

Jak a proč vzniká komplexita v IS

Ilja Holub

Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta informatiky a statistiky
Katedra informačních technologií
nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3
e-mail: ilja@holub.cz

Abstrakt: Tato práce se zabývá složitostí IS jako významnou výzvou informatiky a jejími dopady na podnik. Složitost IS definuje jako součet entit jednotlivých UML modelů daného systému, které jsou zvoleny za použití metodiky MMDIS tak, aby konzistentně popsaly všechny relevantní obsahové dimenze systému. Hlavním cílem je definovat pojem složitost, prokázat její negativní dopady na podnik, analyzovat příčiny jejího vzniku a navrhnout metody pro její řízení a omezení. Je skutečně komplexita IS vždy důsledkem potřeb podniku nebo má i jiné, méně legitimní, příčiny nebo dokonce někdy vzniká i samovolně?

Klíčová slova: Složitost, komplexita, podniková architektura, informační strategie, informační systémy, MMDIS, obsahové dimenze, UML, proces, projekt, modelování, metodika

Abstract: This work deals with the complexity of the IS which is considered a major challenge to information science and with the impact of this complexity on business. The IS complexity is defined as the sum of entities of the individual UML models that are selected using the methodology MMDIS to consistently describe all the relevant dimensions of the system. The main objective is to define the term of complexity, to show its negative impact on business, to analyze the causes of its formation and to suggest methods for its control and restriction. Is the IS complexity really always the result of the complexity of business needs, or has it other, less legitimate cause or even is it even spontaneously created sometimes?

Key words: Complexity, Enterprise Architecture, Information Strategy, Information System, MMDIS, The Content Dimension, UML, Process, Project, Modeling, Methodology

1. Úvod

Rostoucí složitost IS a ICT obecně je téma, které se dnes stále citelněji týká každého podniku. Vzhledem k její povaze a nedostatečnému teoretickému zpracování jí však nebývá věnována dostatečná pozornost.

Podle Global CEO Study (1), kterou provádí společnost IBM každé dva roky, byla v letech 2004 -2008 hlavní výzvou pro dotazované CEO **změna** (change). V roce 2010 již označila většina respondentů jakou hlavní výzvu **složitost** (complexity).

1.1 Cíle práce

Cílem této práce je definovat a popsat komplexitu IS, nalézt odpovědi na následující otázky a potvrdit nebo vyvrátit k nim příslušející hypotézy.

- Má smysl se komplexitou cíleně zabývat?

- Jaké metriky lze použít pro definici složitosti IS?
- Jak vzniká složitost IS? Jaké jsou její příčiny?
- Je složitost naším nepřítelem? Jaké jsou její pozitivní a negativní dopady?
- Existuje optimální úroveň složitosti? Jak dosáhnout optimální úrovně složitosti?
- a vymezit nepojednané oblasti pro další vědecké zkoumání.

Při teoretickém zkoumání tématu i na základě zkušeností z praxe byly formulovány následující hypotézy:

- Komplexita IS je aktuální a důležité téma
- Zbytečná komplexita je nežádoucí
- Příčiny vzniku komplexity nejsou vždy legitimní, někdy ani legální
- Růst komplexity jedné dimenze IS způsobí růst komplexity i v jiných dimenzích IS
- Komplexita nezjednodušeného 2 IS roste
- Optimální úroveň složitosti je ta nejnižší
- Řízením komplexity během životního cyklu IS je možno jeho komplexitu minimalizovat

Vedlejší cílem práce je vymezit oblasti pro další vědecké zkoumání.

1.2 Analýza světové literatury k danému tématu

Současná literatura se zabývá složitostí (komplexitou) v různých vědních oborech od biologie a sociologie, přes fyziku a architekturu až po informatiku.(2)(3)(4) V oblasti informatiky se však publikace zajímají zejména o algoritmičtější informační teorii vycházející z teorie Kolmogorovy složitosti (5), která pro složitost řetězce definuje jako metriku délku nejkratšího programu, který dokáže takový řetězec vygenerovat. Další práce se zabývají výpočetní složitostí na základě teorie algoritmů, matematické teorie grafů a konečných automatů (6) (7).

Nenalezl jsem ale dosud publikaci, která by se komplexitou IS nebo dokonce ERP systémů zabývala *komplexněji*. Nejbližší se tématu složitosti ERP systémů dotýkají příspěvky zabývající se použitím metrik pro měření složitosti jako jsou metriky informačních toků (8) Halsteadova metoda nebo analýza funkčních bodů (9) nebo prostým počtem řádků zdrojového kódu (10) a práce pojednávající o dopadech složitosti na bezpečnost a udržitelnost systému. Jejich cílem je přestavení MATra rámce pro popis některých aspektů složitosti (11) a nebo poukázání na negativní dopady složitosti pro podnik (10).

