



<b>Semestrální práce ke kurzu 4IT421 Zlepšování procesů budování IS</b>	
<b>Semestr</b>	LS 2014/2015
<b>Autoři</b>	Felix Espinoza (xespf01) Jiří Foršt (forj02)
<b>Téma</b>	<i>CMMI - potřeba integrovaného modelu – Systémově inženýrské myšlení</i>
<b>Datum odevzdání</b>	15.5.2015

## **Abstrakt**

Tato semestrální práce navazuje na předešlé podobně tematicky zaměřené práce týkající se Integrovaného modelu zralosti – tzv. modelu CMMI, přičemž tuto problematiku prohlubuje o dvě nová témata – *potřeba integrovaného modelu a systémově inženýrské myšlení*. První část práce je tak věnována objasnění příčin vzniku integrovaného modelu CMMI. Druhá část práce se zabývá problémy integrace z pohledu systémového inženýrství, přičemž je zdůrazněn holistický přístup vlastní systémovému myšlení. V závěru práce poté dochází k syntéze tematických oblastí, kdy jsou zákony systémového myšlení propojeny s konkrétními procesními oblastmi modelu CMMI.

## **Klíčová slova**

CMMI, integrovaný model, systémové inženýrství, systémově inženýrské myšlení

## Obsah

Abstrakt .....	2
Klíčová slova .....	2
Obsah.....	3
Úvod .....	4
1 Stručný úvod do CMMI.....	5
1.1 Charakteristika CMMI .....	5
1.2 Procesní oblasti .....	5
2 Potřeba integrovaného modelu .....	7
2.1 Příčiny.....	7
2.2 Řešení.....	8
2.3 Přínosy integrovaného modelu .....	10
3 Systémově inženýrské myšlení (SIM) .....	12
3.1 Systémové inženýrství .....	12
3.2 Systémové myšlení .....	13
4 SIM a jeho manifestace v modelu CMMI .....	16
Závěr .....	19
Reference .....	21

## Úvod

CMMI (Capability Maturity Model Integration), česky Integrovaný model zralosti, je velmi zajímavá tematická oblast ze světa zlepšování procesů v rámci organizací, o čemž svědčí i počet implementací tohoto standardu ve firmách nacházejících se v hojném počtu prakticky na všech kontinentech.

O relativní důležitosti tohoto tématu také vypovídá počet dosud vytvořených semestrálních prací v rámci tohoto předmětu. Tato semestrální práce má za cíl na ně navázat a představit dvě nová, v rámci prací dosud nezpracovaná, témata - *potřeba integrovaného modelu a systémově inženýrské myšlení*.

Cílem této práce tak je prozkoumat tyto dvě tematické oblasti, přičemž bude snaha i o jejich propojení, respektive bude koncept systémově inženýrského myšlení prozkoumán právě v kontextu CMMI.

Dosažení cíle práce je tedy vázáno na splnění následujících dílčích cílů<sup>1</sup>:

- 1) Objasnit potřebu integrovaného modelu CMMI;
- 2) vysvětlit koncept systémově inženýrského myšlení;
- 3) prozkoumat tento koncept v kontextu CMMI.

Z tohoto důvodu je celá práce rozdělena celkem do 4 kapitol. V první kapitole je pro uvedení kontextu poskytnuta velmi stručná charakteristika modelu CMMI. Druhá kapitola se již zabývá objasněním potřeby integrovaného modelu. Třetí kapitola je naopak věnována systémově inženýrskému myšlení jakožto propojení systémového inženýrství a systémového myšlení. V poslední kapitole je poté provedena syntéza předmětných tematických oblastí, kdy jsou zákony systémového myšlení propojeny s konkrétními procesními oblastmi modelu CMMI.

---

<sup>1</sup> Předmětem práce není samotná detailnější charakteristika CMMI (ta je předmětem práce minulých semestrálních prací), nicméně první kapitola práce je věnována alespoň stručné charakteristice, aby bylo téma dostatečně zasazeno do kontextu.

# 1 Stručný úvod do CMMI

## 1.1 Charakteristika CMMI

CMMI se dá považovat za zřejmě nejznámější příklad posouzení softwarových procesů. Jeho předností je zejména to, že nejen obsahuje referenční model procesů, ale i samotný nástroj pro posuzování jak způsobilosti jednotlivých procesů, tak i posuzování celkové zralosti organizace (Buchalceková, 2010).

První verze CMMI sice vznikla v roce 2000, ale dá se říci, že kořeny tohoto standardu sahají až do poloviny 80. let 20. století (více o historickém vývoji pojednává kapitola 2). V současné době je nejaktuálnější verze 1.3, která zahrnuje celkem tři následující oblasti (Bruckner, Voříšek, Buchalceková a kol., 2012):

- *CMMI pro akvizice* (CMMI for Acquisition), který poskytuje návod na zlepšení procesů při pořizování produktů a služeb;
- *CMMI pro vývoj* (CMMI for Development), který poskytuje návod na zlepšení procesů při vývoji produktů a služeb a
- *CMMI pro služby* (CMMI for Services), který poskytuje návod na zlepšení procesů při poskytování služeb.

