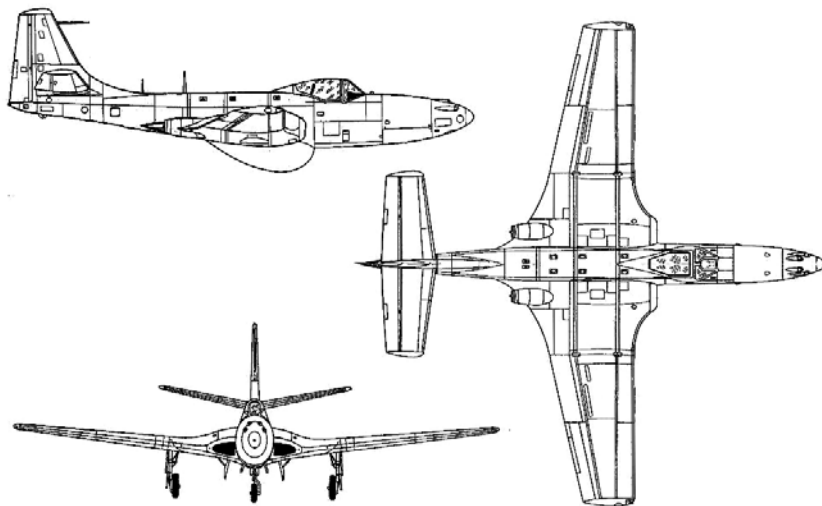
Vir: [www.airbornegrafix.com/.../xp83\\_3view.jpg](http://www.airbornegrafix.com/.../xp83_3view.jpg)

Shema B18: P-80



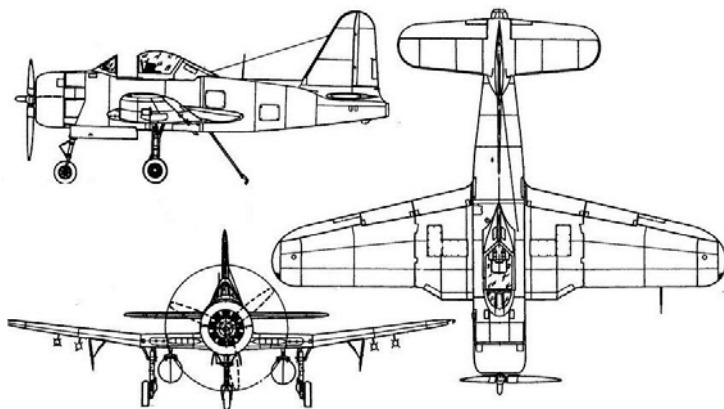
Vir: [http://membres.lycos.fr/wings2/3vues/p80\\_3v.jpg](http://membres.lycos.fr/wings2/3vues/p80_3v.jpg)

*Shema B19: FH-1*



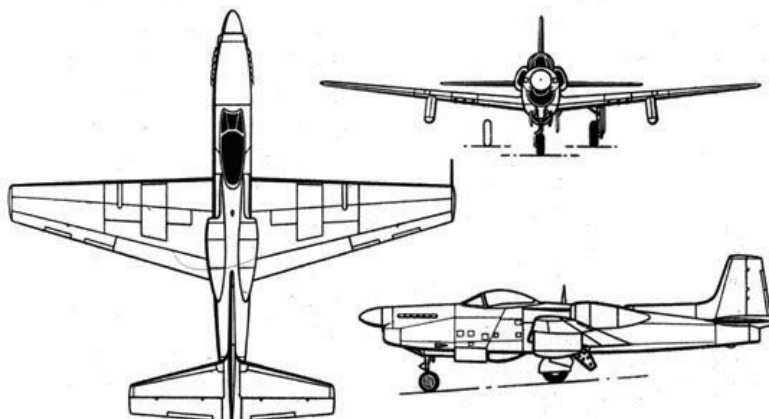
Vir: [richard.ferriere.free.fr/3vues/fh1\\_1\\_3v.jpg](http://richard.ferriere.free.fr/3vues/fh1_1_3v.jpg)

*Shema B20: FR-1*



Vir: [http://richard.ferriere.free.fr/3vues/ryan\\_fr1\\_3v.jpg](http://richard.ferriere.free.fr/3vues/ryan_fr1_3v.jpg)