Z hlediska obecných metrik a jejich dopadů na přínosy informačních systémů a aplikací metrik na jednotlivé modely se zabývají příspěvky (12) (13) (14) (15). Z českých autorů potom nelze opomenout práce pánů Molnára (16), Novotného (17),

¹ Zbytečnou komplexitou zde rozumíme komplexitu IS neodpovídající požadavkům podniku, viz kapitola 2.1

² Nezjednodušeným IS zde rozumíme systém, ve kterém není složitost cíleně řízena nebo snižována

Učňe (18) a Maryšky (19) představující jednotlivé metriky pro řízení podnikové informatiky a efektivnosti IS .

Dobry teoretický základ pro popis a zkoumání komplexity poskytuje matematická teorie grafů (20)(21), kterou lze aplikovat na některé modely IS a umožnit tak jejich kvantifikaci a následně porovnání, v některých případech i jejich zjednodušení.

Komplexita bývá v literatuře měřena různými způsoby, od prostého počtu řádek zdrojového kódu [11] až po různé kombinace počtu tříd a objektů.[12]

V tomto článku definujeme složitost IS jako součet počtu prvků a vazeb jednotlivých UML modelů daného systému, které jsou zvoleny za použití metodiky MMDIS tak, aby konzistentně popsaly všechny relevantní obsahové dimenze systému.

1.3 Rámce a metodiky

Pro zasazení celé problematiky do metodického rámce lze vyjít z popisů jednotlivých metodik pro řízení informatiky (MMDIS(22) (23), COBIT (24), ITIL(25)) (PMBOK(26), Prince2 (27), ASAP(28)(29)).

Jako nejvhodnější rámec pro analýzu a i jako báze pro další potencionální rozšíření se díky své flexibilitě a multidimenzionálnímu přístupu nabízí MMDIS.

MMDIS (Multidimensional Management and Development of Information Systems) je metodika přístupu k vývoji informačních systémů vyvíjená na Fakultě informatiky a statistiky VŠE v Praze. Jejím základním principem je zohlednění všech faktorů (dimenzí), které ovlivňují IS v jeho životním cyklu. Podrobně je popsána v [23] [24]. Pro účely této práce využijeme zejména multidimensionalitu a to pomocí obsahových dimenzí a fází MMDIS.

Obsahové dimenze MMDIS:

- funkce/procesy (PRO)
- data/informace (INF)
- organizační a legislativní aspekty (ORG)
- pracovní, sociální a etické aspekty - aspekty lidských zdrojů (PRA)
- software (SW)
- hardware (HW)
- uživatelské rozhraní (UR)
- bezpečnost (BE)
- ekonomické a finanční aspekty (EKO)

MMDIS používá následující fáze

- globální podniková strategie (GST)
- informační strategie (IST)
- úvodní studie (US)
- globální analýza a návrh (GAN)
- detailní analýza a návrh (DAN)
- implementace (IM)

- zavádění systému (ZA)
- provoz a údržba (PU)
- vyřazení systému (VY)

Z hlediska složitosti považují za určující ty obsahové dimenze, které lze nějakým způsobem kvantifikovat. Proto upřesním definici jednotlivých obsahových dimenzí tak aby je bylo možno modelovat pomocí jazyka UML. Podrobněji je využití popsáno v kapitole 2.1.

2. Co je to složitost?

Komplexita neboli složitost je pojem, který je dnes často používán nejen v odborných člancích, ale dokonce i v metodikách a standardech používaných k řízení informatiky a ICT projektů. Tento pojem ale bývá zřídka kdy jasně definován.

Intuitivně si pod pojmem komplexita představujeme velikost IS, množství funkcí a nemalé náklady na jeho pořízení, obsluhu a údržbu. Z různých pohledů poznáváme jednotlivé aspekty složitosti IS: množství dat a informací, komplikované procesy, rozvětvená organizační struktura podniku, nepřehledné uživatelské rozhraní, sofistikovaný SW a HW mají jistě dopady na celou organizaci, její pracovníky, ekonomické výsledky ale i na sebe navzájem.

Je zřejmé, že podnik, jehož procesy a celá podniková architektura je složitá bude potřebovat složitý IS nebo dokonce více IS.

2.1 Nastavení metodiky MMDIS

Pro analýzu vývoje komplexity použiji soubor metrik a následně odvodím kauzální vztahy mezi těmito metrikami. A to jak mezi nimi navzájem v rámci jedné fáze životního cyklu IS, tak v čase.

