

# Obsah

1. Úvod.....	9
2. Podzvuková dopravní letadla .....	10
2.1 Turbovrtulové motory.....	10
2.1.1 Velká Británie .....	11
2.1.2 USA.....	12
2.1.3 Sovětský svaz.....	13
2.1.4 Evropa .....	15
2.1.5 Svět .....	16
2.2 Proudové motory .....	17
2.2.1 Velká Británie .....	18
2.2.2 Sovětský svaz.....	19
2.2.3 USA.....	20
2.2.3 Evropa.....	22
2.3 Dvouproudové motory.....	23
2.3.1 Sovětský svaz.....	25
2.3.2 Velká Británie .....	27
2.3.3 USA.....	28
2.3.4 Evropa.....	33
3. Nadzvuková dopravní letadla.....	36
3.1 Západní Evropa a Velká Británie.....	36
3.2 USA.....	37
3.3 Sovětský svaz.....	38
4. Vrtulníky .....	39
4.1 Sovětský svaz.....	40
4.2 USA.....	42
4.3 Francie.....	43
4.4 Velká Británie .....	45
4.5 Československá republika.....	46
5. Československé letectví .....	47
5.1 Československé aerolinie.....	47
5.2 Letadla československé konstrukce a výroby .....	49
6. Závěr.....	57
7. Seznam zdrojů.....	58
8. Seznam zkratk .....	63
9. Seznam příloh.....	65

# 1. Úvod

Cílem této bakalářské práce je zmapovat historii civilního letectví mezi lety 1950-1970. Práce není seřazena chronologicky, nýbrž podle států, ve kterých byla letadla vyrobena. Zaměřuje se hlavně na Velkou Británii, USA, Sovětský svaz a země západní Evropy, jako Německo či Francie. Právě tato pětice hrála prim v poválečném vývoji letadel a vrtulníků. Pro ucelenost informací jsou v textu zmíněna i léta mimo zadané období. Bakalářská práce je rozdělena do čtyř kapitol.

První kapitola je nejobsáhlejší a nese název „Podzvuková dopravní letadla“. Zabývá se velkými dopravními letadly, která měla význam ve vývoji civilního letectví. Malá světová sportovní a rekreační letadla popsána nejsou. Tato kapitola je dále rozdělena na další tři podkapitoly, které pojednávají o letadlech s turbovrtulovými, proudovými a dvouproudovými motory. Na začátku každé podkapitoly jsou ve zkratce obecně popsány právě použité motory.

Druhá, již kratší kapitola, je zaměřena na letadla nadzvuková, využívající proudové motory. Tady se probírají hlavně dva typy, evropský Concorde a ruský Tupolev Tu-144. Aby byl pohled na nadzvuková letadla komplexní, budou uvedeny i typy původem z USA.

Ve třetí kapitole s názvem „Vrtulníky“ bude ve zkratce popsána technika vrtulníků a jejich vývoj ve světě. Závěrečná kapitola „Československé letectví“ se zabývá hlavně výčtem letadel, která v dané době využívaly Československé aerolinie. Pro úplnost budou uvedena i malá sportovní a užitková letadla vyráběné v Československu. Mezi větší letadla vlastní konstrukce se může řadit jen turbovrtulový Let L-410.

Pro zpracování bakalářské práce byly použity hlavně knihy českých autorů, neboť dané dvacetileté období je již dobře zpracováno českou odbornou literaturou. Cizojazyčné zdroje byly použity při zpracování informací o vrtulnících.

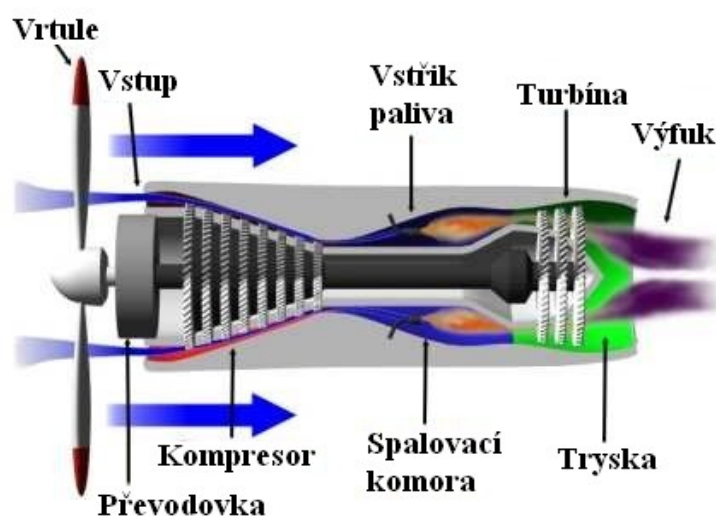
## 2. Podzvuková dopravní letadla

Kapitola začíná letadly s turbovrtulovými motory. Tyto motory se používaly souběžně s proudovými i dvouproudovými. V menších letadlech se používají dodnes.

### 2.1 Turbivrtulové motory

Turbivrtulový motor, který si jako první nechal patentovat maďarský konstruktér a fyzik György Jendrassik v roce 1929, má šest hlavních částí. Je to vstupní ústrojí, kompresor, spalovací komora, turbína, výstupní ústrojí a reduktor. Vzduch je nasáván do vstupního ústrojí a stlačen kompresorem, který může být axiální nebo radiální. Ve spalovací komoře se do stlačeného vzduchu vstříkují palivo a dojde k výbuchu. Část uvolněné tepelné energie, vzniklé hořením, se využije na pohon kompresoru. Zbytek energie se pomocí redukční převodovky přenáší na vrtuli. Vrtule vytváří až 90 % celkového tahu motoru. Zbylou část tahu obstarávají plyny s velkou kinetickou energií vycházející z výstupní trysky.

Turbivrtulové motory mohou být jednohřídelové, dvouhřídelové a tříhřídelové. Výkon turbivrtulových motorů s rostoucí rychlostí a snižující se výškou letu roste. Efektivní spotřeba naopak s rostoucí rychlostí a výškou klesá. Důležitými měřítky posuzování hospodárnosti turbivrtulových motorů je tah, který s rostoucí rychlostí klesá, a ekvivalentní spotřeba. Ta se s rostoucí rychlostí snižuje. Neefektivněji turbivrtulové motory pracují při rychlostech kolem 600 km/h. Hospodárnost motorů se dá za letu regulovat snížením otáček motoru, nastavením úhlu listů vrtule nebo omezením dodávky paliva při cestovním režimu. Listy vrtule se mohou natočit tak, že vyvozují záporný tah. Tyto, reverzní, vrtule mohou sloužit ke zkrácení přistávací dráhy nebo k usnadnění popojíždění. Vrtule s takovou funkcí mají i své nevýhody, neboť může dojít k přetočení chodu motoru nebo zhoršení ovladatelnosti letadla za letu. Takové situace mohou nastat např. při poruše motoru. V současnosti se turbivrtulové motory používají hlavně u menších letadel, u kterých je požadován krátký start a přistání, a které nemusí dosahovat vysokých rychlostí.



Obr. 1 Schéma turbivrtulového motoru [16]

### 2.1.1 Velká Británie

První letoun, který byl vybaven moderními turbovrtulovými motory a přepravil platící cestující, byl **Viscount**, vyrobený společností Vickers. Tento let se konal 29. července 1950 a podnikla ho anglická letecká společnost BEA (British European Airways). Viscount přepravil celkem 26 cestujících, z toho bylo 14 platících. Zbytek byli hosté BEA. Pasažéři byli přepraveni z letiště Northolt v Londýně na pařížské Le Bourget. Cesta trvala 57 minut. Tímto letem započal Vickers Viscount úspěšnou kariéru v dopravním letectví.

S vývojem Viscountu se začalo již za druhé světové války. Viscount měl nahradit letoun s pístovými motory Vickers VC-1 Viking. Viscount byl stroj určený pro krátké a střední evropské tratě. Jako první si jej objednala anglická BEA. BEA svojí objednávkou strhla lavinu zájmu ostatních evropských aerolinií, mezi kterými nechyběla Air France či Aer Lingus. V roce 1954 putovalo několik strojů do Kanady společností TCA a do USA společností Capital Airlines (CA). CA si objednaly šedesát strojů, což byla největší exportní zakázka britského leteckého průmyslu do té doby. Capital Airlines ovšem přecenily své ekonomické síly a po objednávce dalších Viscountů a Cometů zbankrotovaly. Později byla tato společnost převzata United Airlines. Společností Vickers bylo vyrobeno dohromady 444 Viscountů, z nich se 438 prodalo. Viscounty létaly pod leteckými společnostmi ve 40 zemích světa. Viscount byl vybaven motory Rolls-Royce Dart.



Obr. 2 Vickers Viscount společnosti BEA [17]

Jedním z mnoha britských strojů, využívající turbovrtulové motory, byl **Bristol Britannia**, jehož historie sahá do roku 1946, kdy společnost BOAC (British Overseas Airways Corporation) zadala zakázku na letoun středního doletu. Původně měla být Britannia kopií amerického Lockheedu L-749 Constellation, licence byla ovšem drahá, a tak bylo rozhodnuto o samostatném vývoji. Použity byly motory Proteus, rovněž od firmy Bristol. Motorů byly

dva páry. Po různých konstrukčních úpravách a zkouškách se počet cestujících ustálil na čísle 90, původní předpoklad byl 42.

První prototyp Britannie vzlétl v létě 1952. Plánované uvedení Britannii na komerční tratě bylo v roce 1954. Ovšem kvůli několika problémům s konstrukcí, kdy se např. lámaly závěsy vztlakových klapek, vyjel z montáže první sériový stroj až v září 1954. Na linky se tedy Britannie dostaly až v roce 1955. O rok později měly další větší problém, když se při letu v bouři nad Afrikou ucpal přívod vzduchu do motorů. Vzduch vstupoval do kompresoru kanálkem ze zadu. Kanálek zamrzl a dva motory vysadily. Podařilo se to vyřešit pomocným vyhříváním.

I přes počáteční problémy byla Britannia celkem spolehlivý letoun. Kvůli vleklým problémům s motory a pomalým doladováním detailů mnoho firem ztratilo o Britannii zájem, a tak vzniklo pouze 85 kusů. K většímu rozmachu tohoto typu nepomohl ani fakt, že na trhu byly konkurenční letouny s proudovými motory.

Vickers chtěl navázat na počáteční úspěchy modelu Viscount a začal s konstrukcí modelu Vanguard. Podle přání BEA to měl být středoplošník s průřezem trupu ve tvaru 8, s kapacitou až 126 cestujících, s dostatečným prostorem pro náklad a motory Rolls-Royce (RR). První Vanguard vzlétl v lednu 1959. Úspěchů na trhu si Vanguard, stejně jako Britannia, moc nepřipsal. Neprodalo se dokonce ani tolik letounů, aby byla firma po prodeji „na nule“. Vickers na tomto stroji prodělal 15 milionů liber, jelikož celý vývoj financoval sám, bez vládní pomoci.

Prorazit na civilním trhu se znovu pokusila také firma Avro, která se kvůli studené válce zaměřovala na vojenské letectví. Britská vláda nakonec několik armádních zakázek zrušila. Avro tak mělo čas věnovat se dopravním letounům. K úspěchu měl pomoci dolnoplošník 748. Využíval rovněž motory RR Dart a kabinu měl pro 44 osob. Motory byly uloženy v gondolách nikoliv pod křídlem, nýbrž na křídle. To mělo za následek nepříliš dobré aerodynamické vlastnosti. Avro uspěl hlavně na rozvíjejících se trzích - v Jižní Americe a Indii. V Indii byla dokonce postavena továrna výroby těchto letadel. Větší úspěch se ale nedostavil.

### 2.1.2 USA

V USA se rovněž započal vývoj turbovrtulových letounů. Později se ale přešlo na konstrukci letounů s proudovými motory. Nový impuls dala konstrukčním kancelářím až společnost American Airlines (AA), která požadovala letoun krátkého a středního doletu. Od letounu očekávala velkou kapacitu kabiny, krátký vzlet a přistání, velkou stoupavost. Nakonec zvítězila firma Lockheed, se svým projektem **L-188**.

Lockheed zaznamenal s tímto modelem počáteční úspěch. Během jednoho roku měl objednávky na 172 kusů, aniž by byl hotový prototyp. L-188 dostal později tradiční jméno „Electra“ a první let se konal v prosinci 1957. Na linkách se objevil v lednu 1959 díky

Eastern Air Lines. Po týdnu ale havarovala první „Electra“, tento pád byl následován dalšíma dvěma. V každém z případů se trup za letu rozpadl. Provoz „Electer“ nebyl zastaven, pouze bylo nařízeno snížení cestovní rychlosti o 180 km/h. Příčiny havárií byly brzo objeveny, mohly za to vibrace motorů, které spolu interferovaly. Dopravní společnosti přestaly projevovat zájem o letouny a začaly rušit své objednávky, ať už kvůli haváriím nebo kvůli nástupu proudových letounů.

Kdyby nebylo americké armády, Lockheed by na Electře prodělal 25 mil. USD. Americké vojsko nakoupilo Lockheedy L-188 jako transportní letouny.

### 2.1.3 Sovětský svaz

V Sovětském svazu (SSSR) se rychlým tempem rozvíjela vnitrostátní letecká doprava, která pomalu nahrazovala dopravu vlakovou. Vývoj letadel šel kupředu vyšším tempem než výstavba letišť, a tak bylo zapotřebí vyrobit letadlo, které by mohlo přistávat a vzlétat na travnatých plochách a mělo vysokou nosnost. Jediným možným řešením bylo letadlo turbovrtulového typu. Šanci tak dostaly všechny tři největší ruské společnosti a všechny se jí chopily. Antonov s modelem An-10 a An-24, Iljušin s Il-18 a Tupolev s Tu-114.

**An-10** měl kapacitu až 117 cestujících, prosklenou příď a čtyři motory NK-4. Poprvé vzletl roku 1957 a na pravidelné linky se dostal v roce 1959. Za 8 let přepravil 12 milionů cestujících. Poté začaly být „desítky“ nahrazovány letadly s proudovými motory. Antonov rovněž pracoval na typu **An-24**. Na tomto letounu použil nové technologie, které zrychlily výrobu. Ať už se jednalo o použití plastů, bodové svařování či lepení kovů. Práce na An-24 začaly v prosinci 1957 a v první službě se letadlo objevilo o 5 let později v barvách Aeroflotu. An-24 byl vybaven dvěma motory Ivčenko. Antonov postupně tento letoun vyvíjel až do varianty An-26. Vzniklo i několik nákladních či kombinovaných variant. An-24 se stal jedním z nejrozšířenějších letounů u Aeroflotu.

Téměř souběžně s Antonovem An-10 se do vzduchu i do služby dostával i **Il-18**. Podobná byla rovněž kapacita letounu, 110 cestujících. V roce 1960 se dostal Il-18 i do služeb Československých aerolinií (ČSA). Il-18 byl tak dobrý letoun, že mohl působit vedle proudového Tu-104 i na tratích dlouhého doletu. Zatímco An-10 přepravil za osm let 12 milionů cestujících, Il-18 přepravil za deset let 60 milionů cestujících! Iljušin se jako jediný dostal do služeb i jiné společnosti než jen Aeroflotu.



Obr. 3 Iljušin Il-18 v barvách ČSA [18]

**Tupolev Tu-114** byl nejen z této čtveřice, ale i na světě největší vyráběné letadlo. Bez mezipřistání mohl absolvovat transatlantické přelety, nebo lety do Japonska. Kapacita kabiny byla 120 osob na dlouhé tratě, 170 na střední tratě a 220 na krátké tratě. Prototyp vzlétl stejného roku jako předcházející dva letouny. Na linky se dostal o 4 roky později, v roce 1961. Vykonal také let z Moskvy do Chabarovsku, trať dlouhou téměř 7000 km. Nutno podotknout, že bez mezipřistání. Posádce se to podařilo o tři hodiny rychleji než posádkám létajících na proudových Tu-104, které musely dvakrát přistát a doplnit palivo. Na lince z Moskvy do Tokia začal Aeroflot spolupracovat s Japan Air Lines, a tak se Tu-114 objevilo i v japonských barvách. Na konci šedesátých let začaly být Tupolevy nahrazovány na mezinárodních linkách Iljušiny Il-62, na vnitrostátních linkách i nadále hrály prim.



Obr.4 Tupolev Tu-114 ruského Aeroflotu [19]

#### 2.1.4 Evropa

Holandská společnost Fokker se po válce zaměřila na konstrukci cvičných letadel a zároveň spolupracovala s jinými evropskými konstrukčními společnostmi na výrobě dopravních letadel. Díky tomu si vytvořila dostatečný kapitál na stavbu vlastního letounu. Ke stavbě dopomohl i důkladný průzkum trhu, který ukázal, že stále chybí letadlo s nižší kapacitou na krátké tratě. Tomuto kritériu měl vyhovovat turboprotulový **Fokker F-27**. F-27 byly vybaveny motory Rolls-Royce Dart, které byly vhodné jak pro starty z travnatých letišť, tak z letišť ležících vysoko nad mořem. Prototyp vzlétl v roce 1955 a na trh byl F-27 uveden roku 1958. F-27 dostal jméno Friendship. Toto jméno bylo známo již z let předválečných, neboť v roce 1927 takto pojmenovaný Fokker F-VIIb-3m přeletěl Atlantský oceán.

V následujících letech byl F-27 následován dalšími verzemi. Od původního se lišily výkonnějšími motory, velikostí a kapacitou. Ta se třeba oproti prvním odhadům zdvojnásobila na celkový počet 56 míst. Vznikly rovněž čistě nákladní varianty nebo varianty pojmenované Combiplane. Tady se dala kabina ve chvíli předělat buď na osobní, nákladní a nebo kombinovanou. Nákladní a osobní prostor byl oddělen pevnou přepážkou.

Výroba Fokkeru se dostala dokonce i do USA a to díky společnosti Fairchild, která se později spojila se společností Hiller (roku 1961). Fokker se tak stal jedinou evropskou značkou, která se takto v USA ujala. Letouny vyráběné Fairchildem přímo vycházely z Fokkeru F-27. Lišily se jen v maličkostech, třeba jako ve výkonnosti motorů Dart. Friendship byl tak dobrý letoun, že si vysloužil titul „náhrada DC-3“. Na americkém trhu se prodalo celkem 205 Friendshipů, v tomto čísle je zahrnuta i licenční verze od Fairchildu. 205 prodaných kusů se dalo na tvrdém americkém trhu považovat za úspěch.



Jako konkurence Fokkeru se mohl jevit britský **Handley Page HPR-7 Dart Herald**, či ruský Antonov An-24. HPR-7 byl původně vybaven ještě pístovými motory a neměl v konkurenci turbovrtulových letounů nejmenší šanci. Až později byl vybaven, stejně jako Friendship, motory Rolls-Royce Dart. První letadlo mohlo být dodáno aerolinkám v roce 1961. To bylo příliš pozdě na to, aby se, v konkurenci již zaběhnutého Fokkeru, Dart Herald uchytil.

