



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Eva Kvasničková

**KONFIGURAČNÍ MANAGEMENT V LETECTVÍ –  
JEHO PRINCIPY A VYUŽITÍ**

**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Novák, Ph.D.

Praha 2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní  
d ě k a n  
Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621** ..... **Ústav letecké dopravy**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Eva Kvasničková**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – PL – Provoz a řízení letecké dopravy**

Název tématu (česky): **Konfigurační management v letectví - jeho principy a využití**

Název tématu (anglicky): Configuration Management in Aviation - Principles and Applications

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Principy a využití konfiguračního managementu
- Aktivity konfiguračního managementu
- Kontrola procesu
- Vývoj konfiguračního managementu
- Nástroje konfiguračního managementu
- Změnový proces
- Příklady využití konfiguračního managementu
- Přínos konfiguračního managementu



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Anne Mette Jonassen Hass. Configuration Management Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley, 2003.  
ČSN ISO 10007 Management jakosti - směrnice pro management konfigurace  
ČOS 15 1611 Požadavky NATO na řízení konfigurace-  
Technické změny, odchylky a výjimky
- Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Novák, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2016**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2017**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

Ing. Jakub Kraus, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu letecké dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Eva Kvasničková  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 30. června 2017

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem konzultantům, kteří mi poskytli potřebné podklady pro vypracování této práce, pomáhali svými připomínkami, radami i náměty. Dále bych poděkovala Ing. Martinu Novákovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za vedení. Mé poděkování též patří rodině a blízkým přátelům za pomoc a podporu během studia.

## Prohlášení

Přikládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).



V Praze dne 29. Listopadu 2017

.....

podpis

# KONFIGURAČNÍ MANAGEMENT V LETECTVÍ – JEHO PRINCIPY A VYUŽITÍ

Diplomová práce

Listopad 2017

Eva Kvasničková

## **Abstrakt**

Předmětem diplomové práce „Konfigurační management v letectví – jeho principy a využití“ je popsání významu konfiguračního managementu včetně jeho procesů, využití, popis vazeb s navazujícími procesy, implementace a jaký má CM přínos pro organizace.

První část je věnována procesům, které musí být definovány. Druhá část se zabývá životním cyklem produktu v závislosti na konfiguračním managementu a následně uvádí nástroje pro řízení CM. Závěr je věnován posouzení stavu CM v organizaci.

## **Abstract**

The subject of the thesis „Configuration management in Aviation – principles and application“ is describing the importance of configuration management including its processes, usage, description of links with follow-up processes, implementation and what is the CM's contribution to the organization.

The first part is dedicated to processes that need to be defined. The second part deals with the product lifecycle depending on the configuration management and then lists CM management tools. The conclusion is devoted to the assessment of CM in the organization.

## Obsah

0	Úvod .....	7
1	Definice .....	9
2	Vývoj a historie konfiguračního managementu.....	13
3	Legislativa.....	15
4	Procesy konfiguračního managementu.....	17
4.1	Identifikace konfigurace .....	20
4.1.1	Číslování a pojmenování konstrukčních a výrobních položek .....	20
4.1.2	Identifikaci dokumentů .....	23
4.1.3	Konfigurační položka (CI), její výběr a struktura.....	23
4.1.4	Konfigurační databáze.....	25
4.1.5	Základní úroveň konfigurace (Baseline).....	25
4.1.6	Struktura produktu .....	27
4.2	Plánování konfiguračního managementu.....	28
4.3	Řízení změn (řízení konfigurace) .....	29
4.3.1	Důležitost změny .....	32
4.3.2	Klasifikace změny .....	33
4.3.3	Změnové dokumenty .....	35
4.3.4	Zaměnitelnost (interchangeability) .....	36
4.3.5	Sledovatelnost .....	40
4.3.6	„V“ diagram.....	40
4.4	Vykazování stavu konfigurace (CSA).....	43
4.4.1	Záznamy.....	44
4.4.2	Zprávy o stavu vykazování konfigurace .....	44
4.5	Audit konfigurace (Prověřování).....	44
5	Životní cyklus produktu .....	46
5.1	Fáze návrhu.....	46
5.2	Fáze definování .....	46
5.3	Fáze vývoje .....	47

5.4	Fáze výrobní.....	49
5.5	Fáze testování.....	49
5.6	Fáze užívání.....	49
5.7	Fáze podpory.....	50
5.8	Fáze modernizace.....	50
5.9	Fáze likvidace.....	50
5.10	Concurrent Engineering (CE).....	50
6	Nástroje pro řízení konfigurace.....	53
6.1	PLM – Product Lifecycle Management.....	54
6.1.1	ERP (plánování podnikových zdrojů.....	54
6.1.2	PDM (správa dat výrobku).....	55
7	Evropské letecké agentury.....	57
8	Posouzení stavu CM v organizaci.....	59
9	Závěr.....	62
	Použité zdroje.....	64
	Seznam obrázků.....	66
	Seznam tabulek.....	67

Seznam použitých zkratk v textu:

CM	Configuration Management / Management konfigurace
CI	Configuration Item / Konfigurační položka
OLZ	Osvědčení Letové Způsobilosti
CVE	Certification Verification Engineer / Certifikační verifikační inženýr
CAB	Change Autorization Board / Komise pro schvalování zavedení změn
CIB	Configuration Implementation Board / Změnová implementační komise
PLM	Product Lifecycle Management / Správa životního cyklu výrobku
PDM	Product Data Management / Řízení výrobních dat
ERP	Enterprise Resource Planning / Plánování podnikových zdrojů
CAD	Computer-aided design / Počítačem podporované projektování
CAM	Computer-aided manufacturing / Počítačová podpora obrábění
CAE	Computer-aided Engineering / Počítačem podporované konstruování
FEA	Finite element analysis / Analýza konečných prvků
EASA	European Aviation Safety Agency / Evropská agentura pro bezpečnost letectví
CSA	Configuration Status Accounting / Vykazování stavu konfigurace
ECP	Engineering Change Proposals / Návrh na technickou změnu
BTP	Buil To Print
DTB	Design To Build
FAI	First article inspection / Protokol o ověření prvního kusu
CE	Concurrent engineering / Paralelní inženýrství
ICD	Interface Control Document / Dokument pro řízení rozhraní
SB	Service Bulletin / Servisní bulletin
AD	Airworthiness Directives / Letová způsobilost
TC	Type Certificate / Typové osvědčení
STC	Supplemental Type Certificate / Doplnkové typové osvědčení
DOA	Design Organisation Approval / Oprávnění k projektování
POA	Production Organization Approval / Oprávnění k výrobě letecké techniky



PCA	Physical Configuration Audit / Fyzický konfigurační audit
FCA	Functional Configuration Audit / Funkční konfigurační audit
PDR	Preliminary Design Review / Předběžné přezkoumání designu
CRD	Critical Design Review / Kritické přezkoumání projektu
ICD	Interface Control Document / Drawing / Dokument pro řízení rozhraní
MG	Master Geometry
IPE	Integrated Process Excellence / Jednotný kvalitní proces (dle CMII)
EDA	European Defence Agency / Evropská agentura obrany
OVL	Obor Vojenského Letectví
ÚCL	Úřad pro Civilní Letectví

## 0 Úvod

Tématem diplomové práce je konfigurační management (CM), popsání jeho procesů, principů, využití, vývoje a přínos pro organizace, kde je řízení konfigurace nezbytné.

Výraz Configuration pochází z latiny, kde „con“ znamená „s“ nebo „spolu“ a „figurare“ pak „formovat“ či „tvořit“. CM se tedy zabývá řízením vzájemného uspořádání produktu a položek.

CM slouží jako nástroj pro efektivní a účelný vývoj a výrobu. Měl by být nedílnou součástí vedení vývoje hardwaru i softwaru. Díky zavedení konfiguračního managementu můžeme dokumentovat konfiguraci produktu, zajišťovat jeho identifikaci, sledovatelnost, stav dosažení jeho funkčních a fyzikálních požadavků a řídit technické a administrativní činnosti během celého životního cyklu produktu.

Cílem CM je dokumentace a poskytnutí uceleného přehledu a aktuálního stavu konfigurace produktu na jeho fyzikální a funkční požadavky.

Každá organizace se snaží uspět mezi dnešní konkurencí na trhu, aby byla konkurence schopna, je nezbytné dodávat produkty ve správné konfiguraci, s nízkými náklady a dodáním ve stanovený čas.

Výhody aplikace konfiguračního managementu jsou zřejmé, avšak v praxi často přehlížené. Standard ANSI/EIA-649 shrnuje výhody následujícím způsobem:

- vlastnosti produktu jsou jednoznačně definovány a poskytují měřitelné parametry. Výrobce a zákazník sdílejí společné informace o funkci a použití výrobku,
- konfigurace produktu je dokumentována a je známý základ pro uskutečnění změn, které jsou založeny na správných aktuálních informacích. Opakovatelnost výroby je zajištěna,
- produkty jsou identifikovány a porovnávány s jejich souvisejícími požadavky, konstrukcí a údaji o produktu,
- návrhy na změnu produktu jsou identifikovány a jejich dopad na produkt a jeho výrobu vyhodnocovány. Implementace změny je plánována a řízena,
- aktivity spojené se změnou jsou řízeny pomocí definovaných procesů,
- informace o konfiguraci, které byly zjištěny v průběhu definice produktu, řízení změn, sestavení produktu, distribuci, provozu a likvidaci jsou jasné, stručné a platné (CMII). Včasné a přesné informace zobrazují zpoždění a výrobní prodlevu, zajišťují řádnou výměnu a opravu, snižují náklady na údržbu,
- konfigurace aktuálního produktu se ověřuje podle požadovaných vlastností (konfigurační audit),
- zajištěna vysoká úroveň správnosti dat a jejich dohledatelnost.

Při absenci CM může naopak docházet k následující neúčinnostem:

- poruchy zařízení v důsledku instalace nebo výměny,
- zpoždění plánu, zvýšení nákladů díky neočekávaným změnám,
- provozní zpoždění v důsledku nesouladu s aktivitou podpory,
- problémy při údržbě, prostoje a zvýšení nákladů na údržbu vzhledem k nesrovnalostem mezi zařízením a jeho pokyny pro údržbu,
- další okolnosti, které snižují provozní efektivitu a zvyšují náklady. [1]

Obecně lze říci, že CM jako disciplína je nejvíce využívána ve společnostech zabývajících se farmacií, letectvím, jadernou energetikou, tedy všude tam, kde je sledovatelnost a tedy i zpětná dohledatelnost extrémně důležitá. CM také aplikuje například automobilový průmysl (produkt dle přání zákazníka, unikátní VIN kód), IT (Hardware, Software vybavení). Uplatnění CM ale také záleží na složitosti produktů a velikosti dané organizace.

Diplomová práce si klade za cíl popsat srozumitelným způsobem význam CM včetně jeho procesů, využití, popsání vazeb s ostatními procesy, například projektové řízení, design, apd.

Diplomová práce je řazena do deseti kapitol, ve kterých jsou popsány a definovány procesy CM a vazby na ostatní procesy v rámci výrobní organizace. V nulté kapitole *Úvod* je obecně popsán význam konfiguračního managementu, jeho výhody a nevýhody. První kapitola *Definice* formuluje terminologii konfiguračního managementu. Druhá kapitola *Vývoj a historie konfiguračního managementu* se zabývá touto disciplínou z pohledu jejího vývoje. Třetí kapitola *Legislativa* popisuje standardy a normy zabývající se konfiguračním managementem. Ve čtvrté kapitole *Procesy konfiguračního managementu* jsou jednotlivě popsány procesy a činnosti s nimi spjaté, vazby na jiné subjekty. Pátá kapitola *Životní cyklus produktu* charakterizuje jednotlivé fáze produktu od prvotního návrhu až po jeho vyřazení. Kapitola šestá *Nástroje pro řízení konfigurace* řeší komplexní systémy / nástroje pro správu a efektivní řízení konfigurace po celou dobu životního cyklu výrobku. Sedmá kapitola *Evropské letecké agentury* se zmiňuje o agenturách pro vojenské a civilní letectví, kterým podléhá design organizace, jehož nedílnou součástí je konfigurační management. V osmé kapitole *Posouzení stavu CM v organizaci* je pomocí rozhodovacího diagramu / stromu posouzena implementace konfiguračního managementu v organizaci. V poslední kapitole deváté *Závěr* je stručný popis čím se diplomová práce zabývala.

# 1 Definice

## Konfigurace

- „Vzájemně související funkční a fyzikální znaky produktu stanovené v údajích o konfiguraci produktu.“ [2]

## Údaje o konfiguraci produktu

- „Údaje o konfiguraci produktu obsahují jak vymezení produktu, tak informace o jeho funkci.“ [2]

## Konfigurační management

- „Koordinovaná činnost potřebná k řízení a sledování konfigurace. Konfigurační management se obecně zaměřuje na technické a organizační činnosti, které stanovují a udržují sledování produktu a jeho údaje o konfiguraci produktu v celém životním cyklu produktu.“ [2]
- „Disciplína používající technické a administrativní řízení a dozor nad následujícími činnostmi – identifikací a dokumentováním konfigurace, řízením konfigurace, vykazováním stavu konfigurace a prověrkami konfigurace.“ [3]

## Sledování změny

- „Činnosti spojené se sledováním produktu po oficiálním schválení jeho údajích o konfiguraci produktu.“ [2]

## Položka konfigurace (CI)

- „Objekt uvnitř konfigurace, která splňuje funkci v rámci konečného použití.“ [2]

## Údaje o konfiguraci produktu

- „Požadavky na návrh, realizaci, ověřování, provoz a podporu produktu.“ [2]

## Vykazování stavu konfigurace

- „Zaznamenávání a podávání zpráv o údajích o konfiguraci produktu, stavu navrhovaných změn a stavu uskutečnění schválených změn.“ [2]

## Změna

- Modifikace produktu oproti stavu, jímž je produkt definován v technické dokumentaci typového návrhu.

## Konstrukční dokumentace

- Soubor výkresů, modelů, kusovníků, technických specifikací a instrukcí.

### **Technologická dokumentace**

- Soubor informací o rozměrech polotovarů, materiálech, metodách jeho zpracování, postupech při výrobě a sestavování produktu, nezbytné k zajištění konformity produktu.

### **Výrobní dokumentace**

- Dokumentace zahrnující konstrukční dokumentaci, technologickou dokumentaci, pracovní podklady, zprávy, záznamy, plán jakosti.

### **Identifikace konfigurace**

- „Proces identifikování a dokumentování fyzických a funkčních znaků položky konfigurace. Smluvní dodavatel musí přiřadit jednoznačné identifikátory pro položky konfigurace a jejich dokumentaci konfigurace.“ [4]

### **Základní úroveň konfigurace („Baseline“)**

- „Schválené údaje o konfiguraci produktu, které stanovují charakteristiky produktu v časovém okamžiku, který slouží jako reference pro činnost v celém životním cyklu produktu.“ [2]

### **Číslo položky (P/N)**

- Jednoznačná identifikace položky přiřazena ke každému Hardwaru (části, sestavy a instalace) a softwaru. Konfigurace čísla položky je definována v dokumentu např. výkresy nebo digitálními daty (3D model).

### **Díl**

- Jedna položka, nebo více položek spojené dohromady, které nejsou předmětem demontáže bez destrukce nebo narušení navrženého použití.

### **Sestava**

- Množství položek, podsestav nebo jejich libovolná kombinace smontovaných dohromady za účelem vykonání specifické funkce. Podsestava se od sestavy liší jednotlivou aplikací. Sestava může být v daném případě jak podsestava, tak v jiném případě sestava.

### **Návrh na technickou změnu (ECP)**

- „Oficiální dokument připravený pro technickou změnu.“ [3]

### **Recurring cost (RC)**

- Pravidelné náklady vznikající opakovaně nebo za každý vyrobený výrobek nebo každou provedenou službu.

### **Nonrecurring cost (NRC)**

- Neopakující se (jednorázové) náklady, které jsou spojeny s vývojem, konstrukcí, technologií, inovacemi apod.

### **First article inspection (FAI)**

- Kompletní analýza první položky vytvořené ve výrobě pro potvrzení správné konfigurace nastavení procesů a opakovatelnosti výroby. Zabezpečuje všechny strukturální a technické požadavky. Požadavky jsou kontrolovány a registrovány. V dokumentu vztahující se k FAI jsou všechny potřebné podrobnosti o funkci, ověřování a vyhodnocení kompatibility.

### **Sledovatelnost**

- Sledovatelnost se rozumí schopnost zpětně zjistit historii, použití nebo umístění produktu na finálním produktu.

### **ICD**

- Dokument pro řízení rozhraní používá se v oblasti systémového řízení a softwarového inženýrství. Poskytuje záznam o všech informacích k rozhraní (výkresy, schémata, tabulky, textové informace) vytvořené pro projekt.

### **MG**

- Master geometry je 3D model, který reprezentuje vnější geometrii a prvky tvořící strukturu letadla. Tato geometrická kompozice je složena z ploch, rovin, linií. Zahrnují všechny potřebné geometrické závislosti a omezení potřebná pro konstrukci letadla.
- Označení ploch, souřadnicový systém konstrukčních prvků (žebra, rámy), části (dveře, okna) a polohy hlavních úseků. Master geometry není skutečná součást ani část letadla, která se vyrábí. Jedná se pouze o koncepční část, která obsahuje náčrtky nebo obecný tvar celkové konstrukce a důležité konstrukční parametry. [5]

### **BTP projekt**

- „Buil to Print“ projekt znamená, že organizace vyrábí produkty, zařízení nebo součástky podle přesných specifikací zákazníka. Zákazník poskytne konstrukční dokumentaci a výrobce je zodpovědný za výrobu.

**DTP projekt**

- Projekt, při němž organizace přebírá zodpovědnost za projektování / konstrukci a následnou výrobu.

**Risk-sharingový projekt**

- Organizace se podílí na společném projektu z hlediska financování a sdílení rizik s tím spojených.

## 2 Vývoj a historie konfiguračního managementu

S konfigurací, ačkoliv činnosti nebyly takto pojmenovány, se lidstvo přirozeně potýká již od dávných dob. Například v Bitvě u Gravelines, kde se střetlo v roce 1588 španělské a anglické loďstvo, narazilo španělské loďstvo na problém v řízení konfigurace. Španělé zde byli jednoznačně poraženi a jedním z důvodů porážky, bylo vybavení flotily. Španělé měli lodě s obrovskou nosností, které byly neforemné, neovladatelné ve větru, nestabilní, vyčnívající nad mořem a měli problém se těsně přiblížit k nepříteli. Dále flotila byla vyzbrojena 3 000 zastaralými děly a k nim koule jiných rozměrů. V tomto případě španělské armády došlo ke změně rozměrů munice, aniž by si vojsko uvědomilo, jaký dopad této změny nastane vzhledem k zastaralým dělům. Ve změnovém procesu se vždy musí brát na zřetel vliv ne jenom na produkt, jako v tomto případě, ale především na celek.

