

3.3 PROJEKTY VÝVOJE NOVÝCH LETADEL³

Stejně jako u ostatních inženýrských děl je projektování letadel tvůrčí proces, jehož cílem je vytvoření nového nebo inovovaného letounu (nebo jeho části), který bude splňovat stále náročnější požadavky z hlediska užitných vlastností, potřeb trhu, bezpečnosti a spolehlivosti s nejnižšími náklady na vývoj, sériovou výrobu a provoz. Vývoj letadel je v současné době stále více ovlivňován elektronizací systémů, aplikacemi nových materiálů (kompozity, nové slitiny), novými koncepcemi pohonných jednotek a narůstajícími požadavky na ochranu životního prostředí. Nový letoun musí dále splňovat velmi náročné stavební i provozní předpisy, které jsou v Evropské unii (EU) v souboru dokumentů označovaných písmeny CS (Certification Specification).

Podstatnou částí těchto předpisů je kategorizace letadel, která je rozdělena podle maximální vzletové hmotnosti, účelu použití a dalších parametrů, například počtu sedadel, minimální rychlostí přistání apod.

V EU platí následující rozdělení:

CS VLA	Very Light Aeroplanes, s max. vzletovou hmotností 750 kg
CS 23	General Aviation Category, s max. vzletovou hmotností 5670 kg
CS 23	Commuter, s max. vzletovou hmotností 8618 kg
CS 25	Large Aeroplanes, s max. vzletovou hmotností bez omezení
CS 22	Sailplanes and Powered Sailplanes s max. vzletovou hmotností 750 kg

Kromě výše uvedených, existují další předpisy, například pro ultralevé letouny, vrtulníky, vírníky, kolmo startující letouny aj. Prakticky stejné rozdělení platí v USA.

Toto předpisové rozdělení je pro zahájení vývoje nového letounu rozhodující, protože finálně musí být každý letoun, dříve než bude zaveden do sériové výroby a provozu, certifikován u dohlédacího úřadu státu nebo uskupení států ve vymezené předpisové kategorii. V EU tuto činnost zabezpečuje evropský úřad s názvem European Aviation Safety Agency (EASA) s platností pro všechny členské státy EU. V České republice je to Úřad pro civilní letectví (ÚCL) a pro ultralehká letadla je pověřenou organizací Letecká amatérská asociace (LAA). V každé zemi světa, která se letectvím zabývá, nese veškerý dozor a zodpovědnost nad vývojem, výrobou, provozem a údržbou stát prostřednictvím svých státních institucí. Platí to i pro leteckou velmoc, kde federální úřad Federal Aviation Administration (FAA) má působnost v celých USA.

Dalším velmi důležitým aspektem vývoje nového letounu je akceptování základního rozdělení letounu na hlavní části, kterými jsou:

- drak letounu,
- pohonná soustava,
- výstroj a vybavení, dnes často nazývaná „avionika“.

³ Zpracoval: prof. Ing. Antonín Píštěk, CSc., Letecký ústav Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně, obrázky pochází z Foto archivu leteckého ústavu FSI VUT Brno).

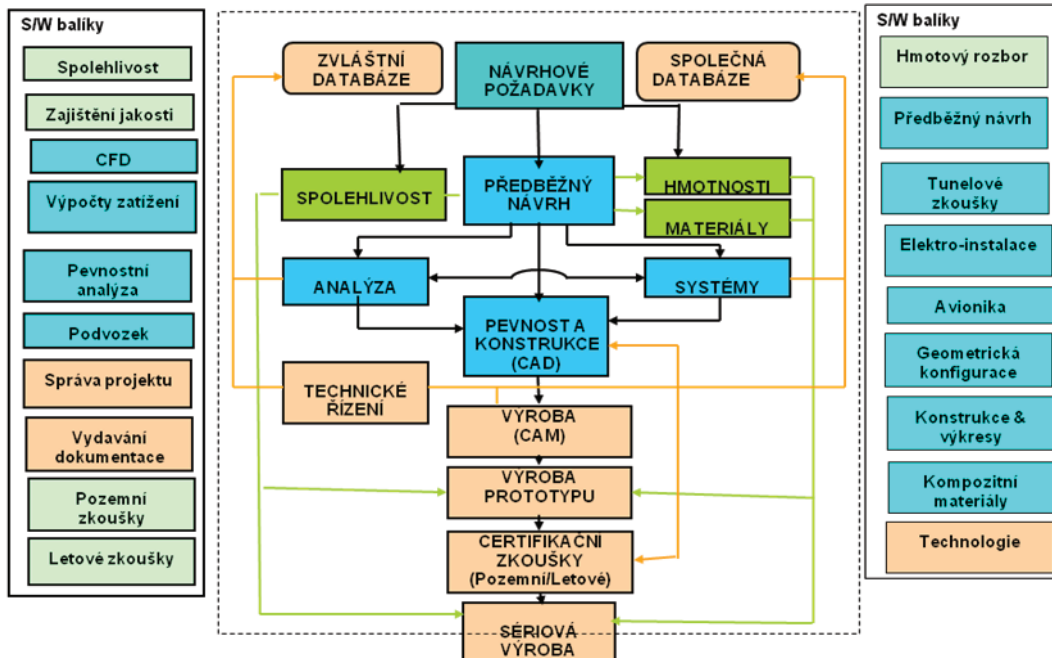
Copyright ACSA (www.acsa.cz), všechna práva vyhrazena