Stejně jako Antonov An-24, byly také Fokker F-27 a Handley Page HPR-7 Dart Herald hornoplošníky. Již tradičně mělo toto uspořádání výhody (dobrý výhled, snadné nastupování a vystupování po krátkých schůdcích) i nevýhody (složitější údržba, dlouhý podvozek zatahovaný do motorových gondol).

Firem, které se chtěly na trhu turbovrtulových letounů uchytit, bylo mnoho. Za menší zmínku však už stojí snad jen francouzský **Nord 262**, který jako první hornoplošník měl podvozek zasunovatelný do aerodynamických výstupků na břicho trupu. Toto řešení se nakonec uchytilo u většiny následujících hornoplošníků, protože bylo jednodušší než zatahování podvozku do vysoko uložených gondol motorů. Díky jednoduchosti mechanismu se podstatně spořila hmotnost letounu.



Obr. 5 Nord 262 [20]

### 2.1.5 Svět

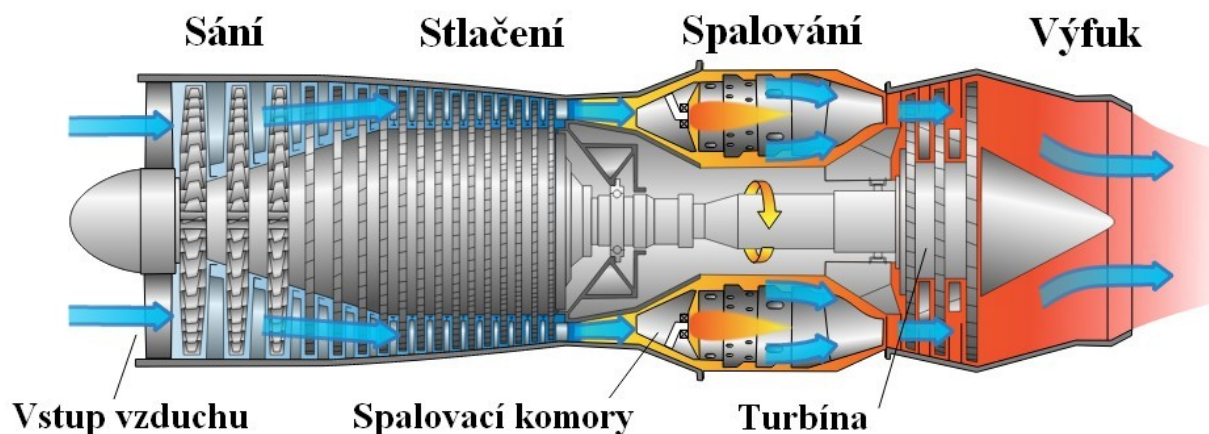
Mimo tradičních trhů jako SSSR, Velká Británie, USA a kontinentální Evropa, se letadla stavěla také v Japonsku. Tamní firma NAMC (Nihon Aeroplane Manufacturing Company) bylo vlastně seskupení menších společností, které se podílely na stavbě letadel. Tak např. Kawasaki dodávalo křídla a motorové gondoly, Fuji ocasní plochy, Mitsubishi dodávalo trup, vnitřní vybavení a staralo se o celkovou montáž. Ostatní komponenty byly dodávány

společnostmi Shin Meiwa, Nippi, Showa ad. Japonci své letadlo **NAMC YS-11** vybavili motory RR Dart. Kapacita byla 50 až 60 cestujících v závislosti na variantě, kterých vzniklo klasicky několik. Poprvé se YS-11 dostalo do vzduchu v létě 1962. NAMC odhadlo, že vyrobí celkem 180 kusů těchto letadel. Odhad se jim povedl, mnoho letadel z tohoto počtu bylo ve vojenském provedení.

Vrcholem vývoje těchto typů letounů jsou tedy léta 1957 až 1965. Poté byly nahrazovány letadly s proudovými motory, jejichž vývoj šel také kupředu. Turbovrtulová letadla byla potom využívána hlavně pro vojenské a nákladní účely.

## 2.2 Proudové motory

Na rozdíl od turbovrtulového motoru, který letadlo „táhne kupředu“, proudový motor letadlo „tlačí“. Pracuje na principu Newtonova zákona akce a reakce. Proudový motor se obsahuje pět základních částí. Je složen ze vstupního ústrojí, víceúrovňového kompresoru, spalovací komory, turbíny a trysky. Proudové motory pracují na podobném principu jako motory turbovrtulové. Horké plyny vystupující ze spalovací komory roztáčejí turbínu, která je hřídelí spojená s kompresorem. Důležitou funkcí proudových motorů má také jejich výstupní ústrojí. Mimo jiné obsahuje difusory, regulovatelnou trysku, obraceče tahu nebo tlumiče hluku. Počátky vývoje proudových motorů sahají do 30. let 20. století, kdy se jejich vývojem zabývali Frank Whittle z Velké Británie a Hans von Ohain z Německa. Oba konstruktéři pracovali nezávisle na sobě. První letadlo s proudovým motorem byla německá stíhačka Heinkel He 178 z roku 1939.



Obr.6 Schéma proudového motoru [21]

## 2.2.1 Velká Británie

**De Havilland DH-106 Comet 1** - první dopravní letoun vybaven proudovými motory a přepravující pasažéry, vzlétl 2. května 1952 z londýnského Heathrow do Johannesburgu. Letadlo patřilo letecké společnosti BOAC. Trať dlouhou téměř 11 000 km zvládlo s několika mezipřistáními za 23, 5 hodiny. Historicky první let učinil Comet 1 27. července 1949. Veřejnosti byl přestaven o 2 měsíce později, na výstavě ve Farnborough. Comet se stal také prvním proudovým dopravním letounem, který překonal Atlantský oceán. Comety si mezi prvními zahraničními společnostmi objednala letecká společnost Canadian Pacific Airlines. Comety měly pro Canadian Pacific Airlines létat z Kanady do Austrálie.

Comet 1 byl první dopravní proudový letoun, který přepravil platící pasažéry. Nebyl ovšem úplně prvním, dokonce ani druhým dopravním proudovým letounem. Prvním byl Vickers 618 a druhým Avro Tudor 8. Tato dvě letadla byla vybavena motory Rolls-Royce Nene. Motory ovšem nebyly vhodné pro civilní provoz a vývoj obou letounů po prvních zkušebních letech v roce 1948 skončil.

Po úspěších Cometu přišly i první nezdary, bohužel tragické, s oběťmi na životech. Havárie se staly postupně mezi lety 1952-1954, kdy byl provoz Cometů dočasně zastaven. První vážnější havárie se stala v říjnu 1952, kdy se Comet „neodlepil“ od runwaye v Římě. V tomto případě bylo naštěstí na odpis pouze letadlo, všichni cestující i posádka přežili. Letadlo patřilo společnosti BOAC. Podobné štěstí ovšem neměli cestující letadla o rok později s označením CF-CUN společnosti Canadian Pacific v Indii při podobné nehodě jako v Římě. Rok po zavedení do služby, tedy 2. 5. 1953, se zřítíl Comet 1 u Kalkaty. Při této letecké katastrofě zemřeli všichni cestující a také všichni členové posádky. V tropické bouři se letoun rozlomil za letu. Další dvě havárie se staly nad Itálií v roce 1954. Obě vypadaly podobně jako ta v roce 1953 u Kalkaty. Všechny tři tragické lety provozovala společnost BOAC (v posledním případě měla letoun pronajata jihoafrická South African Airways).

Lety Cometů byly pozastaveny a byla sestavena vyšetřovací komise, která měla havárie vyšetřit. Bylo podezření na selhání konstrukce draku letadla. Zkoušky probíhaly na letadle, které bylo ponořeno v bazénu a změnou tlaku vody uvnitř a vně draku se simulovaly podmínky letu. Po několika cyklech zkoušek byla zjištěna únava materiálu, která se projevila v rámu okna kabiny.

Komise na závěr své vyšetřovací zprávy uvedla, že firma de Havilland při výrobě nepochybila, ba dokonce mnohonásobně překročila bezpečnost jednotlivých dílů. Konstrukteři pouze nemohli počítat s únavou materiálu. Bohužel to pro de Havilland znamenalo ústup do pozadí, když bylo zrušeno několik důležitých zakázek. Comety se musely přepracovat, byl použit silnější potahový plech a kruhová okna, na místo obdélníkových, v jejichž rozích byly koncentrátoři napětí. Úpravy se týkaly i dalších dílů.

Postupný vývoj Cometů přes jednotlivé generační stupně pokračoval až do doby, kdy byl zkonstruován **Comet 4**, psal se rok 1955. „Čtyřka“ měla svést boj s Boeingem 707 o to, kdo

jako první vykoná let přes Atlantik na pravidelné lince s platícími cestujícími. Zavedení Cometů do provozu nebylo jednoduché, britská vláda byla na rozpacích z nezdarů prvních Cometů. Nakonec vše ale dopadlo pro de Havilland dobře a Comet 4 se dostal do provozu. Stalo se tak, po několika zkušebních letech v říjnu 1958, když dva Comety 4 společnosti BOAC odstartovaly na let přes oceán. Jeden letěl z Londýna, druhý z New Yorku. Obě letadla musela ale přistát v Ganderu, městu na ostrově Newfoundland u pobřeží Kanady, aby doplnila palivo. Comet 4 tedy vyhrál souboj s Boeingem 707, který překonal Atlantik o 3 týdny později. Konečným vítězem byl ale Boeing, který mohl přepravit 2x více cestujících vyšší cestovní rychlostí s 2x nižšími provozními náklady než Comet 4.

Výroba Cometů 4 skončila začátkem roku 1962. Vyrobeno bylo celkem 75 letounů, z toho 5 vojenských verzí. 75 letounů není mnoho, Comet měl pro civilní letectví jiný, důležitější význam. De Havilland šel průkopnickou cestou vývoje proudových letounů, měl mnoho nezdarů, ze kterých se ať už sami, nebo ostatní firmy při vývoji proudových letadel poučili.



Obr. 7 De Havilland DH-106 Comet 4 na letišti v Kuala Lumpur [22]

### 2.2.2 Sovětský svaz

Konstrukce letadel, byla stejně jako téměř vše v SSSR, v režii komunistické strany a jejich pětiletok. V tehdejší Sovětské svazu byly tři hlavní konstrukční kanceláře, které se zabývaly stavbou dopravních letadel. Byly vedeny Andrejem Nikolajevičem Tupolevem, Sergej Vladimirovič Iljušinem a Olegem Konstantinovičem Antonovem. Zpočátku byla nejúspěšnější firma Tupolev, hlavně díky typu **Tu-104**.

Tu-104 vycházel z vojenského bombardéru Tu-16. Převzato bylo hlavně řešení trupu letounu. Tu-16 byl středoplošník, Tu-104 ovšem dolnoplošník. První let s prototypem se uskutečnil

v červnu 1955. Tu-104 má křídlo, určené pro vysoké podzvukové rychlosti a dobré manévrovací schopnosti jak při startu, tak přistání. Zbytek světa nevěnoval Tu-104 příliš pozornosti, zřejmě proto, že si ho pletli právě s bombardérem Tu-16. Když ale Tu-104 přistál na jaře roku 1956 v Londýně, tak se západní mocnosti nestačily divit, jaké bylo „Téúčko“, již na první pohled, povedené letadlo. Krátce po tomto letu zařadil Aeroflot stroje do zkušebního provozu. První pravidelný let se uskutečnil v září 1956. Tu-104 bylo důležité letadlo rovněž pro ČSA. Do provozu jej přebíraly v roce 1957. Díky němu se zařadily mezi nejmodernější aerolinie na světě.

Tu-104 pokračoval ve vývoji dále a vznikly jeho vylepšené varianty. Vylepšení se týkala hlavně ekonomičnosti provozu, kapacity kabiny a v neposlední řadě přidáním dalšího páru motorů. Kapacita kabiny byla zprvu jen 50 míst, postupnými vylepšeními se dostala až na 100 míst a to za malého vynaložení prostředků. Původní Tu-104 mělo motory pouze dva, vylepšený Tu-110 měl 4 motory menší výkonnosti. Úprava byla nutná z důvodu legislativních požadavků západních států, která vyžadovala použití 4 motorů na dálkové tratě. Tu-104 se osvědčilo i se dvěma motory o vyšším výkonu, a tak Tu-110 nemuselo být vyráběno sériově.

Tu-104 sloužili na linkách Aeroflotu a ČSA až do poloviny 70. let, kdy byly vystřídány modernějšími typy. Tupolevy Tu-104 měly, v závislosti na variantě, dolet 2 650-4 200 km, cestovní rychlost 830-890 km/h a dostup 11 500-12 000 m.



Obr.8 Tupolev Tu-104 po přistání na holandském letišti Schiphol [23]

### 2.2.3 USA

Podobně jako v SSSR, i v USA byly tři hlavní firmy produkující velká dopravní letadla. Byly jimi Boeing, Douglas a Lockheed. Vývoj letadel byl v USA dotován vládou, hlavně

prostřednictvím příjmů z letecké poštovní přepravy. Později se ale firmy osamostatnily a začaly své projekty financovat samy. Boeing začal pracovat na vývoji typu **707**, prvním americkém dopravním letadle s proudovými motory. Boeing vycházel při vývoji z bombardéru B-47 (typ 367). Boeing použil pro 707 motory od firmy Pratt & Whitney (P&W). Tyto motory byly dva na každém křídle. Rovněž bylo nové uložení motorů. Motory byly zavěšeny na pylonech pod křídly, dál od trupu. Taková konstrukce měla několik výhod, byla to kompenzace aerodynamických sil na křídle, způsobovala nižší hluk v kabině, stejně jako lepší přístup pro údržbu. Měla ale i řadu nevýhod. Jako např. možnost dotyku motorů se zemí při prudkém přistání, nebo možnost poškození kabiny při rozpadnutí turbíny za letu. Občas se tyto závady staly, neměly ale dopad na lidské životy a vývojem byly odstraněny. Koncepce motorů zavěšených na křídlech se osvědčila a používá se dodnes.

Roku 1952 Boeing začal stavbu 707 pod označením 367, i když se jednalo o zcela nový typ. Veřejnosti se 707 ukázal v květnu 1954 a poprvé vzlétl o dva měsíce později. Celý vývoj Boeing financoval sám a přišel ho na 16 milionů dolarů. Nejdříve byl 707 pouze vojenskou verzí, sloužil dokonce jako tanker pro stíhací letouny. Později byl přebudován na civilní verzi, kdy se do něj vešlo 124 až 170 cestujících v závislosti na velikosti kabiny první třídy.

Největšími odběrateli se stali Pan American Airlines (jako první si objednali 20 kusů), jejich objednávka byla následována American Airlines (30 kusů). Ostatní společnosti, hlavně Continental, Braniff, Air France, Lufthansa, BOAC a další si objednaly méně kusů. Každá ze společností měla specifické požadavky na výbavu letounu, a tak začal Boeing přidávat k typovému označení 707 ještě další 3 číslice, např. 707-121 pro Pan American či 707-138 pro Qantas. Boeing si za jeden letoun účtoval 5,2 milionů dolarů. Jako první se na let přes Atlantik s novým Boeingem vydala společnost Pan American. Bylo to ale tři týdny za Cometem 4 společnosti BOAC, tj. koncem října 1958. Ostatní společnosti zatím nasazovaly Boeingy pouze na vnitrostátních linkách.

Paluba Boeingu 707 byla komfortní. Podávala se teplá jídla, promítaly se filmy, hrála hudba a hladina hluku zvenčí byla na nízké úrovni. Co se hluku týká, opačného názoru bylo obyvatelstvo v okolí letišť. Hluk dosahoval vně kabiny až 120 decibelů (v kabině 70 dB). Některá letiště dokonce odmítla přijímat 707, dokud se problém s hlukem nevyřeší. Boeing musel investovat dalších 15 milionů USD do vývoje tlumičů hluku. Problém byl opět vyřešen.

Krátké tratě obsadil Boeing modelem **720**. Typ 720 v mnohém vycházel z modelu 707, byl kratší, měl slabší motory a mohl přepravit v maximálním obsazení až 165 cestujících.

Druhá velká firma, Douglas, vyvíjela typ **DC-8**. Byl to přímý soupeř pro B-707. DC-8 měl být ekonomičtější a provozně výhodnější. Pan American Airlines mu důvěřovaly v takové míře, že v roce 1955 objednali 25 letounů, kdy byly DC-8 pouze ve stádiu studie a výkresů. DC-8 využíval mnoho řešení jako Boeing. Bylo to i díky úmluvě o vzájemném využití vynálezů. Douglas nepostavil prototyp, konstruoval hned sériové verze s tím, že kdyby se vyskytla nějaká chyba, musel by upravovat již vyrobené kusy. Vývoj i výroba šla rychle, a tak byl na jaře roku 1958 zalétán první stroj.

Douglasy DC-8 byly určeny pro kontinentální lety, kapacitu měli podobnou jako B-707 a využívali i stejné motory. Přes Atlantik se DC-8 vydaly později, roku 1960. Dolet se zvýšil díky objemnějším palivovým nádržím. Vstup na trh s proudovými letouny se nejvíce vydařil Boeingu, který byl následován Douglasem.

### 2.2.3 Evropa

Podle původních úvah, měla být proudová letadla nasazena pouze na středních a dlouhých tratích, aby byl jejich provoz ekonomický. Drobnými úpravami se podařilo docílit toho, že proudová letadla byla ekonomická i pro tratě krátké, tzn. pro vnitrostátní a krátkou mezistátní dopravu. Průkopníkem se stal francouzský model **Caravelle**. Francouzi začali o takovém typu letounu přemýšlet krátce po válce a celý projekt byl štědře dotován francouzskou vládou. Vzniklo mnoho prototypů, které se nikdy nedostaly do výroby, ale posloužily pro pozdější vývoj. Caravelle byl dítkem továrny SNCASE, která představila jeho prototypovou verzi X-210. SNCASE bylo výborem pro civilní a leteckou techniku doporučeno, aby X-210 upravil. Doporučení se především týkalo montáže silnějších motorů. Těmto požadavkům odpovídaly motory Rolls-Royce. V roce 1952 SNCASE vyhrálo soutěž na dodání letadel do civilní sféry.

SNCASE úzce spolupracovalo s Air France a s britskou firmou de Havilland. Typ Caravelle převzal mnoho řešení z Cometu 1 a rady poskytnuté Air France byly cenné pro pozdější provoz. Poprvé vzlétla Caravelle na jaře 1955. Caravelle měla 2 motory Rolls-Royce Avon, umístěné po stranách na konci trupu. Mělo to za následek mnoho výhod, hlavně křídlo bylo aerodynamicky „čisté“, díky tomu byl letoun dobře ovladatelný i za nízkých rychlostí. Mezi další výhody patřilo zvýšení účinnosti vstupních otvorů vzduchu do motorů, snížení nebezpečí nasátí nežádoucích předmětů do motorů při pohybu na letišti atd. Caravelle mohla přepravit 55 až 65 cestujících a v západní Evropě se stala oblíbenou. Kromě umístění motorů byl na Caravelle zvláštní i vstup pro pasažéry do letounu. Vstupovalo se sklopnou zádí se schodištěm. Caravelle tak nepotřebovala přistavovat schody na letištích.