S ohledem na poskytnutí základního info o CMMI je důležité také zmínit skutečnost, že CMMI podporuje dva způsoby zlepšování procesů – průběžný a postupný (Buchalceková, 2005). A zejména také fakt, že CMMI je založen celkem na pěti tzv. úrovních zralosti. Mezi tyto tzv. *Maturity Levels* patří úroveň *Úvodní* (Initial), *Řízená* (Managed), *Definovaná* (Defined), *Kvantitativně řízená* (Quantitatively Managed) a *Optimalizovaná* (Optimizing). (Buchalceková, 2010).

## 1.2 Procesní oblasti

Za základní stavební kámen CMMI se dá považovat tzv. procesní oblast (angl. *Process Area*). Těchto procesních oblastí existuje celá řada, přičemž pro více informací lze například zabrousit do minulých semestrálních prací, kde jsou tyto procesní oblasti dostatečně detailně rozebrány. Nicméně jelikož se v závěru této práce téma procesních oblastí vyskytuje, je na místě alespoň uvést stručné základní informace týkající se tzv. klíčových procesů. Situaci ohledně klíčových procesů, které jsou „jádem“ všech CMMI modelů, pak přehledně

vystihuje následující tabulka, která navíc obsahuje hodnotu úrovně zralosti procesů, u kterých je tato procesní oblast aplikována.

Název (česky)	Název (angl.)	Zkratka (angl.)	Oblast (česky)	Oblast (angl.)	Úroveň zralosti
Analýza a řešení na základě příčin	Causal Analysis and Resolution	CAR	Podpůrné procesy	Support	5
Řízení konfigurací	Configuration Management	CM	Podpůrné procesy	Support	2
Analýza a řešení na základě rozhodnutí	Decision Analysis and Resolution	DAR	Podpůrné procesy	Support	3
Integrované řízení projektů	Integrated Project Management	IPM	Řízení projektů	Project Management	3
Měření a analýza	Measurement and Analysis	MA	Podpůrné procesy	Support	2
Definice procesů organizace	Organizational Process Definition	OPD	Řízení procesů	Process Management	3
Zaměření na procesy organizace	Organizational Process Focus	OPF	Řízení procesů	Process Management	3
Řízení podnikové výkonnosti	Organizational Performance Management	OPM	Řízení procesů	Process Management	5
Výkonnost podnikových procesů	Organizational Process Performance	OPP	Řízení procesů	Process Management	4
Školení organizace	Organizational Training	OT	Řízení procesů	Process Management	3
Monitorování a řízení projektů	Project Monitoring and Control	PMC	Řízení projektů	Project Management	2
Plánování projektů	Project Planning	PP	Řízení projektů	Project Management	2
Zajištění jakosti produktů a procesů	Process and Product Quality Assurance	PPQA	Podpůrné procesy	Support	2
Kvantitativní řízení projektů	Quantitative Project Management	QPM	Řízení projektů	Project Management	4
Řízení požadavků	Requirements Management	REQM	Řízení projektů	Project Management	2
Řízení rizik	Risk Management	RSKM	Řízení projektů	Project Management	3
Řízení dodavatelských kontraktů	Supplier Agreement Management	SAM	Podpůrné procesy	Support	2

**Tabulka 1:** Integrovaný model zralosti – klíčové procesní oblasti verze 1.3 (SEI Library, 2015).

## 2 Potřeba integrovaného modelu

### 2.1 Příčiny

Tato kapitola si klade za cíl objasnit, co vedlo k tomu, že bylo potřeba vytvořit integrovaný model, který by dokázal sjednotit jednotlivé stávající CMM modely. Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1, první verze CMMI se objevila na konci roku 2000, přičemž z předchozí věty je asi více než zřejmé, že tato verze nevznikla na zelené louce. Pro zjištění příčin vzniku CMMI je tak potřeba podívat se na časové ose dále do historie.

Píše se rok 1984, kdy v USA v rámci Carnegie Mellon University vzniká Institut pro softwarové inženýrství - The Software Engineering Institute (SEI). Záměrem tohoto institutu, který byl od začátku financován americkou vládou (konkrétně vznikl pod záštitou amerického Ministerstva obrany), bylo získání vedoucího postavení na poli nejlepších praktik softwarového inženýrství, aby tím bylo možné zlepšit kvalitu systémů závislých na softwaru. (Kasse, 2008)

K dosažení výše zmíněného záměru měla vést realizace referenčního modelu CMM, která začala v listopadu 1986 (SEI Library, 2015). Tento model nakonec vznikl po téměř pěti letech (v srpnu 1991) jako verze 1.0 s tím, že se primárně zaměřoval na poskytnutí praktik pouze z oblasti softwarové inženýrství (SI), podle kterých se vývojáři měli řídit při vývoji softwaru.

S přibývajícím komplexitou, která se postupem času projevovala v rámci fungování organizací (tzn. nutné zahrnování příslušných "management oblastí" jako reakce na nově vznikající požadavky systému), bylo jasné, že CMM model<sup>2</sup> zaměřený pouze na oblast SI začne dříve či později být z celoorganizačního hlediska nedostačující. Z tohoto důvodu začaly v průběhu 90. let vznikat "nesoftwarové" CMM modely zaměřující se např. na oblast systémového inženýrství, oblast řízení pracovní síly či oblast produktového a procesního integrovaného vývoje.