Pro zkoumání složitosti systému si v souladu s metodikou MMDIS přiřadíme ke každé obsahové dimenzi její UML model a poté definujeme složitost systému jako součet složitostí jednotlivých UML modelů jeho jednotlivých obsahových dimenzí .

Použijeme obsahové dimenze (tabulka 1) MMDIS, kterým přiřadíme UML modely běžně používané pro modelování podnikových procesů a informačních systémů.(30). Ty dimenze, nebo ty části dimenzí, pro které nenalezneme vhodný model (např. sociální, etické, legislativní aspekty) vyčleňme do samostatných dimenzí, které nebudeme kvantifikovat, ale bude nás u nich pouze zajímat, zda jejich vliv na růst komplexity může být kladný nebo záporný a také jakým způsobem na ně komplexita dopadá.

Tabulka 1. Vybrané obsahové dimenze podle MMDIS

Název	Zkratka	Model
Funkce/procesy	PRO	Activity diagram/BPMN
Data/informace	INF	Class Diagram
Organizační a legislativní aspekty	ORG	Org Chart Diagram
Pracovní, sociální a etické aspekty - aspekty lidských zdroje	PRA	Stakeholder matrix

Název	Zkratka	Model
Software	SW	Component diagram
Hardware	HW	Deployment diagram
uživatelské rozhraní	UR	GUI model
Bezpečnost	BE	Risk management plan
ekonomické a finanční aspekty	EKO	Activity Based Costing

Z fází životního cyklu se zaměříme zejména na ty, kde je možno komplexitu vznikajícího IS ovlivnit zásadně.³ Za klíčové považují zejména globální podnikovou strategii, informační strategii, úvodní studii, globální a detailní analýzu a návrh a implementaci.⁴

Poté definujeme složitost C systému S ve fázi f jako počet entit (prvků a vazeb)⁵ jednotlivých obsahových dimenzí MMDIS (D) v dané fázi a písmenem d označme celkový počet uvažovaných dimenzí.⁶

$$C_f(S) = \sum_{i=1}^d C_f(D_i), \quad (1)$$

Tento vzorec umožňuje kvantifikovat složitost systému nebo jeho části a v praxi je takto možno porovnat například různé systémy nebo alternativy řešení, které splňují dané požadavky, ale neexistuje objektivní kritérium proč vybrat jednu z nich.⁷

Současně zavedme pojmy *zbytečná* (nežádoucí) a *nezbytná* (nutná, oprávněná, optimální) složitost (accidental and essential complexity).

Systém je zbytečně složitý, pokud obsahuje prvky nebo vazby, které nejsou nutné pro zajištění požadovaných vlastností.

Naopak nezbytná složitost je minimální možná konfigurace systému, která zajistí jeho požadované vlastnosti.

³ Kapitola 3.1 ukazuje, jak zvýšení složitosti jedné fáze implikuje nárůst složitosti v dalších fázích

⁴ Obecně, například při použití jiné metodiky než MMDIS, je možné použít i jiné členění i jiný počet fází, důležité je uvědomit si jejich návaznost.

⁵ Entitou v tomto článku rozumím prvek nebo vazbu. Tedy vrchol nebo hranu, pokud uvažujeme graf jako analogii modelu.

⁶ Je zřejmé, že v každé fázi projektu, se bude, dle míry detailu postupujícího řešení, měnit i složitost jednotlivých modelů. Budeme-li uvažovat například systém SAP a jeho SW dimenzi, bude ve fázi IST tento systém vystupovat pouze jako jeden prvek se svými vazbami na ostatní systémy podniku a jeho okolí, ve fázi UST budeme uvažovat jeho jednotlivé moduly, v GAN jednotlivé transakce, v DAN jednotlivé funkce a ve fázi implementace např. jednotlivé řádky kódu (SLOC).

⁷ Například porovnáním počtu databázových tabulek (INF), prvků v menu u jednotlivých transakcí (UR) nebo customizovatelné struktury podniku (ORG) mezi SW produkty SAP R/3 a Stormware Pohoda dojdeme jednoznačně k výsledku: $C(\text{SAP}) \gg C(\text{Pohoda})$

2.2 Dynamika složitosti

Pro popis systémové složitosti v průběhu času použijeme fáze projektu dle MMDIS: GST-Globální podniková strategie, IST-Informační strategie, UST-Úvodní studie, GAN-Globální analýza a návrh, DAN-Detailní analýza a návrh a IM-Implementace.