Obr. 9 Caravelle se sklopenou zádí se schody připravenými pro nástup cestujících [24]

Evolucí Caravelle, byl typ **Caravelle 3**, který měl silnější motory a kabinu pro 64 až 80 cestujících. Poprvé vzlétl v roce 1959. Výhodou prvního typu Caravelle bylo také to, že se daly přestavit na Caravelle 3. Po pěti letech provozu bylo uzavřeno přes 100 objednávek na tyto letouny. Další stovky se ale muselo dosáhnout, aby nebyla firma SNCASE v červených číslech. Úspěch se dostavil i na tvrdém americkém trhu a to typem Caravelle 6-R z roku 1961. Ve službách United Airlines létala až do roku 1970. I když se Caravelle na americkém kontinentu osvědčila, nenašla další zákazníky. Servis byl poskytován Douglasem, který měl dokonce zájem o licenční výrobu v USA. Prodeje se nedařily podle plánu a této myšlenky se vzdal. Douglas díky opravám poskytovaným Sud Aviation nabyt inspiraci pro pozdější, velmi úspěšný letoun Douglas DC-9.

### 2.3 Dvouproudové motory

Dvouproudový motor, jak již název napovídá, vytváří tah ve dvou prouděch - generátorovém a dmychadlovém. Proudů mohou z motoru vystoupit samostatně nebo, po smísení v motoru, společně. Dmychadlo dvouproudových motorů vzniklo jakoby přeměnou vrtule motorů turbovrtulových. Vrtule byla umístěna do kanálu, byl zmenšen její průměr a zvětšen počet listů. Výhody dmychadla oproti klasické vrtuli jsou vyšší účinnost při rychlostech blížících se k rychlosti zvuku, menší vstupní otvory vzduchu při použití víceúhňového dmychadla nebo nenutnost redukční převodovky.

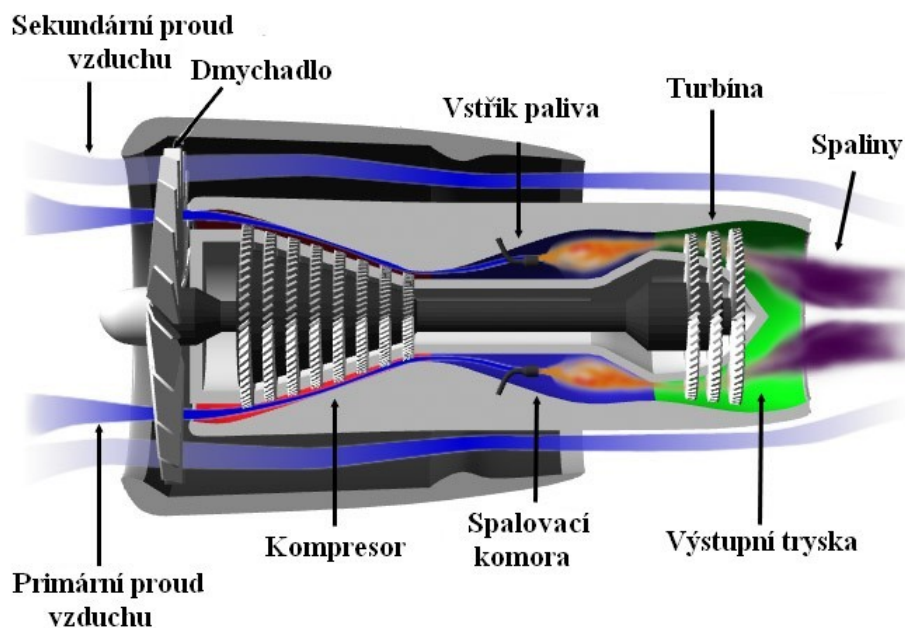


Existuje několik typů a uspořádání dvouproudových motorů. Hlavní části dvouproudových motorů jsou stejné jako u jednoproudových. Kompresorová část je doplněna o již zmíněné dmyhadlo. Obecně jsou dvouproudové motory složeny ze společného vstupu vzduchu pro oba proudy vzduchu, dále samostatných komor a trysek pro jednotlivé proudy a výstupních trysek.

Motory se dělí na motory s celkovým obtokem, tj. obtokový kanál je po celé délce motoru a motory s krátkým obtokem, kdy je obtokový kanál pouze na části motoru (může být vpředu ale i vzadu). Další dělení je např. podle polohy dmyhadla - motory s předním dmyhadlem a motory se zadním dmyhadlem. Používají se hlavně ty s předním dmyhadlem. Tyto jsou známy v jednorotorovém uspořádání, dvourotorovém uspořádání (nejrozšířenější) a třírotorovém uspořádání. Dvouproudové motory byly zavedeny díky své hospodárnosti při podzvukových rychlostech, tichosti, spolehlivosti a možnosti použití při nadzvukových rychlostech.

*„Tento motor kombinuje ekonomičnost provozu turbovrtulových motorů při nízkých rychlostech s efektivností provozu turbokompresorových motorů při vyšších rychlostech“.[23]*

První schéma dvouproudového motoru se objevilo již v roce 1932. Ruský konstruktér raketových motorů K. E. Ciolkovskij navrhl motor, nesoucí znaky dvouproudových motorů. Tímto znakem byl agregát proudového motoru, kolem kterého se vnějším kanálem vede zvláštním kompresorem obtokový proud vzduchu, který se na konci motoru směšuje s vystupujícími plyny. Charakteristickou veličinou dvouproudových motorů je obtokový poměr. Je to poměr hmotnosti vzduchu v obtokovém kanálu ku hmotnosti vzduchu vstupujícího do vlastního motoru. U prvních motorů býval tento poměr 1:1 až 2,5:1. Moderní motory mají tento poměr až 8:1. Tah se u dvouproudových motorů oproti jednoproudovým stejné velikosti zvýšil o 20-38 %, spotřeba klesla o 15-25 %. Motory s malým obtokovým poměrem (0,3-1) bývají vhodné pro nadzvukové rychlosti (až 2,5 Ma), se středním obtokovým poměrem (1-4) pro běžné rychlosti, které mohou atakovat rychlost zvuku. Motory s velkým obtokovým poměrem jsou určeny pro velkokapacitní letouny typu JumboJet nebo Airbus A-380.



Obr. 10 Schéma dvou Proudového motoru [25]

Psal se rok 1958. Rolls-Royce jako první firma uvedla na trh sériový dvou Proudový motor. Pojmenovali ho Conway. Nejprve sloužil v bombardéru Handley Page Victor. Civilního úspěchu dosáhly jeho pozdější varianty 508 a 509. Obtokový poměr byl 1,5:1. O Conwaye měl zájem Boeing i Douglas. Během pár měsíců roku 1959 dokázal Boeing upravit svoji 707 tak, aby mohl pod křídla uchytit „pětsetosmičky“. Když v březnu 1960 nastoupil do provozu, stal se prvním dopravním letadlem s dvou Proudovými motory. Dolet se oproti proudovým motorům, při zachování počtu cestujících, zvýšil o 3 600 km, na 11 200 km. Pratt & Whitney, jakožto dvorní dodavatel motorů pro B-707 a DC-8, se nesměl nechat zahanbit a musel dohnat Rolls-Royce ve vývoji dvou Proudových motorů. To se mu povedlo upravením proudového agregátu JT3C, dvou Proudové motory byly značeny JT3D. Na konci se objevila ještě doplňková číslice, značící jednotlivé verze motorů. Upravené motory JT3D měly obtokový poměr 2,5:1, zlepšený tah oproti původním motorům o 50 % při vzletu, o 20 % při cestovním režimu a sníženou spotřebu paliva o 15 %.

### 2.3.1 Sovětský svaz

Moderní dvou Proudové motory se nekonstruovaly pouze západně od Československa, ale i v SSSR. Tam měly pohonné jednotky značené D-20P, motory Ljulka AL-7, či Kuzněcov NK-8-4.

V Sovětském svazu se klasicky prosazoval Tupolev. V roce 1959 započal práce na novém, menším (v základu pro 44 osob), modelu na krátké tratě **Tu-124**, přezdíváném „malé túčko“. Tuto přezdívku si letadlo vysloužilo díky tomu, že vypadlo jako zmenšenina úspěšného Tu-104. Bylo to ale plnohodnotně navržené letadlo. Ke zkušebnímu letu došlo v roce 1960 a o dva roky později se dostalo do provozu. Tu-124 byl dolnoplošník s motory zabudovanými v předních křídlech. Následovníkem Tu-124 byl **Tu-134**. Měl delší trup, motory zavěšené po

stranách na konci trupu a kapacita jeho kabiny vzrostla o 20 míst oproti Tu-124. Tu-134 je o dva roky mladší než „malé tůčko“ a byl i ve flotile ČSA.

Dalším typem, kterým se Tupolev zabýval, byl **Tu-154**. To se však již psal rok 1965 a ke konstrukci se používala hlavně výpočetní technika. Tu-154 měl být náhradou hned za tři letadla, do té doby používaná. Jednalo se o Tu-104, Il-18, An-10. Tupolev měl spojit hlavní výhody těchto tří do jednoho celku. Měl si ponechat rychlost Tu-104, dolet Il-18 a nenáročnost na runway jako An-10. Povedlo se a letoun s kapacitou až 158 pasažérů v říjnu 1968, s přispěním tří motorů Kuzněcov NK-8-2, poprvé vzlétl. Na linky se dostal o tři roky později. Motory byly uloženy na konci trupu, dva po stranách a jeden pod ocasními plochami ve tvaru T. Větším letadlem (kapacita až 190 míst), vhodným pro střední a dlouhé tratě byl **Iljušin Il-62**. Využíval 4 motory Ljulka AL-7, podobně zavěšené jako Vickers VC-10 (po páru na každé straně na konci trupu). Později se na letadle objevily i Kuzněcovovy NK-8-4. V roce 1967 se v barvách Aeroflotu dostal do služby a téhož roku převzal transatlantickou linku z Moskvy do Montrealu po turbovtulovém Tupolevu Tu-114. O rok později si ČSA objednaly 7 letadel. Zavěšení motorů, jaké můžeme sledovat u Iljušinu Il-62 a Vickerse VC-10, je již na hraně výhodnosti uložení. Týká se to hlavně polohy těžiště. Z důvodu, že jsou motory velmi těžké, musí být trup před křídly dostatečně dlouhý, tzn. musí být tužší a tím roste i jeho hmotnost. Hmotnost trupu těchto letadel je zhruba o 2 % vyšší než u letadel podobné kategorie, avšak s motory zavěšenými pod křídly. To má za následek 12% ztrátu na kapacitě, což na vlastní kůži, a hlavně tvrdě, pocítil právě Vickers.

Stále však nebylo postaveno letadlo, do kterého by se nevešlo více než čtyřicítka cestujících a bylo by ekonomické. Šance se chtěly ujmout menší společnosti, ať už v Evropě, USA, či SSSR. Úspěchu v této oblasti nakonec dosáhl ruský konstruktér Alexandr Sergejevič Jakovlev se svým, tehdy úspěšným, typem **Jak-40**.

Jak-40 byl zalétán v říjnu 1966, vybaven třemi motory AI-25 od A.D. Ivčenka. Motory byly umístěny na zádi trupu s kapacitou 32 míst. Do provozu se dostal v barvách Aeroflotu na podzim 1968.



Obr.11 Přistávající Tupolev Tu-154 na Varšavském letišti [26]

### 2.3.2 Velká Británie

Ve Velké Británii se poprvé objevila poptávka po letadle se třemi motory pro krátké a střední tratě. Hlavní roli při vývoji takového typu letounu sehrálo šest společností, ať už aerolinek či konstrukčních firem. Byly to BEA, BOAC, Avro, Bristol, de Havilland a Vickers. BOAC a Vickers opustili své role záhy, jelikož měli rozjednanou zakázku. De Havilland, Bristol a Avro tak mezi sebou mohli začít soupeřit na plno. Všechny tři společnosti nabídky BEA třímotorové letouny. Nakonec si BEA vybrala de Havillanda a jeho typ **DH-121**. Mělo být použito motorů Rolls-Royce RB-141 Medway. Tyto motory byly natolik dobré, že mohl de Havilland zvýšit kapacitu až na 110 cestujících. Tento krok se u BEA nedočkal úspěchu a kapacita se musela snížit na původních, zhruba 90 cestujících. Rozhodnutí to bylo špatné, neboť kvůli němu přestal být později DH-121 konkurenceschopný vůči Boeingu 727. De Havilland mezitím vytvořil společenství Aircraft Manufacturing Company (Airco), do kterého přizval firmy Hunting a Fairey.

BEA po dlouhých tahanicích v roce 1959 uzavřela objednávku na 24 letounů Airco DH-121. Použito bylo tří motorů Rolls-Royce RB-163 Spey, méně výkonnější varianty RR Medway. De Havilland byl roku 1960 převeden pod křídla koncernu Hawker-Siddeley, dostal vládní dotace a název letounu se změnil na **HS-121 Trident**. Současně se rozpadlo Airco. Trident poprvé vzlétl na začátku roku 1962. Jeho vývoj trval více než pět let. První platicí cestující přepravil v březnu 1964, když musel zastoupit porouchaný Comet 4B. Trident byl spolehlivým letadlem. První závažnější problémy se objevily až v roce 1977. Souvisely s únavou materiálu potahových plechů na křídlech. Vyrobito se 117 Tridentů, nebylo to mnoho, ale britská vláda s takovým číslem byla spokojená. Trident se zapsal do historie letectví hlavně díky tomu, že jako první sériový dopravní letoun přistál za téměř nulové

viditelnosti bez nutnosti zásahu pilota. Před tím musel pilot převzít kontrolu nad letounem 45 vertikálních metrů před dosednutím na přistávací plochu. Trident sám přistál díky navigačního systému Smiths SEP-5 Autoflare. Ruku v ruce s vývojem navigační techniky na palubách letadel šlo i navigační vybavení letišť. Zavedly se všesměrové majáky VOR, měřiče vzdálenosti DME a v neposlední systém ILS.

Dalším koncernem pracujícím na letadle podobného typu, avšak se dvěma motory, byl British Aircraft Corporation. Ten pracoval na stroji **BAC-111** (přezdíváný one eleven) s kapacitou 59 až 69 cestujících a motory RR Spey. S vývojem se začalo na jaře 1961 a do provozu se dostal v roce 1965 (v USA 1966). Vycházel přitom z modelu Caravelle. Zkušební let se konal v srpnu 1963, avšak vývoj byl zabrzděn několika haváriemi. Problémy byly vyřešeny a BAC-111 dokonce uspěl i na americkém trhu. American Airlines si objednali 30 kusů BAC-111 a menší letecké společnosti je následovaly. BAC-111 bylo jedno z prvních sériových letadel vybavené černými skříňkami. BAC-111 a jeho evoluce patří k nejúspěšnějším britským letounům, když se jej prodalo 227 kusů.



Obr. 12 Trident britské BEA [27]

### 2.3.3 USA

Boeing nejdříve pouze modifikoval své letadla na použití nových motorů. U pozdějších modelů upravil i drak letounu na použití dvouproudových motorů. Spolu s modelem 707 dostal nové motory i model 720.

Douglas začal dvouproudové motory instalovat do svých **DC-8** jen s minimálním zpožděním za Boeingem. Douglas spolu s montáží nových motorů provedl i aerodynamické změny křídel. Díky této úpravě dokonce jako první dopravní letoun překročil rychlost zvuku. Stalo se

tak 21. 8. 1961 když při sestupném letu na plný tah motorů letěl rychlostí 1073 km/h. Douglas tímto předčil Boeing. Navrch měl ale i v jiných věcech, např. se stále držel své původní filosofie, že mu bude stačit jedna verze draku na uspokojení všech potřeb zákazníků. Později od toho upustil a stejně jako Boeing začal trup prodlužovat. Tímto došel až k modelu DC-8-60, zvanému Super Sixty. Trup měl oproti původní DC-8 delší o 11 metrů a mohl pojmut až 259 cestujících! Průřez trupu zůstal zachován. Toto mělo za následek neoblíbenost u cestujících, kteří se cítili jako v tunelu. Douglas to řešil operativně umístěním dělicích přepážek, aby se délka kabiny opticky zkrátila.

Boeing začal na letadle pro krátké a střední tratě pracovat v roce 1959. Jeho typ 720 byl určen spíše pro střední a dlouhé tratě. Rovněž se špatně vyrovnával s velkým počtem vzletů a přistání na menších vzdálenostech. Nové letadlo také muselo produkovat méně hluku, jelikož se létalo nad hustě obydlenými oblastmi. Boeing zvolil koncepci Tridentu, tj. 3 motory umístěné na zádi trupu a aerodynamicky čistá křídla. Nové letadlo neslo označení **Boeing 727**. Nově vyvinuté dvouproudové motory JT8D dodával Pratt & Whitney. Tyto pohonné jednotky jsou srovnatelné s britskými Spey, i když jsou o něco výkonnější. Boeing uspořil náklady a čas na vývoj použitím několika dílů z modelů 707 a 720. Byly to např. části trupu. Kapacita se v závislosti na verzi lišila od 96 až po 110 míst. U pozdějších variant, které měly delší trup, dosahovala kapacita dokonce 189 míst. Takové úpravy samozřejmě požadovaly i silnější motory, o to se P&W postaral. První let se konal v březnu 1963, 13 měsíců po prvním vzletu Tridentu. Do provozu se ale Boeingy dostaly o měsíc dříve než Trident. Na americkém trhu „sedmdvasedmičky“ slavily větší prodejní úspěchy Trident.



Obr. 13 Douglas SuperSixty [28]

V polovině roku 1964 zahájil Boeing vývoj nového modelu. Jednalo se o model 737, který se stal jedním z nejúspěšnějších letadel světa. Na výsluní mu mělo dopomoci i jednotné

konstrukční provedení a standardní technické prohlídky jako u ostatních modelů značky. Při konstrukci poprvé američani spolupracovali s Evropskou aerolinkou Lufthansou. Ta si objednala 21 kusů, aniž by byl hotov jediný prototyp. Typ 737 přebíral celý trup od modelu 727 a přezdívalo se mu „Fat Albert“. Zalétán byl 9. dubna 1967. Motory byly umístěny klasicky pod křídlo. Avšak prvotní kroky nebyly vůbec jednoduché. Vyskytlo se několik závad, kvůli kterým se zákazníci raději přiklonili k Douglasu DC-9. Větších úspěchů bylo dosaženo až s verzí 737-200, která měla kapacitu až 130 cestujících, tedy o 30 více než původní 737.