V průběhu druhé světové války nebyl znám pojem správa konfigurace a činnosti s ní spojené ani vzdáleně. V USA v poválečném období byl ohromný rozvoj techniky a nastal problém, že konfigurační činnosti, které dříve zastal jediný inženýr svým individuálním přístupem, tak nyní potřebuje podporu jiných inženýrů včetně týmu.

Na přelomu padesátých a šedesátých let dvacátého století bylo zřejmé, že musí vzniknout disciplína, která bude řídit konfiguraci produktu. American Society of Mechanical Engineers (ASME) byla jedna ze společností, která přišla s prvními návrhy, jak řídit konfiguraci produktu.

Velký rozvoj v řízení konfigurace však nastal až v 70. letech 20. století v letectvu Spojených států amerických, kde byla potřeba standardizovat konstrukci a výrobu. V roce 1962 byl vydán první standard pro konfigurační management „AFSCM375-1“, který byl podepsán generálem a velitelem Air Force Systems Command Bernardem Schriverem. Tento konfigurační standard je klíčový pro návrh, vývoj, sestavení, testování a dodání.

V roce 1971 Thomas T. Samaras a Frank L. Czerwinski knihou „Fundamentals of Configuration Management“ položili základy konfiguračnímu managementu.

Dalším milníkem pro řízení konfigurace bylo, když profesor na Kalifornské Univerzitě v Santa Barbaře Leon Presser přijal nabídku spolupráce na vývoji leteckého motoru pro americké námořnictvo. V roce 1977 zveřejnil článek s názvem „Change and Configuration Control“ (CCC), kde je popsáno řízení projektu a je jedním z prvních nástrojů pro řízení konfigurace. Tato práce byla využita při porovnávání změn a rozdílů dvou leteckých motorů, které vznikaly ze stejného jádra. Vyvinul nástroje pro řízení konfigurace, zřídil komise CCB (change control board), zajistil jednotné řízení konfigurace. [6]

Později i členské státy NATO měly potřebu standardizovat postupy CM podobně jako Spojené státy americké. Vznikl STANAG 4159 NATO „Material Configuration Management Policy and



Procedures for Multinational Joint Projects“, který byl publikován roku 1991. Tento standard se zabývá politikou a postupy NATO pro CM materiálu vztahující se pro mezinárodní společné projekty. Dále pak STANAG 4427 „Configuration Management in System Life Cycle Management“, který popsal procesy a požadavky CM. [7]

Pro řízení konfigurace produktu byl dříve dostačující individuální přístup, až do doby příchodu průmyslových inovací. Nutnost a potřeba sestavení komponentů modelu z důvodu kontroly výroby včetně klasifikace vazeb, požadavků na změny, vedla k založení disciplíny konfigurační management.

S průmyslovým vývojem se neustále rozvíjí i řízení konfigurace a jeho nástroje pro řízení.

### 3 Legislativa

Konfigurační management, jeho funkci, zásady a terminologii popisují následující standardy a normy:

#### **ČSN ISO 10007 – Systémy managementu jakosti - Směrnice pro management konfigurace**

Evropská norma, jejíž první vydání bylo publikováno v roce 1996 a v roce 2004 byla norma revidována.

„Účelem této mezinárodní normy je zlepšit obecné chápání předmětu normy, podpořit používání managementu konfigurace a pomoci organizacím aplikovat management konfigurace ke zlepšení jejich úrovně.“ [2]

Norma ČSN ISO 10007 obsahuje však pouze obecný a zjednodušený návod k efektivnímu zavedení CM do organizace.

#### **ČOS – Český Obranný Standard, průvodní a provozní dokumentace pro vojenskou techniku a materiál.**

České obranné standardy vycházející ze standardu NATO (STANAG).

Z pohledu konfiguračního managementu se standard zabývá požadavky NATO na identifikaci konfigurace, na vykazování stavu konfigurace a managementu dat o konfiguraci, na audity konfigurace, na přípravu plánů managementu konfigurace, na řízení konfigurace (technické změny, odchylky a výjimky), atd.

Jednotlivé přílohy ČOS specifikují požadavky na průvodní a provozní dokumentaci.

Mezi ČOS pro konfigurační management patří následující:

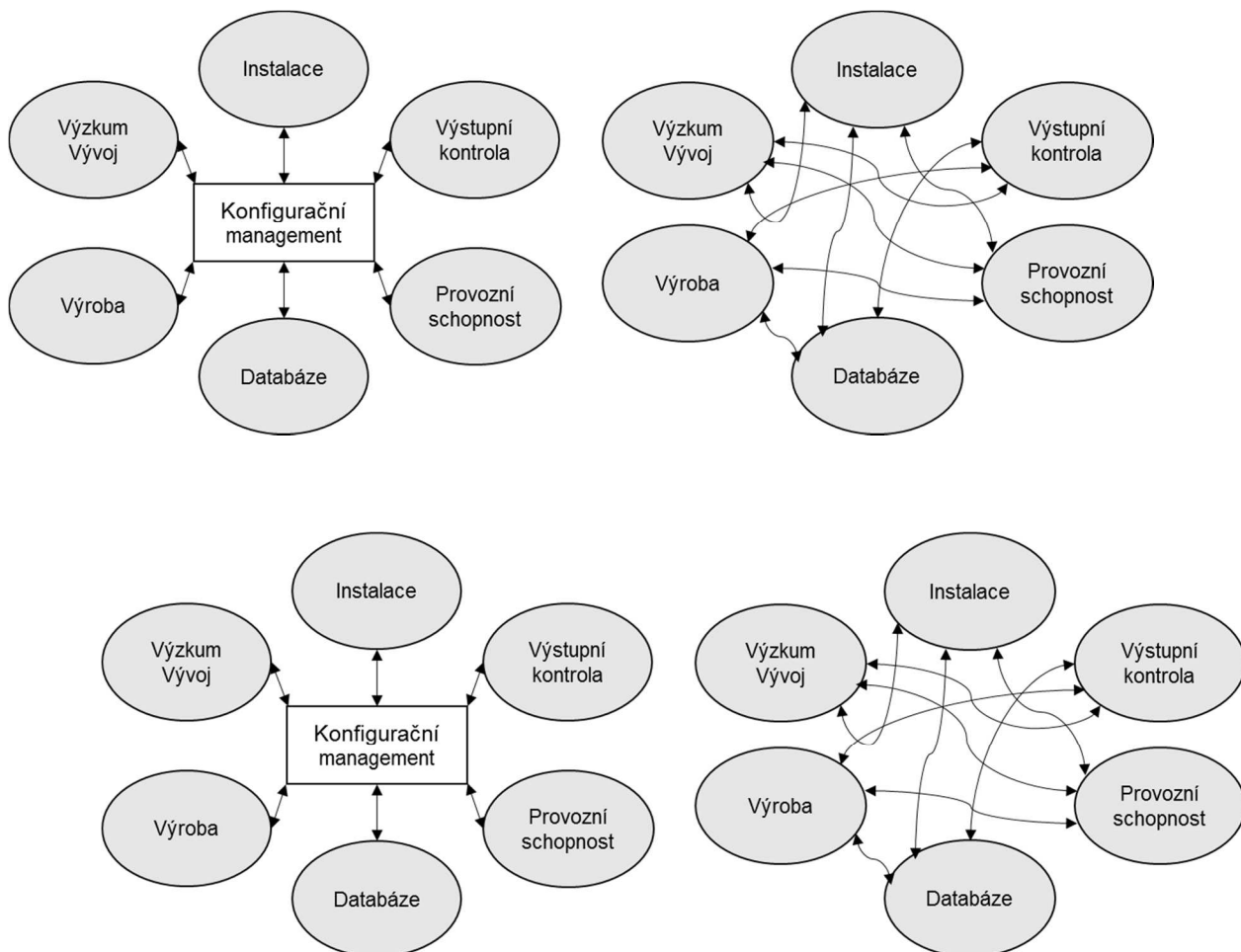
- 051605 Požadavky NATO na identifikaci konfigurace,
- 051606 Požadavky NATO na vykazování stavu konfigurace,
- 051607 Požadavky NATO na Audity konfigurace,
- 051608 Termíny a definice používané v NATO pro Management konfigurace,
- 051609 Požadavky NATO na přípravu plánů managementu konfigurace,
- 051610 Management konfigurace uplatňovaný v NATO – pokyny pro použití ČOS 051605 až ČOS 051609 a ČOS 051611,
- 051611 Požadavky NATO na řízení konfigurace - technické změny, odchylky a výjimky.

## **EIA-646 National Consensus Standard for Configuration Management**

Americká technická norma vydaná v roce 1998, která popisuje funkce a zásady CM a definuje používanou terminologii.

## 4 Procesy konfiguračního managementu

Organizace, které se nezabývají konfiguračním managementem, jsou náchylné k aplikaci neefektivních procesů a vazeb, které v konečném důsledku vedou přinejmenším k snížení provozní efektivity a zvýšení nákladů, což demonstruje

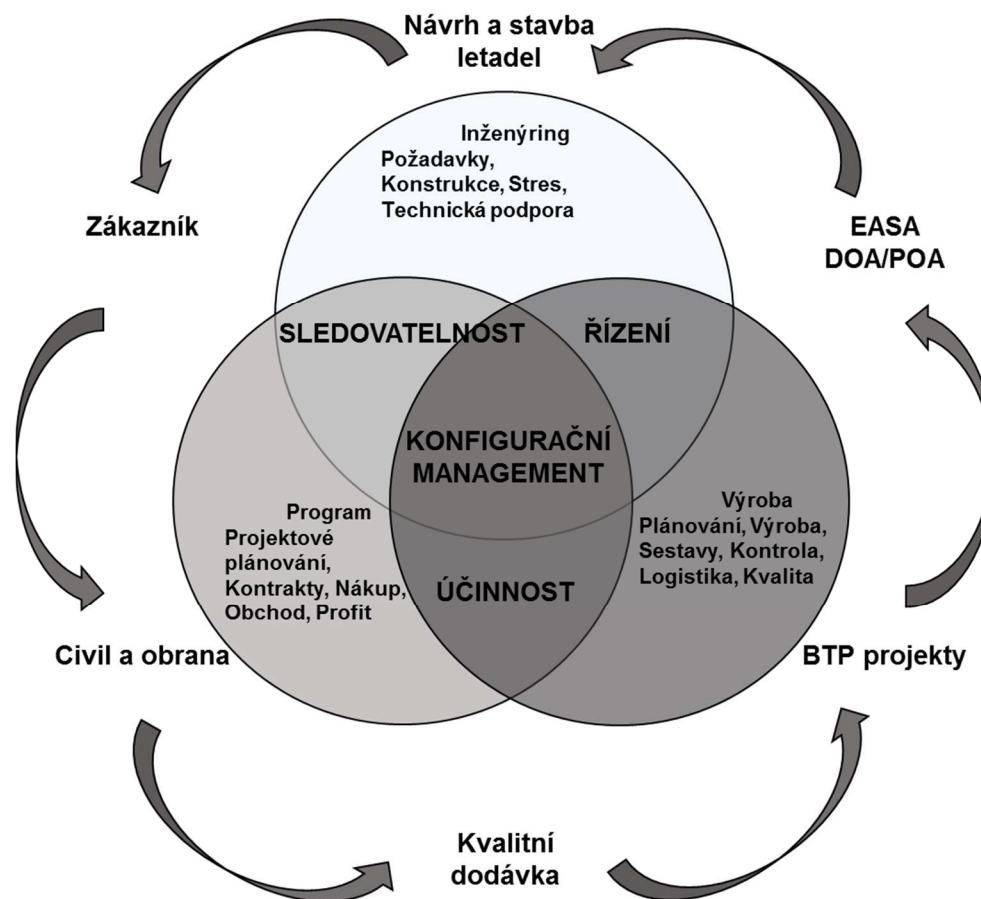


Obrázek 1: Stav před a po zavedení CM

V druhé polovině výše uvedeného obrázku je znázorněn stav po zavedení CM - efektivní uspořádání řízení dle stanovených podmínek.

Konfigurační management by měl být aplikován na celý životní cyklus produktu. Od marketingových studií, přes vývoj, prototypy, testování, sériovou výrobu, údržbu až po konečné vyřazení produktu z provozu.

Konfiguračního managementu v leteckém průmyslu (Evropa) a jeho detailnější vazby na jiné subjekty uvnitř organizace a externí entity přibližuje *Obrázek 2: Venn diagram organizace – vazby a začlenění CM*. Obrázek 2



Obrázek 2: Venn diagram organizace – vazby a začlenění CM

Tabulka 1: Legenda Venn diagram organizace

Návrh a stavba letadel	Schopnost vykonávat vývoj a výrobu pro letecké programy.
EASA	European Aviation Safety Agency / Evropská agentura pro bezpečnost letectví
DOA	Design Organisation Approval / Oprávnění k projektování
POA	Production Organization Approval / Oprávnění k výrobě letecké techniky
BTP	„Buil to Print“ projekt znamená, že organizace vyrábí produkty, zařízení nebo součástky podle přesných specifikací zákazníka. Zákazník poskytne konstrukční dokumentaci a výrobce je zodpovědný za výrobu.
Kvalitní dodávka	Všechny výrobky splňují požadavky designu a plán dle vysokých standard výroby.
Civil a obrana	Schopnost dodávat jak vojenským tak civilním zákazníkům.
Zákazník	Zákazníci z celého světa.

Řízení CM nabývá ještě větší důležitosti v dnešní době, kdy si jen málokterý letecký výrobce může dovolit pokrýt vývoj celého letounu z vlastních kapacit. Proto se velmi často uzavírají různé Risk-sharingové / DTB projekty. Tyto však kladou mnohem větší nároky na komunikaci, nastavené procesy, kompatibilitu procesů a tedy i na konfigurační management.

Procesy konfiguračního managementu jsou pro jednotlivé projekty podrobně popsány v konfiguračním plánu s respektováním jejich specifik a kontraktuálních podmínek.

Konfigurační management jako takový se zabývá následujícími procesy:

- identifikace konfigurace,
- plánování managementu konfigurace,
- řízení změn (řízení konfigurace),
- vykazování stavu konfigurace,
- audit konfigurace.

CM procesy a činnosti ilustruje pyramidový diagram na *Obrázek 3: Pyramidový diagram činností CM*.



*Obrázek 3: Pyramidový diagram činností CM*

Základnou pyramidu je identifikace konfigurace, která je základním předpokladem pro použití všech ostatních činností managementu konfigurace. V principu je nemožné kontrolovat a řídit něco, co v podstatě „neznáme“. Stanovení správné a jednoznačné identifikace přináší sledovatelnost a efektivní řízení konfigurace produktu, dále pak řízení změn, snadné

vykazování stavu konfigurace a průběh auditů, v konečném důsledku uspokojení požadavků a profit.

## **4.1 Identifikace konfigurace**

Identifikace konfigurace je nutná k určení funkčních a fyzikálních znaků položky. Na základě tohoto definování lze položku vyvinout, vyrobit, zkoušet, sledovat, provozovat a udržovat.

Identifikace konfigurace se zabývá výběrem konfiguračních položek, definováním potřebné dokumentace a jejich jednoznačným pojmenováním a číslováním.

Každá organizace musí definovat své pravidla pro jedinečnou identifikaci. Pro projekty je nutno zavést jednotné pravidla pro identifikaci položek konfigurace, jejich částí, sestav, dokumentů, změn, odchylek atd. Dále musí respektovat systém jednoznačné identifikace v rámci projektu. Proces identifikace je vztažen vždy k danému projektu nebo organizaci. [4]

### **4.1.1 Číslování a pojmenování konstrukčních a výrobních položek**

Pro identifikaci položek a řízení zaměnitelnosti se stanovují pravidla číslování a pojmenování.

K popisu položek slouží identifikační číslo, název a popis.

#### **Pravidla pro pojmenování**

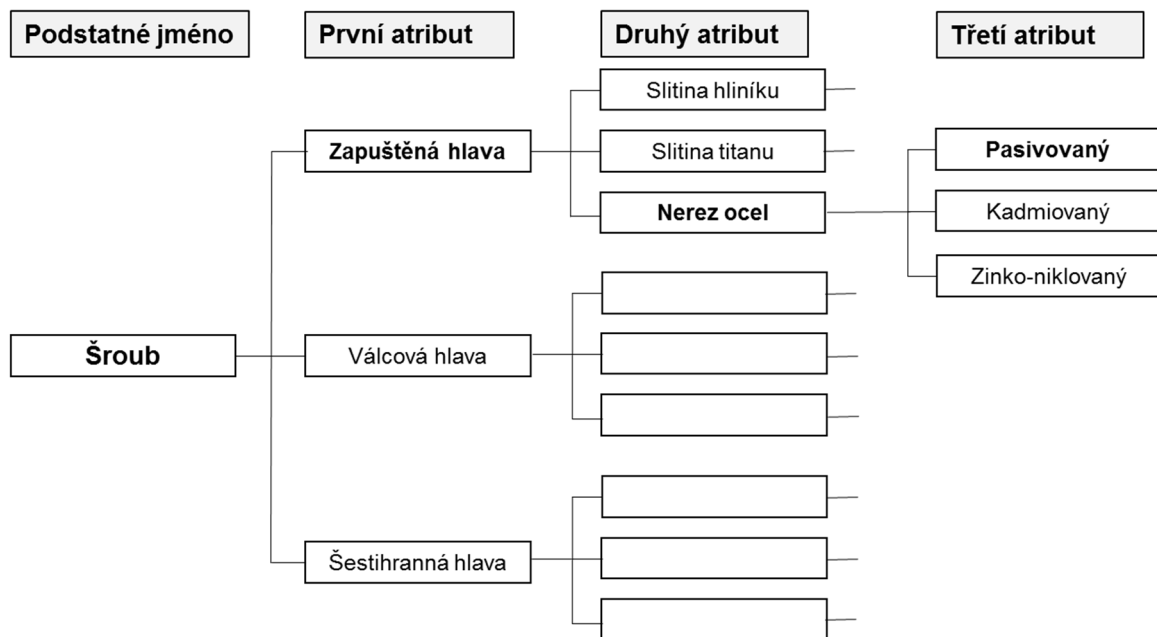
Pravidla ohledně pojmenování jsou z důvodu složitého udržení jednotnosti často špatná a neexistující. Každá fyzická položka by měla mít přiřazen vlastní název a poté popis. Správný název by měl být takový, který nejlépe popisuje a vystihuje danou položku.

Každá organizace má zavedena svá pravidla pro číslování a pojmenování, která často vycházejí z historického používání a mohou se lišit v jednotlivostech mezi sebou.

Název by měl však danou položku popsat a jednoznačně určit.