Každá z těchto hlavních částí má svůj vlastní vývojový proces podle samostatných předpisů na plnění předepsaných požadavků.

Pro samostatný vývoj nového letounu budou části letounu, pohonná soustava a avionika mít charakter subdodávky a pro nový letoun budou vybírány podle účelu letounu, výrobce, ceny a mnoha dalších faktorů. Tento výběr tvoří významnou část vývojového procesu letounu a vedle technických parametrů hrají významnou roli také ekonomické a politické aspekty. Vývoj, výroba a požadavky na části letounu pohonná jednotka a avionika nebudou předmětem této kapitoly; dále se bude text zabývat vývojem nového letounu převážně z pohledu draku letounu, jeho koncepce a výsledného účelu.

Pomineme-li vojenské letouny, u kterých je zadání letounu tvořeno požadavky státu, nebo obranných uskupení, je nový letoun dán v podstatě společenskou potřebou v nejširším slova smyslu, tj. potřebami a mezerou na trhu, ověřováním nových koncepcí letadla, ověřováním nových pohonných soustav, osobními nebo sportovními účely. Z tohoto pohledu není vývoj letounu nijak limitován až na zmíněné předpisy, kategorie letadel a finanční zdroje pro zabezpečení vývoje a eventuální sériové výroby.

Zcela obecný vývojový diagram vývoje nového letounu vyjadřující páteřní cestu od návrhu k sériové výrobě i s požadavky na nezbytné teoretické a softwarové vybavení je na obr. 10. Z obrázku také vyplývá rozdělení specializací pro jednotlivé oblasti zabezpečení vývoje, ze kterých můžeme vyčíst i strukturu vývojových oddělení podniků, které vývoj zabezpečují: oddělení pevnosti, aerodynamiky, konstrukce, systémů, spolehlivosti, technologie, obsluha výroby, dokumentace a další v závislosti na velikosti podniku a organizaci vývoje. Pro mezinárodní projekty typu Airbus se jedná o specializace na mezinárodní úrovni.



Obr. 10 Vývojový diagram vývoje nového letounu a jeho zabezpečení specializacemi a softwarovými prostředky

Vývoj letounu probíhá zpravidla ve třech základních etapách, které vychází ze základního dokumentu, kterým je v anglosaské terminologii „Request for Proposal“ (RFP) a v české terminologii obvykle „Technická specifikace“. Zdroje in-

formací pro tento dokument jsou různé, například rozbor existujících nebo potenciálních uživatelů - zákazníků, marketingové analýzy, znalosti nových požadavků budoucích letounů, znalost existujících letounů, jejich výhod a nedostatků, zavedení nových technologií a další inovace vyplývající ze současné úrovně výzkumu a vývoje.

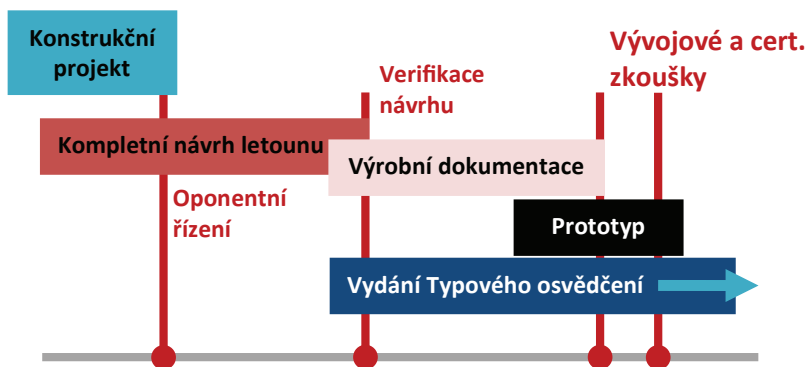
Hlavní etapy vývoje nového letounu jsou:

Úvodní fáze je **předprojektová studie** neboli „preliminary design“. Je to dokument s ucelenou představou o letounu končící stavem, kdy konstruktéři našli proveditelnou základnu návrhu projektu. Tato etapa končí vypracováním dokumentu „Definice typu“, „Type specification“ nebo častěji „Preliminary design review“.