Konkurencí pro One eleven měl být **Douglas DC-9**, původně čtyřmotorové letadlo. Douglas začal s vývojem později, než BAC. Náskok britským kolegů se mu ovšem podařilo dohnat a konečný počet prodaných letadel mluví za vše. Douglas prodal téměř pětinašobek toho, co BAC. K úspěchům mu rovněž dopomohlo samotné jméno společnosti, která měla dobré renomé vybudované modelem DC-3.



Obr. 14 Boeing 737-100 německé Lufthansy [29]

Dvouproudové motory byly natolik výkonné, že si letečtí inženýři, ale i letecké společnosti, začali zahrávat s myšlenkou obřího letadla dlouhého doletu. První impuls dala na začátku sedmdesátých let americká armáda, která vypsala zakázku na dodávku letadla schopného přepravit velké množství vojáků a materiálu. Do soutěže se přihlásil Boeing, Douglas a Lockheed. Mezi zástupci výrobců motorů byl Pratt & Whitney a General Electric. Vítězi se stali Lockheed s typem C5-A Galaxy a GE s motorem TF39. Boeing se nevzdal a pokračoval ve vývoji, už ale s civilní verzí. Kapacita kabiny se na začátku vývoje pohybovala kolem 311-430 cestujících. K podobným číslům dospěly ve svých studiích i aerolinie Pan American a ukázaly své parametry konstruktérům. Boeing nabídl verzi 747, Douglas typ DC-10. Oba typy měly dvě paluby, ale typ DC-10 po celé délce trupu. Lockheed předvedl civilní verzi

C-5A Galaxy. Pozadu nezůstal ani Vickers a jeho Super Super VC-10. Ve výběrovém řízení zvítězil Boeing, neboť Lockheed měl plné ruce práce s vojenskou zakázkou. Douglas se dostal do velkých finančních problémů a musel se spojit s McDonellem. Vickers měl minimum šancí na úspěch hned od začátku.

**B-747** byl podle původních plánů středoplošník. Podobu, jakou známe dnes, dostal až v březnu 1966. O měsíc později objednal Pan American 25 letounů. Boeing počkal na další zákazníky, aby mohl v červenci rozjet vývoj a výrobu na plno. Ve svůj úspěch věřil natolik, že pro stavbu 747 postavil nedaleko Seattlu, v Everretu, novou výrobní halu. Výroba v Everretu začala 1. 5. 1967. Do výroby bylo zpočátku zapojeno 1500 subdodavatelů, na konci tento počet vzrostl 10 krát! Mezi dodavateli nechyběla ani společnost Pratt & Whitney dodávající své motory JT9D, jejichž obtokový poměr dosáhl postupným vývojem hodnoty 24:1. Poprvé se letadlo ukázalo veřejnosti 30. 9. 1968 a díky svým rozměrům (délka 70, 51 m, rozpětí křídel 59, 64 m a výška 19, 33) si ihned vysloužilo přezdívku „Jumbo Jet“. Kapacita jeho kabiny dosahovala v nejúspornějším provedení 500 míst. Většina leteckých společností se ale rozhodla pro kapacitu 350 míst, z toho 15 % bylo první třídy, která se nacházela na spodní palubě v přední části. Horní paluba za pilotní kabinou sloužila jako restaurace, neboť na dlouhých tratích cestující ocenili umožněný pohyb po letadle. V turistické třídě mohlo být v jedné řadě až 10 sedadel, v té době nebývalé číslo. Boeing 707 měl sedadel v jedné řadě šest. Do vzduchu se „Jumbo“ poprvé dostalo v únoru 1969 a osvědčení o letové způsobilosti získalo den před koncem téhož roku. Na lince bylo viděno poprvé v lednu 1970 na trase z New Yorku do Londýna v barvách Pan American. Za rok provozu prodal Boeing 170 kusů tohoto letounu a počet objednávek stále rostl. Mezi největší odběratele patřily Pan American, British Airways, TWA, United Airlines, American Airlines, Air France, JAL, Northwest a Qantas, když si ani jedna nezakoupila méně než patnáct kusů. Boeing se opět s tímto strojem vydal na neprobádané území a udělal dobře. Vývoj Boeingu 747 pokračuje dodnes.

S nástupem Boeingu 747 se znovu objevil i název Aerobus (Airbus). Bylo to pojmenování letounu, který se měl svou velikostí zařadit mezi letadla staršího pojetí a B-747. Slovo Aerobus vzniklo ale již v roce 1930. Američan Bellanca tak pojmenoval hornoplošníky, které sloužily podobně jako autobusy - cestující čekali bez předchozí rezervace na letišti, když přiletělo letadlo, nasedli, na palubě zakoupili letenku a odletěli. V USA se podobný nápad objevil znovu v sedmdesátých letech. Tehdy ho prosazovaly Eastern Air Lines pod pojmem Air-Shuttle.





Obr. 15 Boeing 747 při svém představení v Seattlu v září 1969 [30]

American Airlines jako první společnost rozeslala sedmi výrobcům své požadavky na nový, velkokapacitní letoun, který by byl právě jakýmsi předstupněm B-747. Mezi požadavky byla např. kapacita alespoň 250 cestujících, dva motory a cestovní rychlost 0,8 Machů. V American Airlines se nakonec rozhodovali mezi Douglasem, tehdy již spojeného s McDonellem, a Lockheedem. V roce 1967 nabídli oba výrobci své produkty. McDonell Douglas přišel s typem **DC-10**, Lockheed s modelem **L-1011** zvaným TriStar. Oba to byly třímotorové letouny s kapacitou přesahující 250 míst. Tři motory sice nebyly v původních požadavcích AA, avšak byla to optimální varianta. Dva motory byly umístěny klasicky pod křídly, třetí na konci trupu v ose letadla. AA nakonec zvolili Douglas. Lockheed ve vývoji pokračoval, aby svoje dílo mohl nabídnout někomu jinému. Tím někým jiným se v roce 1968 stávají TWA a Eastern Air Lines, když objednávají dohromady 94 letadel. McDonell Douglas se tak dostal do dalších drobných problémů, jelikož s TWA i EAL počítal jako se svými zákazníky. McDonell Douglas musel své letadlo zlevnit a „trn z paty“ mu vytáhla až United Air Lines, která si objednala 30 letounů.



Obr. 16 McDonnell Douglas při startu z mezinárodního letiště Los Angeles [31]

Oba výrobci, McDonnell Douglas i Lockheed, chtěli původně použít motory Rolls-Royce RB-211. AA požadovala General Electric CF6 a McDonnell Douglas musel od svého záměru ustoupit. Později jsou na tomto letadle k vidění i motory Pratt & Whitney JT9D a to na přání Northwest Orient Airlines. Lockheed se RR nevzdal a pevně se s touto britskou firmou spojil. U DC-10 se první let konal na konci srpna 1970, do ostrého provozu se dostal o rok později. Vývoj TriStaru byl přibrzděn obrovskými finančními problémy firmy, většími, než měl svého času Douglas. Lockheed se do nich dostal kvůli, již zmíněné, vojenské zakázce na letouny C-5A Galaxy. Tehdy byla smlouvena pevná cena za dodané letadlo. Náklady na výrobu a materiál se od doby smlouvy zvýšily natolik, že se Lockheed na konci roku ocitl v červených číslech s částkou 77 milionů dolarů. Podobné problémy postihly i Rolls-Royce, který dokonce v roce 1971 zbankrotoval a vznikla nová firma, pod záštitou britské vlády, Rolls-Royce Ltd. Okamžitě se zvýšila cena motorů o 100 000 liber. Toto zvýšení se týkalo i motorů již objednaných k dodání. Byla to další rána pro Lockheed. Kdyby mu americká vláda v roce 1971 neposkytla finanční krytí, dopadl by stejně jako Rolls-Royce. I přes finanční problémy byl první TriStar dokončen na podzim 1970. Vývoj obou letounů pokračoval nadále i po roce 1970.

#### 2.3.4 Evropa

Letouny Boeing 707 a Douglas DC-8 byly natolik dobré, že v západní Evropě neměly konkurenci. Dokonce i britská BOAC, razící heslo Buy British, se objevila v roce 1956 na čekací listině na Boeingy, když si objednala 17 kusů. To se britské vládě ani trochu nelíbilo a o rok později rozhodla o vývoji letounu, který by mohl být konkurencí 707, nebo by jej aspoň doplňoval na tratích britského impéria. O stavbu se měl postarat Vickers. Svému projektu dal jméno VC-10. Použil koncepci čistého křídla a čtyř motorů Rolls-Royce Conway

na zádi. Uložení dvou motorů vedle sebe na masivním ramenu na každé straně byla kritizována, avšak ukázalo se to jako jediné možné řešení. Vickers ještě přemýšlel o uložení motorů nad sebou. Od takové myšlenky ale kvůli složitosti údržby horního motoru ustoupil. BOAC se dohodl na koupi celkem 35 kusů těchto letounů, které měly kapacitu až 151 míst. Dalších 20 si objednala i přesto, že nebude možné plné využití tohoto počtu letounů. Do služby se první letadlo dostalo v půli roku 1964. VC-10 bylo spolehlivé, ale co se provozu týká, drahé letadlo. Mohlo nést obchodní náklad o 20 % nižší než B-707. BOAC na toto zjištění reagovalo zrušením smluv a odebralo pouze 12 letadel. Za hranicemi Velké Británie nebyl o Vickerse zájem, jelikož nenabízeli nic víc, co by mohl nabídnout B-707 či DC-8. K úspěchu měla pomoci vylepšená verze Super VC-10, představená rok po původní. Kapacita a výkon se zvýšily, Vickers se přiblížil Boeingu a Douglasu ale ani to nepomohlo. Aby prorazil, přemýšlel dokonce o stavbě Super Super VC-10 - velkého, dvoupodlažního letounu s kapacitou 265 míst. Nakonec od tohoto záměru upustil. Vickers Super VC-10 byl nabízen i ČSA, které se rozhodovaly mezi ním a Iljušinem Il-62. Zvítězil sovětský stroj.

Další firmou, která se zabývala konstrukcí dvouproudových motorů, byla General Electric (GE). Jejich motory měly na rozdíl od „Rojců“ a „Prattů“ zadní obtok. Tyto motory byly využity v Convairu a Caravelle. Nové motory pomohly Caravelle udržet se na trhu s letadly středního doletu. Měly také pomoc při získání nových zakázek na americkém trhu, hlavně u aerolinek TWA. Ti ale nakonec přistoupili na nový DC-9.

Airbus přišel se svým modelem podobné velikosti jako DC-10 a L-1011 později než Američani, Kořeny jeho vývoje ale sahají dále než ty americké, zhruba o pět let. Bohužel kvůli slabší ekonomice západoevropských zemí nemohly být myšlenky konstruktérů realizovány. Byla to společnost Hawker Siddeley, která v roce 1961 představila letoun **HS-132** s kabinou až pro 219 cestujících. Bohužel bez úspěchu. Hawker Siddeley pokračoval v konstrukci letadel dále a roku 1964 uvedla projekt **HS-134**. Ten již měl motory pod křídlem, zatímco HS-132 na zádi trupu. Zájem o letoun by byl i v USA. Britská vláda procházela jednou z jejích mnoha krizí a na projekt HS-134 se zapomělo. Na evropské pevnině se ve Francii tři společnosti zabývaly podobným problémem. Byly to Breguet, Sud Aviation a Nord Aviation. Sud Aviation přišel s projektem Galion, který se nejvíce podobal dnešnímu Airbusu A300. Nord Aviation ukázal model N-600 se čtyřmi motory na zádi a trupem průřezu ležaté osmičky. Průřez trupu ve tvaru osmičky, avšak stojaté, měl Br-124 firmy Breguet, která se později spojila s Dassaultem.

Ve Spolkové republice Německo (NSR) se zase přikláněli ke koncepci aerobusů, kterou nastínil Bellanca. Bylo jasné, že vyhovět všem požadavkům jednotlivých států, bude obtížné. Jedna firma, ba dokonce ani jeden stát, by to ekonomicky nezvládl, a i kdyby, bylo by nevhodné, pokud by se na relativně malém evropském trhu utkalo více továren. A tak v NSR vzniklo roku 1965 první společenství na stavbu letounu pojmenované Studiengruppe Airbus. Zahrnovalo firmy Bölkow/Siebel, Dornier, HFB, Messerschmitt, Union Süd a VFW. V téže roce vzniklo i společenství britsko-francouzské, zahrnující Hawker Siddeley, Breguet, Nord Aviation, British Aircraft Corporation a Sud Aviation. První tři jmenované pracovaly na projektu HBN, zbylé dvě na Galionu. Později se Breguet připojil k SA a BAC

a jeho místo zaujal Dassault. Oba projekty šly v průběhu tvorby takovými směry, že rozdíl mezi nimi se pomalu smazávaly, až byly nakonec téměř nerozpoznatelné. Oba projekty počítaly s motory Rolls-Royce RB-178 nebo Pratt & Whitney JT9D. Konečným vítězem se stal **HBN-100**. Jeho výrobou byl pověřen Sud Aviation spolu s Hawker Siddeleyem. V roce 1966 se přidalo nově pojmenované Arbeitsgemeinschaft Airbus. Nově vznikající letadlo mělo nést název Airbus A300 a mělo být osazeno motory Rolls-Royce RB-207, na jejichž vývoji spolupracoval francouzský SNECMA a německý MAN-Turbo. Vývoj těchto motorů byl zastaven, jelikož RR přešel na motory RB-211. Nakonec se, kvůli finanční krizi, zastavil i tento vývoj a konstruktéři museli přistoupit na motory General Electric CF6. Toto se nelíbilo britské vládě a od projektu v roce 1969 odstoupila.

Na konci roku 1970 vzniká v Paříži seskupení Airbus Industrie. Zahrnovalo francouzské Sud Aviation (nově pojmenované Aérospatiale), západoněmecké Deutche Airbus (Messerschmitt - Bölkow - Blohm a VFW - Fokker), oba s podílem 36,1 %. Dalšími podílníky byl britský Hawker Siddeley se 17 %, nizozemský Fokker/VFW s 6,6 % a španělská CASA se 2 % procenty. O zbytek se podělili menší výrobci. Rovněž byla dohodnuta dělba práce na novém stroji. Pevné části křídla a celkovou montáž provádí Hawker Siddeley, Fokker mu dodá pohyblivé části. Vstupní dveře, ocasní plochy a podvozkové kryty má na starost CASA. Aérospatiale mělo snad nejtěžší úkol. Dodávalo před, pilotní kabinu, spodek trupu a pylony pro úchyt motorů. Rovněž bylo zodpovědné za celkovou montáž letounu. Ta se prováděla v Blagnac u Toulouse. O výrobu podvozku se dělí Messier a Hispano. Motory jsou vyráběny v licenci SNECMou a MANem - Turbo. Tvarem byl **A-300** podobný Boeingu 737. Jeho průřez trupu byl ale o téměř 2 metry větší a do řady se vedle sebe vlezlo až osm sedadel, zatím co 737 jich má šest. Kapacita Airbusu je, v případě osmisedadlového uspořádání, 300 pasažérů. První let Airbusu se konal v říjnu 1972.



Obr. 17 Airbus A300 v továrních barvách Airbusu [32]

## 3. Nadzvuková dopravní letadla

### 3.1 Západní Evropa a Velká Británie

První projekty dopravního letadla, které by bylo schopno překonat rychlost zvuku, byly zahájeny ve Francii a Anglii v roce 1955, neboť vojenská letadla se svou rychlostí blížila dokonce dvojnásobku Machova čísla. Tehdy to ještě nebyl společný projekt. Ve Velké Británii se vývojem zabývalo seskupení STAC (Supersonic Transport Aircraft Comitee). V komisi bylo 9 členů zabývajících se stavbou draku a 4 členové mající na starosti motory. Celkový počet byl 24 členů. STAC se původně zabýval stavbou dvou možných variant letadel. Jedna byla na střední trati s kapacitou 100 míst a dosahovat měla rychlosti M-1,3. Druhá, 150ti místná verze, měla být dálková s rychlostí mezi M-1,8 až M-2,0. STAC rozhodoval také o ekonomice. Jeho první prognózy počítaly s maximálními výdaji 98 milionů liber, částka obsahovala také stavbu šesti prototypů a jejich zkoušky. Některé z firem obsažených ve STAC se začaly orientovat na svoje vlastní projekty. Mezi nejaktivnější patřil Bristol. V roce 1958 vypustil do světa projekt Bristol 198, hornoplošník s osmi motory na hřbetě a kapacitou 136 cestujících. STAC měl obavy z velkého sonického třesku, který by tak velké letadlo mohlo vyvolat, že Bristol projekt 198 v roce 1961 zamezl pod koberec. BAC, nově vzniklá společnost sloučením Bristolu, Vickerse a English Electric, model 198 zmenšila, udělala z něj dolnoplošník a osadila čtyřmi motory Olympus. Nový projekt nesl označení **BAC 223**. Kapacita byla 110 míst. Na trati z Londýna do New Yorku měla rychlost dosahovat M-2,2. Měl i sklopnou příď. BAC 223 byl přímý předchůdce pozdějšího Concorde.

Ve Francii se nadzvukovými letadly zabývala Sud i Nord Aviation, doplněné o Dassault. Jejich prvotní zaměření bylo na menší letadla, než jakými se zabývali Britové. Kapacita se pohybovala od 60 do 80 cestujících a cestovní rychlost na úrovni M-1,3. V roce 1960 se Sud Aviation a Dassault spojili a Nord Aviation svůj projekt ukončil. Sud Aviation a Dassault společnými silami stvořili projekt **Sud Dassault Super Caravelle**. I když nespolupracovali s BAC, jejich letadlo a BAC 223 si byly neskutečně podobné. Super Caravelle měla ale nižší kapacitu (70 až 76 míst) a neměla sklopnou příď. Po tom, co se Super Caravelle představila v roce 1961 veřejnosti, bylo britské i francouzské straně jasné, že musí spojit své síly, jinak neuspějí.