Tabulka 2. Modely přiřazené jednotlivým fázím a obsahovým dimenzím

	inf	proc	org	sw	hw	ur
GST	business fields	business fields	business unit	business fields	business unit	business fields
IST	databases	Activity diagram	business unit	IS	Data center	Clients
US	data stores	Eriksson-Penker notation	enterprise struktura	IS Modul / Component diagram	Server	Use case diagram
GAN	DB Tables	Eriksson-Penker notation	orgchart	transakcion	Configuration item	Screens
DAN	DB Fields / Class Diagram	BPMN	User Roles	function	Configuration management database item	GUI model
IM	DB Fields	BPMN	User privileges	SLOC	CMDB	Screens items

Komplexitu definujeme pro každou fázi a dimenzi zvlášť. Tabulka 2 znázorňuje přiřazení modelů nebo metrik jednotlivým fázím a obsahovým dimenzím. Pokud je v poli tabulky uveden pouze prvek (např. "Business unit" nebo "Configuration item") je zde metrikou počet těchto prvků a jejich vzájemných vazeb. Pokud je uveden UML model (např. "BPMN" nebo "Class Diagram") je zde metrikou počet prvků a vazeb daného modelu.

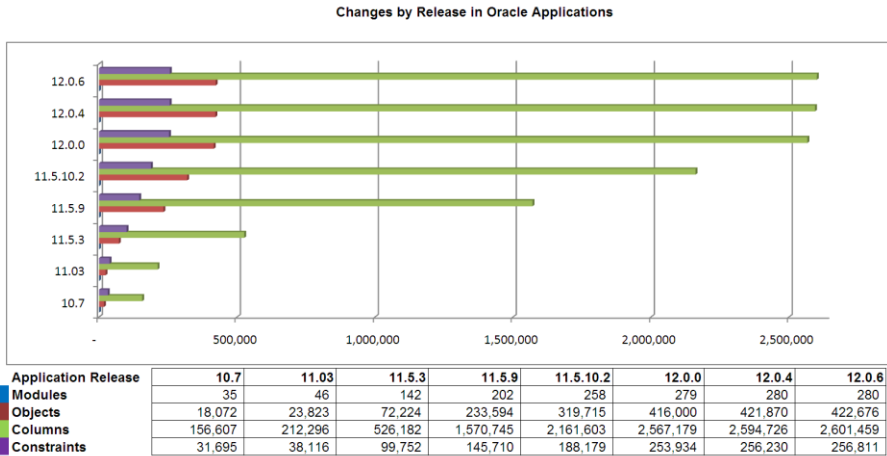
Dynamikou složitosti rozumíme vývoj složitosti systému v čase a zejména vliv složitosti systému v dané fázi životního cyklu na následující fáze jak znázorňuje obrázek 2.

3. Jak vzniká složitost IS?

Složitost podnikové architektury se v čase mění. Rovněž se mění složitost IS během jeho životního cyklu. Některá porovnání (např. Obrázek 1) naznačují, že komplexita systémů někdy kontinuálně roste dokonce i během životního cyklu SW produktu.

Otázkou je, zda se jedná o růst na základě požadavků podnikové strategie a tedy se jedná o komplexitu nutnou nebo roste rychleji a z jiných důvodů a vzniká tak komplexita nežádoucí.

Každé rozhodnutí na cestě pořízení IS a každá jeho změna během provozu mohou jeho komplexitu zvýšit, snížit nebo zachovat nezměněnou. Během pořizování a provozu IS dochází na základě nových požadavků k přidávání dalších funkcí nebo jiných prvků do systému.



Obrazek 1. Vývoj počtu prvků v aplikaci Oracle (31)

V následující kapitole se podrobně podíváme na mechanismus vzniku komplexity během vybraných fází životního cyklu IS.

3.1 Kauzální vztahy komplexity mezi obsahovými dimenzemi

Přidáním každého dalšího prvku do systému vzroste komplexita systému o více než pouze tento prvek. Tedy počet entit⁸ v systému vzroste více, než pouze o počet přidanych prvků. Každý přidany prvek je totiž nutno propojit s alespoň jedním dalším prvkem, vznikne tedy minimálně jedna nová vazba. Pravděpodobně i více vazeb, nebo i nové druhy vazeb.

Například uživatelský požadavek na přidání nového pole do dimenze (j) ve fázi DAN implikuje přidání určitého minimálního počtu (K_{ij}) nových entit v dimenzích (i) jak ukazuje tabulka 3⁹:

⁸ Entitou v tomto článku rozumím prvek nebo vazbu. Tedy vrchol nebo hranu, pokud uvažujeme graf jako analogii modelu.