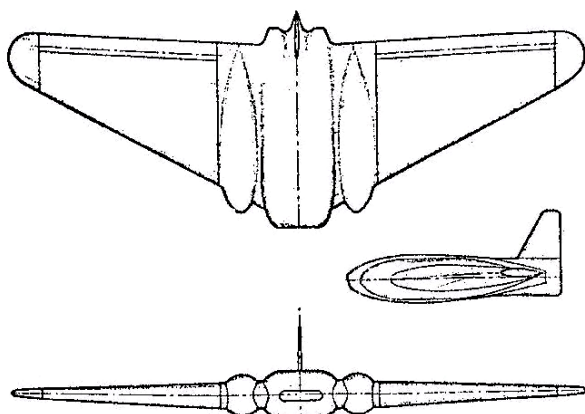
*Shema B21: XP-81*



Vir: [www.warbirdsresourcegroup.org/.../xp81-2.jpg](http://www.warbirdsresourcegroup.org/.../xp81-2.jpg)

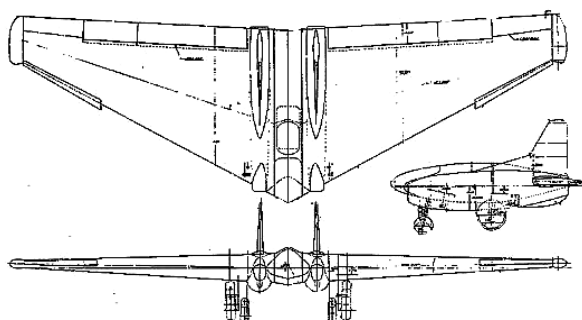


Shema B22: JB-1



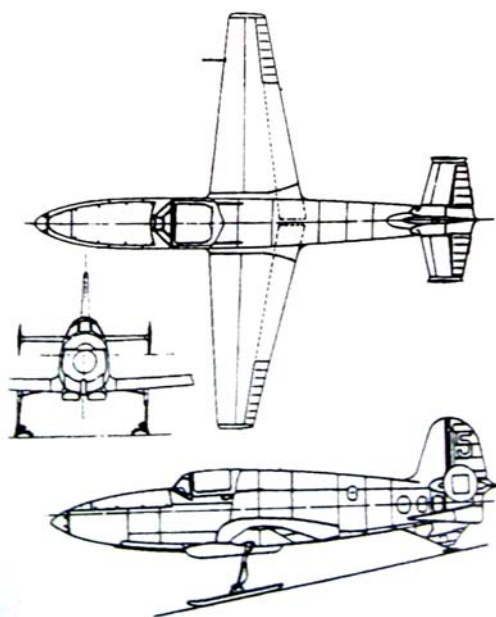
Vir: [www2s.biglobe.ne.jp/.../image/JB-10\\_3view.jpg](http://www2s.biglobe.ne.jp/.../image/JB-10_3view.jpg)

Shema B23: XP-79



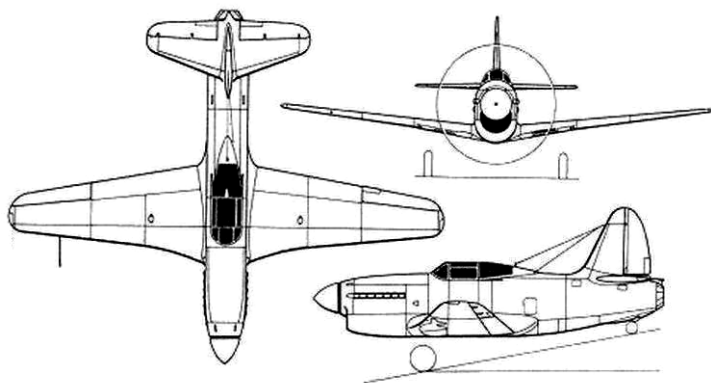
Vir: [jpcolliat.free.fr/north/images/xp-79b\\_3view.jpg](http://jpcolliat.free.fr/north/images/xp-79b_3view.jpg)

Shema B24: BI



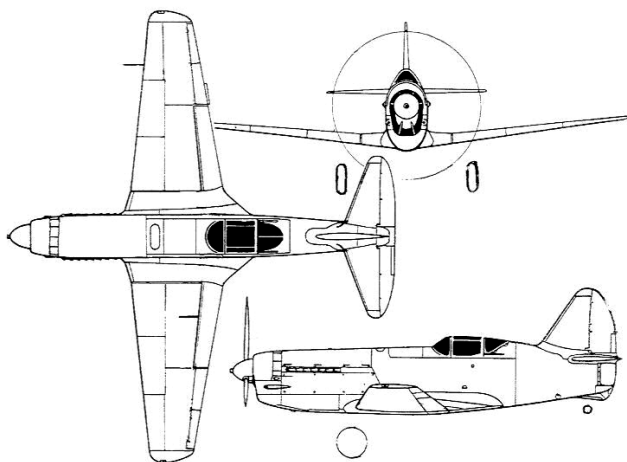
Vir: Gregurić, Boris (1999): Sovjetski raketni zrakoplovi II. dio, *Hrvatski vojnik* 43, 49.