K předběžné dohodě o spolupráci došlo mezi BAC a Sud Aviation v říjnu 1961. Mezi oběma stranami se muselo vyřešit ještě mnoho věcí např. to, že Britové chtěli letadlo dlouhého doletu, zatímco Francouzi středního. Nakonec se dohodli na stavbě dvou draků s minimem odlišností a konečná dohoda byla podepsána rok po předběžné dohodě. Svůj společný projekt nazvali **Concorde**. STAC předpokládala výdaje na vývoj supersonického letounu na 90 milionů liber. Konečná suma, po velké inflaci, devalvaci libry i franku, se vyšplhala až na závratných 1,065 miliardy liber! Concorde se montoval ve dvou závodech, jednom ve Francii v Toulouse a v jednom v Anglii ve Filtonu. Rozdíly ve velikosti draků se postupně smazávaly a roku 1964 vznikl konečný model vybaven čtyřmi proudovými motory Olympus. Veřejnosti se představil v prosinci 1967 a poprvé vzlétl až v březnu 1969. Více než rok po prvotním

plánu. Toto zpoždění bylo způsobeno několika problémy, mezi které patřily i stávka zaměstnanců či špatný podvozek, který se musel od základu předělat. Concorde byl zajímavý také svými palivovými nádržemi, které přečerpávaly palivo v době letu. Concorde měl 10 nádrží v křídlech a 4 nádrže v trupu. Při zrychlování a nadzvukovém letu, bylo palivo přečerpáno do zadních nádrží, aby se těžiště posunulo dozadu. Při zpomalování je proces zcela opačný. U Olympusu museli řešit rovněž problém s dodávkou vzduchu motorům, jak při popojíždění na letišti a podzvukovém letu, tak i při letu nadzvukovém. Při nízkých rychlostech se musel vzduch vstupující do motorů urychlovat kompresory. Při rychlostech vyšších než M-1 se vzduch naopak musel brzdit. To obstarával systém klapek. Až do 1. října 1969 létal Concorde pouze podzvukově, neboť do jeho motorových gondol nebyl vestavěn důmyslný systém brzdících klapek. K dosažení rychlosti zvuku se muselo použít přídavného spalování. Dvojnásobné rychlosti zvuku dosáhl Concorde až v listopadu 1970. To už na něm zkušebně létali piloti a palubní inženýři leteckých společností, kteří si prosadili prosklenou sklopnou příd'. Před tím byla příd' zakrytá plechem.

### 3.2 USA

O Concorde byl původně zájem i za oceánem. Hlavně u Pan American Airlines, Continental Air Lines, American Airlines, TWA a dalších. Celkem si Concorde zapsal 74 objednávek. Většina byla později zrušena. Zůstaly objednávky jen Air France a British Airways (vznikla z BOAC). Obě společnosti k nim byly donuceny vládami svých zemí. Objednávky se rušily hlavně ze čtyř důvodů.

Prvním důvodem byla nízká přepravní kapacita. Aby Concorde mohl letět nadzvukově ze západní Evropy na východní pobřeží USA, mohl přepravit pouze 100 cestujících. To bylo tak málo, že by Concorde musel letět 4-5krát denně, aby si na sebe vydělal. Takový počet letů za den byl technicky nemožný.

Druhým důvodem byla existence velkokapacitních letadel. Několik společností utratilo nemalé prostředky na nákup letadel typu Boeing 747, Douglas DC-1011 či Lockheed L-1011. Tato letadla, stejně jako Concorde nepatřila k nejlevnějším, a letecké společnosti tak vyčerpaly své finanční zásoby na nákup Concordu. To vedlo k rušení objednávek.

Třetí důvod se týkal hlučnosti a jejím dopadu na veřejnost. Hlavním problémem byl hlavně sonický třesk. Silný hluk vzniklý překročením rychlosti zvuku. Může být doprovázen i zatřesením oken či slabšího zdiva. Letadlo velikosti Concordu vyvozovalo těchto třesků hned několik za sebou. Dosažení rychlosti zvuku bylo plánováno až nad moře nebo nad řídké obydlené oblasti. V USA ale lety nadzvukových dopravních letadel zakázali úplně.

Čtvrtým důvodem neúspěchu Concordu byl projekt SST - Supersonic Transport. Vznikl za vlády J. F. Kennedyho v USA. NASA si dala na nové letadlo takové požadavky, které překračovaly možnosti Concordu. Cestovní rychlost M-2,7 až M-3,0, kapacita 150 až 200 osob a dolet 6 450 km.

Roku 1963 byl osloven Boeing, North American a Lockheed, aby představili své vize SST. Mezi oslovenými byli rovněž výrobci motorů Curtis Wright, General Electric a Pratt & Whitney. Lockheed přišel s modelem CL-823, North American s NAC-60 a Boeing s typem 733. Po dvoukolovém výběrovém řízení byl za konstruktéra draku v roce 1966 zvolen Boeing. Motory měl na starost General Electric. Jeho model **733** byl zajímavý měnitelnou geometrií křídla. Šíp se mohl nastavovat od 20° do 60°. Toto řešení ale vážilo se všemi potřebnými mechanismy 18 tun a Boeing od něho upustil. Nově vznikající letadlo tak už neslo označení 2707 a křídla měla pevná, v šípku 60°. Vývoj se ale v roce 1971 zastavil úplně. Boeing nedostal státní podporu, kterou jim roku 1969 slíbil prezident Nixon.



Obr. 18 Boeing 733 SST [33]

### 3.3 Sovětský svaz

Vývoj supersonického ruského letadla začal o sedm let později než toho západoevropského. Nejdříve musela předcházet obhajoba takového letounu u vlády SSSR, kterou si vzal na starosti sám A. N. Tupolev. Byl úspěšný. Na svou stranu získal jak vládu, tak i Akademii věd SSSR a tak se do vývoje „túčka“ zapojili i vědci. Tupolev zvolil pro svůj stroj dvojitě delta křídlo se čtyřmi dvouproudovými motory Kuzněcov umístěnými pod křídlem. Kapacita byla 121 pasažérů a cestovní maximálně dosažitelná rychlost plně dostačujících 2,3 Machů. Použito bylo rovněž sklopné přídě. Jako maketa se světu **Tu-144** ukázal na Pařížském aerosalónu 1965. Představení vzbudilo obdiv a zaskočení. Tehdy se vědělo pouze o vývoji Concorde a SST, takový „útok“ z východu nikdo nečekal. V úžasu odborníci zůstali po sdělení, že první vzlet je plánován již na rok 1968. Jak Rusové psali, tak udělali. První let skutečně připadl na Silvestra 1968. Ze svého vozu to sledoval i A. N. Tupolev, čerstvý osmdesátník. Tu-144 vzlétl o pět měsíců dříve než Concorde. Hranici zvuku překonal 5. června 1969, a dvojnásobnou pak o 11 měsíců později. Obou rychlostí dosáhl opět dříve, než Concorde. Jiným, než sovětským letištěm, na kterém Tu-144 poprvé přistálo, se stala pražská Ruzyně. Stalo se tak na jaře 1971, cestou na další aerosalón. V SSSR se s dosaženým úspěchem nespokojili a ve vývoji pokračovali dále. Tu-144 narostlo až na kapacitu 140 míst,

změnil se tvar křídla i gondol motorů pro lepší sání vzduchu. Na přídi přibyla pomocná křídélka. Po tolika úpravách vypadal zcela odlišně než Concorde, ale i než původní verze.

Concorde ani Tu-144 se leteckým společnostem nevyplácely. Jejich provoz byl nesmírně drahý. Na Concorde britská a francouzská vláda přispívala ročně 20 miliony liber. Není známo, kolik rublů doplácela komunistická strana na provoz Tupolevu. Dá se očekávat podobná suma. Provoz Tu-144 byl roku 1978 po 102 dopravních letech s cestujícími ukončen. Tu-144 byl zdokonalen na verzi Tu-144D, která se na linky nedostala. Provoz Concordu pokračoval v omezené míře až do roku 2003, kdy byl po sérii leteckých nehod rovněž zastaven. Současnost ukazuje, že civilní letectví nadzvuková letadla nepotřebuje.



Obr. 19 Srovnání Concordu a Tu-144, muzeum Sinsheim, Německo [34]

## 4. Vrtulníky

Popsání vývoje světových vrtulníků lze začít citací jejich definice.,*Letadlo těžší než vzduch, schopné letu převážně působením aerodynamických sil, vznikajících na jednom nebo více poháněných rotorech, jejichž osy jsou v podstatě svislé*“ [46]. Vrtulníky můžeme rozdělit podle několika hledisek.

Mezinárodní rozdělení letadel rozlišuje vrtulníky na pozemní, vodní a obojživelné. Mezi další kritéria může patřit rozdělení podle hmotnosti, počtu rotorů, způsobu řízení aj. Podle hmotnosti dělíme vrtulníky na ultralehké, tyto mají kapacitu maximálně pro dvě osoby a letovou hmotnost 600 kg, lehké s letovou hmotností do 2500 kg, pro 6-8 osob, střední, které mají letovou hmotnost až 8 tun a kapacitu až 16 osob a těžké, jenž mají hmotnost nad 8 tun a kapacitu větší než 16 osob. Dle počtu motorů se vrtulníky dělí na jednorotorové



a vícerotorové. Jednorotorové jsou nejrozšířenější a kromě hlavního rotoru mají i vyrovnávací rotor. Vícerotorové mají dva a více hlavních rotorů. Tyto rotory se mohou překrývat, mohou být uloženy příčně, za sebou či nad sebou. Nejpoužívanější jsou ty s rotory za sebou.

K pohonu vrtulníků se do přelomu padesátých a šedesátých let 20. století používalo pístových motorů. Tyto, dlouho vyvíjené motory byly spolehlivé a bezpečné. I přes své klady, začaly být pístové motory z vrtulníků vytlačovány motory turbohřídelovými. Turbohřídelové motory jsou oproti pístovým výkonnější, mají menší rozměry, menší hmotnost, jelikož nepotřebují přídavné chlazení ani elektrické zapalování. Mezi jejich klady patří také možnost použití levnějšího paliva. Na druhou stranu mají turbohřídelové motory oproti pístovým větší spotřebu paliva při nižších rychlostech letu, nutnost montáže složitější redukční převodovky a v neposlední řadě zhruba pětinasobně vyšší cenu. Z těchto a několika dalších důvodů nebyly pístové motory z konstrukce vrtulníků zcela vytlačeny. Používaly se nadále pro menší a méně výkonné vrtulníky (do 220 kW).

Vrtulníky zažily prudký rozvoj v prvním desetiletí po druhé světové válce i přes to, že vrtulník byl mnohem nákladnější na stavbu a vývoj než klasická letadla. Vrtulníky tak mohly vyrábět jen hospodářsky vyspělé země, které měly rovněž velké zkušenosti s výrobou letadel. Mezi ně patřil Sovětský svaz, Francie, USA a částečně Velká Británie. V polovině šedesátých let byly pouhé 3 % všech vyrobených vrtulníků používány v civilní sféře. O deset let později bylo zastoupení civilních vrtulníků zhruba třetinové oproti vojenským.

#### 4.1 Sovětský svaz

V Sovětském svazu se konstrukcí vrtulníků zabývaly společnosti čtyř konstruktérů, kterými byli Ivan Bratuchin, Alexandr Jakovlev, Nikolaj Kamov a Michail Mil. Za války byl v čele vrtulníkového vývoje v SSSR Ivan Bratuchin, který zvolil konstrukci dvou motorů a rotorů vedle sebe. Takové řešení se postupem času ukázalo jako neperspektivní. V roce 1947 vypsal sovětské letectvo soutěž na dodávku malého třímístného vrtulníku pro spojovací službu a další vojenské a civilní účely. Do soutěže se přihlásil I. Bratuchin, M. Mil a A. Jakovlev. Nakonec zvítězil Michail Mil se svým typem **Mi-1** a okamžitě zahájil jeho vývoj. Mi-1 byl vrtulník klasické konstrukce s jedním nosným rotorem a ocasní vrtulí. První sériové Mi-1 se objevily na počátku padesátých let. Pozdější verze tohoto typu byly bohatší např. o zemědělské a lékařské vybavení, plováky pro přistávání na vodní hladině nebo dvojí řízení, aby mohly sloužit jako cvičné verze. Typy Mi-1A Moskvič sloužily jako aerotaxi a mohly přenést pilota a tři cestující.

V roce 1952 předvedl Jakovlev s Milem vrtulníky o poznání větší, než byl Mi-1. Jakovlev přišel s typem **Jak-24**, přezdívaným létající vagón. Měl dva hlavní rotory uložené za sebou. Bohužel, se mu i přes dobré přepravní parametry, nedostavily větší úspěchy. To **Mi-4** se úspěchy dostavily. Měl klasické uspořádání a robustní konstrukci. Díky osazení silným, tehdy ještě pístovým, motorem mohl sloužit ve všech klimatických podmínkách. Dokonce pronikl i na západní trhy, kde hrály prim americké vrtulníky. Podobně jako u Mi-1, vzniklo několik verzí. Mi-4 mohl unést až deset pasažérů. Mi-1 a Mi-4 byly kvalitním základem pro moderní

stroje s novými turbohřídelovými motory, jmenovitě pro Mi-2 a Mi-8. **Mi-2** byl vybaven dvěma motory Izotov GTD-350. Palivové nádrže měl, pro zvětšení vnitřního prostoru, uloženy vně trupu a mohl pojmout až 10 osob. Mi-8 měl kapacitu 28 osob a zpočátku byl vybaven jedním TH motorem Solovjev. Později se přistoupilo na dva motory Izotov TV-2-117, které dohromady zvýšili výkon o 300 koní. Michailu Milovi byla za tyto modely v roce 1962 udělena Leninova cena, Leninův řád a Řád rudého praporu. V roce 1964 se dostaly do sériové výroby a služeb Aeroflotu. Po prototypech Mi-2 vyrobených v SSSR byla výroba přesunuta do polského Swidniku. Oba typy létají dodnes. Mezi největší vrtulníky SSSR a světa vůbec se roku 1957 zařadil **Mi-6**. Obří stroj, který mohl unést až 12 tun nákladu nebo 90 cestujících byl využíván mimo jiné pro přepravu těžké techniky na místa, kde by to po zemi nebylo možné. Do sériové výroby se dostal roku 1961. Ještě větší vrtulník než Mi-6, byl **Mi-12**. Tento mohl uzvednout dokonce 40 tun! Byl to čtyřmotorový dvourotorový vrtulník. Rotory byly příčně uspořádány a jejich nosníky sloužily jako pomocné křídlo. Jeho prototyp poprvé vzlétl v roce 1968.



Obr. 20 Mil Mi-2 v civilním provedení [35]

Kamovova konstrukční kancelář přišla v roce 1949 s prototypem **Ka-10**. Byl to lehký vrtulník trubkové konstrukce s motorem AI-4V o výkonu pouhých 40 kW. Měl originální řešení uložení rotorů. Toto řešení se skládalo z dvou souosých třílistých rotorů uložených nad sebou, které se otáčely proti sobě. Do sériové výroby se dostal r. 1954. Kamovův typ **Ka-18**, který vznikl v roce 1956 z verze Ka-15, se stal nejrozšířenějším vrtulníkem v SSSR v šedesátých letech 20. století. Rovněž tento typ našel široké uplatnění ve všech oblastech sovětského hospodářství. Po Ka-15 přišel model **Ka-25K**, přezdívaný létající jeřáb. Vycházel z vojenské verze. Byl vybaven dvěma turbohřídelovými motory Glušenkov GTD-30. Na vrtulníku **Ka-26**, představeném v roce 1965, použil Kamov pro konstrukci draku plastické hmoty. Na listy rotoru skelný laminát. Díky své hospodárnosti se využíval ve stavebnictví, zemědělství, lesnictví atd.

## 4.2 USA

Vedle druhé světové války měla na rozvoji amerického vrtulníkového letectví lví podíl i válka Korejská a válka ve Vietnamu. Mezi hlavní konstruktéry v USA patřily společnost Bell Aircraft, Boeing-Vertol a Sikorski Aircraft (nejstarší producent vrtulníků v USA). Mezi první vrtulníky, které Sikorski na přelomu čtyřicátých a padesátých let 20. století uvedl na trh, byl **S-55**. Byl osazen pístovým motorem Pratt & Whitney R-1340. Tento vrtulník se nevyráběl pouze v USA, ale i licenčně ve Velké Británii. Jmenovitě u Westland Aircraft. Nejen díky tomu se mu dostavilo široké rozšíření na evropských a světových trzích. Např. belgická letecká společnost Sabena jej zavedla roku 1953 jako aerotaxi na krátkých tratích z Bruselu do Paříže, Eindhovenu či Dortmundu. Způsob takové dopravy byl ztrátový a tak jej Sabena po třech letech zrušila. Provoz byl třikrát dražší, než kdyby létala klasickými letadly.

V roce 1954 poprvé vzlétl Sikorski **S-58**. Vyráběl se i v Anglii a ve Francii. Používal pístový motor. O tři roky později byl nahrazen typem **S-58T**, který byl již vybaven dvěma turbohřídelovými motory Pratt & Whitney. Vrtulník mohl letět i při vysazení jednoho z nich. Díky osazení novými motory vzrostla nosnost o 300 %. V listopadu 1961 vzlétl Sikorski **S-61**. Byla to civilní verze úspěšného vojenského vrtulníku SH-3 Sea King. V březnu následujícího roku jej obdržely první aerolinie do svých služeb, byly jimi Los Angeles Airways. S-61 využívá dva turbohřídelové motory General Electric CT-58. Tento vrtulník se stal rovněž oblíbeným pro dopravu pracovníků a materiálu k ropným plošinám na mořích. Mezi pozoruhodné vrtulníky firmy Sikorski se zařadil **S-64** „Létající jeřáb“. Prototyp vzlétl v květnu 1962. S-64 se stále vyrábí ve společnosti Erickson Air-Crane. Již z označení se dá usoudit, že sloužil jako pracovní stroj pro zvedání a transport těžkých břemen na hůře dostupná místa, kde by se pozemní technika dostala jen s těží. K tomu mu měli dopomoci dva výkonné turbohřídelové motory Pratt & Whitney JFTD12A.

Společnost Bell přišla v roce 1955 s typem **Bell 204**. Vycházel z vojenského vrtulníku UH-1 Iroquois. Kabina Bellu 204 mohla pojmout sedm pasažérů. O šest let později představil Bell větší typ **Bell 205**, který měl větší kabinu a tak mohl přepravit až 15 osob včetně posádky. Jak Bell 204, tak i Bell 205 byli vybaveny turbohřídelovými motory Lycoming. V roce 1962 vzlétl prototyp **Bellu 206**. Původně byl tento model vytvořen kvůli požadavkům armády na lehký pozorovací vrtulník. Neuspěl, a tak z něj vznikla civilní verze. Původně měl kapacitu pouze tři cestující a nevypadalo to ani na úspěch na civilním trhu. V lednu 1966 se dočkal vylepšení a vznikla tak verze 206A JetRanger, která si už úspěch připsala. JetRanger využíval motory Allison. Z Bellu 205 vycházel typ **212** „Twin Huey“. Slovo Twin ve své přezdívce má proto, že využíval dva motory Pratt & Whitney Canada PT6T. Bell 212 byl veřejnosti představen v roce 1968.