⁹ Uvažujme například ERP, kde má být obrazovka pro zpracování objednávky nově rozšířena o možnost zadat barvu obalu výrobku (UR). Je tedy nutno vytvořit nejen kontrolní tabulku (číselník) možných barev (INF) a definovat procesní kroky nejen pro zadání barvy (PRO, SW), ale i pro její další zpracování a také proces pro zadání nových druhů barev (PRO, SW). Hodnota tohoto pole bude buď ovlivňovat další procesy (SW) nebo vznikne nový proces na tvorbu vyhodnocení objednávek podle barev (PRO, SW). Bude nutno definovat a nastavit oprávnění a uživatelské role jak pro ty pracovníky, kteří mohou udržovat číselník barev (ORG), ale i pro ty kteří budou barvu v objednávce moci zadávat, vidět nebo měnit. (ORG) případně pro ty, kdo budou moci spouštět vyhodnocovací report barev(ORG). To všechno navýší náklady na analýzu, implementaci, testování, školení a tvorbu dokumentace.

Tabulka 3. Kausalita dimenzí na příkladě přidání jednoho prvku do UR

Dimenze(<i>i</i>)	Změna	<i>K_{ij}</i>
PRO	Vzniknou minimálně nové (dílčí) procesy pro - zadávání hodnot tohoto pole - údržbu hodnot kontrolní tabulky (číselníku hodnot) - zobrazení - změnu tohoto pole a - vyhodnocení tohoto pole.	> 5
INF	- Přidání nového pole do databázové tabulky a - vytvoření nové databázové (číselníku hodnot) - vytvoření tabulky s názvy hodnot	> 3
ORG	Bude nutno definovat a nastavit oprávnění pro příslušné organizační složky (uvažujme <i>n</i>) pro - změny, - zpracování a - zobrazení - tohoto pole a - polí kontrolní tabulky.	> 5 <i>n</i>
SW	Bude nutno naprogramovat funkce pro - vstup hodnot pole - výstup hodnot - zpracování - údržbu hodnot číselníku	> 4
UR	Bude nutná úprava (rozšíření) stávajícího UR. Nové pole alespoň v jedné aplikaci, nové obrazovky pro údržbu hodnot.	> 2
EKO	Všechny uvedené změny zvyšují pořizovací a/nebo provozní náklady IS. Nárůst počtu SLOC zvýší riziko chybovosti.	

Z podmínky vzájemné konzistence modelů jednotlivých dimenzí tedy vyplývá, že zvýšení komplexity některých dimenzí implikuje zvýšení komplexity některých dalších dimenzí jak znázorňuje obrázek 2. Nárůst komplexity systému po přidání prvku do dimenze *j* vyjádříme jako

$$C(S_{j+1}) = C(S) + \sum_{i=1}^{r-1} j_i, \quad (2)$$

kde *d* je počet uvažovaných dimenzí a *K_{ij}* je počet entit dimenze *i* které do ní je nutno přidat abychom zachovali logickou a funkční konzistenci modelů, jakmile přidáme jeden prvek v dimenzi *j*.

Například přidáním dalšího procesu nebo procesního kroku do dimenze IST-PROC způsobí minimálně nárůst komplexity dimenzí IST-INF, IST-ORG a IST-SW.

Je zřejmé, že pokud přidáme nezávisle na sobě prvky do více dimenzí, například rozšíříme současně proces a organizační strukturu podniku, dojde k multiplikacím,

kteře složitost dále zvednou. Přidáním n prvků do systému, tedy n_j prvků do každé dimenze j navýší tedy celkovou složitost následovně:

$$C(S + n) = C(S) + \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^{d-1} K_{ji} \times n_j, \text{ platí } n = \sum_{j=1}^d n_j \quad (3)$$

Obrázek 2 znázorňuje matici dimenzí a možné kauzální vztahy v čase.