Dle (Kasse, 2008) se tyto jednotlivé modely z různých oblastí v rámci organizací poměrně dobře osvědčily. Nicméně Kasse (2008) dále dodává, že v momentě, kdy se v rámci

---

<sup>2</sup> Tou dobou již rozšiřovaný po celém světě, nejen tedy v rámci USA.

společnosti objevil projekt, který měl rozsah napříč celou organizací a který tak zasahoval do jednotlivých oblastí, v rámci kterých byly implementovány různé CMM modely, nastal problém. A vzhledem k tomu, že se těchto multidisciplinárních projektů objevovalo více a více, a to v rámci většího a většího počtu organizací po celém světě, vznikla tím proto již urgentní potřeba nového integrovaného modelu (frameworku), který by dokázal tyto jednotlivé modely sjednotit. A o tom, jak byla tato situace vyřešena, pojednává následující kapitola.

## 2.2 Řešení

Reakcí Institutu pro softwarové inženýrství (SEI) na tuto nepříznivou situaci (popsanou na konci předchozí kapitoly) bylo v roce 1997 zahájení tzv. *CMM Integrovaného projektu (CMM Integration Project)*. V rámci tohoto projektu došlo ke zformování tzv. *CMM Produktového týmu (CMM Product Team)*, který si jako svůj hlavní cíl v rámci projektu vytyčil sjednocení tří základních zdrojových modelů CMM. (Kasse, 2008) Těmito modely byly:

- 1) *Capability Maturity Model for Software*<sup>3</sup> (*SW-CMM*) v2.0 draft C;
- 2) *Electronic Industries Alliance Interim Standard*<sup>4</sup> (*EIA/IS*) 731 a
- 3) *Integrated Product Development Capability Maturity Model*<sup>5</sup> (*IPD-CMM*) v0.98.

Výsledkem tohoto sjednocení pak měl být jednotný rámec (framework), který by společnosti mohly využívat zejména pro zlepšení procesů mající rozsah napříč celou organizací.

Nakonec to trvalo téměř čtyři roky, než se CMM Produktovému týmu podařilo v rámci projektu realizovat první verzi “modelu integrovaných modelů”. V červnu roku 2000 tak vzniká první verze *CMMI – v. 1.0.* (SEI Library, 2015) Tato verze však byla poměrně záhy nahrazena (vylepšena) verzí 1.02 z prosince téhož roku, kterou již můžeme považovat za první funkční verzi CMMI využívanou po celém světě.

---

<sup>3</sup> Český Model zralosti pro software.

<sup>4</sup> Do češtiny by se dal název tohoto modelu zřejmě přeložit jako *Prozatímní standard pro elektronická průmyslová společenství*.

<sup>5</sup> Do češtiny by se dal název tohoto modelu zřejmě přeložit jako *Model zralosti pro integrovaný vývoj produktu*.



Necelé dva roky po vydání verze 1.0, resp. 1.02, přichází SEI s novou verzí 1.1. Dle (Kasse, 2008) byla tato verze vyvinuta za účelem zlepšení procesů pokrývající jak vývoj, tak i údržbu produktů a služeb, a zejména za účelem poskytnutí rozšiřitelného frameworku, přičemž jeho stavebními pilíři se staly následující čtyři tematické oblasti:

- 1) *System engineering*<sup>6</sup>;
- 2) *Software engineering*<sup>7</sup>;
- 3) *Integrated product and process development*<sup>8</sup> a
- 4) *Supplier sourcing*<sup>9</sup>.

Až na oblast systémového inženýrství, která je předmětem kapitoly 3.1, nejsou z důvodu potenciálního odchýlení od hlavního cíle práce jednotlivé oblasti dále detailněji rozebírány. Nicméně co z hlediska výše uvedených oblastí stojí určitě za povšimnutí je fakt, že již po dvou letech od zrodu první integrační verze CMMI dochází v rámci integračního projektu opět k jakési formě diverzifikace určitých tematických oblastí.

Pohledem na časovou osu dále do budoucnosti se jako velmi důležitý rok v historii CMMI určitě jeví rok 2006. V srpnu tohoto roku totiž vzniká nová verze CMMI – 1.2, která nese označení *CMMI for Development v1.2* (zkráceně *CMMI-DEV v1.2*, česky *CMMI pro vývoj v1.2*). Důvod vzniku byl takový, že v rámci CMMI v1.1 chyběly tematické oblasti jako *Hardware engineering* či další inženýrské disciplíny<sup>10</sup> (Kasse, 2008), a proto bylo potřeba vytvořit novou verzi, která by již tyto oblasti dostatečně pokrývala.

Na tuto verzi pak postupně navazují dva integrační modely - *CMMI for Acquisition v1.2* (zkráceně *CMMI-ACQ v1.2*, česky *CMMI pro akvizice v1.2*) z roku 2007 a *CMMI for Services v1.2* (zkráceně *CMMI-SVC v1.2*, česky *CMMI pro služby v1.2*) z roku 2009. Tímto okamžikem se tak dostáváme do bodu, kdy se výše zmíněná diverzifikace oblastí naplno projevila v rámci celého jednotného frameworku.