Další fází je tzv. **konstrukční projekt**, častěji označován jako „Project design“. Tato etapa zahrnuje technické zabezpečení a detailní návrhy. Součástí jsou „tunelová měření“, CFD analýzy k upřesnění aerodynamických tvarů, pevnostní analýzy nejčastěji pomocí FEM, výpočty základních letových vlastností a výkonů. Významnou částí je předběžný odhad **hmotností a centrází**, stanovení vývojových a výrobních nákladů, provozních nákladů apod.

Třetí fází je „**Detailní návrh**“ nebo „Detail design“, který je zahájen v případě, že se rozhodne o realizaci projektu na základě dokumentu a procesu s názvem **Critical design review**. V této etapě se realizují výkresy, technologická příprava, dohody s kooperanty, podklady pro výrobu. Od tohoto okamžiku se již do návrhu letounu nezasahuje. Příklad průběhu uvedených etap pro letoun VUT 100 je na *obr. 11*.

Srovnej s Publikací, podkapitola 1.2.2.



Obr. 11 Jednotlivé etapy vývoje letounu VUT 100

Ve skutečnosti se jednotlivé etapy prolínají. Například práce na „Project design“ začínají před koncem „Preliminary design“ a certifikační práce ještě před zahájením výroby prototypu v částech, u kterých to dovolí stav vývoje. Rizika změn konstrukce v důsledku oponentních řízení jsou vyvážena zkrácením času celkového vývoje. Součástí vývojového procesu v jednotlivých etapách je upřesňování hmotností, vyhodnocují se náklady na vývoj a efektivita vývojových prací, kontroluje se dostupnost kooperací a subdodávek.

Předběžný návrh je založen na zkušenostech a zdrojích, z nichž nejdůležitější jsou:

- jasně definovaný problém,
- znalost odpovědí na otázky, kdo jsou zákazníci,
- jaká je realizovatelnost,
- jaké jsou přednosti projektu ve vztahu ke konkurenci,
- jak bude projekt řízen apod.

Copyright ACSA (www.acsa.cz), všechna práva vyhrazena



Projekt je řešen z pozice několika různých specializací, dovedností a zkušeností, ale musí být jednotně veden (srovnej s Publikací, podkapitoly 2.2 a 2.4.1). Přirovnává se k orchestru složeného z různých hudebních nástrojů, který musí hrát stejnou skladbu pod jedním dirigentem. V letectví je významná úloha jednotného vedení ve funkci „Hlavního konstruktéra“. Volba konfigurace je významným návrhovým parametrem a podléhá složitému výběru, který závisí na technických, ale i ekonomických a politických podmínkách. Příklad návrhu variant letounu VUT 001 Marabu je na obr. 12. Nakonec byla zvolena varianta s motory v tlačném uspořádání. Na obr. 13 je konfigurační návrh letounu Boeing 777, kde jsou do výběrových kritérií zařazeny i požadavky z environmentální oblasti, tj. na nižší emise, nižší spotřeby paliva a moderní materiály.