Je zřejmé, že rozšíření globální podnikové strategie o nějaký záměr nebo činnost implikuje zvýšení počtu firemních procesů, inforatických služeb a dalších prvků, které v dalších fázích způsobí i růst komplexity IS. Obrázek číslo 2 znázorňuje jednotlivé obsahové dimenze MMDIS a příklady vzájemného vlivu na vývoj jejich komplexity během životního cyklu IS

	inf	proc	org	pra	sw	hw	ur	eko
GST	GST(inf)	GST(proc)	GST(org)	GST(pra)	GST(sw)	GST(hw)	GST(ur)	GST(eko)
IST	IST(inf)	IST(proc)	IST(org)	IST(pra)	IST(sw)	IST(hw)	IST(ur)	IST(eko)
US	US(inf)	US(proc)	US(org)	US(pra)	US(sw)	US(hw)	US(ur)	US(eko)
GAN	GAN(inf)	GAN(proc)	GAN(org)	GAN(pra)	GAN(sw)	GAN(hw)	GAN(ur)	GAN(eko)
DAN	DAN(inf)	DAN(proc)	DAN(org)	DAN(pra)	DAN(sw)	DAN(hw)	DAN(ur)	DAN(eko)
IM	IM(inf)	IM(proc)	IM(org)	IM(pra)	IM(sw)	IM(hw)	IM(ur)	IM(eko)
ZA	ZA(inf)	ZA(proc)	ZA(org)	ZA(pra)	ZA(sw)	ZA(hw)	ZA(ur)	ZA(eko)
PU	PU(inf)	PU(proc)	PU(org)	PU(pra)	PU(sw)	PU(hw)	PU(ur)	PU(eko)

Obrázek 2. Časová a obsahové dimenze

3.2 Komplexita sama roste

Zavedení nového procesu, založení dalšího záznamu v číselníku kontrolní tabulky, vytvoření nového pole v tabulce databáze nebo rozšíření uživatelského rozhraní o nový prvek. To všechno jsou běžné operace, ke kterým dochází během provozu IS. Každá z nich je mírným zvýšením složitosti dané dimenze a má současně za následek zvýšení složitosti ostatních závislých dimenzí jak je popsáno v předešlé kapitole 3.1.

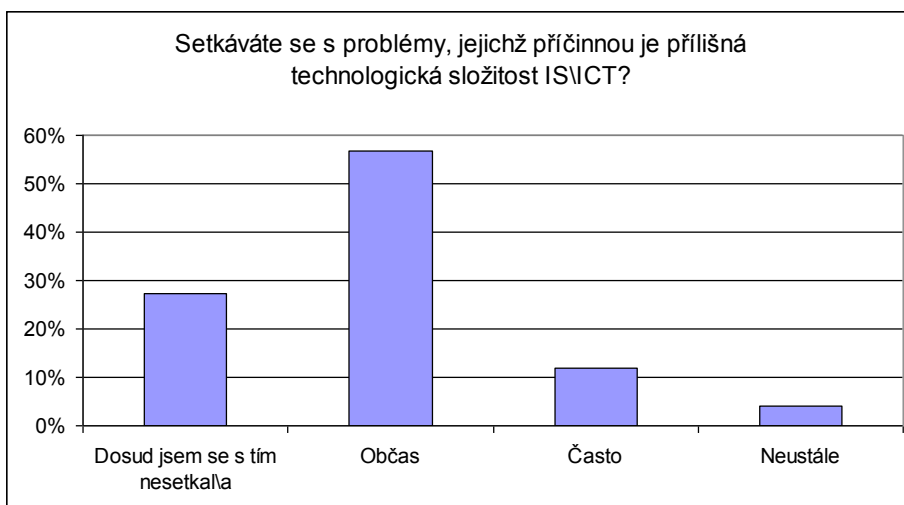
K opačným akcím, tedy vypreparování a odstranění procesu z IS, nebo smazání záznamů nebo dokonce polí v tabulce dochází daleko méně často a někdy je ani nelze provést (například existují již záznamy v závislých tabulkách atd.). V každém případě se v porovnání s rozšiřováním jedná o nákladné a rizikové operace.

Z výše uvedeného vyplývá, že komplexita v informačním systému, který není cíleně zjednodušován, během jeho životního cyklu roste.

4. Dotazníkový průzkum

Pro ověření hypotézy, že komplexita IS je nežádoucí, a že vzniká i z jiných důvodů, než jsou potřeby podniku, byl použit dotazníkový průzkum.