---

<sup>6</sup> Česky *Systémové inženýrství*.

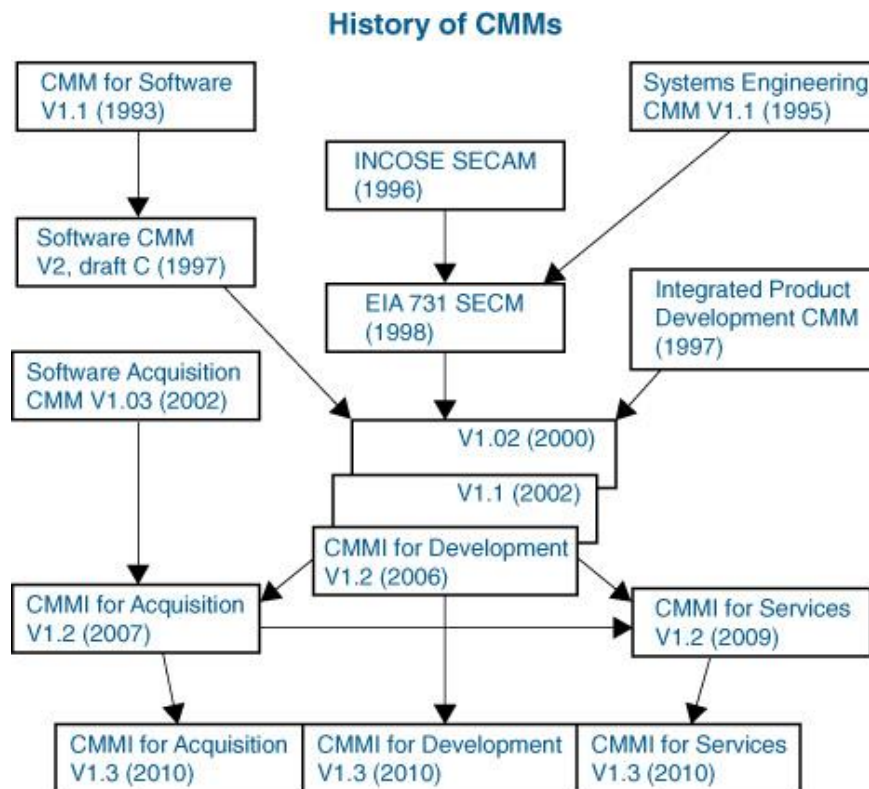
<sup>7</sup> Česky *Softwarové inženýrství*.

<sup>8</sup> Do češtiny by se dal název tohoto modelu zřejmě přeložit jako *Produktový a procesní integrovaný vývoj*.

<sup>9</sup> Do češtiny by se dal název tohoto modelu zřejmě přeložit jako *Dodavatelský sourcing*.

<sup>10</sup> Např. *Chemical engineering*, *Mechanical Engineering*, *Electrical Engineering* a další. (Kasse, 2008)

Tento trend pak jen dotvrzuje dění v roce 2010, kdy pro všechny tři zmíněné oblasti vzniká nová verze 1.3, která je zároveň v současnosti nejaktuálnější a jejíž stručný přehled lze nalézt v kapitole 1.1. Celkový vývoj verzí o samotných počátců pak ilustruje obrázek viz níže.



**Obr. 1:** Stručně shrnutý vývoj modelů CMM, resp. CMMI (Chrissis, 2011)

## 2.3 Přínosy integrovaného modelu

Předchozí dvě kapitoly byly jednak věnovány objasněním důvodů potřeby CMMI integrovaného modelu, a jednak následnému popisu toho, jak byla celá situace vyřešena a jak se vyvinula v čase. Logickou návazností na tyto dvě kapitoly je proto tato kapitola 2.3, která je zaměřena na zkoumání reálného přínosu takového integrovaného modelu.

Z hlediska kvalitativně měřitelných přínosů je poměrně obtížné zhodnotit kvalitativní charakteristiky/metriky implementace CMMI integračního modelu, a to z důvodu nedostatku dostatečně objektivních informací vyskytujících se v rámci příslušných recenzí či referencí.

Nicméně obecně lze alespoň říci, že mezi potenciální kvalitativní přínosy se řadí následující skutečnosti (převzato z (Buchalceková, 2010)):

- V rámci CMMI se nachází nejen referenční model procesů, ale i nástroj pro posuzování jak způsobilosti jednotlivých procesů, tak i celkové zralosti organizace;
- popisy jednotlivých elementů modelu (procesy, cíle a praktiky) jsou velmi obsáhlé a mohou tak sloužit jako báze znalostí;
- pro hodnocení procesů byla v SEI (dnešní CMMI Institut<sup>11</sup>) vytvořena metoda SCAMPISM (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement), na kterou lze nahlížet jako na předpoklad konzistentního způsobu posuzování;
- na příslušných webových stránkách (dříve SEI, dnes CMMI Institutu) jsou několikrát do roka zveřejňovány profily zralosti procesů udávající statistiky posuzování organizací na celém světě či fakt, že
- standard CMMI lze stáhnout zdarma ze stránek CMMI Institutu.