Obr. 21 Bell 205 [36]

Boeing-Vertol, který spadal pod letecký koncern Boeing Company, převzal výrobu vrtulníků po Franku Piaseckém v roce 1960. Frank Piasecki se proslavil stavbou dvourotorových vrtulníků s rotory v tandemovém uspořádání. Jeho nejznámější model je **H-21** „Létající banán“ z roku 1951, který našel své uplatnění hlavně v armádě. V civilních službách se vyskytoval velmi zřídka. Používal se především na transport těžkých břemen na hůře dostupná místa. V roce 1961 uvedl Boeing-Vertol na trh vojenský CH-46 Sea King, ze kterého vzešla civilní verze **BV 107-II**. Vrtulník má dva rotory v tandemovém uspořádání. Rotory jsou poháněny dvěma turbohřídelovými motory General Electric T58. V případě poruchy jednoho motoru může zbývající pohánět oba rotory. New York Airways obdržely první civilní kusy v roce 1962. Mohly jimi přepravit až 25 cestujících. Mezi další aerolinie, ke kterým se BV 107-II dostaly, byly PanAmerican a Columbia Helicopters.

### 4.3 Francie

Mezi hlavní producenty vrtulníků ve Francii a Evropě vůbec se řadil Sud Ouest (SO). Konstrukteři SO těžili ve vývoji poválečných typů ze svých zkušeností získaných již před válkou a z licenční výroby Sikorskeho modelu S55. Jeden z prvních francouzských poválečných vrtulníků **SO.1221** „Djinn“ měl originálně řešený pohon rotoru. Rotorové listy byly poháněny tryskami umístěnými na konci lopatek, do kterých byl od turbokompresorového motoru Turbomeca Palouste vháněn horký stlačený vzduch. Djinn byl lehký dvoumístný vrtulník, jehož prototyp vzlétl roku 1953. Djinn byl stavěn v několika verzích, jako např. v civilní, vojenské, sanitní, nebo zemědělské. Mezi další zajímavosti tohoto modelu patří i zadní část vrtulníku. SO.1221 totiž není vybaven ocasní vrtulí. Směr je udržován pouze velkou směrovkou, umístěnou v jedné řadě s výfukem a na kterou jsou právě výfukové spaliny usměrněny. Originální řešení, použitá na tomto vrtulníku, byly otestovány na zkušebních strojích se jménem Ariel. Produkce byla ukončena v polovině šedesátých let 20. století. Dalším modelem z dílen Sud Ouest byl **Alouette II**, který byl následovníkem Alouette, jenž se nikdy nedostal do sériové výroby. První let vykonal Alouette II v březnu

roku 1955 a byl osazen moderními turbohřídelovými motory Artouste. Jejich dodávku rovněž zajišťovala společnost Turbomeca. Sériová výroba byla započata v roce 1957. Alouette II si připsal mnoho rekordů a stal se rovněž prvním vrtulníkem, který byl použit pro záchranu horolezců na hoře Vallot ve francouzských Alpách ve výšce přes 4300 m n.m. Stalo se tak v červenci roku 1956, kdy ještě probíhali testy vrtulníku.



Obr. 22 Alouette II na snímku na letišti v Toulouse v roce 1996 [37]

Roku 1959 představil Sud Aviation (v roce 1957 vzniklý ze Sud Ouest) **Alouette III**. Tento typ se stal na trhu úspěšnějším než jeho předchůdce, neboť mohl nabídnout více místa pro posádku, silnější motor, lepší vybavení atd. O pohon se staral vylepšený turbohřídelový agregát Artouste III. Produkce byla zahájena v roce 1961. Alouette III se sloužil v několika zemích světa, mezi kterými nechyběly destinace jako Kongo, Rwanda nebo Nepál. Alouette II se nestal základem pouze pro Alouette III, jeho platforma byla použita i pro typ **SA-315B** „Lama“. Na novém modelu, který poprvé vzlétl roku 1969, bylo použito trupu z Alouette II, motorů a dalších zařízení pohonu z Alouette III. Lama mohla operovat ve velkých nadmořských výškách. Vyráběna byla licenčně v Indii. Ve stejném roce, jako byl představen Alouette III vzlétl i prototyp vrtulníku střední velikosti **SA.3210** „Frelon“. Jeho luxusní klimatizovaná a dobře odhlučněná kabina mohla pojmout až 24 cestujících. Frelon byl poháněn třemi turbohřídelovými motory Turbomeca Turmo III. Pro úsporu místa byly palivové nádrže umístěny na bocích trupu. Frelon se do sériové výroby nedostal, ale posloužil jako kvalitní základ pro nový typ **SA.321** „Super Frelon“. Super Frelon oproti svému předchůdci zvýšil přepravní kapacitu a tak mohl v civilní verzi přepravit až 37 cestujících a stal se tak dobrým konkurentem pro vrtulníky americké a sovětské výroby v této kategorii. K prvním zákazníkům se produkční verze začaly dostávat v roce 1965. Dalším modelem Sud Aviation byl **SA.330** „Puma“. Primárně tento typ vznikl pro vojenské účely a Sud Aviation se nechalo při vývoji inspirovat americkým Sikorským S58, neboť ho mělo v licenční výrobě. Puma byla menší než Super Frelon, přepravit mohla maximálně 20 cestujících. V komfortním

uspořádání byla kapacita 12 míst. Sériová výroba byla zahájena roku 1968. O pohon se klasicky staraly motory společnosti Turbomeca (Turmo IV).

#### 4.4 Velká Británie

Ve velké Británii byly hlavními výrobci vrtulníků firmy Westland Helicopters Limited (Westland Aircraft Works) a Bristol. Westland, díky spolupráci se Sikorskim, vyráběl na přelomu čtyřicátých a padesátých let typ **Whirlwind**. Byla to britská verze S-55. Souběžně s tímto vrtulníkem byl vyráběn i model **Widgeon**. Widgeon měl kabinu pro pět cestujících plus pilota. Mimo jiné sloužil pro záchranné práce a jako sanitní vrtulník. Vycházel z amerického S-51, byl ale opatřen rotorem z modernějšího S-55. Následovníkem Whirlwindu se stal v roce 1958 **Wessex**, který, jak se již u Westlandu stalo zvykem, vycházel ze Sikorskeho vrtulníku S-58. V civilní verzi mohl přepravit 10 až 16 osob v závislosti na uspořádání kabiny. Poháněn byl dvěma turbohřídelovými motory Bristol Siddeley Gnome. Větším vrtulníkem než Wessex byl **Westminster**, vycházející z S-56. Tento mohl přepravit až 45 cestujících. Sílu mu dodávaly dva turbohřídelové motory Napier Eland. Westminster vznikl ve stejnou dobu jako Wessex. O jeden rok později, v roce 1959, získal Westland další licenci na výrobu jednoho ze Sikorskeho vrtulníků. Tentokrát se jednalo o S-61 Sea King. Ve Velké Británii jej vyráběli pod označením **Commando**. U Westlandu neměli pouze licenční výrobu, ale i vlastní vývoj. Toto dalo vzniknout vrtulníkům jak Scout (Wasp; používaly se výhradně pro vojenské účely) nebo Lynx.

Mezi další firmy, zabývající se výrobou a vývojem vrtulníků, by se dala zařadit společnost Bristol. Ta přišla dva roky po válce s typem 171 Sycamore. V roce 1951 zahájil Bristol testy s novým vrtulníkem typu **173**. Jeho vývoj začal o tři roky dříve. Jednalo se o vůbec první vrtulník anglické výroby se dvěma rotory, které byly uloženy v tandemu. Rovněž to byl první vrtulník určený pro službu u BEA. Rotory byly poháněny pístovými motory Alvis Leonides 73. Vrtulník byl schopný letu i s jedním motorem, v případě poruchy druhého. Původně byla kapacita 14 cestujících. Po neúspěšných testech se typ 173 do sériové výroby nedostal. Avšak roku 1958 se představily typy **191** a **192** přezdívané Belvedere, které přímo vycházely právě ze 173. Byly vybaveny jak motory Alvin Leonides, tak později i turbohřídelovými Napier Gazelle. Kapacita se v maximální obsazenosti zvýšila na 30 osob. Ve verzích nabízených společností BEA byla 16 pasažérů.



Obr. 23 Produkty společnosti Bristol. V pozadí vrtulník Bristol 173 Belvedere, v popředí sportovní vůz Bristol 401 [38]

Zajímavým projektem byl **Hunting Percival P.74** z roku 1956. O pohon se staraly dva plynové generátory Napier Oryx, které vháněly stlačený vzduch do konců rotorových listů. Po sérii neúspěšných testů a snaze nahradit původní motory výkonnějšími Rolls Royce byl jeho vývoj tohoto vrtulníku ukončen.

V ostatních zemích Evropy nebo světa zůstalo pouze u projektů a malých vrtulníků pro 1 až 2 osoby, nebo licenční výroby ze SSSR nebo USA. Za menší zmínku stojí snad jen **Messerschmitt-Boelkow-Blohm Bo.105**. Jedná se o vrtulník německé výroby, jehož vývoj začal v roce 1962 a pokračoval až do roku 1967, kdy vzlétly první prototypy. Ke konci se na vývoji podílelo i francouzské Sud Aviation. Bo.105 mohl přepravit až čtyři cestující. K pohonu se používaly turbohřídelové motory MAN a Allison.

#### 4.5 Československá republika

Počátky moderního Československého (ČS) vrtulníkového letectví se datují, podobně jako rozvoj ČS dopravního letectví, ke konci druhé světové války. Po válce zde zůstaly dva nepoškozené německé vrtulníky **Focke-Achgelis Fa 223 Drache**. Stroje byly zprovozněny v továrnách Avie a zařazeny do provozu. Větší zásluhu, dalo by se říct i největší, na rozvoji vrtulníkové výroby v Československu má ing. Jaroslav Šlechta. Ten za války pracoval ve vrtulníkovém vývoji v německém Halle. Tajně tam vedl vlastní vývoj, studoval dostupné materiály a později, po osvobození, své poznatky a zkušenosti aplikoval v Československu. Jeho první vrtulníky, které se dostaly do vzduchu, nesly označení **XE-II**. XE-II sloužil čistě jako zkušební typ. Po sérii testů a úprav se XE-II přetransformoval na typ **HC-2** a dostal se do

sériové výroby. Zkušební XE-II i „sériovky“ HC-2 byly vybaveny motory Praga D a mohli se do nich usadit dva piloti. Prototyp poprvé vzlétl v prosinci 1954. HC-2 bylo vyrobeno jen 15 kusů, v roce 1961 byly z provozu staženy a modernizovány na typ **HC-102**. Téhož roku vzlétl první HC-102. O modernizaci se staral ing. Jan Mikula. HC-102 byl dvoumístný vrtulník, vybavený silnějším motorem M-110H, sloužící jak v civilních, tak ve vojenských službách, vyráběný v Moravanu Otrokovice. Celkem bylo vyrobeno 37 těchto vrtulníků, z toho 15 přestaveb modelu HC-2. Jeho úspěch byl bohužel brzděn jak slabými a nespolehlivými motory M-110H, tak vstupem sovětských strojů na náš trh. Slabé motory byly hlavním nedostatkem našich vrtulníků.



Obr. 24 Prototyp vrtulníku HC-2 [39]

Dalším vrtulníkem konstruovaný Ing. Šlechtou, který se dostal do výroby, byl typ **HC-3A**. Měl pojmout pilota a šest cestujících, jeho výroba byla ale rozhodnutím RVHP (Rada vzájemné hospodářské pomoci) nepochopitelně zastavena i přes to, že poskytoval lepší výkony než konkurenční sovětský Mi-1. Jan Mikula pracoval i na typech Z-35 Heli Trenér a Z-135. Oba byly vyrobeny v Moravanu Otrokovice. Z-135 se od Heli Trenéra, kromě motoru, v ničem výraznějším nelišil. Silnější motor M-337 byl do typu Z-35 namontován po jeho pádu v roce 1963. Bohužel i u těchto dvou strojů zůstalo pouze u prototypů. Koncem 60. let končí výroba vrtulníků u nás a přesouvá se na pokyn RVHP za naše severní hranice, do Polska.

## 5. Československé letectví

### 5.1 Československé aerolinie

Dne 14. 9. 1945 československá vláda rozhodla, že jediným celonárodním dopravcem budou Československé aerolinie. Československá letecká společnost a.s., která byla před a za války druhou leteckou společností vedle ČSA, byla převzata státem a zlikvidována. Převahu



cestujících ihned po válce zajišťovaly ČSA díky dvěma **Dakotám DC-3**, zapůjčených armádou SSSR. Později ČSA zakoupily 24 Dakot ve vojenské verzi od americké armády, které byly díky Avii přestavěny na civilní verzi s kapacitou 21 osob. Lévalo se z Prahy-Ruzyně do Brna, Bratislavy, Paříže a Londýna. Ruzyňské letiště bylo na svou dobu poměrně dobře vybavené, neboť ho Luftwaffe využívala jako základnu pro spojení říše s východním okupovaným územím. Díky tomu byl na Ruzyni servis letadel, ve kterém se mohly opravovat letadla poničená za války. Jednalo se např. o letadla Junkers **JU-52**, využívaných svého času Luftwaffe. Tato letadla byla kompletována z jednotlivých dílů, které byly k dispozici na různých letištích v Československé republice (ČSR). Kompletací se nezabývaly pouze opravy na Ruzyni, ale i továrna Letov. Junkersy létaly pouze na domácích linkách. Na mezinárodních linkách byly JU-52 nahrazeny Dakotami. Později k těmto strojům přibily ještě **Siebely Si-204 D**, německá transportní letadla vyráběné v kooperaci Aera a Letovu, a hornoplošník Norseman. Oba typy byly provozovány na vnitrostátních linkách. V roce 1949 se v barvách ČSA objevily první sovětské stroje, konkrétně **Iljušin Il-12** a **Lisunov Li-2**.

Neblahý vliv na rozvoj linek ČSA měla Studená válka, která vypukla na začátku 50. let 20. století. Některé linky byly směrem na západ a blízký východ úplně zrušeny. Obnovovány začaly být až v polovině padesátých let 20. století. Zároveň již byla v provozu letadla s novými typy motorů, jednalo se o turbovrtulová a proudová letadla. ČSA létaly na vnitrostátních linkách s Avii Av-14 (licence Iljušinu) a od roku 1958 s proudovými **Tupolevy Tu-104A**. První proudový Tupolev Tu-104A vyřadila ČSA roku 1973, když jej předala Vojenskému leteckému muzeu ve Kbělicích. Sloužil 16 let, byl ve vynikajícím stavu, ale své místo musel přenechat modernějším strojům. Rokem 1958 se ČSA zařadily mezi nejmodernější aerolinie světa. O rok později, když bylo ČSA 35 let, bylo přepraveno touto společností na 408 000 cestujících a 9 211 tun zboží. To vše na 11,5 miliónech kilometrech. V roce 1960 se do služby u ČSA dostaly další Iljušiny, tentokrát turbovrtulové **Il-18**. V roce 1962 nakoupily ČSA po dlouhé době letadlo jiné, než ruské výroby. Byly to britské **Bristoly Britannia**, pronajaté od Eagle Airlines a Cubana. Tyto stroje byly nasazeny na lince z Prahy do Havany.

Od roku 1963 jsou ČSA řízeny Správou civilního letectví, která vznikla pod hlavičkou ministerstva dopravy. Kromě ČSA byla tímto orgánem řízena také Státní letecká správa. Z ní se vyseparovaly dva nové úřady. Správa dopravních letišť, dohlížející na letiště a letecký provoz, a Státní letecká inspekce, která kontrola stav letecké techniky, personálu a vyšetřováním leteckých nehod. Díky nasazení moderních sovětských strojů zaznamenaly ČSA prudký rozvoj, který s postupem času klesá. Důvodem bylo, že konkurence začala nasazovat moderní dvouproudové stroje, zatímco ČSA zůstávaly u původních a nové nenakupovaly. ČSA se kolem roku 1963 zaměřily nikoliv na získávání nových tratí, ale na zintenzivnění provozu na tratích stávajících. K tomu bylo potřeba nových letadel. Byl domluven nákup **Tupolevů Tu-124**, moderních letounů s dvouproudovými motory. V roce 1967 se ČSA zařazují mezi 34 leteckých společností, které přepravily více než milion cestujících. Roku 1968 se do služby u ČSA dostává také pronajatý **Iljušin Il-62**, který měl být využit na dálkových tratích. O rok později ČSA kupují vlastní letoun. ČSA rovněž od roku

1951 poskytovaly službu zvanou Aerotaxi, podobnou té ze zahraničí zvanou aerobusy. K té bylo využito **Aer Ae-45** a později **Letů L-200 Morava**.

## 5.2 Letadla československé konstrukce a výroby

Československé letectví bylo válkou zničeno. Snahou lidí, orientovaných na problematiku letectví, bylo dostat ho tam, kam patřilo před válkou, tj. téměř na výsluní. Němci nechali v ČSR po válce několik svých letadel, motorů, vrtulí atd. Tento letecký materiál byl uschován ve skladištích všude po republice a čekal na své využití. Bohužel část byla rozkradena nebo znehodnocena.

Dne 27. října 1945 byly znárodněny letecké podniky Aero, Avia, Českomoravské strojírny, Rudý Letov, Walter a Zlínské letecké závody. Po půl roce se vytvořily tři velké národní podniky, které vznikly sloučením leteckého, automobilové a pomocného průmyslu. Jednalo se o Automobilové závody n.p., Letecké závody n.p. a PAL n.p. Jelikož letecký průmysl vyžadoval větší specializaci, byl v září 1948 zřízen národní podnik Let. V něm byly zastoupeny všechny původní letecké podniky na výrobu draků, kromě Avie. O dodávky motorů se staral Motorlet n.p. S postupem času se podniky ještě několikrát přejmenovaly a přesunuly do jiných měst. Časté změny, způsobené nezkušeností s vedením tak velkého výrobního celku, způsobily zbrzdění vývoje letectví v Československu. Správným rozhodnutím byla změna v roce 1965, kdy se Sdružení přesných strojíren, vzniklé v roce 1961, změnilo na Aero. To sdružovalo několik firem, mezi kterými nechybělo Aero Vodochody, Rudý letov, Let, Moravan, Motorlet a další podniky potřebné pro stavbu moderního letadla.

V Československu se v prvních letech po válce letadla pouze nepřestavovala a neopravovala. Několik podniků pokračovalo s výrobou svých typů, které byly vyráběny před i během války. Jednalo se hlavně o malá letadla, která mohla posloužit jako cvičná. Se začátkem studené války (1948) nebyl sovětský letecký průmysl schopný produkovat dostatečné množství civilních a vojenských letounů. Československá vláda rozhodla, že se určité typy sovětských civilních a vojenských letounů budou vyrábět v ČSR. Československo se tímto stalo např. prvním státem po SSSR, ve kterém se vyráběly MIGy M-15. Díky studené válce vzniklo i několik nových subdodavatelských firem, např. Aero Semily, Aero Radotín, Technometra Vysočany, Jihlavan aj. Rovněž v Kunovicích byla postavena nová hala určená pro výrobu proudových letadel. Výroba sovětských vojenských letadel měla pozitivní dopad na československý průmysl. Po opadnutí velkého mezinárodního napětí r. 1954 se českoslovenští konstruktéři začali pomalu přeorientovávat na civilní program. Vzniklo několik turbovrtulových i proudových projektů. Některé se dostaly do sériové výroby, některé zůstaly pouze u prototypů a některé zcela zanikly.