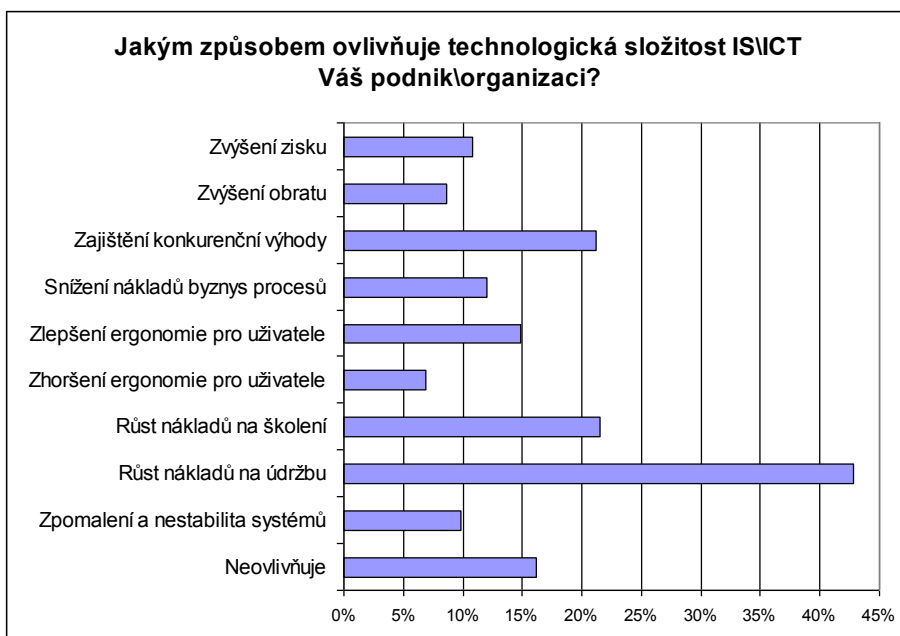
Průzkumu, který byl připraven KIT VŠE v roce 2010, se zúčastnilo šest set českých společností. Kromě jiných témat (32), jsme se zaměřili i na problematiku komplexity IS. Průzkum ukázal některé důležité aspekty problematiky komplexnosti a podpořil hypotézy hovořící o negativních dopadech komplexity.



Obrázek 3. Setkáváte se s problémy, jejichž příčinou je přílišná složitost IS/ICT?

Je zřejmé, že podniky si jsou vědomy problémů, které jim komplexita způsobuje. Celkem 73% respondentů se občas nebo často setkává s problémy, jejichž příčinou je přílišná složitost IS/ICT, viz obrázek 3.

Nejčastěji označovali respondenti jako dopad složitosti IS/ICT růst nákladů na údržbu. Pětkrát tolik respondentů odpovědělo, že komplexita přináší růst nákladů na školení, než že zvyšuje zisk. Více odpovědí také například potvrzuje dopad komplexity na zhoršení než na zlepšení ergonomie pro uživatele. Viz obrázek 4.

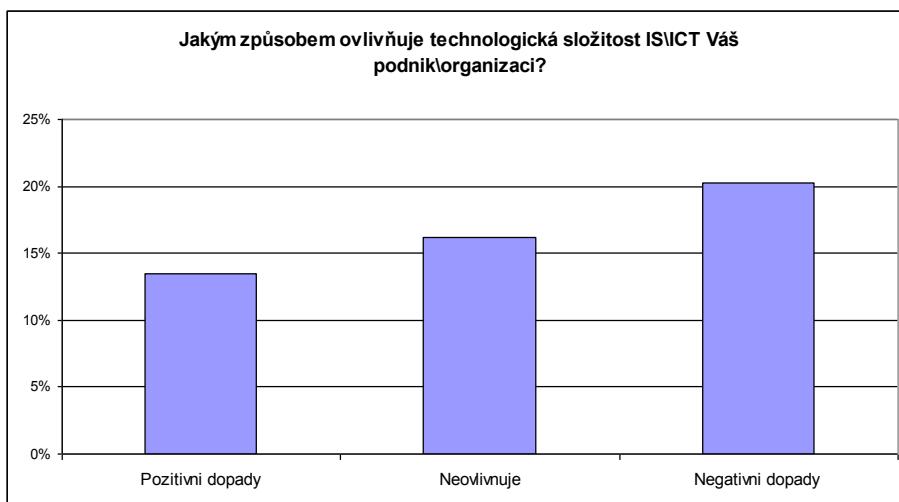


Obrázek 4. Jakým způsobem ovlivňuje složitost IS/ICT Váš podnik/organizaci?