Ovšem i např. s posledním zmíněným bodem je míra přínosu poměrně relativní, jelikož pro úspěšnou implementaci v rámci organizace jsou samozřejmě potřeba nejrůznější školení, certifikace, atd., které již finančně nákladné jsou (tato záležitost je dále ještě diskutovaná v závěru práce).

Co relativně objektivně však hodnotit lze, je několik dostupných kvantitativních charakteristik/metrik. Mezi ty patří buď například (kriticky zhodnocené) údaje dostupné přímo na stránkách CMMI Institutu (CMMI Institute, 2015), nebo údaje publikované v rámci studií, které nebyly přímo CMMI Institutem zpracované (např. studie (KPMG, 2012)). Tyto metriky poukazují například na skutečnosti, že standard CMMI byl implementován v organizacích z téměř 100 různých států světa<sup>12</sup>, v rámci 11 národních institucí či že byl přeložen do 10 světových jazyků. Což svědčí o tom, že bez ohledu na fakt, zda pro dotčené organizace implementování CMMI Frameworku skutečně velmi přínosné bylo či nebylo (příp. je či není), je jasné, že tento Integrovaný model zralosti je po světě velmi rozšířený a s ohledem na zmíněná čísla se dá odvodit, že i poměrně uznávaný, s dobrou reputací.

Následující část práce je již věnována jiné tematické oblasti, a to systémově inženýrskému myšlení, což je jeden z přístupů aplikovaných v rámci vývoje CMMI.

---

<sup>11</sup> Tento institut vznikl roku 2012 jako samostatná vyčleněná sekce SEI.

<sup>12</sup> O rozložení implementace mezi jednotlivé státy/světadíly pojednává semestrální práce (Jašík, 2013).

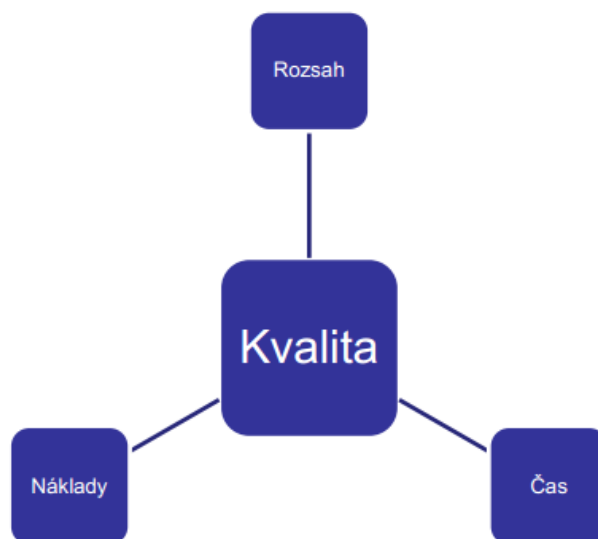
## 3 Systémově inženýrské myšlení (SIM)

### 3.1 Systémové inženýrství

Vznik systémové inženýrství (dále jen SI) se datuje na začátek padesátých let minulého století a je zcela logickým vyústěním tehdejší situace, kdy docházelo k nutnosti pospojovat výstupní produkty ostatních inženýrských oblastí. Bylo nutné stanovit oblast, jejímž primárním cílem by bylo nacházet průnik a zajišťovat koordinaci pro zdárný průběh a především pro úspěšné dosažení finálního produktu a přínosů, které koncový uživatel očekává:

1. požadovanou kvalitu<sup>13</sup>
2. je dodán ve sjednaném rozsahu
3. je dodán včas
4. nepřekračuje daný rozpočet

Nároky na výsledný produkt také můžeme jednoduše znázornit pomocí tzv. troj-imperativu, z obrázku je patné, že vždy je nutné brát v úvahu veškeré limity a ve vymezené oblasti se snažit o nalezení optima.



**Obr. 2:** Troj-imperativ (Doležel, 2015)

<sup>13</sup> Kvalita má celou řadu definic, v této práci se přidržíme definice, že kvalitou je souhrn vlastností produktu, za které je zákazník ochoten zaplatit

Po stručném shrnutí v předchozím odstavci tedy není žádným překvapením, že definice SI na výše uvedené limity a požadavky pamatuje:

*„Systems Engineering is an engineering discipline whose responsibility is creating and executing an interdisciplinary process to ensure that the customer and stakeholder's needs are satisfied in a high quality, trustworthy, cost efficient and schedule compliant manner throughout a system's entire life cycle. This process is usually comprised of the following seven tasks: State the problem, Investigate alternatives, Model the system, Integrate, Launch the system, Assess performance, and Re-evaluate.“*

*„These functions can be summarized with the acronym SIMILAR: State, Investigate, Model, Integrate, Launch, Assess and Re-evaluate. It is important to note that the Systems Engineering Process is not sequential. The functions are performed in a parallel and iterative manner.“*

(INCOSE, 2015)

SI se se tedy zabývá systémem jako takovým a prochází celým jeho životním cyklem, od plánování až po jeho nasazení, přičemž hlavním úkolem je integrace jednotlivých meziproductů do výsledného fungujícího celku, což znamená, že na systém pohlíží jako na jeden celek a uvědomuje si závislosti vzájemných vazeb, které specializovaným inženýrským oborům mohou, a většinou zůstávají pro jejich úzkoprofilové zaměření, skryta.