První slovo názvu se zpravidla uvádí podstatné jméno, které položku zařadí (šroub, podložka, tyč, deska, atd.). Další atributy pak blíže položku specifikují. Pomocí systému, který vyzve k zadání podstatného slova a jeho souboru atributů lze zajistit jednotnost v názvosloví pro všechny fyzické položky. [12]

Příklad názvu položky (Šroub, Zapuštěná hlava, Nerez Ocel, Pasivovaný) je uveden v *Obrázek 4: Podstatné jméno a atributy*

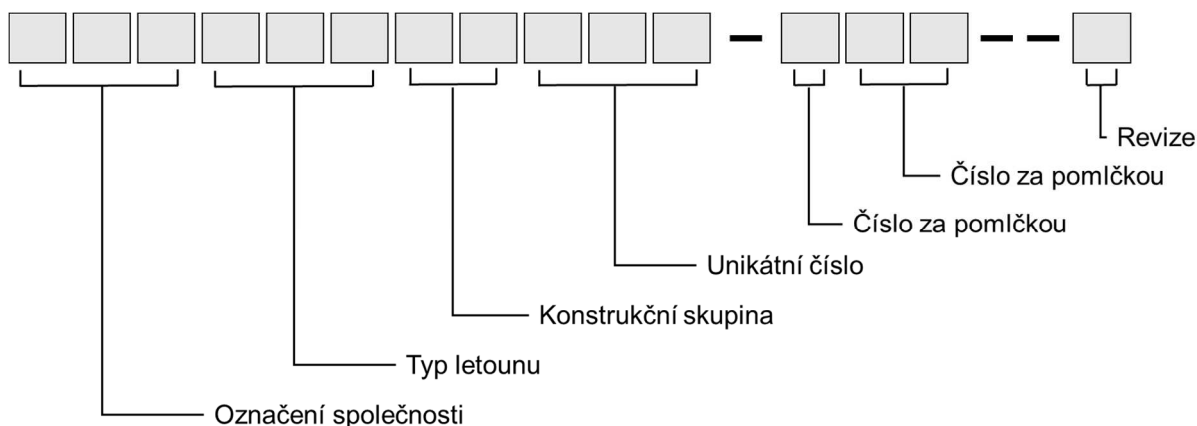


Obrázek 4: Podstatné jméno a atributy

### Pravidla pro číslování - Identifikace výkresů a položek (dílů)

Značení dílů/podsestav/sestav musí být návodné a jednoznačné. Každá organizace musí k jednotlivým projektům definovat pravidla pro číslování položek konfigurace, dílů, sestav, dokumentů, odchylek, změn.

Následující příklad zobrazuje možnosti pro číslování položek tak, aby položka byla snadno identifikovatelná a jednoznačně určena. V *Obrázek 5: Příklad Číslování položek* je uvedeno patnáctimístné číslování. [13]



Obrázek 5: Příklad Číslování položek



### Označení společnosti

- První tři políčka jsou určena pro písmena, která označují společnost (EMB, BA, AVA)

### Typ letounu

- Číslo značí typ letounu (390, 190, 500, CS100, CS300)

### Konstrukční skupina

- Dvě čísla jsou určena pro označení konstrukční skupiny.

00-09	Postupy, pomocné podklady, systémy, finální výrobek
10-19	Trup (špička, střední část, zadní část, přechody)
20-29	Křídlo (Přední část, střední část, zadní část, vztlakové klapky, křídélka, brzdící štít)
30-39	Ocasní plochy (Kýlová plocha, směrové a výškové kormidlo, stabilizační plocha, přední ocasní plocha)
40-49	Řízení
50-59	Přistávací zařízení (Podvozek hlavní a příďový, podvozková noha hlavní a příďová)
60-69	Motorové zástavby (Motor, řízení motoru, palivové instalace, palivové nádrže)
70-79	Výstroj (klimatizace, odmrazování, soustava kyslíková, vzduchová, hydraulická, hasicí, elektrická, avionická, palubní přístroje)
90-00	Záchranné prostředky, pozemní vybavení (zástavba sedadel, náhradní díly, pozemní vybavení)

### Unikátní číslo

- Sekvenční, unikátní číslo, které může dále specifikovat povahu položky např. obráběné díly, tvářené díly.

### Číslo za pomlčkou

- Určuje, zda se jedná například o díl (0), polotovár(1), sestavu(2), schéma(3). Číslo na pozici třináct, čtrnáct slouží k identifikaci, zda se jedná o originální položku nebo o položku symetrickou. Pro originální díly/sestavy se mohou použít lichá čísla a sudá pak následně pro jejich symetrické protějšky.  
Př. díl symetrický levý -001, díl k němu pravý -002, sestava originální -201.

## Revize položky

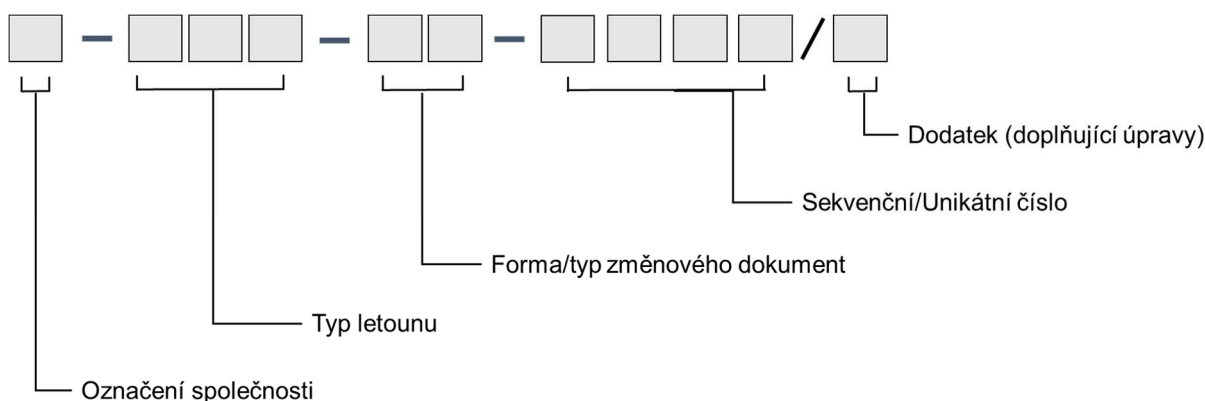
- Revize položky se používá při změně a značí zaměnitelnost položek. Pro toto značení je vhodné používat následující revize --/, --A, --B, ...

Přiřazení čísla dnes zpravidla řeší databázový systém, se správným přiřazením jména může pomoci k tomuto účelu vytvořena databáze, ať už vlastní/podniková nebo externí, např. Federal Logistics Information System.

ATA 100 je společný standard pro číslování dokumentace, která je určena pro civilní letadla. Tento standard zabývající se stejným pojmenováním slouží k jednoduššímu určení a pochopení pro piloty, technickou údržbu a konstruktéry.

### **4.1.2 Identifikaci dokumentů**

Pro jednotlivé typy a formy dokumentů (příkaz konstrukce, předpis na změnu, technologické nařízení konstrukce, návrh na změnu u dodavatele, dodací list, apod.) se používají samostatné řady identifikace. Číslování je sekvenční, unikátní a jednoznačné. *Obrázek 6: Příklad Identifikace dokumentu*



Obrázek 6: Příklad Identifikace dokumentu

### **4.1.3 Konfigurační položka (CI), její výběr a struktura**

Konfigurační položka je důležitým pojmem v řízení konfigurace. Konfigurační položka řídí některé aspekty například bezpečnost, funkci, náklady a je jednoznačně svázána s požadavky na vlastnosti produktu.

Konfigurace produktu je popsána jednotlivými konfiguračními položkami a vzájemnými vazbami.

Výběr konfiguračních položek probíhá na začátku životního cyklu produktu a to z položek, jejichž fyzikální a funkční charakteristiky mohou být řízeny odděleně, aby byla splněna a

dosažena výkonost produktu. Během vývoje je potřeba položku konfigurace stále přezkoumávat.

Příliš velkým, ale i příliš malým počtem vybraných položek konfigurace může být projekt negativně ovlivněn. Je proto nutné věnovat výběru položek konfigurace přiměřenou pozornost.

Jako názorný příklad a pro případné zjednodušení a standardizaci procesů jsou uvedeny níže dva příklady definice kritérií pro výběr:

#### **Příklad 1**

- požadavky zákonů a předpisů,
- míra rizika a bezpečnosti,
- nové nebo modifikované technologie,
- rozhraní s ostatními konfiguračními položkami,
- podmínky dodání,
- podpora a služby.

#### **Příklad 2**

- položka má rozhodující význam v časovém plánu projektu,
- vlastnická práva k položce jsou jiná, než u zbývající části projektu,
- položka je velice riziková,
- položka ovlivňuje bezpečnost personálu a/nebo zařízení,
- položka je utajovaná a/nebo obsahuje utajovaná data,
- položka je software / firmware,
- bude nutné mít přesný záznam o určité konfiguraci a stavu změn této položky během jejího životního cyklu,
- položka má rozhraní s jinými položkami konfigurace, jejichž konfigurace je řízena jiným orgánem, s ohledem na formu, vhodnost nebo funkci,
- položka tvoří rozhraní s ostatními systémy, položkami dodanými státem, objednatelem nebo subdodavatelem,
- musí být položka testována nezávisle / samostatně,
- položka je předmětem údržby nebo oprav u uživatele,
- položka je samostatný prvek logistického zabezpečení,
- při likvidaci položky je třeba postupovat podle speciálních procesů.

CI se vždy stanovují individuálně, podle povahy sledovaného produktu.

#### 4.1.4 Konfigurační databáze

Jako dokumentace konfigurace jsou používány následující typy dokumentů:

- technické podmínky / specifikace,
- kontrolní seznam prokazování,
- programy zkoušek,
- metodiky zkoušek,
- výkresová dokumentace (výkresy, rozpisky),
- konstrukční předpisy,
- dokumenty změnového řízení,
- zprávy ze zkoušek,
- protokoly ze zkoušek,
- zpráva o ukončení vývoje,
- zpráva o prokazování typu,
- zpráva z konfiguračního auditu.

Všechny dokumenty jsou pro popis konfigurace použitelné až po přezkoumání, uvolnění a schválení.

Postupy pro číslování, přezkoumání, uvolnění a schválení mohou být v detailech pro jednotlivé dokumenty řízení konfigurace odlišné. V každém případě však musí být dodrženy následující požadavky. Číslo dokumentu musí být unikátní a systém číslování musí umožňovat označení vlastníka, revizí a verzí příslušného dokumentu. Dokumenty schvaluje konfigurační manažer. Pokud dokumenty stanovují parametry vrcholových CI, musí být schváleny i smlouvou určeným zástupcem odběratele.

#### 4.1.5 Základní úroveň konfigurace (Baseline)

Důležitou úlohu konfiguračního managementu hraje základní úroveň konfigurace. Základní úroveň konfigurace můžeme popsat jako schválené údaje o konfiguraci produktu, která reprezentuje daný produkt. Základní konfigurace včetně schválených změn této základní úrovně konfigurace reprezentují aktuální schválenou konfiguraci. Základní konfigurace musí být stanovena v kterékoliv fázi životního cyklu.

Baseline konfiguračního managementu může být definována takto:

- odsouhlasené a popsání vlastnosti produktu v daném okamžiku, které slouží jako základ pro stanovení změny,
- jednoduchý výsledný produkt nebo sada výsledných produktů, které mohou být použity jako logický základ pro srovnání,
- základ pro další činnosti v důsledku finálního produktu, který splňuje určitá kritéria.

Konfigurace projektu obsahuje jedno nebo více Baseline (základních úrovních), stav konfigurace a metrik. Aktuální konfigurace je vztažena na současný stav, auditu a aktuální metriky. Stejným způsobem může základní úroveň odkazovat na všechny položky spojené s konkrétním projektem.

Základní úroveň konfigurace máme následující:

- funkční baseline,
- vývojová baseline,
- baseline produktu.

Na základě níže uvedených úrovní konfigurace se provádí vykazování stavu konfigurace.

### **Funkční Baseline (FBL)**

Původní stanovená dokumentace konfigurace na začátku fáze projektu. Stanovuje nezbytné funkční znaky, podmínky pro testování, charakteristiky rozhraní spojené s konfiguračními položkami, nezbytné stupně položek konfigurace, technická omezení.

### **Vývojová Baseline (DBL)**

Stav finálního produktu uprostřed vývoje. Základní vývojová úroveň by měla být definována v okamžiku zahájení zkoušek a měla by obsahovat technické podmínky, typový návrh s vyznačením CI, kontrolní seznam prokazování, plán zkoušek, zadání zkoušek a metodiku zkoušek.

Dokumenty definující základní vývojovou úroveň by měly být přezkoumány zástupci odpovědných odborností (konstrukce, analýzy, analýzy provozu, normalizace...). Přezkoumání je zakončeno schválením základní vývojové úrovně CM. Před samotným schválením je nutno ověřit úplnost popisu požadavků zákazníka, úplnost z pohledu řízení konfigurace, doložení splnitelnosti požadavků, existenci záznamů v konfigurační databázi.

### **Baseline produktu (PBL)**

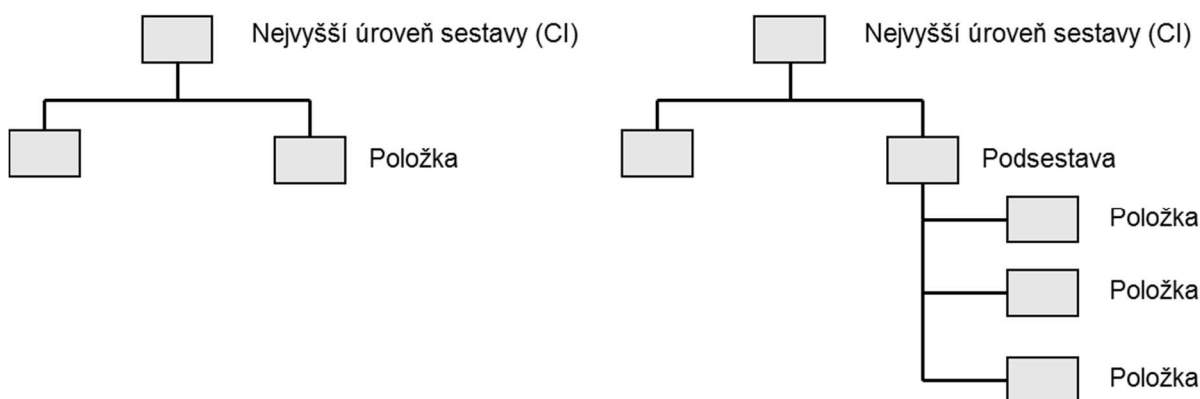
Vydaný stav produktu. Dokumentace základní výrobní úrovně se skládá z:

- typového návrhu zpracovaného ke dni dokončení kvalifikačních zkoušek,
- popisu zvolených funkčních znaků pro zkoušky způsobilosti výroby,
- zprávy ze zkoušky způsobilosti výroby (FAI).

PBL je konfiguračním managementem prohlášena za definovanou a schválenou po prověření v případě, že jsou uzavřeny fyzické i funkční ověření konfigurace s vyhovujícím výsledkem, včetně akceptace odchylek od zákazníka, prověření správnosti typového návrhu (kompletnost kusovníku, kontrola rozsahu identifikace CI, kontrola uzavření FBL, DBL a PBL pro všechny nižší CI), dále prověření definice a požadavků na zkoušku způsobilosti výroby.

#### 4.1.6 Struktura produktu

Hierarchická sbírka dílů, podsestav, sestav a výchozího materiálu, náradí, vyráběných přípravků. Forma kusovníku má podobu datové struktury, může být grafově (stromově) zobrazena. Struktura může být jednoúrovňová nebo může obsahovat více úrovní, viz *Obrázek 7: Jednoúrovňová struktura a struktura víceúrovňová.*



Obrázek 7: Jednoúrovňová struktura a struktura víceúrovňová

Volba struktury a její členitost má vliv na schvalovací a především na změnové řízení a jejich náklady. V závislosti na nastaveném změnovém procesu viz kapitola *Řízení změn (řízení konfigurace)* struktura ovlivňuje, které všechny položky jsou součástí změny.

Struktura bývá prezentována kusovníkem a v něm obsaženými informacemi a vazbami. Kusovník může být zobrazen i jako soupis položek bez jednotlivých vazeb, kde je přiřazeno celkové množství na požadovanou strukturu. Existuje několik druhů kusovníků, které reprezentují stejný produkt, ale jsou používány pro odlišné účely:

- E-BOM (Engineering Bill of Materials) je kusovník, který vzniká v průběhu konstruování. Za jeho sestavení je zodpovědný konstruktér a většinou respektuje logické členění produktu.
- M-BOM (Manufacturing Bill of Materials) je kusovník výrobní. Výrobní kusovník je sestaven tak, aby respektoval výrobní a technologické postupy, které jsou na něj spolu s kompletní výrobní dokumentací navázány. Většinou je vytvářen kopíí a modifikací z kusovníku konstrukčního nebo jiného technologického.
- Modulární BOM slouží pro plánování variabilních modulů.
- Plánovací BOM prověřuje proveditelnost plánu výroby vzhledem k naplánování potřebného materiálu
- Nákladový BOM zobrazuje náklad na každou položku, slouží pro ekonomické rozborů.

## 4.2 Plánování konfiguračního managementu

Plánování konfigurace koordinuje činnosti spojené s CM po celou dobu životního cyklu produktu. Na základě plánování managementu konfigurace vzniká plán managementu konfigurace (CMP). Tento dokument je tvořen pro konkrétní produkt či zákazníka. Plán musí být kontrolován, schválen a následně udržován.

CMP popisuje konfigurační postupy, které bude konfigurační management používat, dále jsou zmíněny odkazy na jednotlivé postupy organizace, odpovědnosti a pravomoci při realizaci managementu konfigurace v průběhu celého životního cyklu daného produktu.

CMP je brán jako dokument nezávislý, lze ho vytvořit z několika dokumentů, či může být součástí jiného dokumentu.

Plán konfiguračního managementu dle ČSN ISO10007 a ČOS 051609 musí obsahovat následující požadavky:

- záměr konfiguračního plánu,
- číslo a název nejvyšší konfigurační položky a stručný popis, vazby, nižší úrovně položek (hardware a software),
- definice termínů,
- časový plán s milníky projektu, kde bude časově definován návrh, uvolnění technické dokumentace, uvolnění do výroby, testování, logistika a prověrky,
- blokové schéma organizace a její pravomoc/odpovědnosti jednotlivců nebo skupin,
- směrnice vztahované k CM,
- identifikace konfigurace, ve kterém bude stanoveno jednoznačné číslování, značení a pojmenování dokumentů a fyzických položek,
- stanovené metody pro sledovatelnost konfigurace, požadavky na přípravu, předání a uvolnění dokumentace,
- specifikace, dokumenty zavádějící základní úroveň konfigurace (schémata, výkresy),
- stanovené odpovědnosti a postupy týkající se řízení konfigurace, plány pro sladění záznamů, schválení základní úrovně konfigurace a změn,
- popis dokumentování a řízení fyzických a funkčních rozhraní zařízení, softwaru, systému, vybavení a požadavky na instalaci. Popis odpovědnosti a pravomoc,
- databáze a plány pro vykazování stavu konfigurace (shromažďování, zaznamenávání, skladování, manipulace, ověřování, validace a přesun informací o stavu projektu (konfigurace),
- plány, dokumentování, forma a postupy potřebné pro konfigurační audit. [8] [2]

### 4.3 Řízení změn (řízení konfigurace)

Všechny změny produktu musí být řízeny a sledovány. Proces sledování změn je ČSN ISO 10007 dokumentován s následujícími požadavky:

- popis,
- důvod změny,
- kategorizace změny dle složitosti a časového plánování,
- posouzení následků změny,
- detailní provedení změny, jak změnu uskutečnit a ověřit. [2] [9]

Řízení změn je tedy proces, který může být velice komplexní.