CONFIGURATION OPTIONS



Obr. 12 Návrhové koncepce letounu VUT 001 Marabu

CONFIGURATION OPTIONS

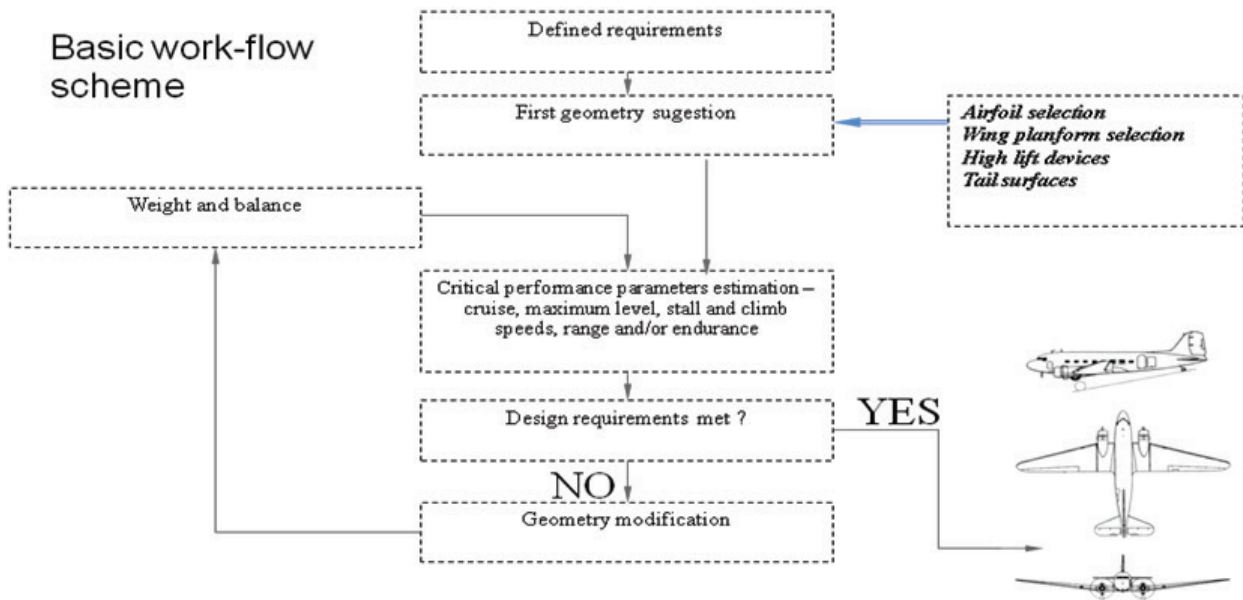
Aircraft and engine configuration



Obr. 13 Konfigurace návrhu letounu Boeing 777 z hlediska environmentálních požadavků

Jedním z nejvýznamnějších úkolů návrhu nového letounu je stanovení a optimalizace základních rozměrů v obecném smyslu. K zahájení tohoto problému se vyžadují bohaté zkušenosti a dokonalá znalost problému z hlediska konstrukce, technologie, aerodynamiky, mechaniky letu, ekonomie výroby i provozu a další. Na obr. 14 je schematický postup návrhu nového letounu z hlediska aerodynamiky.

Aerodynamic design process in more detail

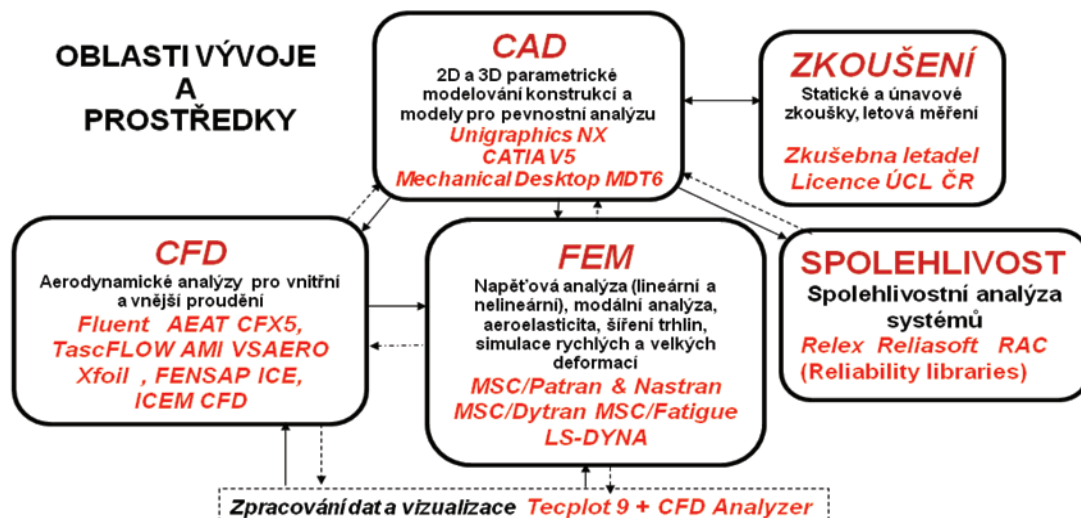


5

Obr. 14 Návrhový postup základních rozměrů letounu z hlediska aerodynamiky

Návrh a konstrukční propracování letounu se dnes neobejde bez počítačové podpory jak v oblasti pevnostní analýzy, tak v oblasti konstrukce, aerodynamiky, životnosti, spolehlivosti apod., prostřednictvím integrovaných produktů CAE/CAD/CAM. Přehled softwarových prostředků používaných např. na Leteckém ústavu VUT je na obr. 15.

Struktura vývojového prostředí LÚ



Obr. 15 Softwarové prostředky LÚ nezbytné pro vývoj a certifikaci nového letounu