Systémový inženýr je pak specialista, který si výše uvedené uvědomuje a při návrhu systému uplatňuje holistický pohled vlastní systémovému myšlení.

### 3.2 Systémové myšlení

Systémové myšlení se vyznačuje vnímáním systému jako celku, vychází z přesvědčení, že sebedokonalejší poznání a zkoumání jednotlivých komponent, pokud se děje izolovaně a bez vazeb na ostatní komponenty, nám neumožní pochopení všech vlastností a chování celku.

Pro větší názornost si dovolíme uvést staré indické podobenství o slepících a slonovi, které nejlépe vystihuje omezenost analytického myšlení.

*Skupina pěti slepců má zodpovědět, jak vypadá slon. Jelikož nevidí a jsou tak připraveny o možnost vidět slona vcelku, nezbývá jim než ke slonovi přistoupit a ohmatat tu část, u které se nacházejí. První ze slepců osahá hruď a dojde k přesvědčení, že slon je jako stěna. Druhý si vybere nohu a po doteku usoudí, že slon je jako strom. Třetí slepec uchopí slona za chobot a tak slona popisuje jako hada. Předposlední uchopí zvíře za ucho a přirovná ho k vějíři. A konečně pátý nahmatá ocas a dojde k závěru, že slon je jako lano.*

I kdyby slepci mohli zkoumanou část studovat sebeděle, s velkou pravděpodobností by pouze rozvíjeli své přesvědčení a jen upřesňovali vlastnosti vybrané oblasti (struktura, velikost, zvláštnosti atd.) Pokud by však mezi sebou mohli komunikovat a vyměňovat poznatky, zřejmě by své přesvědčení korigovali a finální teze by se již mohla o něco více přiblížit naší představě o slonovi.

Systémové myšlení upřednostňuje systémový přístup před přístupem analytickým, který je však západnímu myšlení velmi blízký. Už ve škole nás učí, že je-li nějaký problém příliš složitý, potom je na místě ho rozdělit do menších částí. Ty posléze analyzovat, vyřešit a tímto způsobem iterativně pokračovat. Vycházíme přitom z premisy, že výsledné řešení pak lze poskládat z jednotlivých dílčích řešení, což může, ale také nemusí, fungovat. Systémové myšlení zdůrazňuje právě skutečnost, že integrace dílčích řešení s sebou nese nutnost respektovat vazby mezi nimi, jelikož:

1. dílčí části se vzájemně ovlivňují a mohou se tak „vynořovat“ nové vlastnosti
2. je možné dosáhnout synergického efektu
3. defekty systému se mohou projevit právě až při interakci jednotlivých komponent

Význam systémového myšlení podtrhuje velmi často citovaný autor Peter Senge, označuje jej za „pátou disciplínu“ a ve své knize *The Fifth Discipline, The Art and Practice of the Learning Organization* formuje řadu zákonů a doporučení, z nichž vybíráme ta nejrelevantnější pro oblast systémového inženýrství:

1. Krátkodobá vylepšení často pouze vedou k problémům v delším časovém horizontu. Zaměřuje-li se organizace jen na rychlé a snadné cíle, pak velmi pravděpodobně nebudou základní funkce nutné pro budoucí dlouhodobý růst.
2. Nejjednodušší řešení nemusí být tím správným.
3. Rychlá řešení učiněná na úrovni, ve které se projevují symptomy defektu, mohou vést k výskytu více problému, než kolik jich bylo na začátku.
4. Příčina a následek si nemusí být bezprostředně časově nebo prostorově blízcí. Některá řešení přijatá nyní pro určitou část, se mohou projevit v naprosto jiné části a mnohem později.
5. Na celý systém, zahrnující organizaci a její okolí, je nutné nahlížet jako na celek.

Výše uvedené navázání systémového inženýrství a systémového myšlení tak uvedlo problematiku systémově inženýrského myšlení, které bude v následující kapitole zkoumáno v kontextu CMMI.

## 4 SIM a jeho manifestace v modelu CMMI

Logickým krokem je pak propojení obou předchozích přístupů do jedné struktury, kdy systémový inženýr je schopen uplatňovat holistický nadhled v každé fázi životního cyklu softwarového projektu a zároveň vnímá propojenost jednotlivých částí.

I když se pozornému čtenáři může zdát, že jsme se lehce odklonili od ústředního tématu, můžeme ho v tento moment uklidnit, jelikož model CMMI se snaží, alespoň dle Tima Kasseho (Kasse, 2008), zmíněné principy aplikovat, což budeme v dalším textu demonstrovat na konkrétních příkladech a konkrétních procesech obsažených v referenčním modelu.