Změnový proces úzce souvisí s plánováním a vydáváním základní úrovně. Po každé změně a vydání nových nebo revidovaných položek je nutno aktualizovat základní úroveň. Historie položek je zachována, aby byla zajištěna kontinuita mezi nahrazenými a nahrazujícími údaji.

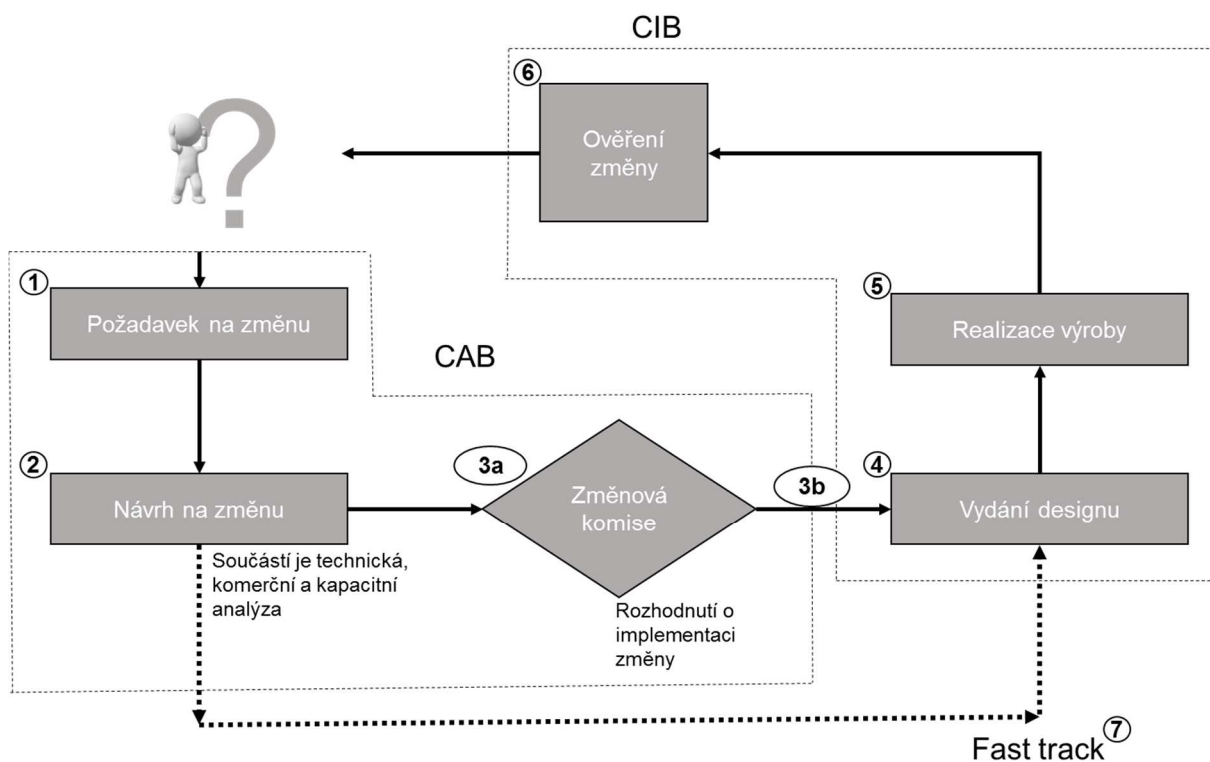
Status procesu změny, příslušná rozhodnutí a dispozice by měla být dokumentována. Pro dokumentování změn se používají nástroje, které zaznamenávají jedinečné identifikační číslo pro snadnou identifikaci a sledovatelnost.

Mezi hlavními důvody vedoucí k požadavku na změnu mohou být:

- porucha produktu (specifikace, mimo určený parametr),
- kolize při sestavení a montáži,
- snížení nákladů,
- zatížení,
- změny specifikace,
- legislativy,
- reakce na trh.

V této kapitole se zaměříme na průběh změnového řízení, související dokumenty, klasifikaci, důležitost změny a zaměnitelnost položek.





Obrázek 8: Makro pohled na změnový proces

Diagram Obrázek 8: Makro pohled na změnový proces popisuje činnosti spojené s řízením změn:

- 1. Požadavek na změnu

Vede k formalizaci v požadavku na změnu a její popis. Může mít původ uvnitř i vně organizace.

- 2. Návrh na změnu

Analýza požadavku na změnu obnáší posouzení účelnosti změny, technickou (položky ve změně, jejich název a aktuální index/revize položky, informace o ostatních konfiguračních položkách) a komerční analýzu (pracnost - RC a NRC náklady), návrh klasifikace (viz kapitola *Klasifikace změny*) a důležitost změny (viz kapitola *Důležitost změny*), definuje možné řešení a návrhy, v případě potřeby je navržen certifikační plán (pokud to charakter změny vyžaduje). Návrh / opatření pro skladové zásoby, již vyrobené produkty a logistické zabezpečení.

Při analýze požadavku na změnu se též musí vzít v potaz následující:

- příslušné požadavky smluv, předpisů a zákonů,
- výrobní, zkušební a kontrolní metody,

- rizika spojená se změnou,
- požadavky na zákaznickou podporu.

V této fázi se zpracovává časový plán zpracování a realizace změny. Součástí přezkoumání je i posouzení změny odbornými útvary – pevnost, hmotové rozbory aerodynamiky, materiálové inženýrství, atd. Posouzení změny je ukončeno podpisem příslušného CVE.

Návrh na změnu by měl být zaevidován spolu s informací o osobách zúčastněných na návrhu a datu vypracování.

Následně může být změna předložena ke schválení změnové komisi.

Na základě přezkoumání změny lze posoudit, zda se plní zadání na změnu, lze odhalit chyby a vady u dokumentace.

#### - 3a. Změnová komise (CAB)

Návrh na změnu je předložen na zasedání změnové komise ke schválení zavedení změny. Komise posuzuje požadavky na změnu. Jednání komise se účastní vedoucí projektu, zástupci z oddělení technologie, nákupu, konstrukce, kvality a konfigurace.

Výstupem změnové komise je návrh zamítnutý případně vrácený k přepracování nebo návrh schválený spolu s příslušnou klasifikací a implementačním plánem. Klasifikace změny se provádí podle diagramu viz *Obrázek 10: Proces klasifikace*. Odsouhlasením návrhu na změnu začíná její realizace. Dle povahy změny se podílí na schválení požadavku na změnu zástupce zákazníka či agentury.

#### - 3b. Změnová komise (CIB)

Změnová komise (CIB) dohlíží na samotné zavedení změny, tak aby nebyly ohroženy termíny plánovaných dodávek a náklady na implementaci změny byly co nejmenší. CIB komise zajišťuje plynulý chod zavedení změny.

#### - 4. Vydání designu (konstrukční dokumentace)

Probíhá změnovým dokumentem (viz kapitola *Změnové dokumenty*), který je též schvalován jak interně, tak externě, popřípadě agenturou.

#### - 5. Realizace výroby

Vydaná změna se zapracuje do technologické kusovníku. Technologové zpracují postupy, kusovníky položek, požadavky na konstrukci přípravků, upraví pracovní podklady, v případě oprav vytvoří zakázku pro opravu. Na základě vydané změny,

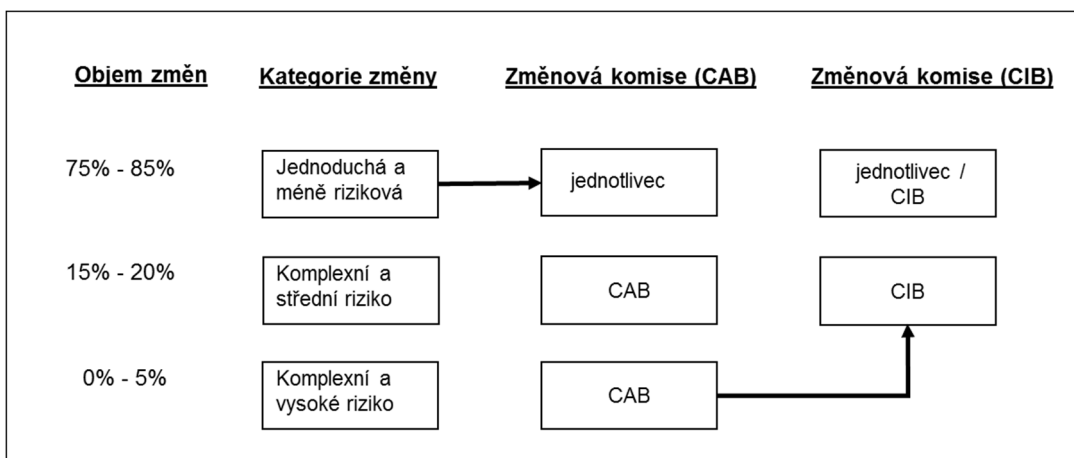
respektive kódu použití s přihlédnutím k technologickým postupům technolog dáva dispozice k rozpracované výrobě a skladovým zásobám

- 6. Ověření změny

Po implementaci změny se prověří soulad s odsouhlasenou změnou. Cílem ověření zavedení změny je prověřit, že změny provedené v konstrukční dokumentaci byly řádně zapracovány do výrobní dokumentace vlastní a dodavatelů. Toto ověření probíhá srovnáváním konstrukční, technologické a dokumentace výrobních zakázek. Děje se tak při dokončení každého kusu finálního produktu.

- 7. Fast track

dle empirických údajů viz *Obrázek 9: Fast track* je 75% až 85% změn jednoduchých a bez rizika. Pro tento typ změn je účelné nastavit tzv. fast track proces, který při splnění předem stanovených kritérií zjednodušuje schválení a zapracování změny. Z obrázku je též patrné, že tento typ změn je schopen řídit jednotlivec, nejčastěji samotný konstruktér, který se samostatně postará o komunikaci s ostatními subjekty vně a uvnitř organizace. [12]



Obrázek 9: Fast track

### 4.3.1 Důležitost změny

Dle ČOS15 1611 platí pro označení důležitosti změny následující přiřazení:

- havarijní,
- nutná,
- běžná,
- formální.

## **Havarijní změna**

Havarijní změna má vliv na bezpečnost, proto je nutné provést změnu ihned na daném produktu ve výrobě rozpracovaných, vyrobených, naskladněných i dodaných zákazníkům. Pro zavedení do provozu slouží příkaz zachování způsobilosti „Závazný servisní bulletin“. Realizace změny se provádí v nařízených termínech.

## **Nutná změna**

Nutná změna by mohla po neprovedení ovlivnit účinnost provozu. Po odstranění se například zvyšuje stupeň bezpečnosti, řeší nedostupnosti materiálu a produktů. Změna může ovlivnit náklady po dobu životnosti. Změna se zavádí ve výrobě rozpracovaných produktů před zasláním zákazníkovi. Pokud je nutnost zavést nutnou změnu i na produkty v provozu je to řešeno pomocí „servisního bulletinu“ jako u změny havarijní.

## **Běžná změna**

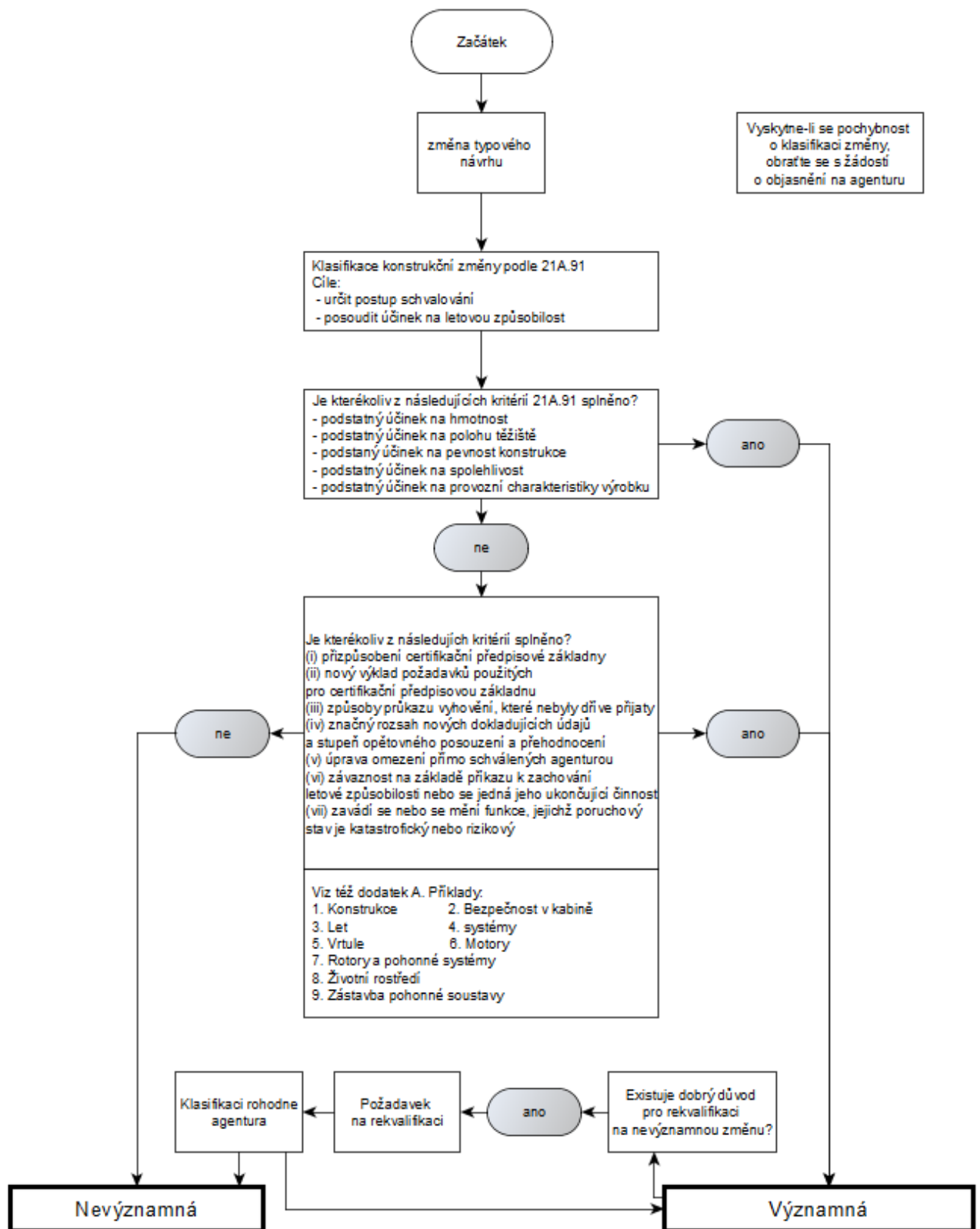
Pojem běžná změna se používá pro zkvalitnění produktu, technologičnosti, ekonomie a provozních parametrů. Změna není nutná zapracovat ihned, proto se zavádí až po spotřebování skladových zásob. Je možno informovat provozovatele produktu pomocí informačního bulletinu.

## **Formální změna**

V případě formální změny jsou odstraněny pouze formální nedostatky, které neovlivňují provozovatele. Produkty zůstávají beze změny. [9]

### **4.3.2 Klasifikace změny**

Konstrukční změna musí být vždy klasifikována z důvodu vlivu na typovou způsobilost. Máme dva druhy klasifikace a to změnu „významnou“ a „nevýznamnou“. Proces klasifikace je znázorněn v rozhodovacím diagramu v *Obrázek 10: Proces klasifikace*. Klasifikaci změny musí vždy potvrdit pověřená osoba a tou je certifikačně verifikační inženýr (CVE). Pravomoc ke schválení dle Part 21 má u významné změny EASA a žádost může podat pouze vlastník typového osvědčení (TC), ostatní žadatelé mohou požádat o doplňkové typové osvědčení (STC). V případě nevýznamné změny schvaluje DOA organizace. [11]



Obrázek 10: Proces klasifikace [10]

### Nevýznamná změna (minor) - class 2

„Nevýznamná změna“ je taková změna, která nemá podstatný účinek na hmotnost, polohu těžiště, pevnost konstrukce, spolehlivost, provozní charakteristiky, hluk, únik paliva, výfukové emise nebo jiné charakteristiky, ovlivňující letovou způsobilost výrobku. Aniž by byl dotčen bod 21.A.19, jsou všechny ostatní změny podle této hlavy „významné změny“. [11]

Toto vše vede ke schválení Agenturou (GM 21A.91) *Evropské letecké agentury*. Postup pro klasifikaci nevýznamné změny je minimálně definován určováním změny, klasifikace a jejím zdůvodnění, osoby oprávněné podepisovat.

### Významná změna (major) – class 1

Mezi významné změny jsou zařazeny všechny ostatní změny, které nejsou vyjmenovány u nevýznamných změn.

Vyskytuje-li se pochybnost o klasifikaci změny, je nutnost se obrátit s žádostí na agenturu.

#### **4.3.3 Změnové dokumenty**

Změnové dokumenty by měly minimálně obsahovat číslo dokumentu, určenou klasifikaci, důležitost změny, určení jakého typu, verze, modifikace se změna týká, informaci o platnosti zavedení změny do výroby, skladové zásoby. Nutností je posouzení vlivu na provoz letounu z hlediska: pevnosti, aerodynamiky, hmotnosti a polohy těžiště letounu, logistiku (údržba, nářadí, přípravy), materiálu technických podmínek, vyměnitelnosti, zaměnitelnost, opatření v provozu, náhradních dílů, kontrolních zařízení, pozemní vybavení, nářadí. Dále zde nesmí chybět výstižný popis důvodu změny (př. chyba konstrukce, požadavek dodavatele). V těchto změnách by měla být zmíněna informace o použití rozpracovaných a vyrobených produktů, příkazy pro řízení výroby a skladového hospodářství. Tato informace se řeší pomocí definovaných kódů viz příklad níže:

- A položka dále nepoužitelná bez omezení,
- B položky dále použitelné s omezením, kdy konstruktér stanoví omezení jejich použití,
- C položky dále použitelné po opravě či přepracování,
- D položky dále nepoužitelné, určené ke zrušení,
- E nové položky technologicky upravené.

Dokumenty sloužící k vydávání změny:

#### **Předpis na změnu (engineering order)**

- K trvalým úpravám produktu nebo k zapracování trvalých úprav do typového dokumentu.

#### **Příkaz konstrukce (not incorporated engineering order)**

- K zavedení úprav v omezeném množství produktu nebo letounů. Dále slouží pro ověřování nově navrhovaných úprav produktu na prototypch nebo ověřovacích kusech.