V Československu mělo bohatou tradici sportovní a rekreačním létání. Tudy se ubírali také konstruktéři v Chocni, kteří roku 1950 přivedli na svět sportovní letadlo **XLD-40 Mír**. Bylo to čtvrté letadlo z jejich poválečné produkce a zároveň první celokovové letadlo této kategorie vyrobené v ČSR. Jeho předchůdci byli „Sokolové“ M-1 až M-3, při jejichž výrobě bylo

využito dřeva. Při vývoji Míru se konstruktéři zaměřili hlavně na minimalizaci nákladů na výrobu a montáž. Nový letoun upoutal také svými ocasními plochami a podvozkem. Ocasní plochy byly otevřené ve tvaru V. Podvozek byl řešen „naopak“ než u klasických letounů, ostruhové kolo bylo těsně za odtokovou hranou křídla. Podvozek si vysloužil přezdívku „obrácená tříkolka“.



Obr. 25 XLD-40 Mír, všimnout si můžeme zajímavě řešených ocasních ploch a podvozku [40]

Zhoršením vztahů se západem na počátku padesátých let 20. století se vývoj zastavil a pokračoval až od roku 1953. Modernizovaný Mír nesl označení **LD-40**. Původní ocasní plochy tvaru V byly nahrazeny klasickými, zbytek se nelišil od původního stroje. Rovněž motor zůstal stejný - Walter Minor 4-III. Větší evolucí prošel v roce 1955 až typ **XL-40**, vycházející z LD-40. XL-40 dostal opět nové ocasní plochy, nový kryt kabiny, elegantnější interiér či nový systém zatahování podvozku. Bohužel byl stále osazen slabým motorem Walter Minor 4-III a tak se v zahraničí neuchytil. Nový výkonnější motor M-332 dostal až jeho následovník **L-40** v roce 1959. Ten byl vyráběn v nově pojmenovaném podniku Orličan a dosáhl i úspěchů na mezinárodních trzích. Zanedlouho poté se výroba motorových letadel v Orličanu zastavila. Dále se zde vyráběly pouze větroně. Podnik se přeorientoval na výrobu chladírenských přepravníků.

Více ve světě proslavil Československý letecký průmysl n.p. Moravan Otrokovice. Tento podnik prošel také řadou reorganizací. Vycházel ze Zlínské letecké společnosti, poté byl znárodněn a zařadil se pod Automobilové závody a později pod Let Kunovice. Název Moravan nese až od r. 1965. Prvním úspěšným poválečným letounem z produkce Moravanu byl „Junák“. Tato přezdívka zahrnovala hned dva letouny - čtyřsedadlový **Z-122** a dvou až tři sedadlový **Z-22**. Oba byly původně vyráběné v Otrokovicích. Mezi lety 1949 až 1952 v Kunovicích. Dohromady bylo vyrobeno zhruba 200 Junáků, z toho šlo asi 80 na export.

Slavnějším letadlem byl však **Z-26** „Trenér“, který sbíral vavříny na různých leteckých soutěžích a přehlídkách všude po světě. Jak už název napovídá, používal se jako cvičný letoun, ale i ve sportovním letectví a akrobacii. Jeho vývoj začal již v roce 1946 a podepsal se pod něj ing. Karel Tomáš. Na konstrukci křidel bylo použito dřeva, na trup potom příhradové konstrukce svařené z trubek. Potah byl kovový a plátěný. Do kabiny se za sebe vlezli dva letci. Do sériové výroby se dostal roku 1949 a o dva roky později byla první letadla připravená k exportu na východ od našich hranic.



Obr.26 Zlín Z-26 trenér před hangárem v maďarském Györu [41]

Evolucí Z-26 se stal roku 1953 **Z-126** „Trenér 2“. Dostal celokovové křídlo a vylepšený podvozek s jednoduššími brzdami. To vše proto, aby se uchytil i v zemích s horšími klimatickými podmínkami, než které panovaly v Československu. V dalších modelech Moravanu byl motor Walter Minor 4-III nahrazen motorem Walter Minor 6-III. Nový motor už používal typ **Z-226B** „Bohatýr“ z roku 1955, který původně sloužil jako vlečný letoun pro kluzáky. Bylo to ovšem tak povedené letadlo, že z něho vzniklo hned několik dalších variant - školící **Z-226T** „Trenér 6“, akrobatické **Z-226A** „Akrobat“ atd.

Z Bohatýra vycházel i typ **Z-326** „Trenér Master“, který měl zatahovací podvozek, větší křídla a lepší elektroinstalaci. Takové změny mu měly dopomoci k zahraničním zakázkám. Drobnými úpravami vznikaly i akrobatické verze. Jedním z nejlepších akrobatických letounů kolem roku 1963 byl **Z-226AS** „Akrobat Speciál“. Byl vybaven hydraulicky stavitelnou vrtulí, což spolu s výkonným motorem téměř eliminovalo vliv větru. Hydraulicky stavitelné vrtule začaly být montovány i do sériových letounů. Vznikl tak nový typ **Z-526** „Trenér Master“. Jak se dá usoudit z názvu, vycházel z typu Z-326. Podle zvyků Moravanu, i z verze Z-526 vznikly jeho akrobatické obměny. Ke konci šedesátých let přestával motor Walter Minor 6-III vyhovovat požadavkům doby a u Moravanu se museli porozhlédnout po nějaké vhodné alternativě. Jako ideální se jevil motor M-137A, šestiválec vyvinutý v Avii. Model osazený tímto motorem měl označení **Z-526F**. Moravanu se povedlo stvořit další úspěšné letadlo. Na úspěchu „efka“ chtěl Moravan dále profitovat a začal používat také motory západní konstrukce. Udělal správně, neboť se mu podařilo probojovat na trhy, na kterých s československým motorem neměl mnoho šancí. S výrobou typu Z-526 v různých variantách pokračoval až do roku 1974. Roku 1973 jej ve výrobním programu doplnil model Z-726.

Roku 1965 obdržel Moravan Čestné uznání od mezinárodní letecké federace FAI za přínos světovému sportovnímu letectví. Zároveň přichází do Moravanu ing. Jan Mikula, který se zabýval stavbou letadel a vrtulníků. Mimo jiné zkonstruoval i typ Z-42 pro lehkou akrobacii a výcvik, jenž se začal vyrábět na počátku sedmdesátých let. Ostatní jeho letadla spatřily světlo světa později.

U ČKD (Českomoravská Kolben Daněk) Praha navazovali po osvobození na své letouny z let předválečných. ČKD Praha, vedené po válce ing. Jaroslavem Šlechtou, úspěchu na poli letadlové techniky nedosáhlo. Snažili se vyrobit letadlo pro lehkou akrobacii, aerotaxi nebo např. pro zemědělství. Po několika slibných pokusech ale neuspěli a zakázky byly přiděleny jiným firmám.

Konstruktéři Aera si dali po válce jasný cíl. Postavit letadlo, které by bylo lehké, rychlé a celokovové. Zároveň by mělo sloužit jako aerotaxi a k turistickým a obchodním letům. Díky této firemní strategii a vytyčeným cílům vzniklo Aero **Ae-45**. Letadlo s celkem čtyřmi sedadly ve dvou řadách, dvěma motory Walker Minor 4-III, stavitelnými vrtulemi a zatahovacím podvozkem. První prototyp vzlétl v červenci 1947. První zákazníci obdrželi své letouny v roce 1949. Jednalo se o klienty z Maďarska, Švýcarska a Itálie. Až po nich se letouny dostaly k Zlínské dopravní společnosti Svitlet, která měla na starosti Baťovy obchodní cesty. V roce 1951 přebírají své letouny rovněž ČSA, které je okamžitě nasazují jako aerotaxi. Aera tak přistávaly na 60 místech v ČSR, aby mohly nabrat své pasažéry.

Do roku 1951 závod Aera ve Vysočanech postavil 200 kusů Ae-45. Později se zaměřil na výrobu vojenských sovětských strojů. O Aero Ae-45 byl zájem za hranicemi i v době hluboké krize, kdy o ostatní letadla zájem vůbec nebyl. Proto bylo rozhodnuto o převedení výroby do Let Kunovice. Letadla z Kunovic prošla drobnými úpravami a značila se Ae-45S. Jejich největším odběratelem se stal Aeroflot. Ae-45S jako první letadlo ČS výroby přeletělo Atlantský oceán. Pilotem byl Italský obchodník P. P. Brielli, který letěl z Argentinského Buenos Aires do Milána. Let se neobešel bez mezipřistání.



Obr. 27 Aero Ae-45 v současnosti při vyhlídkovém letu [42]

Po technologických a vzhledových úpravách draku, montáži silnějších motorů, vznikl modernizovaný typ **Ae-145**. K zákazníkům se dostal roku 1959. O tento model ale nebyl takový zájem jako o původní „pětačtyřicítku“. Označení Ae-145 se objevilo už dříve, na konci čtyřicátých let. Tehdy zůstalo pouze u projektu.

V roce 1951 vyvrcholila příprava projektu Aero XL-60. První, civilní prototyp vzlétl o dva roky později. Vývoj byl zbrzděn účastí několika konstruktérů na stavbě sovětských stíhaček. Další prototyp, tentokrát zemědělský, vzlétl až roku 1955. Téhož roku se dostala do vzduchu i vojenská verze. XL-60 se pod označením **L-60** a se jménem *Brigadýr* začal od roku 1956 sériově vyrábět v národním podniku Orličan Choceň. Vznikaly hlavně zemědělské verze. Mezi hlavní odběratele patřil *Agrolet*, používající do té doby zastaralé *K-65 Čáp*. *Brigadýr* byl poháněn motorem *Praga M-208B Doris*.

Avia, po válce přejmenovaná na *Závody Jiřího Dimitrova*, zastávala roli hlavního dodavatele bojových letounů pro československou armádu. Do doby, než začala vyrábět sovětské *Migy 15*, opravovala letouny, co zde zbyly po válce. Rukama opravářů prošly i vojenské transportní letouny, které byly přetvořeny na civilní verze. Jednalo se zejména o rekonstrukce *Douglasů C-47*, zvaných *Dakota*. Za studené války se zastavil přísun náhradních dílů na tyto stroje, letadla pomalu chátrala a v provozu byla naposledy k vidění v roce 1960. *Dakoty* byly schopné ve své komfortní, rekonstruované, kabině přepravit až 23 cestujících.

Avia se nesmířila pouze s rekonstruováním již vyrobených letadel a vydala se cestou vlastního vývoje. Objevily se návrhy letadel nejrůznějších kategorií, od malých sportovních, přes stíhačí až po dopravní. Mnohé dokonce s proudovými motory. Jedním ze sportovních byl *Av-36 Bojar*, který spolu se svými následovníky *Av-136* a *Av-236* v konkurenci *Sokola* neuspěl. Avie neuspěla ani s vojenskými letouny. Důvodem bylo ukončení jejich vývoje kvůli smrti dvou pilotů při pádu prototypu *XLE-110*. Od této doby se Avia zaměřovala na licenční výrobu sovětských strojů, ať už vojenských, nebo civilních. Mezi ty civilní se řadí

dvoumotorový pístový dopravní letoun Iljušin Il-14. Jeho výroba na našem území trvala od roku 1955 po dobu pěti let. ČSA jej využívaly až do roku 1977 pod označením **Avia Av-14**. Letadlo bylo vybaveno čtrnáctiválcovými motory M-82T (AŠ-82T) a původně mohlo pojmout maximálně 32 cestujících. Avia, po domluvě s ČSA, upravila interiér tak, že Av-14 mohla pojmout na kratších linkách až 42 cestujících. Roku 1958 přibyla k verzím pro osobní přepravu i verze nákladní. Avia rovněž vyrobila několik speciálních modifikací podle zvláštních přání zákazníka. Většina letadel šla na export, hlavně do SSSR. Po skončení výroby chtěla Avia vyrábět svůj vlastní dopravní letoun Av-20 nebo Iljušin Il-18 Moskva. Neuskutečnil se ani jeden plán, neboť se Avia od roku 1961 zaměřovala na výrobu pístových motorů, vrtulí a nákladních automobilů. I přesto, hrála na přelomu let padesátých a šedesátých 20. století významnou roli ČS hospodářství.



Obr. 28 Avia Av-14 na dobové fotografii [43]

Rovněž Rudý Letov se po válce zaměřoval na rekonstrukci válečných typů. Za zmínku stojí oprava německých Junkersů Ju-352 a Ju-290. První jmenovaný sloužil krátce, druhý se do služby vůbec nedostal. Na rýsovacích prknech rovněž skončily nápady na dopravní letadla různé velikosti vlastní výroby.

Let Kunovice se po válce zabýval hlavně opravárenskou činností a dodáváním dílů ostatním výrobcům letadel v Československu. Oficiálně vznikl Let n.p. 1. ledna 1950 a v Kunovicích začala výstavba mnoha objektů, které měly sloužit pro výrobu letadel a náhradních dílů. Let měl i několik vlastních projektů, ale do sériové výroby se dostal až C-11. Vojenský letoun, vycházející z ruského Jakovlevu Jak-11 se v Kunovicích vyráběl od roku 1952 a celkem se ho zde vyrobilo 707 kusů. Dále letečtí konstruktéři v Kunovicích spolupracovali s Aerem na výrobě Ae-45 a Ae-145, o kterých již bylo psáno. Let přišel s vlastním letounem až v roce 1955 a pojmenoval ho **L-200 Morava**. Jednalo se o nástupce Ae-45 ve službách aerotaxi.

L-200 létal, při porovnání s Aerem, pouze na 19 letištích, což byl ale dostatečný počet. Morava byl pětimístný letoun vyráběný pod vedením ing. Smrčka. Byl osazen dvěma šestiválcovými motory Walter Minor 6-III. Prototyp XL-200 vzlétl v roce 1957. Téhož roku byl Let Kunovice změněn na Strojírny první pětiletky a tento název používal deset let. Minory 6-III byly na L-200 od první chvíle slabé, ale nebylo zbylí. Vhodné silnější motory v Československu nebyly. K dispozici byly až roku 1959 a jednalo se o typ M-337. Nové motory vycházely z Minorů, ale byly silnější o 34 kW. Po osazení těmito motory se mohla výroba rozběhnout na plno a Morava byla přeznačena na L-200A. Další zdokonalení přišlo o dva roky později spolu s označením L-200D. Produkce Moravy byla ukončena v roce 1964. Celkem bylo vyrobeno 367 kusů. ČSA odebraly 45 letadel a Aeroflot dokonce 170 kusů! Pár letounů mohlo být k vidění i v Jižní Africe nebo Austrálii. Moravu můžeme na obloze vidět ještě dnes jako vyhlídkové letouny.



Obr. 29 Let L-200 Morava [44]

Povzbuzeni úspěchem pokračovali v Letu v dalším vývoji. Roku 1958 byl na světě další projekt L-300 ve dvou provedeních - dolnoplošník pro 8 cestujících označován písmenem „D“ a hornoplošník pro 10 cestujících značen „H“. Zůstalo pouze u modelů, neboť nebyly k dispozici vhodné motory. K projektu L-300H se v Kunovicích vrátili později jako k typu **L-410 Turbolet**. Jednalo se o letadlo pro 12 až 19 cestujících, jehož úkolem bylo doplnění hlavních linek leteckých společností na odlehlých a špatně vybavených letištích. Studie na tento letoun probíhaly mezi lety 1966-1967 a vedl je Ing. Ladislav Smrček. Počítalo se s turbovrtulovými motory M-601, vyvíjenými v Motorletu Jinonice. Kvůli pomalosti vývoje těchto agregátů se ale v prototypu objevily kanadské motory Pratt & Whitney. První let se konal v půli dubna 1969. Na linkách byly Turbolety k vidění na podzim 1971. O úspěšnosti Turboletu nemůže být pochyb, neboť se v Kunovicích vyrábí dodnes ve verzi L 410 UVP-E20/L 420.





Obr. 30 Let L-410 Turbolet [45]

Z dílen Letu pochází také slavné zemědělské letadlo **Z-37 Čmelák**, na kterém spolupracovali s Moravanem Otrokovice. V Československu rostla poptávka po zemědělských letadlech, protože se na začátku padesátých let minulého století ukázalo takové ošetřování půdy jako účinné a hospodárné. V té době u nás působily ruské stroje, které začaly být v průběhu let vytlačovány Brigadýrem. Brigadýr začal být Čmelákem nad poli doplňován roku 1966. „Všichni věřili, že nový letoun bude stejně dobrým pomocníkem v zemědělství jako pomocník ze říše hmyzu, jehož jméno nesl. Nezklamali se.“[47]. Proto pojmenování Čmelák. Z-37 bylo vybaveno ruskými motory Ivčenko AI-14 RF, v čs. verzi pojmenované M-462 RF s výkonem 232 kW. Spolu s vlastním letadlem vzniklo i speciální vybavení letišť, jako např. násypky a plnicí zařízení pro naplnění 700 litrové nádrže na zemědělské hmoty, kterou Čmelák nesl. Rovněž musela být doladěna antikorozi ochrana celého stroje, kvůli rozprašovaným chemikáliím, které jsou agresivní ke kovu. Vedle čistě zemědělských verzí vznikaly i verze cvičné, určené pro dva piloty. Místo pro sedadlo druhého pilota se uvolnilo demontáží nádrže na chemikálie. Výroba Čmeláka byla na pokyn RVHP ukončena r. 1977. Z důvodu nedostatku letadel byla v roce 1981 rozhodnutím RVHP výroba znovu obnovena. Kunovičtí Čmeláci se rozlétli do celého světa.

## 6. Závěr

Práce shrnuje vývoj civilního letectví mezi lety 1950-1970. Původním cílem bylo zmapovat jak vývoj letadel samotných, tak i zabezpečení jejich letu a letecký provoz. Z důvodu obsáhlosti tématu, se práce věnuje hlavně vývoji dopravních letadel. Zabezpečení letu je zmíněno okrajově. Letectví zaznamenalo po druhé světové válce prudký rozvoj. Mimo jiné se o to zasloužily i konstrukční řešení, vyvíjené ve válečných letech. Mnoho letadel používaných po válce vycházelo přímo z válečných bombardérů. Dopravní letadla v této práci zmíněná hrály ve své době prim v kapacitě kabin, rychlosti letu či byla jinak významná v historii letectví, např. svým konstrukčním řešením. Mnoho typů letadel, hlavně z konce sedmdesátých let 20. století, je k vidění v plném provozu i dnes. Taková situace není způsobená tím, že by se v sedmdesátých letech zastavil vývoj. Ten pokračuje stále dál. Díky genialitě leteckých konstruktérů tehdejší doby mají letadla stará více jak 40 let natolik zdařilou konstrukci, jenž najde uplatnění i v současnosti. Důležitými milníky v historii letectví bylo vyvinutí dvouproudového motoru a zvládnutí nadzvukového letu u letadel větších rozměrů.