1. V průběhu celého životního cyklu systému, a to ve všech jeho fázích, je nutné, aby systémový inženýr pamatoval na:
  - a. Zákazníkově vnímání organizace (vize), cíle a úkoly.
  - b. Zákazníkovi požadavky a upřednostňované volby.
  - c. Úlohy, které mají být systémem řešeny a zákazníkovi potřeby
2. Je třeba vnímat celek a rovněž interakce mezi jednotlivými elementy systému. Iterativní a rekursivní myšlení musí nahradit tradiční lineární (příčina- následek)
3. Všichni účastníci projektu by se při integraci subsystémů měli snažit o nalezení synergického efektu.
4. Řešení není tím jediným, čím by se měl systémový inženýr zabývat. Měl by také brát v úvahu:
  - a. Obchodní a ekonomické náklady
  - b. Možnost znovupoužití už jednou vyvinutého produktu nebo infrastruktury
  - c. Přihlédnout k organizačním, manažerským a politickým faktorům
5. Systémový inženýr by měl na systém nahlížet z maximálního počtu perspektiv.
6. Systémoví inženýři a projektoví manažéři by vždy měli uvažovat:
  - a. Elektrická kritéria
  - b. Mechanická kritéria
  - c. Omezení daná prostředím
  - d. Kritéria zajištění kvality
  - e. Faktory týkající se kvality jako spolehlivost, udržovatelnost, modifikovatelnost a testovatelnost
7. Nároky na budoucí logistiku by měla být vyhodnocovány ve všech vývojových fázích včetně:
  - a. Náhradní díly
  - b. Infrastruktura pro údržbu
  - c. Podpora
  - d. Služby



- e. Úrovně údržby
  - f. Technická dokumentace
8. Nastane-li situace, která vede k nutnosti modifikace systému, vždy je třeba zvážit:
    - a. Jak inženýrské, tak mimo inženýrské důsledky
    - b. Dopady na podobu, stav a funkce
    - c. Reakci systému na změnu
    - d. Požadavky, problémy a přístup těch, kterých se modifikace dotýká
  9. Každý problém může mít více než jen jedno funkční řešení:
    - a. Všechna možná alternativní řešení by měla být prozkoumána a poměřena jak kvalitativně, tak kvantitativně
    - b. Inženýrský přínos a nákladová stránka (účelnost) by se měly poměřovat v každé fázi
  10. Systémový inženýr by se neměl bát vyhledávat změny, které by významně přispěly ke zlepšení a to s minimem úsilí.
  11. Procesy, jejichž výsledky se projevují pomalu nebo pozvolně by měly být pozorně sledovány
  12. Známá řešení nemusí být vždy vhodná pro právě řešený problém. Každé dostupné řešení by mělo být uvažováno společně s riziky, závislostmi a omezeními platnými pro právě vyvíjený systém.
  13. Rizika spojená s vývojem by měla být uvažována v průběhu celého cyklu vývoje
  14. Je nemožné spustit projekt bez příslušného řízení:
    - a. Kontrola
    - b. Správa konfigurace
    - c. Milníky
    - d. Management
    - e. Plánování
  15. Koncový uživatel musí být považován za významnou část systému.
  16. Systémové inženýrské myšlení vyžaduje integraci odborných znalostí z různých oblastí a jejich prozkoumání ze všech možných perspektiv, což je prací jednotlivých členů tvořících tým.

Procesní oblasti CMMI jsou vlastně souborem *best practices*, jejichž nasazení by mělo vést ke zlepšení procesů ve společnosti. Pro lepší přehlednost a snazší orientaci jsme zmíněné zákony převedli to tabulky (viz *Tabulka 2*), jsou uváděny oblasti, kterých se zákon týká a nutnou úroveň zralosti. Úrovně zralosti jsme od sebe barevně odlišily, aby bylo na první pohled zřejmé, která z nich je nejpočetnější.

Číslo zákonu	Procesní oblast v originále	Procesní oblast v češtině	Zkratka	Procesní oblast	Procesní oblast v češtině	Zkratka
1	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD			
2	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD	Technical solution	Technické řešení	TS
3	Technical Solution	Technické řešení	TS	Product Integration	Integrace produktu	PI
4	General					
5	General					
6	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD	Technical Solution	Technické řešení	TS
7	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD	Technical Solution	Technické řešení	TS
8	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD	Technical Solution	Technické řešení	TS
9	Technical Solution	Technické řešení	TS			
10	General	Obecné				
11	Organizational Innovation and Deployment	Organizační inovace a vývoj	OID			
12	Generic Practice	Obecné postupy	GP			
13	Project planning	Plánování projektů	PP	Risk management	Řízení rizik	RM
14	Project Management and Control	Monitorování a řízení projektů	PMC	Configuration Management	Řízení konfigurací	CM
15	Requirements Development	Vývoj požadavků	RD	Project planning	Plánování projektů	PP
16	Integrated Project Management	Integrované řízení projektů	IPM	Integrated Product and Process Development	Integrace produktu a vývoje procesů	IPPD

**Tabulka 2:** Zákony SIM v kontextu CMMI (Kasse, 2008)

**Legenda - úrovně zralosti:**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Z výše uvedené tabulky je na první pohled je patrné, že formulované zákony se týkají především úrovně zralosti 2 a 3, což je více než očekávané, neboť jsou to vrstvy, bez níž nemůže být dosažené úrovně optimální.