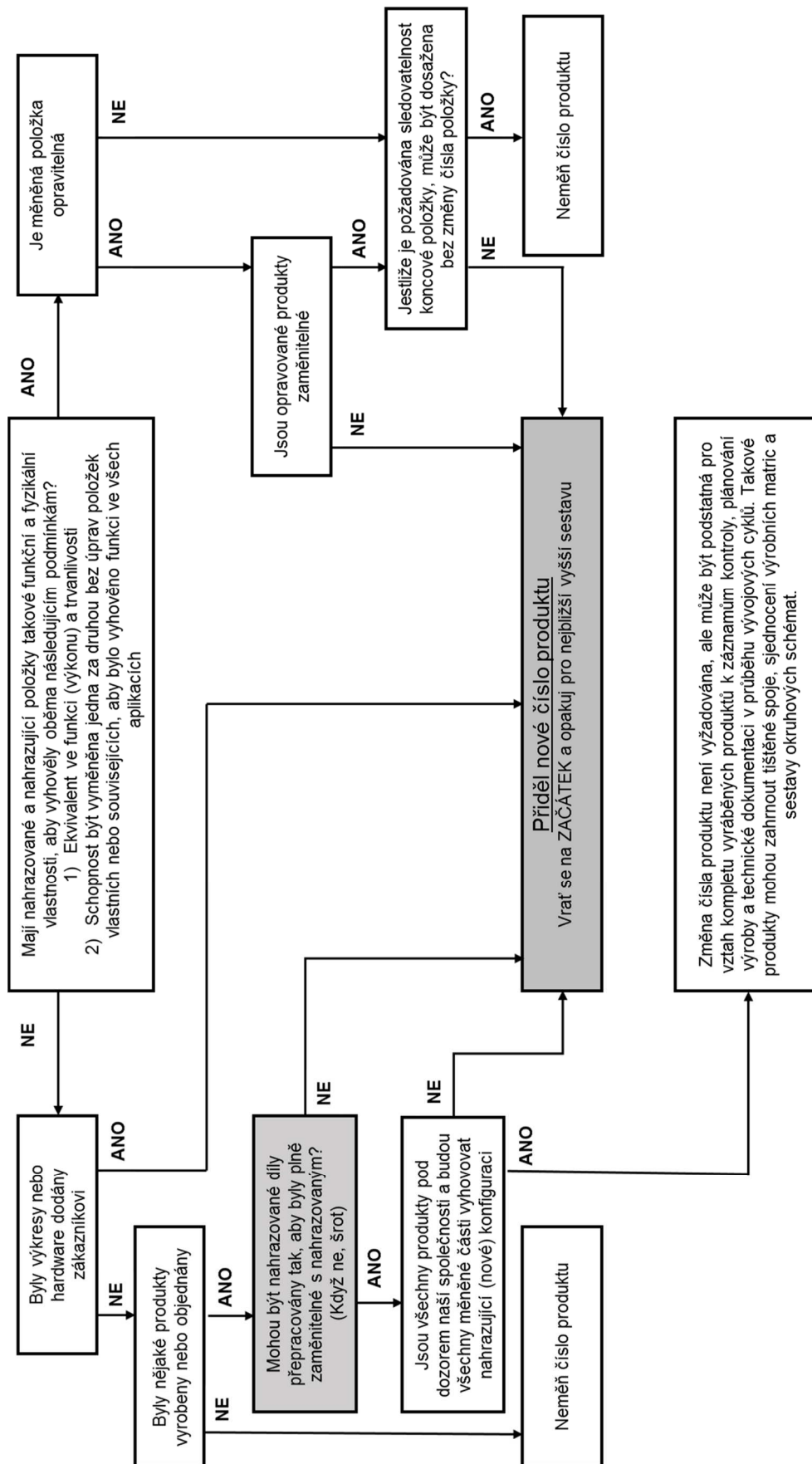
#### **Technické nařízení konstrukce (drawing change notice)**

- Slouží k odstranění formálních a drobných konstrukčních nedostatků v dokumentaci, které vyplývají ze zkoušek prototypů i produktů v provozu, ze zástaveb. Používají se k operativnímu řešení připomínek technologie, výroby, atd.

#### **4.3.4 Zaměnitelnost (interchangeability)**

Dva produkty, které nejsou zaměnitelné, nesmějí mít totožné číslo. Dvě položky mohou být vzájemně zaměnitelné, mají-li stejné číslo odlišené indexem/revizí. Zaměnitelnost spolu se sledovatelností rozhoduje o číslování / reidentifikaci viz *Obrázek 11: Rozhodovací diagram*. Pozn. Některé organizace používají kritéria zpřísněná o pravidlo FFF („FIT“, „FORM“, FUNCTION“)

Posouzení zaměnitelnosti se nejprve provádí na položce, která je na nejnižší úrovni, ovlivněna změnou. Následně se posoudí zaměnitelnost u položky (podsestavy), do které je vstupující. Toto posuzování se opakuje ve struktuře produktu až do té doby, dokud položka bude zaměnitelná.



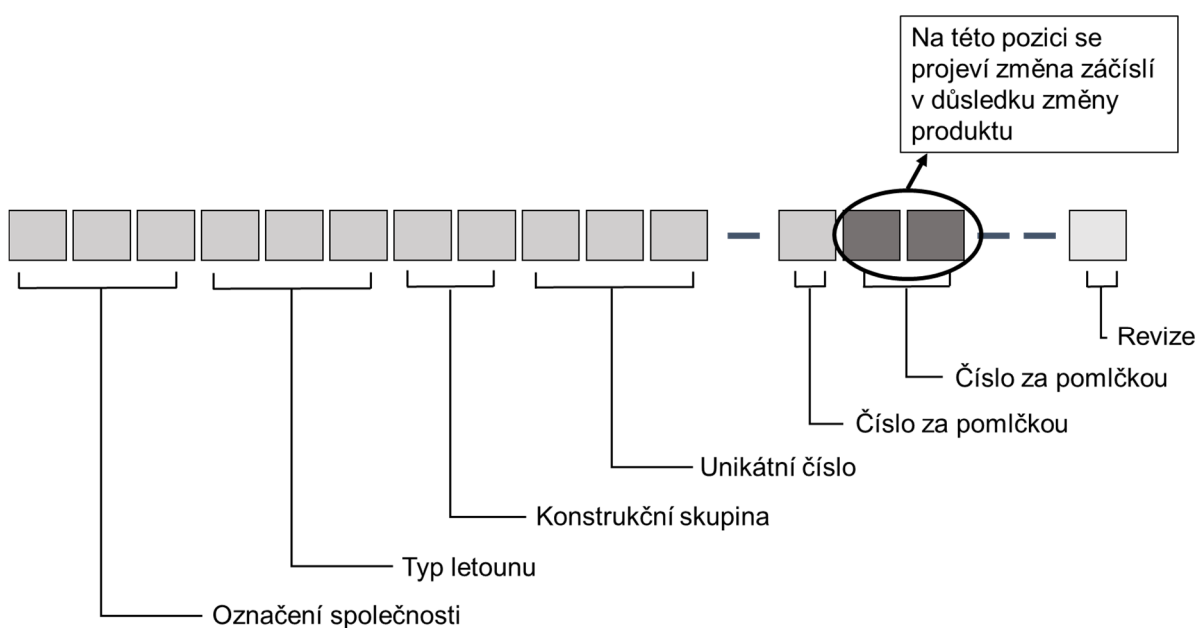
Obrázek 11: Rozhodovací diagram



### Změna začíslí produktu (dle rozhodovacího diagramu - „Přiřad' nové číslo produktu“)

Změna identifikace se zpravidla provádí začíslím pro zachování dědičnosti položky.

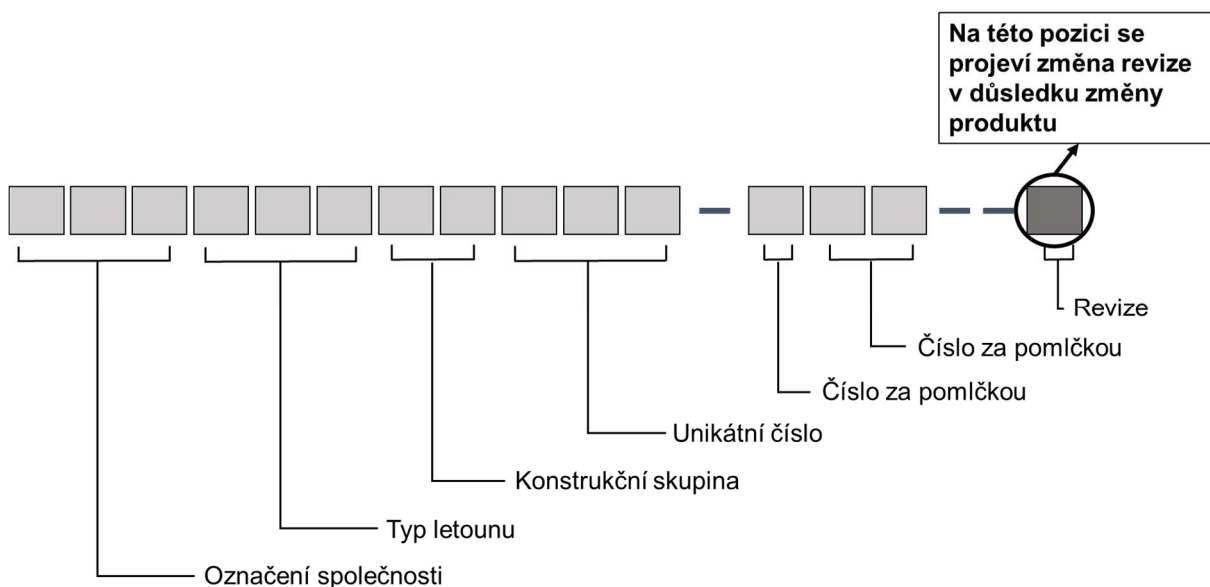
Toto začíslí, může zároveň prezentovat rozlišení levé a pravé strany (zrcadlové díly). Po změně indexu se tato čísla společně (vždy levá i pravá strana) navyšují při stálém zachování symetričnosti. Viz příklad *Obrázek 12: Změny začíslí produktu*:



Obrázek 12: Změny začíslí produktu

### Změna indexu/revize produktu (dle rozhodovacího diagramu - „Neměň číslo produktu“)

Nastává v případě, kdy dle rozhodovacího diagramu mohou položku změnit pouze revizí viz *Obrázek 13: Změny indexu/revize produktu*.



Obrázek 13: Změny indexu/revize produktu

Pro specifikaci zaměnitelnosti mezi „starým (angl. WAS)“ a „novým (angl. IS)“ číslem je možné používat kódy, které jsou popsány v následující tabulce: *Tabulka 2: Vztahů zaměnitelnosti*

Tabulka 2: Vztahů zaměnitelnosti

Kód	Popsání vztahu zaměnitelnosti
1	<u>Jednoduchá zaměnitelnost</u> – „nová“ položka může být použita namísto „staré“ položky, ale „stará“ položka lze použít pouze tam, kde byla předtím definována (nainstalována).
2	<u>Dvousměrná zaměnitelnost</u> – „stará“ a „nová“ položka je obousměrně nahraditelná, aniž by záměna měla vliv na funkci a bezpečnost.
3	<u>Není zaměnitelná</u> – „Stará“ i „nová“ položka musí být nahrazena pouze stejným číslem položky.
4	<u>Zaměnitelná sada</u> – vyžaduje, aby určité množství „starých“ položek bylo nahrazeno úplnou sadou „nových“ položek.
5	<u>Kvalifikovaná (vázaná) zaměnitelnost</u> – výměna zahrnuje víceúčelovou položky, která je prováděna za specifikovaných podmínek. Příklad: „nová“ položka je zaměnitelná za „starou“ položku v případě, že je nainstalována další specifikovaná položka.
6	<u>Zrušeno</u> – registrovaná náhrada je zrušena, neboli není platná.

### 4.3.5 Sledovatelnost

Sledovatelnost je proces, který vede záznamy o všech produktech, kde unikátní číslo jednoznačně identifikuje položku, šarži nebo celý produkt. Sledovatelnosti zajišťuje schopnost sledovat produkt až na začátek jejího původu. Sledovatelnost produktu je velmi důležitá z důvodu bezpečnosti. V případě defektu je možné díky sledovatelnosti identifikovat příslušné položky pro výměnu.

Každý a zvláště letecký výrobce musí prokázat znalost složení konkrétního produktu a jeho historii. Sledovatelnost u produktů, na kterých byla provedena změna je obtížnější a proto je nutno znát veškeré změny implementované na koncové položce. [12]

Pro zajištění sledovatelnosti mohou být produkty podle důležitosti (funkční, statické, životnosti) rozděleny do následujících tříd:

- **třída A**

Třída nejvyšší důležitosti. Položka je sledována jednotlivě (kusově). Znak „A“ musí být uveden na konstrukční, technologické dokumentaci. V případě, že položka s třídou „A“ vstupuje do sestavy, sestava musí být řazena taktéž do třídy „A“. Položky bývají nazývány jako „Kritické položky“ a dle požadavků zákazníka mohou být speciálně značeny.

- **třída B**

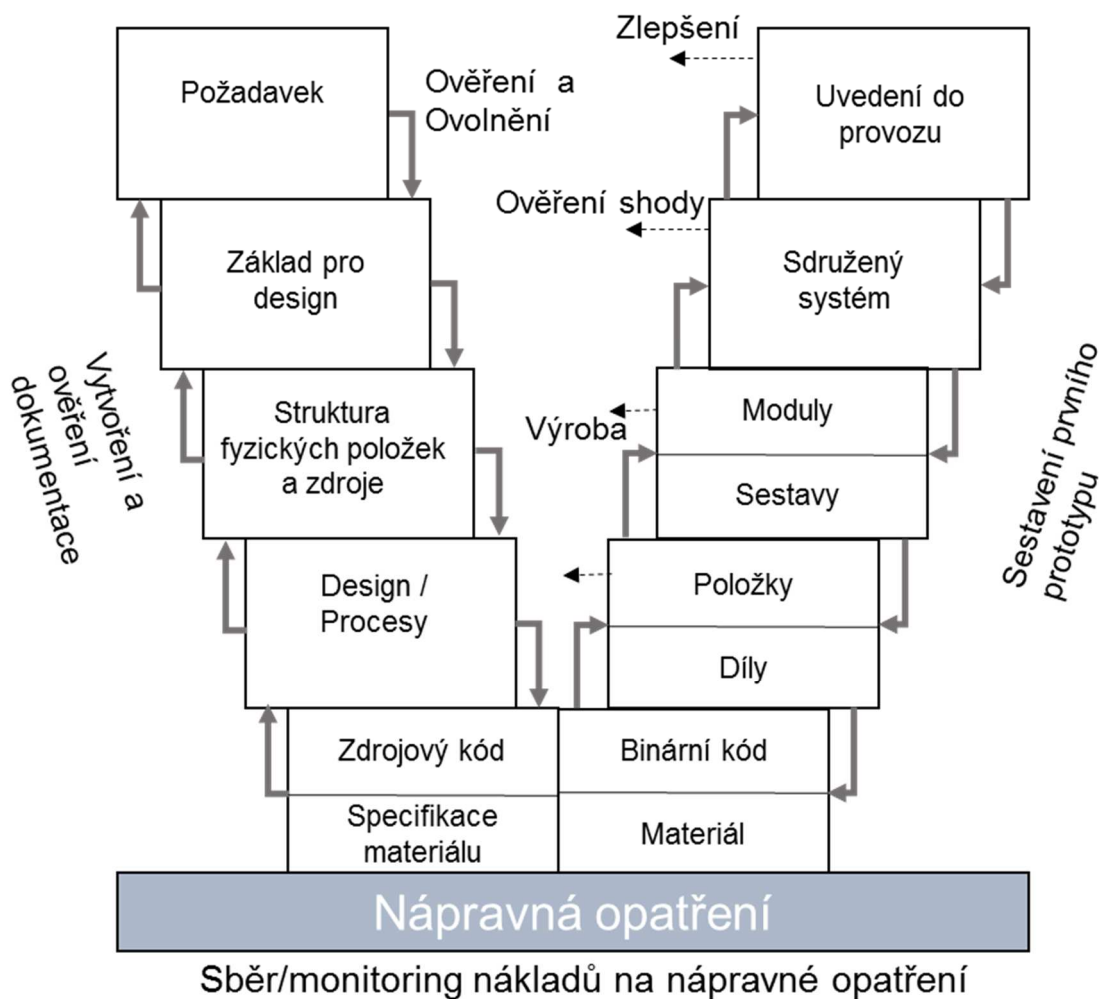
do této třídy jsou řazeny produkty, které jsou sledovány v dávce.

- **třída C**

znak sledovatelnosti třídy „C“ je používán pro nesledované produkty.

### 4.3.6 „V“ diagram

CMII „V“ diagram znázorňuje graficky životní cyklus vývoje produktu, viz *Obrázek 14: "V" diagram*. Je použit k vytvoření modelů cyklu vývoje a řízení projektu. Ve „V“ diagramu jsou zobrazeny hlavní kroky, které jsou potřebné zavést v průběhu vývoje produktu.



Obrázek 14: "V" diagram

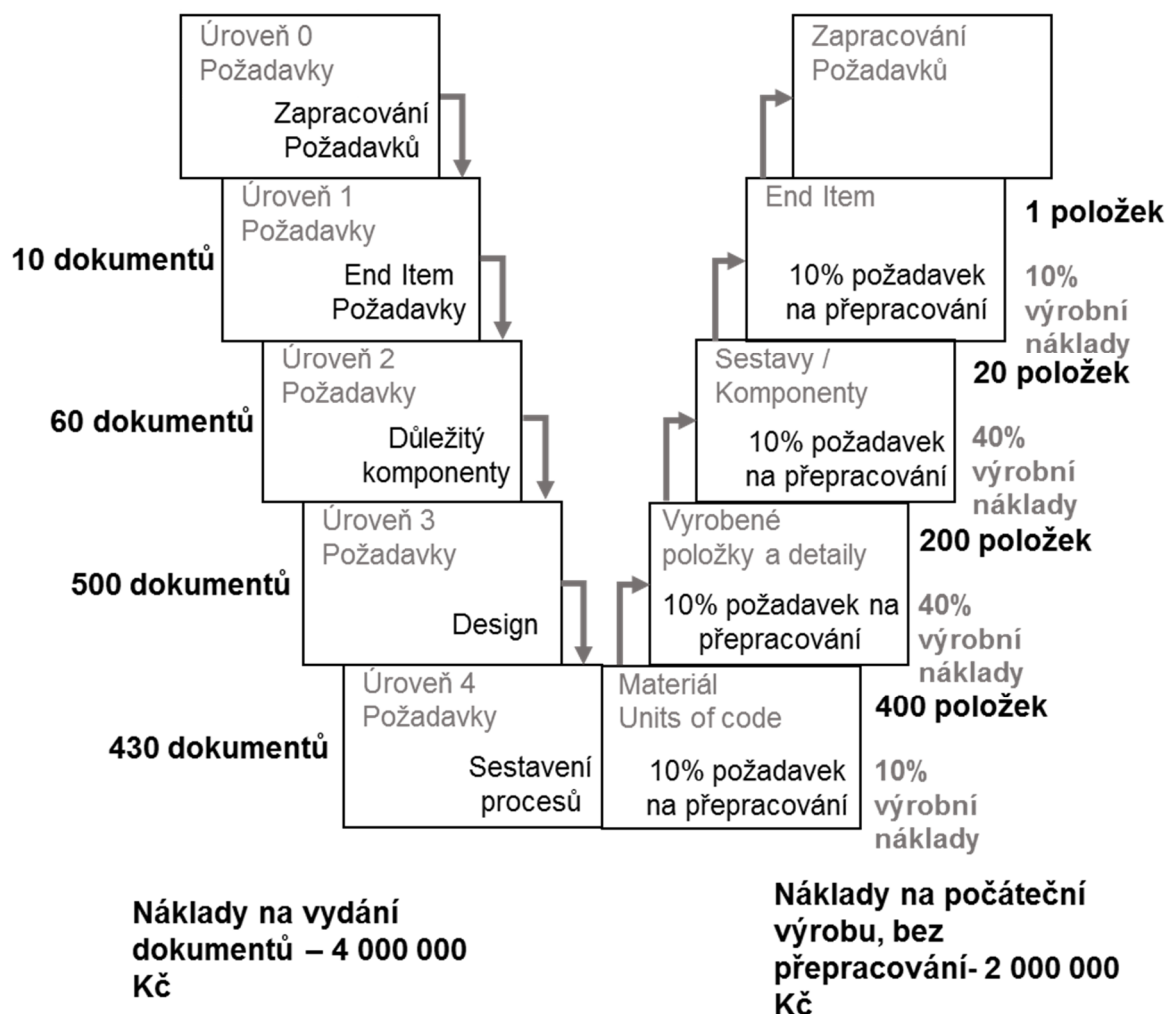
Levá část „V“ diagramu znázorňuje tvorbu vydání a ověření potřebné dokumentace k výrobě, provozu, údržbě a následného vyřazení produktu.