Rozvoj vrtulníků je v porovnání s tím letadlovým po válce pomalejší. Náklady na vývoj a výrobu byly neúměrně drahé vůči možnostem využití takových strojů. Postupem času vrtulníky nacházely své uplatnění a do jejich konstrukce se začalo více investovat. V civilní sféře se používaly např. k záchraně lidských životů, v zemědělství, pomoc při stavbách ve špatně dostupných místech klasickou cestou. V přepravě civilistů se stále dávalo přednost letadlům.

Československé letectví prošlo po válce řadou restrukturalizací, kvůli tomu se mu jen s těží dařilo navázat na své předválečné úspěchy. Výroba v Československu byla zaměřena hlavně na menší sportovní a užitková letadla. Dopravní letadla zde byla vyráběna licenčně. Na rozdíl od letadlového průmyslu byl vrtulníkový průmysl v ČSR kvalitativně srovnatelný se světovým. Na základě rozhodnutí komunistické strany byly ale všechny aktivity v tomto odvětví bohužel ukončeny. Na druhou stranu se díky politické blízkosti ČSR a SSSR mohly stát Československé aerolinie v průběhu let jedněmi z nejlepších v oblasti použití moderních letadel. Nové letadla postavené v SSSR totiž putovaly po ruském Aeroflotu i k ČSA.

## 7. Seznam zdrojů

### Literární zdroje

- [1] DONALD, David. *Encyklopedie letadel světa*. 1. vyd. Praha: Cesty, 1997. 929 s. ISBN 80-7181-230-7.
- [2] KŘÍŽ, Josef. *Letadlové motory III : Provozní a výkonové charakteristiky turbínových motorů*. 2. vyd. Bratislava: ALFA, 1980. 138 s.
- [3] KŘÍŽ, Josef. *Letadlové motory I : letadlové turbínové motory*. 2. vyd. Bratislava: ALFA, 1978. 210 s.
- [4] JACKSON, Robert. *Vrtulníky : civilní a vojenské vrtulníky současnosti*. 1. vyd. Praha: DEUS, 2008. 192 s. ISBN 978-80-87087-25-1.
- [5] NĚMEČEK, Václav. *Československá letadla 2 : 1945-1984*. 3. vyd. Praha: Naše vojsko, 1984. 246 s.
- [6] NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla. 2 díl : Dopravní letadla s turbovrtulovými a proudovými motory*. 1. vyd. Praha: NADAS, 1981, 360 s.
- [7] STREJČEK, Jaromír, PEŠKOVÁ, Miluše, PROKOP, Miloš, VLASÁK Václav. *Léta létání*. 1. vyd. Praha: NADAS, 1979. 337 s.
- [8] SVOBODA, Václav. *Vrtulníky*. 1. vyd. Praha: Naše vojsko, 1979. 324 s.
- [9] ŠOREL, Václav. *Encyklopedie českého a slovenského letectví*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. 448 s. ISBN 80-251-0733-7.

### Internetové zdroje

- [10] *Airliners.net* [on-line]. [citováno 2012-02-10]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net> >
- [11] *All the World's Rotorcraft* [on-line]. [citováno 2012-03-18]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.aviastar.org> >
- [12] *Šviciho letecké stránky* [on-line]. [citováno 2012-03-18]. Dostupné z WWW:  
< <http://svici.sweb.cz/csa.htm> >
- [13] *Vickers Viscount Network* [on-line]. [citováno 2012-02-05]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.vickersviscount.net> >

- [14] *Vrtulníky v Česku* [on-line]. [citováno 2012-03-18]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.vrtulnik.cz/> >
- [15] DOSEDĚL, Filip. *Přehled technických aspektů vývoje leteckých proudových motorů* [on-line]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Imriš, Ph.D. Dostupné z WWW:  
< [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=9466](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=9466) >

## Citace

- [16] LAIGHT, Tom. Internal combustion engines. *University of Bath* [on-line]. [citováno: 2012-4-12]. Dostupné z WWW:  
< <http://people.bath.ac.uk/mtl21/internal%20combustion.html> >
- [17] *Vickers Viscount Network* [on-line]. Vydáno: 2005. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< [http://www.vickersviscount.net/Pages\\_Photos/Photos\\_CNGalleryLarge.aspx](http://www.vickersviscount.net/Pages_Photos/Photos_CNGalleryLarge.aspx) >
- [18] *PlanesLite.cz* [on-line]. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.planes.cz/lite/data/fotografie/OK-WAJ.jpg> >
- [19] DE JONG, Peter. Picture of the Tupolev Tu-144 aircraft. *Airliners.net* [on-line]. Vydáno: 18.2.2010. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/Aeroflot/Tupolev-Tu-114/1654594/L/&sid=427bcedcf436f8f1baaf3ca0aed6ca16> >
- [20] PALT, Karsten. *flugzeuginfo.net-das Flugzeuglexikon* [on-line]. Vydáno: 2001. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< [http://www.flugzeuginfo.net/acimages/nord262\\_kp.jpg](http://www.flugzeuginfo.net/acimages/nord262_kp.jpg) >
- [21] DAHL, Jeff. Jet engine. *Wikipedia, the free encyclopedia* [on-line]. Vydáno: 16.12.2007. [citováno 2012-04-12]. Dostupné z WWW:  
< [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Jet\\_engine.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Jet_engine.svg) >
- [22] KOOP, Frans. Picture of the De Havilland Comet DH-106 Comet 4 aircraft. *Airliners.net* [on-line]. Vydáno: 23.3.2003. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/332049/L/> >
- [23] *Scramble* [on-line]. Vydáno: 13.2.2010. [citováno 2012-02-06]. Dostupné z WWW:  
< <http://forum.scramble.nl/viewtopic.php?p=386743> >

- [24] *Flickr* [on-line]. Vydáno : 21.6.2011. [citováno 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.flickr.com/photos/sdasmarchives/5962182914/sizes/z/in/photostream/> >
- [25] Turbo Fan Engine. *The Web's Where You Study In!* [on-line].[citováno: 2012-4-12].  
Dostupné z WWW:  
< <http://www.ustudy.in/node/5111> >
- [26] OSTROWSKI, Jan. Picture of the Tupolev Tu-154M Aircraft. *Airliners.net* [on-line].  
Vydáno: 29.4.2007. [citováno 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/Aeroflot---Russian/Tupolev-Tu-154M/1203934/L/> >
- [27] Hawker Siddeley Trident. *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [on-line].  
Vydáno: 23.7.2009. [citováno 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Trident\\_62.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Trident_62.jpg) >
- [28] STORTI, Alberto. Picture of the McDonnell Douglas DC-8-63CF aircraft.  
*Airliners.net* [on-line]. Vydáno: 30.12.2011. [citováno 2012-02-07].  
Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/Air-Afrique/McDonnell-Douglas-DC-8-63CF/2041316/L/&sid=b5d52883bf735cc6d60c613d9d2d10fd> >
- [29] FITZGERALD, Steve. Picture of the Boeing 737-130 aircraft. *Airliners.net* [on-line].  
Vydáno: 29.1.2012. [citováno 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/Lufthansa/Boeing-737-130/2056613/&sid=bc296beecba19a270c56c33d760a3d1a> >
- [30] SUTTER, Joe. Boeing (doesn't) prepare to deliver first 747-8F and we look at the  
program; update 9/17. *Leeham News and Comment* [on-line]. Vydáno: 15.9.2011.  
[citováno 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< <http://leehamnews.wordpress.com/2011/09/15/boeing-prepares-to-deliver-first-747-8f-and-we-look-at-the-program/> >
- [31] PLOMITZER, Gerhard. Picture of the McDonnell Douglas DC-10-10 aircraft.  
*Airliners.net* [on-line]. Vydáno: 17.12.2011. [citováno 2012-02-07]. Dostupné  
z WWW:  
< <http://www.airliners.net/photo/United-Airlines/McDonnell-Douglas-DC-10-10/2033101/L/&sid=3343bedce6b69f5658d02d0892245f64> >
- [32] MASLEN, Richard. Airliner Classic: Airbus A300-the beginning for a giant.  
*key.aero* [on-line]. Vydáno: 4.12.2009. [citováno: 2012-02-07]. Dostupné z WWW:  
< [http://www.key.aero/view\\_feature.asp?ID=37&thisSection=commercial](http://www.key.aero/view_feature.asp?ID=37&thisSection=commercial) >

- [33] GREENWOOD, Herb. It's here! The Boeing 733 print project. *THE BOEING 733 SST*. [on-line]. Vydáno: 10.5.2009. [citováno: 2012-02-07]. Dostupné z WWW: < <http://boeing733sst.blogspot.com/> >
- [34] *Alas de Papel* [on-line]. [citováno: 2012-02-07]. Dostupné z WWW: < <http://avionesdepapel.files.wordpress.com/2010/02/tu144concorde.jpg> >
- [35] Mil Mi-2 "Hoplite". *Clone's Galaxy* [on-line]. Vydáno: 14.6.2008. [citováno: 2012-04-13]. Dostupné z WWW: <<http://clonesgalaxy.proboards.com/index.cgi?board=mil&action=display&thread=329>>
- [36] *MSI Helicopters Leasing* [on-line]. [citováno: 2012-04-13]. Dostupné z WWW: < [http://www.msihelicoptersleasing.com/photos/Bell\\_205.jpg](http://www.msihelicoptersleasing.com/photos/Bell_205.jpg) >
- [37] FAUCONNIER, Yves. *L'aéronautique militaire en photos* [on-line]. Vydáno: 31. 3. 2006. [citováno: 2012-04-13]. Dostupné z WWW: < [http://aeromil-yf.pagesperso-orange.fr/les\\_helicos.htm](http://aeromil-yf.pagesperso-orange.fr/les_helicos.htm) >
- [38] *Air Team Images.com* [on-line]. [citováno: 2012-04-13]. Dostupné z WWW: < <http://www.airteamimages.com/63926.html> >
- [39] *Vrtulníky v Česku* [on-line]. Vydáno: 20.10.2011. [citováno: 2012-02-19]. Dostupné z WWW: < <http://www.vrtulnik.cz/foto1425.htm> >
- [40] XLD 40 Mír. *valka.cz* [on-line]. Vydáno: 12.2.2004. [citováno: 2012-02-08]. Dostupné z WWW: < <http://forum.valka.cz/files/xld-40.jpg> >
- [41] GROSZVALD, Attila. Aircraft HA-TRD Photo. *AIRPORT-DATA.COM* [on-line]. Vydáno: 27.8.2011. [citováno: 2012-02-08]. Dostupné z WWW: < <http://www.airport-data.com/aircraft/photo/658280L.html> >
- [42] SÝKORA, Tomáš. Aero Ae-45. *www.vyhliDKovelety.cz* [on-line]. [citováno: 2012-02-08]. Dostupné z WWW: < <http://www.vyhliDKovelety.cz/vl/galerie/08171422Ae45.jpg> >
- [43] *AVIA-club.com* [on-line]. Vydáno: 7.12.2007. [citováno: 2012-02-08]. Dostupné z WWW: < [http://www.avia-club.com/gallery\\_detail.php?id=706](http://www.avia-club.com/gallery_detail.php?id=706) >
- [44] Let L-200 Morava Czechoslovakia. *Aircrafts.com* [on-line]. [citováno: 2012-02-19]. Dostupné z WWW: < <http://www.aircrafts.com/aircraft/let-l-200-morava.htm> >

- [45] *Let Aircraft Industries* [on-line], [citováno: 2012-02-19]. Dostupné z WWW:  
< [http://www.let.cz/show\\_img.php?adresa=/files/Image/1410\\_5.jpg](http://www.let.cz/show_img.php?adresa=/files/Image/1410_5.jpg) >
- [46] Česká republika. L8: Letová způsobilost letadel. *Ministerstvo dopravy ČR*. 2007,  
str. 1-3
- [47] NĚMEČEK, Václav. *Československá letadla 2 : 1945-1984*. 3. vyd. Praha: Naše  
vojsko, 1984. 246 s. Str. 133, odstavec 1

## 8. Seznam zkratek

AA	American Airlines	American Airlines
BAC	Britská letadlová společnost	British Aircraft Corporation
BEA	British European Airways	British European Airways
BOAC	British Overseas Airways Corporation	British Overseas Airways Corporation
CA	Capital Airlines	Capital Airlines
CASA	Letecké stavby akciová společnost	Construcciones Aeronáuticas S.A.
ČKD	Českomoravská Kolben Daněk	Czech-Moravian Kolben Daněk
ČS	Československý	Czechoslovak
ČSA	Československé aerolinie	Czechoslovak Airlines
ČSR	Československá republika	Czechoslovak Republic
dB	Decibell	Decibell
DME	Zařízení pro měření vzdálenosti	Distance Measuring Equipment
EAL	Eastern Air Lines	Eastern Air Lines
FAI	Mezinárodní Letecká Federace	The International Air Sports Federation
GE	General Electric	General Electric
GmbH	Společnost s ručením omezeným	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HFB	Hamburská letecká společnost s.r.o.	Hamburger Flugzeugbau GmbH
ILS	Elektronický přístrojový přistávací systém	Instrument Landing System
JAL	Japonské Aerolinie	Japan Airlines
MAN	Strojárna Augsburg- Nürnberg	Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg
n.p.	Národní podnik	National Corporation
NAMC	Japonská společnost na výrobu letadel	Nipon Aeroplane Manufacturing Company
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku	National Aeronautics and Space Administration
NSR	Německá spolková Republika	German Federal Republic
RR	Rolls-Royce	Rolls-Royce
RVHP	Rada vzájemné hospodářské pomoci	Council for Mutual Economic Assistance
P	Pístový motor	Piston Engine
PAL	Spojené závody pomocného automobilového a leteckého průmyslu	United Factories of Automotive and Aerospace Industries
P&W	Pratt & Whitney	Pratt & Whitney
SA	Sud Aviation	Sud Aviation
S.A.	Akciová společnost	Sociedad Anónima
SNCASE	Jihovýchodní národní společnost leteckého průmyslu	Société nationale des constructions aéronautiques du Sud-Est
SNECMA	Národní společnost studia a stavby leteckých motorů	Société Nationale d'Étude et de Construction de Moteurs d'Aviation
SO	Sud Ouest	Sud Ouest
SSSR	Sovětský svaz	Soviet Union



SST	Nadzvukové	Supersonic Transport
STAC	Výbor pro nadzvukové letectví	Supersonic Transport Aircraft Committee
TC	Turbokompresorový motor	Turbocompressor Engine
TCA	Trans-Canada Air Lines	Trans-Canada Air Lines
TF	Dvouproudový motor	Turbofan Engine
TJ	Proudový motor	Jet Engine
TP	Turbovrtulový motor	Turboprop Engine
TS	Turbohřídelový motor	Turboshaft Engine
TWA	Trans World Airlines	Trans World Airlines
USA	Spojené Státy Americké	United States of America
USD	Americký dolar	United States dollar
VB	Velká Británie	Great Britain
VFW	Sjednocené letecké závody	Vereinigte Flugtechnische Werke
VHF	Velmi krátké vlny	Very high frequency
VOR	Všesměrový maják	VHF Omnidirectional Radio Range

## 9. Seznam příloh

Příloha 1: Seřazení letadel a vrtulníků v práci zmíněných podle roku produkce .....64

Produkce od roku	Výrobce	Typ	Stát	Druh motorů	Maximální kapacita
<b>Dopravní letadla</b>					
1948	Vickers	Viscount	VB	TP	32
1952	De Havilland	DH-106 Comet 1	VB	TJ	48
1954	Bristol	Britannia	VB	TP	90
1956	Tupolev	Tu-104	SSSR	TJ	100
1957	De Havilland	DH-106 Comet 4	VB	TJ	81
1958	Antonov	An-10	SSSR	TP	117
1958	Boeing	707	USA	TJ	170
1958	Fokker	F-27	Nizozemsko	TP	56
1958	Lockheed	L-188 Electra	USA	TP	98
1958	SNCASE	Caravelle	Francie	TJ	65
1959	Douglas	DC-8	USA	TJ	179
1959	Iljušin	Il-18	SSSR	TP	110
1960	Antonov	An-24	SSSR	TP	44
1960	Boeing	720	USA	TJ	165
1960	SNCASE	Caravelle 3	Francie	TJ	80
1961	Tupolev	Tu-114	SSSR	TP	220
1962	Tupolev	Tu-124	SSSR	TF	56
1963	NAMC	YS-11	Japonsko	TP	60
1964	Boeing	727	USA	TF	110
1964	Vickers	VC-10	VB	TF	151
1964	Hawker-Siddeley	HS-121 Trident	VB	TF	110
1965	BAC	111	VB	TF	69
1965	Douglas	DC-9	USA	TF	90
1966	Douglas	DC-8	USA	TF	220
1966	Tupolev	Tu-134	SSSR	TF	72
1967	Iljušin	Il-62	SSSR	TF	190
1968	Boeing	737	USA	TF	100
1968	Jakovlev	Jak-40	SSSR	TF	32
1970	Boeing	747	USA	TF	500
1970	McDonnell Douglas	DC-10	USA	TF	270
1970	Tupolev	Tu-154	SSSR	TF	158
<b>Vrtulníky</b>					
1950	Mil	Mi-1	SSSR	P	2
1950	Sikorski	S-55	USA	P	12
1952	Piasecki	H-21	USA	P	20
1952	Westland	Whirlwind	VB	P	10
1954	Aero	HC-2	ČSSR	P	2
1954	Jakovlev	Jak-24	SSSR	P	30
1954	Kamov	Ka-10	SSSR	P	1
1955	Sikorski	S-58	USA	P	16

1955	Sud Ouest	SO.1221	Francie	TC	2
1956	Bell	204	USA	TS	7
1956	Kamov	Ka-18	SSSR	P	3
1957	Sud Ouest	Alouette II	Francie	TS	2
1958	Westland	Wessex	VB	TS	16
1958	Westland	Westminster	VB	TS	45
1960	Bristol	191	VB	TS	30
1961	Mil	Mi-6	SSSR	TS	90
1961	Sikorski	S-61	USA	TS	30
1961	Sud Aviation	Alouette III	Francie	TS	7
1962	Aero	HC-102	ČSSR	P	2
1962	Bell	205	USA	TS	13
1962	Boeing-Vertol	BV 107-II	USA	TS	25
1962	Sikorski	S-64	USA	TS	5
1964	Mil	Mi-2	SSSR	TS	10
1964	Mil	Mi-8	SSSR	TS	28
1965	Kamov	Ka-25	SSSR	TS	12
1965	Sud Aviation	SA.321	Francie	TS	37
1966	Kamov	Ka-26	SSSR	P	6
1967	Bell	206	USA	TS	4
1967	Boelkow	Bo.105	SRN	TS	4
1968	Bell	212	USA	TS	14
1968	Sud Aviation	SA.330	Francie	TS	20
1969	Westland	Commando	VB	TS	30

Příloha 1