## Závěr

Semestrální práce si kladla za cíl představit vývoj CMM modelů, který vyústil v potřebu jejich integrace do jednoho referenčního modelu - CMMI. Cílem bylo objasnit proces integrace v kontextu systémového inženýrského myšlení, jež zdůrazňuje potřebu nazírání na celek ve světle jeho částí, přičemž pracuje s předpoklady, že celek je více než prostý součet částí. Práce také poukazuje na skutečnost, že integrovaný model CMMI staví na zákonech systémového myšlení.

Rádi bychom ocenili snahu jednoho z otců metodiky CMMI o ne zcela běžnou snahu o propojení širších souvislostí s metodikou CMMI. Velmi sympaticky se nám jeví pokus o formulaci zákonů systémového inženýrského myšlení a jejich výrazné propsání do výše uvedených oblastí.

Zároveň je však nutné zmínit, že přestože se jedná o model mající za cíl integraci, tak v rámci referenčního modelu CMMI je možné pozorovat rozpínavé tendence modelu, což má ale za následek velmi široký záběr metodiky. Je pak velmi těžké udržet integritu mezi jednotlivými modely, neboť dle výše definovaných principů by se v každém okamžiku měla posuzovat vzájemná propojenost všech částí. Komplexnost vztahů podle nás přesahuje možnost obsáhnutí, jelikož vzájemných vazeb v určitý okamžik může být přespříliš, model se tak stává těžko uchopitelným.

Jinými slovy řečeno, všechny modely derivované z jednotného CMMI frameworku sice musí stát na určitých společných základech (zahrnutí konkrétních procesních oblastí, atd.), nicméně otázkou zůstává, nakolik se v dnešní době toto daří udržovat stále integrované z hlediska praktického použití ze strany organizací po celém světě.

Přes výše uvedenou výtku jsme přesvědčení, že model CMMI má přidanou hodnotu a pro mnohé společnosti se může stát cenným pomocníkem např. při vývoji softwaru, neboť napomáhá skrz best practices k úspěšnému dosažení cíle.

Na samotný závěr si dovoluujeme doplnit pár postřehů/zajímavostí, které jsme při zpracovávání práce nabyli. Tou první zajímavostí byl postřeh, že ačkoli ze začátku celý projekt CMM měl sloužit pro účely americké vlády, dnes je z toho poměrně slušný business. Jak bylo zmíněno již v kapitole 2, jednotlivé verze CMMI jsou sice zadarmo, ale například prakticky nezbytné oficiální školení už zdarma není, a dle (CMMI Institute, 2015) vyjde v průměru na 800 \$ (+ další s tím spojené výdaje), což už pro spoustu společností není zanedbatelná částka. Tou druhou zajímavostí pak jistě byl příběh Tima Kasseho, tedy autora knihy, ze které jsme primárně čerpali informace pro účely této práce. Tim Kasse, svého času jedním z „otců“ CMMI, totiž dnes již se CMMI Institutem nemá prakticky nic společného, jelikož pracuje v jiné společnosti, dokonce v jiném odvětví. Jeho odchod od CMMI záležitostí je navíc datován zhruba do doby, kdy se CMMI Institut oddělil od původního SEI Institutu. Zůstává tak otázkou spekulací, zda tyto dvě skutečnosti spolu nějak více či méně souvisí.

## Reference

BRUCKNER, Tomáš, VOŘÍŠEK, Jiří, BUCHALCEVOVÁ, Alena a kolektiv. *Tvorba informačních systémů: principy, metodiky, architektury*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 357 s. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4153-6

BUCHALCEVOVÁ, Alena. *Metodiky vývoje a údržby informačních systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 163 s.. ISBN 80-247-1075-7.

BUCHALCEVOVÁ, Alena. Inovace procesů budování IS/ICT. *Systémová integrace* [online], 2010, roč. 17, č. 1, s. 101–114. Dostupné z <http://www.cssi.cz/cssi/system/files/all/si-2010-01-07-buchalcevova.pdf>.

DOLEŽEL, Michal, 2015. *Řízení kvality softwaru* [přednáška předmětu 4IT446, VŠE].

CHRISIS, Mary Beth, 2011. *CMMI for development: guidelines for process integration and product improvement*. 3rd ed. Upper Saddle River: Addison-Wesley, xxiv, 650 s. The SEI series in software engineering. ISBN 978-0-321-71150-2.

International Council on System Engineering [online]. 13.5.2015 [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.incose.org/>.

JAIŠÍK, Jakub. *CMMI - posouzení*. Praha, 2013. Dostupné z: <http://spicenter.vse.cz/wp-content/uploads/2015/02/Jasik-SCAMPI.pdf>.

KASSE, Tim. *Practical insight into CMMI*. Artech House, 2008.

KPMG. *Beyond CMMI*. 2012. Dostupné z: [https://www.kpmg.com/in/en/services/advisory/performance-technology/itas/spi\\_docs/beyond%20cmmi.pdf](https://www.kpmg.com/in/en/services/advisory/performance-technology/itas/spi_docs/beyond%20cmmi.pdf)

*SEI Library* [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.sei.cmu.edu/library>.

SENGE, Peter Michael. *The fifth discipline: the art and practice of the learning organization*. Rev. and updated. New York: Doubleday/Currency, xviii, 2006, 445 p. ISBN 978-038-5517-56.