Pravá část „V“ diagramu je zaměřena na výrobu prototypů, sestavení a otestování koncových položek.

Změny iniciované na levé straně jsou skutečnými vylepšeními, oproti tomu změny na pravé straně slouží k vyřešení nesouladu mezi požadavky a skutečným stavem, které představují nápravná opatření.

Náklady na vydání dokumentace jsou vyšší než samotná výroba produktu. Z příkladu níže *Obrázek 15: Př. "V" diagram* je zřejmé, že jakákoliv oprava / přepracování je spojena s vlnou dalších změn a tím pádem i nárůstem nákladů. Příklad ilustruje zdroje a příčiny nákladů, které je potřeba minimalizovat nebo se jim případně úplně vyhnout.

Na obrázku „V“ diagramu je znázorněno množství oprav nebo přepracování položek během počáteční výroby nové konfigurace produktu, která je úměrná k původně vydané dokumentaci. Vydaná dokumentace je změnována na základě požadavků. [12]



Obrázek 15: Př. "V" diagram

Náklady na vydání dokumentace činí 4 000 000 Kč, další náklady na výrobu fyzických položek pak 2 000 000 Kč. Celkové náklady by činily 6 000 000 Kč, v případě, že by v průběhu prvního cyklu výroby nastal stoprocentní soulad.

Příklad znázorňuje přepracování fyzických položek a tím navýšení nákladů, zároveň uvažuje s následujícími předpoklady:

- 10% položek (end items) musí být přepracováno,
- 10% sestav a komponentů musí být přepracováno,
- 10% všech vyrobených položek a detailů musí být přepracováno,
- 10% Materiálu/části kódu musí být přepracováno,

- 20% všech dokumentů musí být opraveno, aby se vyřešily neshody, které byly zjištěny při výrobě,
- náklad na přepracování fyzických položek jsou dvojnásobné než počáteční výrobní náklady,
- náklady na opravu dokumentace jsou dvojnásobné než náklady na jeho vytvoření.

#### Výpočet:

##### **1) Nákladů potřebné k opravě dokumentace:**

*20% ze 4 000 000 Kč je 800 000 Kč, dvojnásobek nákladů 1 600 000 Kč*

##### **2) Dodatečné náklady potřebné k přepracování fyzických položek**

*10% z 2 000 000 Kč je 200 000 Kč, dvojnásobek nákladů 400 000 Kč*

##### **3) Skutečné náklady včetně počátečních dokumentů, náklady na výstavbu, náklady na přepracování a opravu dokumentace.**

*4 000 000 Kč + 2 000 000 Kč + 1 600 000 Kč + 400 000 = 8 000 000 Kč*

##### **4) Plánované náklady na sestavení druhé identické položky, je-li dokumentace z prvního cyklu modernizace (přepracována).**

*(4 000 000 Kč + 1 600 000 Kč) / 2 + 2 000 000 Kč = 4 800 000 Kč*

##### **5) Skutečné náklady na druhou položku, v případě, že náklady na opravu/přepracování a opravu dokumentace jsou stejné jako u první položky.**

*(4 000 000 Kč + 1 600 000 Kč) / 2 + 2 000 000 + 1 600 000 + 400 000 = 6 800 000 Kč*

##### **6) Za předpokladu plánované prodejní ceny za jednu položku 5 000 000 Kč, bude / budou:**

*Náklady na první položku = 8 000 000 Kč*

*Náklady na druhou položku = 6 800 000 Kč*

*Celkové náklady = 8 000 000 + 6 800 000 = 14 800 000 Kč*

*Ztráta oproti původně plánovaným nákladům (2 x 5 000 000 Kč) = 4 800 000 Kč*

## **4.4 Vykazování stavu konfigurace (CSA)**

Vykazování stavu konfigurace se řeší pomocí záznamů, reportů a korelací. Organizace musí provádět vykazování stavu konfigurace v průběhu celého životního cyklu produktu, za účelem podpory a možnosti efektivně řídit konfigurační procesy. Informace musí být snadno dostupné, a to jak o aktuálním tak historickém stavu konfigurace.

#### 4.4.1 Záznamy

Během identifikace konfigurace je potřeba pořízení záznamů, které jsou spojeny se sledováním změn a vykazováním stavu konfigurace. Tyto záznamy umožňují viditelnost, sledovatelnost a efektivní řízení.

Záznamy se skládají z:

- informace o konfiguraci produktu, tímto je myšleno identifikační číslo, název, datum, efektivita, revize, status, časový plán změny (LT),
- konfiguraci produktu, př. číslo součástí, návrh produktu, stav sestavení,
- průběh změny.

Vyvíjející se informace o konfiguraci produktu by měly být zaznamenávány takovým způsobem, aby byly identifikovány vzájemné vazby, které jsou nezbytné pro vykazování stavu konfigurace. Je potřeba zajistit integritu dat.

#### 4.4.2 Zprávy o stavu vykazování konfigurace

Zprávy potřebné pro účely konfiguračního managementu mohou být různého typu, například zprávy vztahující se k jednotlivé položce konfigurace nebo k celému produktu. Zprávy obsahují:

- dokument popisující konfiguraci produktu včetně základní specifikace konfigurace produktu,
- seznam konfiguračních položek a jejich základní konfiguraci,
- aktuální revize,
- historii změn,
- detaily o stavu dodaných a udržovaných produktů. [14]

### 4.5 Audit konfigurace (Prověřování)

Audity konfigurace se provádějí dle dokumentovaných procesů, tak aby bylo možné určit, zda je produkt ve shodě s požadavky zákazníka a informací o konfiguraci produktu.

Rozlišujeme dva typy konfiguračních auditů:

- **Funkční konfigurační audit (FCA)**

Tento audit je formální průzkum ověření konfigurační položky. Přezkoumává se, zda položka dosáhla funkčních a výkonnostních charakteristik, které jsou specifikovány v dokumentech o konfiguraci produktu. Ověřují se zkouškami (pozemní, letové zkoušky).

Výsledkem prověrky funkčního konfiguračního auditu je závěrečná zpráva z certifikace. Součástí auditu je též zpráva o shodě s technickými podmínkami. Zprávy jsou zpracovány konstruktérem, uvolněny manažerem konfigurace a musí být distribuovány

dle rozsahu vývoje a charakteru projektu dle *Tabulka 3: Distribuce zprávy z funkčního audit*.

*Tabulka 3: Distribuce zprávy z funkčního audit*

<b>Zpráva</b>	<b>Nevýznamná změna</b>	<b>Významná změna</b>
Závěrečná zpráva z certifikace	Bez distribuce	EASA
Zpráva o shodě s technickými podmínkami	CM zákazníka	CM zákazníka

- **Fyzický konfigurační audit (PCA)**

Audit slouží k ověření, zda konfigurační položka dosáhla fyzické charakteristiky specifikované v dokumentech o konfiguraci produktu. Fyzický konfigurační audit se provádí při výrobě prvního kusu. V případě, že součástí auditu je požadavek na zaměnitelnost, musí být součástí auditu i zkouška/analýza zaměnitelnosti.

Fyzikální konfigurační audit je uzavřen zprávou, která by měla obsahovat následující:

- přehled provedených FAI (protokol o ověření prvního kusu),
- popis zkoušky nebo analýzy zaměnitelnosti,
- přehled výsledků,
- zhodnocení.

Konfigurační audit může být požadován před přijetím konfigurační položky. Nenahrazuje jiné formy pro ověření, přezkoumání, testování či kontroly. [15]



## 5 Životní cyklus produktu

Diagram životního cyklu produktu je důležitý z hlediska dosažení efektivnějšího řízení během všech fází produktu. Jedná se o koncept řízení od počáteční myšlenky produktu až do jeho konečného vyřazení / recyklace. Cílem je dodávat produkt v požadovaném množství, kvalitě a ceně.

Životní cyklus lze rozdělit do následujících fází, které se skládají z jednotlivých procesů a činností:

- fáze návrhu,
- fáze definování,
- fáze vývoje,
- fáze výroby,
- fáze testování,
- fáze užívání,
- fáze podpory,
- fáze modernizace,
- fáze likvidace.

### 5.1 Fáze návrhu

Jedná se o fázi prvotního průzkumu, kde jsou posuzovány ekonomické, technické, strategické a odbytové základy.

V této fázi projektu jsou zkoumány potřeby zákazníka, poptávka na trhu, nutnost modernizace stávajícího produktu, nové technologie a trendy, hodnotí se výzkumy, možnosti. Získává se zpětná vazba k návrhu od budoucího uživatele.

Dále se stanovují primární úkoly, funkce systémů, výkonnost, požadavky, potřeby, proveditelnost, odhady (například průzkum trhu, náklady, časový plán), první nástin návrhu (výkresy, modely), rizika. Organizace řeší dostupnost zdrojů (lidské, materiální) pro vývoj produktu. Výstupem této fáze je rozhodnutí o pokračování nebo zastavení dalších prací.

### 5.2 Fáze definování

Tato fáze definuje požadavky zákazníka. Cílem fáze bývají z pravidla následující činnosti:

- vývoj návrhu, definice konečného řešení,
- mapování materiálu, vybavení, součástí (zda jsou dostupné na trhu),
- definování fyzických vlastností a požadavků na montáž a rozhraní,
- vývoj počítačových modelů jednotlivých systémů,
- výkonnost produktu,
- definice konfigurace produktu a konfiguračních postupů.

Konfigurační postupy musí být vypracovány. Mezi postupy patří plán řízení konfigurace, příručka pro vypracování standardů a pokyny k programu. Nástroje pro řízení konfigurace musí být přizpůsobeny pro každý program včetně databáze, prostředí, uživatelských profilů podle uvedených pravidel konfigurace a to včetně dodavatelského řetězce. Rozhraní mezi dodavateli musí být definováno a zaznamenáno.

Na konci této fáze se předběžně hodnotí návrh, jehož hlavní funkcí je zhodnotit fázi vývoje koncepčního návrhu.

V této fázi konfigurační management zodpovídá za následující:

- definice typového návrhu ve vztahu k certifikačnímu plánu,
- postup pro vydání dokumentace a její změna/aktualizace,
- dostupné nástroje pro řízení konfigurace,
- první vydání předběžného konfiguračního plánu.

### **5.3 Fáze vývoje**

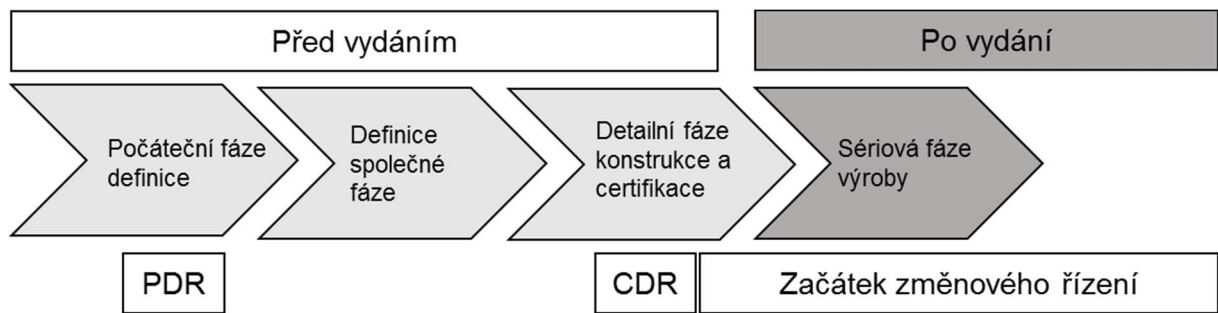
Produkt ve fázi vývoje, musí mít specifikovány technické parametry, provozní charakteristiky. Vše musí odpovídat právním předpisům v oblasti letectví a zákonným normám. Fáze se prolíná s fází výrobní a testovací (viz kapitola *Concurrent Engineering (CE)*).

Fáze vývoje zahrnuje následující:

- stanovený rozpočet projektu, časový plán,
- nastavené rozhraní s BTP, DTB partnery,
- ověřenou/platnou dokumentaci (výkresy, modely, instrukce pro provozování, výcvikové příručky, postupy pro údržbu, studie o ekologické zátěži a likvidaci),
- sestavení prototypu,
- testování,
- změnový proces,
- identifikace rizik a opatření pro jejich zmírnění,
- certifikační test – typové osvědčení.

Pozornost při vývoji letadla je soustředěna především na hmotnostní charakteristiky (snížení spotřeby paliva, zvýšení doletu, snížení emisí a bezpečnost letu).

Pro letecký průmysl jsou charakteristické milníky PDR a CDR spojené s vydáváním dokumentace zobrazené na *Obrázek 16: Milníky PDR a CDR*:



Obrázek 16: Milníky PDR a CDR

### PDR - Preliminary Design Review

Na konci definice počáteční fáze se provádí předběžné přezkoumání designu (PDR), jehož hlavní funkcí je zhodnotit fázi vývoje koncepčního návrhu.

Předměty přezkoumání:

- koncepční návrh dokončen,
- hlavní funkce produktu zmraženy,
- hlavní celky definovány,
- rozhraní navržena,
- struktura kusovníku,
- technické požadavky na výrobu,
- popsána strategie nákupu,
- koncept montáže.

### CDR - Critical Design Review

Posouzení návrhu signalizuje výchozí bod pro konfigurační management a výrobu dílů. Signalizuje výchozí bod pro výrobu dílů a konfigurační management (viz *Concurrent Engineering (CE)*).

Předměty přezkoumání:

- kusovník zamražený,
- design položek hotov,
- detailní rozhraní zamrazeno / vydané ICD, MG (obálka letounu),
- všechny technické požadavky na produkt zamraženy,
- podrobný návrh montáže definován,
- dodavatelský řetězec stanoven,
- požadavky na kvalitu a výrobní procesy stanoveny, sepsán plán kvality, výrobní plán, programový plán,

- sestaven a schválen konfigurační plán (CMP),
- plán vývoje a certifikace stanoven.

## 5.4 Fáze výrobní

V této fázi se provádí:

- realizace koncepčního návrhu získaného z předchozích fází,
- výroba jednotlivých částí a finální montáže,
- dodání vybavení, nástrojů, přípravků potřebných k výrobnímu procesu,
- testování nainstalovaných systémů,
- sériová výroba předchází výroby prototypů.

## 5.5 Fáze testování

Veškeré vybavení a komponenty produktu podléhají důkladnému testování, které ověřuje splnění stanovených podmínek. V této fázi jsou následující povinnosti:

- plánování pozemních a letových zkoušek,
- pozemní a letové testování letecké techniky,
- analýza údajů, které byly získány v průběhu testů,
- porovnání získaných údajů za účelem podpory provozních schopností.

V průběhu fáze testování se netestuje pouze letecká technika, ale také probíhá testování a integrace zařízení, komponentů, sestav a nakonec celého produktu / letadla. Během ověřovacího procesu schopnosti lze použít modelování, různé typy analýz, porovnání s existujícími systémy nebo funkční testování.

## 5.6 Fáze užívání

Fáze, která zahrnuje časový rámec od typového certifikátu až po vyřazení výrobku (letadla) z programu. Probíhá monitoring výkonnosti, podávají se zprávy o anomáliích, odchylkách a poruchách. V případě, že produkt nesplňuje požadované parametry, servis a není efektivní je nutná modernizace.

V této fázi se tak produkt může rozvíjet a mohou vznikat různé varianty/konfigurace. Uživatel provozuje různé konfigurace a dodavatel řídí status a popis různých konfigurací produktu. Výrobní organizace musí mít kvalifikovaný případně certifikovaný personál a infrastrukturu (vybavení, nářadí).

Konfigurační management řeší následující:

- analyzuje změny a aktualizuje typ konstrukce pro úřady,
- řídí konfiguraci letadla podle požadavku zákazníka.

## 5.7 Fáze podpory

Účelem této fáze je poskytovat logistické, údržbové a podpůrné služby, které umožňují nepřetržitý provoz produktu a údržbu služeb. Tímto se zajišťuje vysoká úroveň spolehlivosti produktu. Dále se provádí podpora sledování výkonu produktu, jeho služeb, odchylek, selhání, poruch a podpůrných služeb.

## 5.8 Fáze modernizace

Produkt v průběhu životního cyklu fyzicky stárne a je nutná modernizace. Je potřeba posoudit náklady na provoz a spolehlivost.

## 5.9 Fáze likvidace

Účelem fáze je zajištění odstranění produktu. Nastává tehdy, kdy produkt ukončuje své služby, a to v případě nahrazení novým produktem, nenapravitelného opatření, katastrofální poruchy nebo na základě neefektivního provozu a podpory. [16]

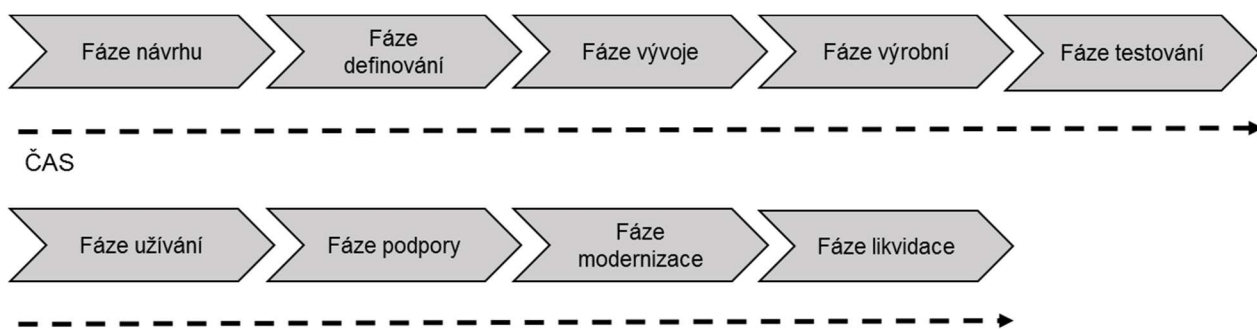
## 5.10 Concurrent Engineering (CE)

CE je metodika, která umožňuje paralelně provádět na sebe navazující činnosti. Někdy je také nazýváno jako souběžné inženýrství nebo integrovaný vývoj produktu.