Shema B25: Su-5



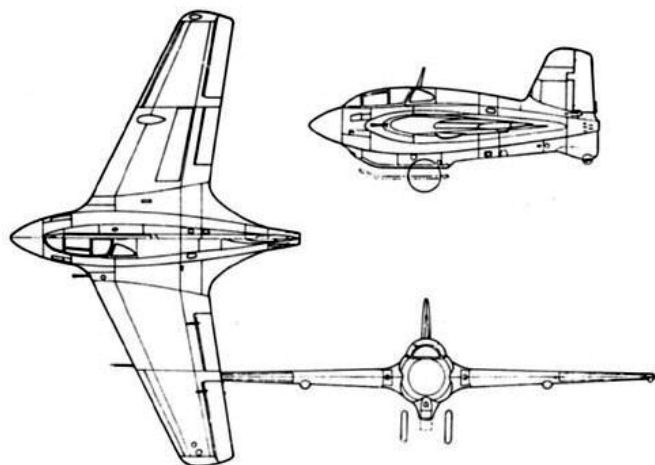
Vir: [picayzumba.com/imagenes/tripticos/su-5.jpg](http://picayzumba.com/imagenes/tripticos/su-5.jpg)

Shema B26: I-250



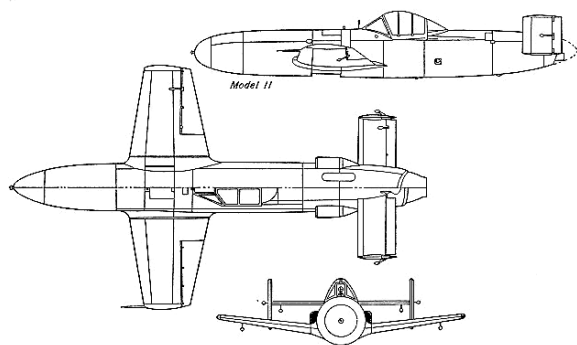
Vir: [letectvi.wz.cz/rusko/i250/i250\\_3.jpg](http://letectvi.wz.cz/rusko/i250/i250_3.jpg)

Shema B27: Šusui



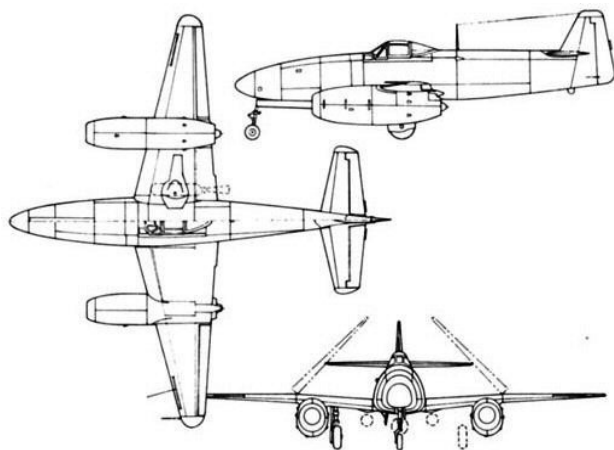
Vir: [members.aol.com/snowii/graphics/shusui8.jpg](http://members.aol.com/snowii/graphics/shusui8.jpg)

*Shema B28: Ohka*



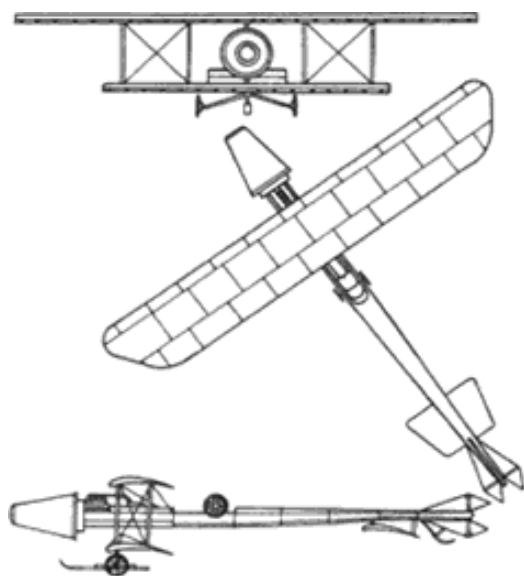
Vir: [www.combinedfleet.com/ijna/mxy7.gif](http://www.combinedfleet.com/ijna/mxy7.gif)

*Shema B29: Kika*



Vir: [letectvi.wz.cz/japonsko/j9n/j9n\\_6.jpg](http://letectvi.wz.cz/japonsko/j9n/j9n_6.jpg)

*Shema B30: Coanda 1910*



Vir: <http://jetex.org/images/archive/jetxfiles/0409/3view-coanda-low-236w.gif>