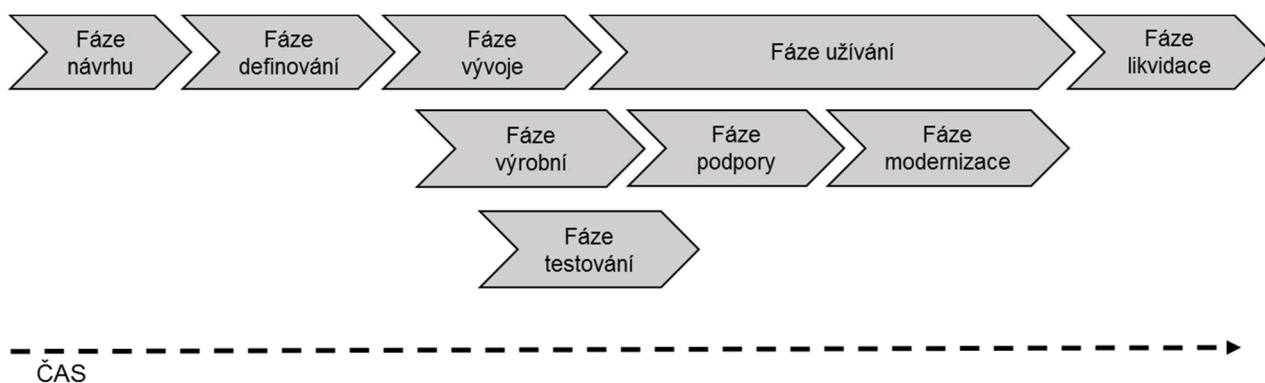
Tato metodika se používá při vývoji produktu, ve kterém jsou integrovány funkce konstrukčního inženýrství, výrobního inženýrství, nákupu a dalších funkcí. Díky této metodice se doba potřebná k uvedení nového výrobku na trh výrazně zkracuje.

Dá se též říci, že CE je systém řízení designu, který se snaží o systémový přístup k optimalizaci konstrukčních a inženýrských cyklů. Z tohoto důvodu se tato metodika realizovala v řadě organizacích a společnostech, převážně v leteckém průmyslu.

Původně byl používán sekvenční přístup, který vedl k chybám v průběhu procesu konstruování, nastávaly problémy s komunikací mezi odděleními, narůstaly náklady na vývoj a prodlužoval se plán dodání. Viz *Obrázek 17: Sekvenční inženýrství* zobrazující sekvenční přístup a *Obrázek 18: Paralelní inženýrství (CE)* zobrazující paralelní (CE) přístup.



Obrázek 17: Sekvenční inženýrství



Obrázek 18: Paralelní inženýrství (CE)

Jaké důvody vedou k zavedení CE:

- zvýšení celosvětového konkurenčního tlaku, který vyplývá ze vznikající koncepce vývoje,
- potřeba rychlé reakce na rychle se měnící poptávku zákazníka,
- potřeba kratšího životního cyklu produktu,
- více pracujících oddělení na vývoje produktu ve stejný čas,
- prodloužení vývoje z důvodu narůstající technické složitosti a rozmanitosti produktu (je stále složitější předvídat dopad návrhových rozhodnutí na funkčnost a výkon konečného produktu).

CE se opírá o dvě hlavní myšlenky:

- Všechny fáze/elementy životního cyklu produktu (funkčnost, výroba, montáž, zkoušky, údržba, vliv na životní prostředí, likvidace) by měly být důkladně zváženy již při návrhu produktu. Je třeba stanovit požadavky uživatele, včasné propagování koncepčních návrhů, průběh výpočetních modelů, konstrukce a výroba přípravků a nástrojů, zpracování technologie, nákup materiálu, zajištění kvality, vytvoření fyzických

prototypů a nakonec výrobu produktu. Proces zahrnuje financování, kapacitu pracovníků a požadavky na čas.

- Konstrukční činnosti by se měly dít ve stejný čas / souběžně, tak aby se zvyšovala produktivita a kvalita výrobku. Chyby a různé nedokonalosti mohou být odhaleny již v procesu návrhu, kdy je projekt stále flexibilní. Zjištěním a vyřešením těchto problémů se organizace může vyhnout více nákladům oproti pozdějšímu řešení změnou.

Pro efektivní fungování CE je bezpodmínečně nutná podpora informační a počítačové technologie.

Konfigurace je již v této fázi součástí těchto procesů. Některé pouze monitoruje, jiné nastavuje či se jich přímo účastní a řídí (změny dílčích vydání konstrukční dokumentace). [17]

## 6 Nástroje pro řízení konfigurace

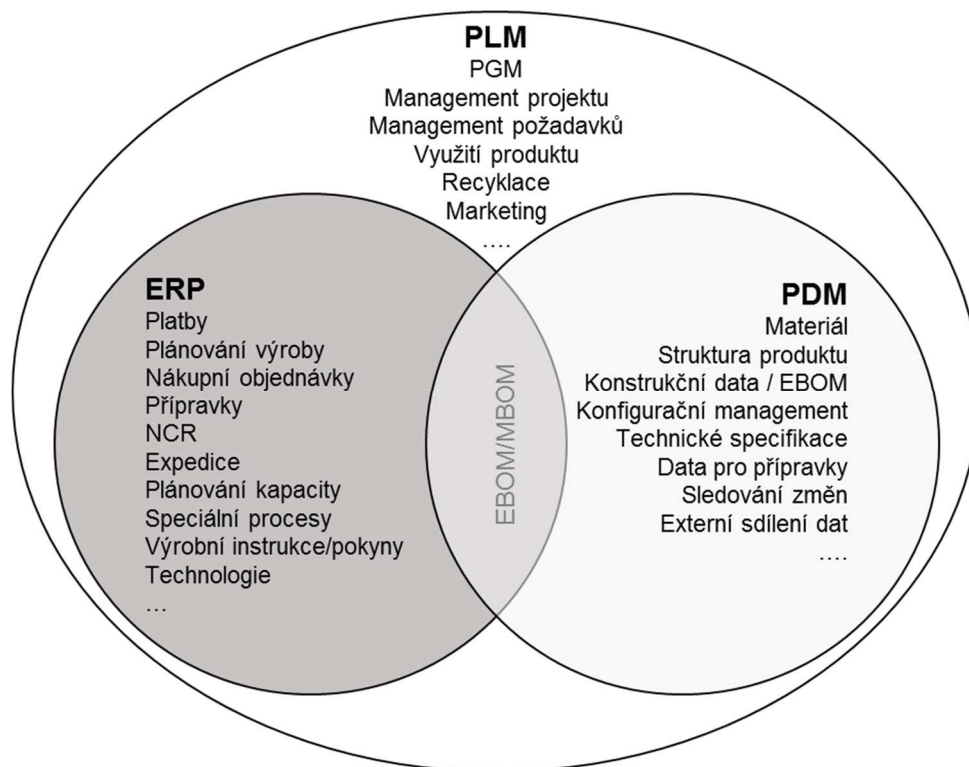
S nárůstem dokumentů dat a spravovaných informací vzrůstá požadavek na komplexní systém / nástroj pro jejich správu a efektivní řízení konfigurace po celou dobu životního cyklu výrobku.

Nástroje pomáhají řídit přísun a aktualizaci nestrukturovaných dat a informací. Je důležité mít neustálý přístup ke konstrukčním, technologickým a výrobním datům. Mezi neméně důležité zájmy organizace patří též bezpečná ochrana, kontrola dat a informací.

Při výběru systémů pro řízení konfigurace si musí organizace ujasnit priority a vytýčit potřeby a to i s výhledem do budoucna. Například u organizací s ustálenou koncepcí řízení bude zavedení moderního řízení správy dat v životním cyklu produktu velice obtížné. U moderních systémů je důležitá podpora managementu (především při implementaci), zástupců jednotlivých oddělení (stanovení očekávání od systému) a také IT oddělení.

Mezi nástroje, které souhrnně nazýváme PLM patří například (viz *Obrázek 19: Nástroje pro řízení konfigurace*):

- PDM systém,
- ERP,
- Doplňkové nástroje / rozhraní (sada Microsoft office, jiný SW).



Obrázek 19: Nástroje pro řízení konfigurace



## 6.1 PLM – Product Lifecycle Management

PLM je proces pro řízení životního cyklu produktu. Jedná se o nástroj, který slouží ke sjednocení dat, procesů, produktů a lidí v rámci jedné organizace do jednoho systému. Systém je efektivní po celou dobu životnosti od počátku vývoje produktu, přes schválení a řízení změn, realizaci, údržbu a následné vyřazení.

Systém řeší organizační problémy, které nastávají ve vztahu mezi jednotlivými odděleními, zákazníkem či dodavatelem vztažené k jednotlivým projektům. Zabezpečuje ochranu dat, oprávnění přístupů, zkvalitňuje rozhodovací procesy, řízení a automatizaci.

PLM zajišťuje, aby správní pracovníci měli dostupné záznamy různých dat v jednom systému v ten daný okamžik a ve správném kontextu. Ukládání, přístup a samotná práce s daty je umožněna provádět souběžně více uživatelům. Dále vytváří optimalizaci vazeb mezi jednotlivými organizacemi v průběhu celého životního cyklu a simulaci výrobních procesů. Pomáhá organizacím rychleji reagovat na inovace produktů díky optimalizované digitalizaci, snižuje rizika spojená s užíváním dat.

PLM systém zahrnuje a propojuje data z následujících systémů:

- ERP (digitální výrobou)
- PDM (CAD (počítačem podporované projektování), CAM (počítačem podporovaná výroba), 3D počítačem podporovaném inženýrství (CAE) a simulace)),
- změnové řízení,
- analýzy (FEA, ...),
- pomocné nástroje a rozhraní.

### 6.1.1 ERP (plánování podnikových zdrojů)

Význam ERP systému je plánování podnikových zdrojů. Organizace díky ERP systému může integrovat a řídit data pro plánování, zásoby, nákup, prodej, marketing, finance, personalistiku atd.

Aplikace dokáže komunikovat a poskytovat data ostatním oddělením v rámci organizace. Výhodou systému je sjednocená databáze organizace, kde jsou uložena všechna data, která se nahrávají pomocí jednotlivých transakcí.

Mezi hlavní odvětví, ve kterém se ERP vyskytuje, jsou:

- finance,
- personalistika,
- marketing,
- prodej,
- logistika,

- výroba.

Pro řízení konfigurace je relevantní část týkající se technologie (postupy), výroby, kde systém zajišťuje informaci o skladu a zásobách, controlling (účetnictví, majetek, rozpočty, analýzy, podpora měny), nákupu / kooperace, prodeji, dopravě, plánování výroby (materiálové a kapacitní plánování zdrojů, výrobní zakázky), kontrolu kvality, personální evidence (kalendáře a činnosti zaměstnanců), servis, obchod a logistiku (sklady a skladové položky, řízení skladu, identifikace, ceníky, rámcové smlouvy, asistent plánování dodávek, plánování nákupu, provize, řízení prodeje a pohledávek, plánování a sledování dopravy). Často řeší i oblast proaktivního řízení a reportingu (dashboards, vizualizace dat).

### **6.1.2 PDM (správa dat výrobku)**

Slouží pro bezpečnou správu dat výrobků, podporu nastavených procesů a konfiguračního managementu. Zahrnuje data, modely, instrukce, požadavky, poznámky a dokumenty. Systém podporuje specifické požadavky organizace.

K nejdůležitějším vlastnostem PDM systému patří:

#### Bezpečná správa dat

Spravuje informace o produktu, aby tyto data bylo dostupné uživateli v průběhu celého životního cyklu produktu ve správné kontextu. Bezpečnostní a administrativní funkce chrání vlastnictví práv prostřednictvím řízení úloh, zabezpečení projektu a spojené přístupové oprávnění.

#### Usnadnění procesu

Pracovní postupy a procesní schopnosti, které jsou umožněny jak interní tak externí organizaci podílející se na produktu v průběhu životního cyklu. PDM systém pomáhá vytvořit, spravovat a realizovat automatizované procesy.

#### Konfigurační management

PDM systém poskytuje viditelnost potřebnou pro řízení a prezentování kompletního kusovníku (BOM). Usnadňuje přizpůsobení a synchronizaci všech zdrojů dat v kusovníku, stejně tak jako všechny fáze životního cyklu, designu, plánování. Další funkce PDM systému je schopnost ve změnovém řízení poskytnout kusovník (BOM) před a po provedení změny.

Vizualizace životního cyklu poskytuje sdílení a na požádání reprezentuje produkt a jeho základní sestavu a díly, aniž by byla potřeba CAD nástrojů nebo zvláštní technické znalosti. PDM systém umožňuje organizacím rychlejší vyhledávání správy dat, zlepšení produktivity, snížení vývojových chyb (snížení nákladů), optimalizace provozních prostředků, usnadnění

spolupráce mezi celosvětovými týmy, poskytování potřebných informací pro zlepšení obchodního rozhodování. [18] [19]

## 7 Evropské letecké agentury

Hlavní zastřešující evropské agentury zabývající se vojenským a civilním letectvím, kterým podléhá design organizace, jehož nedílnou součástí je konfigurační management.

### EASA

Evropská agentura pro bezpečnost letectví. Evropský parlament a rada zřídila v roce 2002 tuto agenturu, za účelem zajištění bezpečnosti a ochrany životního prostředí v oblasti letectví nad územím Evropy. Agentura se sídlem v Kolíně nad Rýnem má 28 členských států Evropské unie plus Island, Lichtenštejnsko, Norsko a Švýcarsko. Hlavními úkoly agentury jsou zajistit nejvyšší úroveň bezpečnosti pro občany EU a ochranu životního prostředí, zajistit jeden regulační a certifikační proces mezi členskými státy, jednotnost trhu a rovné podmínky pro všechny zúčastněné a spolupráce s jinými mezinárodními organizacemi v oblasti letectví. EASA dohlíží na evropské úřady pro civilní letectví, letecké společnosti, provozovatele letecké dopravy, letiště, společnosti vyrábějící a konstruující letadla a letadlové komponenty, údržbu letadel a letišť, výcvikové organizace a na kvalifikaci jejich personálu.

Činnosti EASA:

- harmonizace předpisů a certifikace,
- vývoj jednotného trhu Evropské unie v letectví,
- vytvoření technických pravidel v oblasti letectví,
- typové osvědčení letadel a komponentů,
- certifikace a schválení organizace, která zodpovídá za konstrukci, výrobu a údržbu produktu,
- bezpečnostní dohled a podpora pro členské státy,
- prosazování evropských a světových norem,
- spolupráce s mezinárodními organizacemi v důsledku zlepšení bezpečnosti nad územím Evropy (např. černá listina leteckých provozovatelů).

EASA dozoruje národní letecké úřady / authority. V ČR se jedná o Úřad pro civilní letectví (ÚCL) České republiky vykonává dohled nad civilním letectvím, licencuje piloty, certifikace letadla a letecká technická zařízení.

Činnosti ÚCL (řazeny do sekcí):

- sekce správní,
- sekce bezpečnostní,
- sekce technická,
- sekce letová,
- sekce provozní. [20] [21]

## EDA

Evropská agentura obrany byla zřízena v roce 2004 v Bruselu. Pomáhá rozvíjet vojenské zdroje 27 členským státům (všechny země EU kromě Dánska). EDA je hlavním prostředníkem v rozvoji schopností, které jsou základem společné bezpečnosti a obranné politiky EU. Pokrývá široké spektrum obrany včetně sladění požadavků na poskytnutí provozních schopností, výzkum a inovace pro rozvoj technologie, školení a výcviky pro údržbu. EDA rovněž usiluje o posílení evropského obranného průmyslu a působí prostředník a rozhraní mezi zúčastněnými vojenskými složkami členských států a politikami EU, které mají dopad na obranu.

Činnosti EDA:

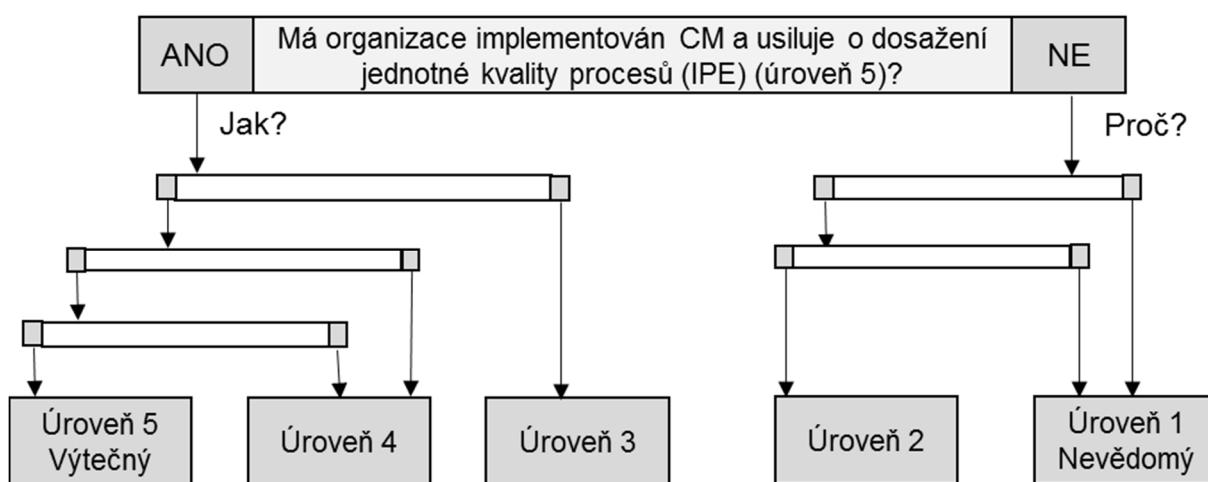
- podporuje spolupráci,
- zahajuje novou iniciativu,
- zavádí řešení pro zlepšení obranných schopností,
- pomáhá členským státům při rozvoji společných obranných kapacit. [22]

EDA dozoruje národní letecké úřady / authority. V ČR se jedná o organizační složku Ministerstva obrany ČR - Odbor vojenského letectví (OVL).

## 8 Posouzení stavu CM v organizaci

Tato kapitola se zabývá rozhodovacím diagramem / stromem, který slouží jako vodítko pro posouzení implementace konfiguračního managementu v organizaci. Rozhodovací strom je tvořen otázkami s odpověďmi „ANO“ a „NE“. Každá odpověď „ANO“ a „NE“ může vést k dalším otázkám a existuje několik potenciálních cest a tras. Na každou otázku následuje další, až do konce každé cesty. Rozhodovací strom slouží pro identifikaci míst s potenciálem ke zlepšení konfiguračních procesů, rovněž identifikuje cesty, kterým je potřeba se vyvarovat.

Je potřeba otázku řádně strukturovat a správně pochopit. V případě odpovědi na otázku „NE“, vzniká otázka „PROČ“, při odpovědi „ANO“ vede k dotazu „JAK“. [12]

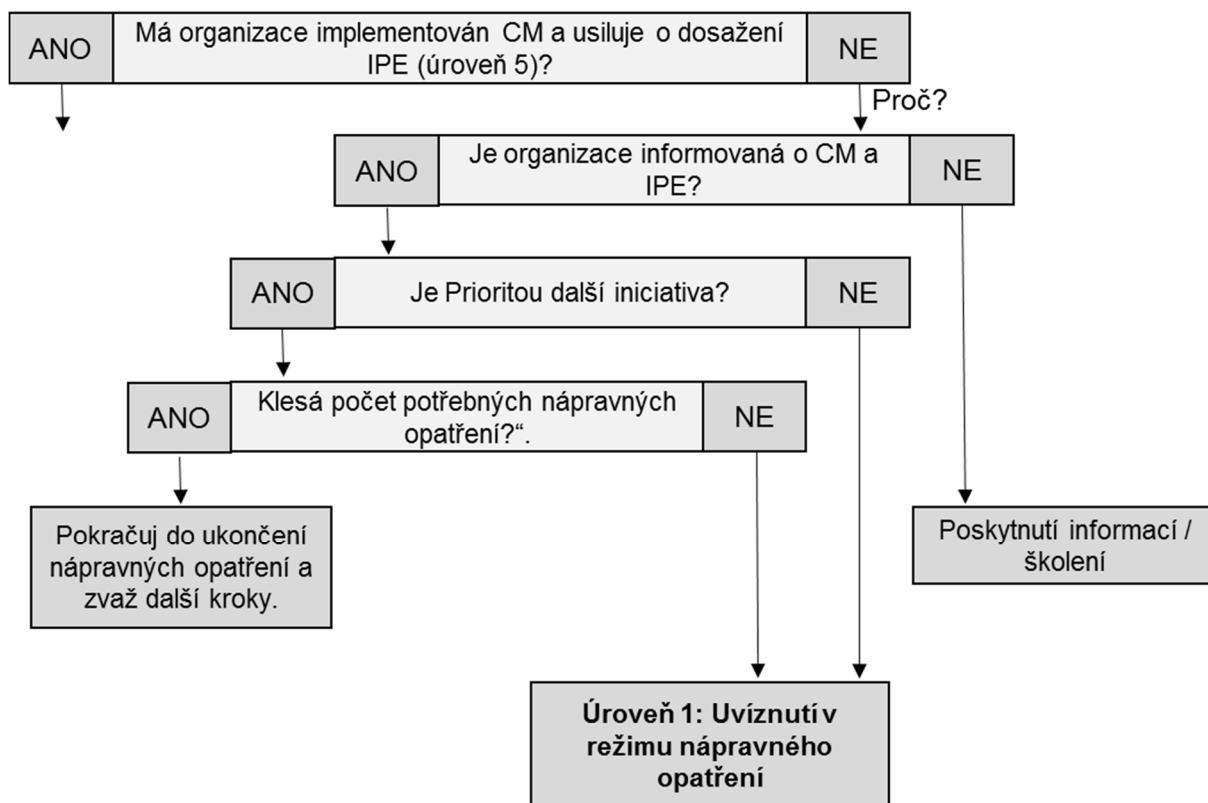


Obrázek 20: Struktura diagramu

### Má organizace implementován CM: „NE“

V případě odpovědi NE na první otázku, může být řešena otázka další: „Je organizace informovaná o konfiguračním managementu a IPE (jednotné kvalitní procesy)?“. Pokud organizace nemá žádné povědomí o CM, výstupem této cesty je poskytnout organizaci dostatečné informace / školení / rozšíření týmu o osobu zkušenou v CM oblasti. Předpokládá se, že většina organizací již má nějaké informace o konfiguračním managementu a rozhoduje se o další iniciativě k zlepšení procesů. Organizace se proto zabývá další otázkou: „Je prioritou další iniciativa?“. NE naznačuje, že v organizaci neexistuje žádné úsilí o zdokonalení procesů. Odpověď ANO vede k otázce: „Klesá počet potřebných nápravných opatření?“. Odpověď NE je potvrzením, že intervenční zdroje vynaložené na nápravná opatření nejsou omezeny (monitorována). A organizace uvízla v módu nápravných opatření. ANO naznačuje, že nastává

zlepšení a vede k rozhodnutí: „Pokračuj do ukončení nápravných opatření a zvaž další kroky (viz další kapitola).“ [12]

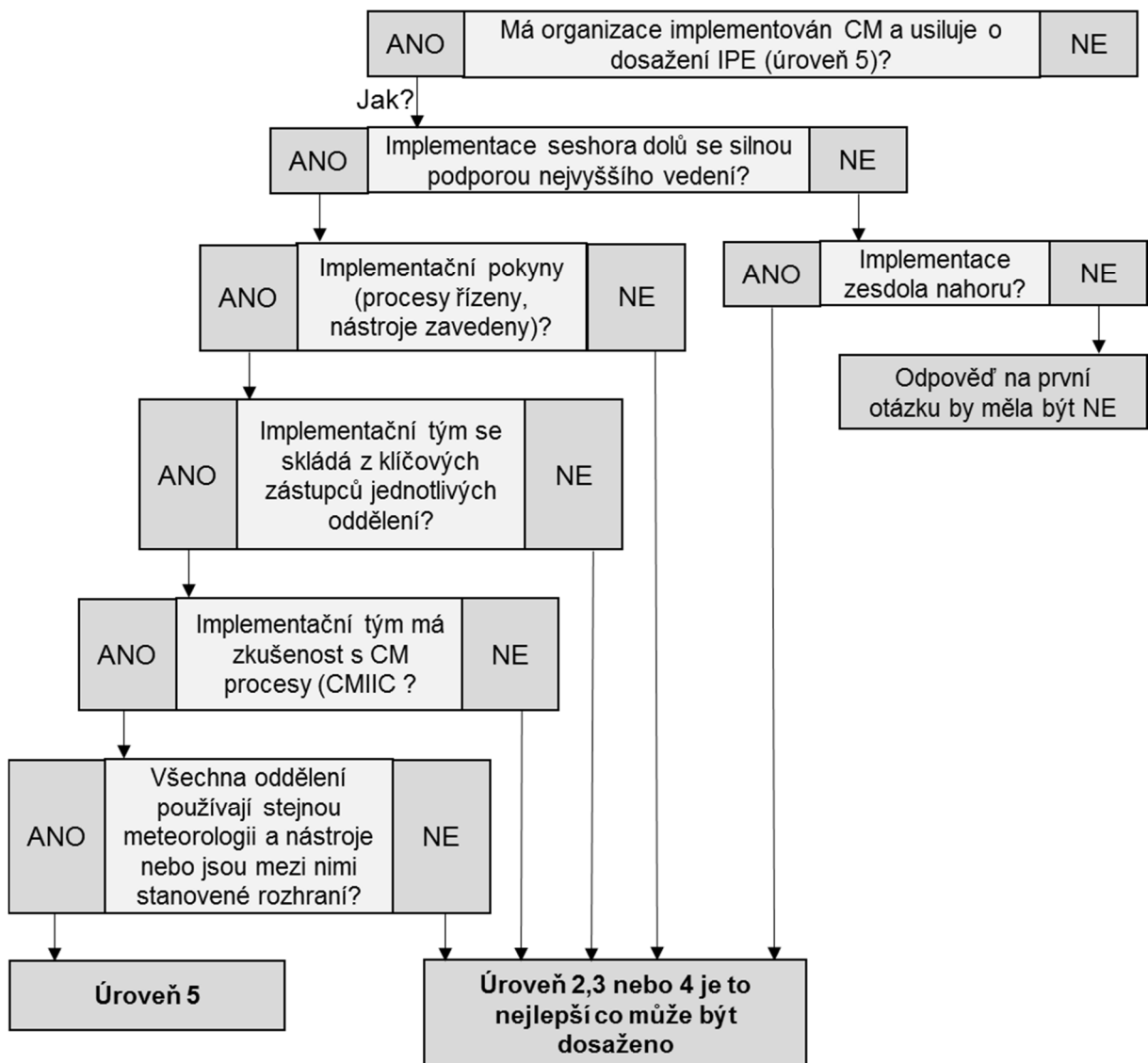


Obrázek 21: pravá větev rozhodovacího diagramu - odpověď na úvodní otázku "NE"

### Má organizace implementován CM: „ANO“

Implementace konfiguračního managementu a IPE je nejvíce efektivní, pokud je prováděna seshora dolů se silnou podporou nejvyššího vedení. Bez podpory nejvyššího vedení záleží na přístupu CM zaměstnanců. Při aktivním přístupu k implementaci / vylepšení procesů zaměstnanci dělají to, co mohou v rámci jejich odpovědnosti a vlivu. Při pasivním přístupu bez vylepšování procesů, měla být odpověď na úvodní otázku „NE“. Odpověď „ANO“ na otázku „Implementace seshora dolů“ vede k otázce: „Implementační pokyny (procesy řízeny, nástroje zavedeny)?“ „NE“ znamená, že je úspěšná implementace ohrožena. Další otázka při odpovědi „ANO“ je „Implementační tým se skládá z klíčových zástupců jednotlivých oddělení?“. Pokud je odpověď na tuto otázku „NE“ stejně jako na otázky další platí, že provedení implementace CM bude ohroženo nebo bude výsledkem omezená implementace či její použitelnost.

Implementační úsilí bude mít největší pravděpodobnost úspěchu, pokud bude prvních šest otázek zodpovězeno „ANO“. [12]



Obrázek 22: levá větev rozhodovacího diagramu - odpověď na úvodní otázku "ANO"



## 9 Závěr

Každá letecká organizace používá určitou formu konfiguračního managementu, v závislosti na velikost organizace a jejího zaměření. V menších společnostech funkci konfiguračního managementu přebírají svou částí konstruktéři, technologové, logistika. V případě velkých organizací je vyčleněno samostatné oddělení, převážně organizačně spadající pod design / konstrukci, které spravuje veškeré procesy spojené s touto disciplínou. Z povahy této funkce pak přirozeně funguje jako komunikační kanál mezi kooperujícími organizacemi. Z výše popsaného je též zřejmé, že se jedná o multifunkční disciplínu se širokým záběrem napříč organizací a značnou zodpovědností za chod nastavených procesů a ve výsledku profit společnosti viz *Obrázek 3: Pyramidový diagram činností CM*.

Při zavedení CM se zefektivní postupy, návratnost investic se zvětšuje a náklady na životní cyklus produktu jsou sníženy.

Po efektivním zavedení CM v organizacích, tento obor zajišťuje následující:

- aplikuje vhodné postupy a nástroje pro vytváření a údržbu souladu mezi produktem, požadavky na produkt a atributy definujících v údajích o konfiguraci produktu,
- zajišťuje, aby produkt odpovídal požadavkům, byl jednoznačně identifikován a dostatečně podrobně zdokumentován ve všech etapách jeho životnosti,
- poskytuje přesné informace o konfiguraci produktu, umožňuje zaměnitelnost výrobku, bezpečný provoz a údržbu,
- důslednou implementaci a monitoring CM funkcí, principů a postupů během životního cyklu produktu,
- usnadňuje řádnou identifikaci atributů produktu, poskytuje kontrolu o údajích produktu a změnách, které vedou ke zlepšení schopností, opravě nedostatků, vylepšení výkonu, spolehlivosti nebo udržitelnosti, dále k prodloužení životnosti produktu, snížení nákladů, rizik nebo závazků.

Organizace může od CM očekávat, že zabrání technickému chaosu, vzniku nákladů, nespokojenosti zákazníka, vyhne se chybám v konstrukci a zachycuje potřebné údaje. Oproti tomu výrobce může díky CM poskytovat zákazníkům možnost pružného zapracování změny, zaručuje trvalou podporu, soulad mezi produktem a údajích o produktu, uživatel může rozlišit revize/verze produktu a korelují související manuály a dokumentaci.

Na základě mé praxe bych uvedla požadavky pro úspěšnou a efektivní implementaci CM v organizaci:

- podpora vyššího managementu,
- implementační leader s odpovídající kvalifikací a zkušenostmi,

- jednoznačný popis a nastavení procesů v rámci organizace, případně rozhraní mezi procesy / organizacemi (BTP, DTB projekty),
- dostupné nástroje pro řízení konfigurace a jejich efektivní využívání.

Cílem diplomové práce bylo srozumitelným způsobem popsat činnosti, kterými se zabývá konfigurační management, jeho jednotlivé náležitosti a zodpovědnosti včetně poznatků z praxe. Zároveň usnadnit organizacím či jednotlivcům usilujícím o zlepšení / zavedení konfiguračních procesů základní orientaci v problematice. Tato je v mnoha případech popsána v normách (ISO) či metodologiích (CMII), avšak věřím, že ne tímto uceleným způsobem poplatným pro letecké organizace.

Pro tuto práci jsem čerpala podněty nejen z dostupných publikací, viz citované dokumenty, ale i z mým několikaletých zkušeností na pozici konfiguračního manažera na několika programech ve společnosti, která spolupracuje s předními světovými leteckými výrobci.

Zároveň pro veřejnost je konfigurace příliš abstraktní pojem, pod kterým si kromě zasvěcených osob málokdo dokáže představit konkrétní činnosti.

## Použité zdroje

- [1] GEIA-HB-649 Configuration Management Standard Implementation Guide. SEA International, 2016
- [2] ČSN ISO 10007 (01 0334) Systémy managementu jakosti - Směrnice managementu konfigurace. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČOS 05 1608 Termíny a definice managementu konfigurace NATO. Praha: Úřad pro ochranou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2002.
- [4] ČOS 05 1605 Požadavky NATO na identifikaci konfigurace. Praha: Úřad pro ochranou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2002.
- [5] Product lifecycle management for society: 10th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2013, Nantes, France, July 6-10, 2013, Proceedings. New York: Springer, 2013. ISBN 3642415008.
- [6] Software Configuration Management [online]. Dostupné z: <http://www.xaazg.com/44546991.html>
- [7] NATO - STANAG 4159 - NATO Materiel Configuration Management Policy and Procedures for Multinational Joint Projects | Engineering360. Engineering Standards - International Design & Technical Standards | Engineering360 [online]. Copyright © Copyright 2017 IEEE GlobalSpec [cit. 23.11.2017]. Dostupné z: <http://standards.globalspec.com/std/470948/nato-stanag-4159>
- [8] ČOS 05 1609 Požadavky NATO na přípravu plánů managementu konfigurace. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2002.
- [9] ČOS 05 1611 Požadavky NATO na řízení konfigurace – technické změny, odchylky a výjimky. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2009.
- [10] Výcvikový kurz, učební texty, Část 21 – hlava J. Praha: Výcvikové středisko CTEG, 2006.
- [11] *Úřad pro civilní letectví* [online]. Dostupné z: [http://www.caa.cz/file/6415\\_1\\_1/](http://www.caa.cz/file/6415_1_1/)
- [12] Sucuri WebSite Firewall - Access Denied. Sucuri WebSite Firewall - Access Denied [online]. Copyright © 2017 Sucuri Inc. All rights reserved. [cit. 25.11.2017]. Dostupné z: <https://icmhq.com/>

- [13] 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: [https://w3.airbusdoc.com/imageserver/remotegadgets/images/AW\\_Material\\_Management/AirbusPN/AIRBUS%20PART%20NUMBERING%20SYSTEM.htm](https://w3.airbusdoc.com/imageserver/remotegadgets/images/AW_Material_Management/AirbusPN/AIRBUS%20PART%20NUMBERING%20SYSTEM.htm)
- [14] ČOS 05 1606 Požadavky NATO na vykazování stavu konfigurace. Brno: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2002.
- [15] ČOS 05 1607 Požadavky NATO na prověrky konfigurace. Brno: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2002.
- [16] ISO/IEC 15288 Systems and software engineering – System life cycle processes. u.s. Patent & Trademark Office, 2008.
- [17] 400 Bad Request. *The National Academies Press* [online]. Dostupné z: <https://www.nap.edu/read/4829/chapter/4#12>
- [18] 301 Moved Permanently. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: [https://www.plm.automation.siemens.com/cz\\_cz/plm/](https://www.plm.automation.siemens.com/cz_cz/plm/)
- [19] [online]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/plm-systemy-pro-rizeni-zivotniho-cyklu-vyrobku.htm>
- [20] Úřad pro civilní letectví. *Úřad pro civilní letectví* [online]. Copyright © 2001 [cit. 26.11.2017]. Dostupné z: <http://www.caa.cz/>
- [21] The Agency | EASA. *EASA | European Aviation Safety Agency* [online]. Copyright © easa.europa.eu 2017 [cit. 26.11.2017]. Dostupné z: <https://www.easa.europa.eu/the-agency/the-agency>
- [22] [online]. Dostupné z: [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/eda\\_en](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/eda_en)
- [23] HASS, Anne Mette Jonassen. Configuration management principles and practice. Boston, MA: Addison-Wesley, 2003. ISBN 0321117662

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Stav před a po zavedení CM .....	17
Obrázek 2: Venn diagram organizace – vazby a začlenění CM .....	18
Obrázek 3: Pyramidový diagram činností CM .....	19
Obrázek 4: Podstatné jméno a atributy .....	21
Obrázek 5: Příklad Číslování položek .....	21
Obrázek 6: Příklad Identifikace dokumentu .....	23
Obrázek 7: Jednoúrovňová struktura a struktura víceúrovňová.....	27
Obrázek 8: Makro pohled na změnový proces .....	30
Obrázek 9: Fast track.....	32
Obrázek 10: Proces klasifikace [10] .....	34
Obrázek 11: Rozhodovací diagram.....	37
Obrázek 12: Změny začíslí produktu.....	38
Obrázek 13: Změny indexu/revize produktu .....	39
Obrázek 14: "V" diagram .....	41
Obrázek 15: Př. "V" diagram .....	42
Obrázek 16: Milníky PDR a CDR .....	48
Obrázek 17: Sekvenční inženýrství.....	51
Obrázek 18: Paralelní inženýrství (CE) .....	51
Obrázek 19: Nástroje pro řízení konfigurace .....	53
Obrázek 20: Struktura diagramu .....	59
Obrázek 21: pravá větev rozhodovacího diagramu - odpověď na úvodní otázku "NE" .....	60
Obrázek 22: levá větev rozhodovacího diagramu - odpověď na úvodní otázku "ANO" .....	61

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Legenda Venn diagram organizace .....	18
Tabulka 2: Vztahů zaměnitelnosti .....	39
Tabulka 3: Distribuce zprávy z funkčního audit .....	45