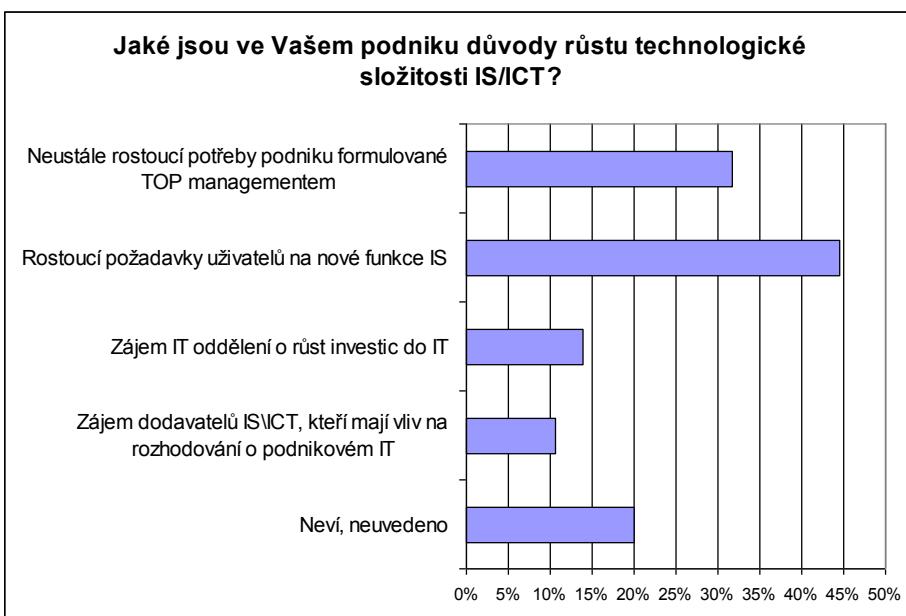
Převážná většina respondentů přiznala negativní dopady komplexity: tedy růst nákladů na školení, růst nákladů na údržbu, zhoršení ergonomie pro uživatele a zpomalení a nestabilitu systémů. Daleko méně odpovědí přisoudilo složitosti pozitivní efekty: snížení nákladů byznys procesů, zajištění konkurenční výhody, zlepšení ergonomie pro uživatele, zvýšení obrátu nebo zvýšení zisku. Viz obrázek 5.

V oblasti řízení informatiky přinášejí složitější systémy na jedné straně výhodu tehdy, když dokáží vhodně podporovat všechny procesní varianty a uspokojovat i náročné požadavky zákazníků nebo uživatelů.

Na druhé straně je to vykoupeno vyššími pořizovacími náklady, vyššími náklady na údržbu, změny a rozhraní s jinými systémy.



Obrázek 5. Jakým způsobem ovlivňuje složitost IS/ICT Váš podnik\organizaci?



Obrázek 6. Jaké jsou důvody růstu komplexity IS/ICT?

Některé odpovědi, které vidíme na obrázku 6 naznačují, že stávající míra komplexity IS není vždy nutně potřebná pro efektivní chod podniku, není podložena informační strategií, ale že může být důsledkem špatného managementu, iracionálních, náhodných nebo dokonce korupčních praktik .

Tyto a další odpovědi ukazují, že problematika komplexity je jednoznačně podceněna a že chybí teoretické i praktické nástroje a metodiky pro její zvládnání.

5. Jaké jsou dopady komplexity IS?

5.1 Vliv komplexity na úspěšnost projektů

Z předcházejících kapitol vyplývá, že i drobná navýšení složitosti během ICT projektů mohou podstatně navýšit náročnost vývoje a implementace ale i údržby. Je zřejmé, že toto negativně ovlivní všechny hlavní ukazatele úspěšnosti projektu, kterými jsou především cena, čas a vytížení zdrojů: vzroste počet funkcí a počet řádků programu, zvětší se počet testovacích případů, vzrostou náklady a čas potřebný na školení, to vše se v konfrontaci s plánovaným rozpočtem a termíny může negativně odrazit na kvalitě a s tím spojenými riziky implementace a provozu IS.

5.2 Vliv komplexity na podnik

V oblasti řízení informatiky přináší složitější systémy na jedné straně výhodu tehdy, když dokáží vhodně podporovat všechny procesní varianty a uspokojovat i náročné požadavky zákazníků nebo uživatelů a poskytnout podniku konkurenční výhodu na trhu.

Na druhé straně je to vykoupeno vyššími pořizovacími náklady, vyššími náklady na údržbu, změny a rozhraní s jinými systémy.

Je tedy důležité, aby IS byl natolik sofistikovaný (komplexní) aby dokázal efektivně pokrýt maximum podnikových požadavků, ale současně je nutné aby neobsahoval složitost nad rámec těchto požadavků.

Ideální IS by měl potom pokrývat pouze ty požadavky, jejichž pokrytí přinese vyšší užitek, než jsou celkové náklady spojené s jejich pokrytím.

Komplexita jednotlivých obsahových dimenzí MMDIS má dopad na konkrétní metriky pro měření výkonnosti podnikové informatiky. Kompletní výčet a detailní popis jednotlivých kauzalit přesahuje rámec tohoto článku, uvedme však alespoň některé z nich.

5.2.1 Funkce/procesy (PRO)

Každý proces v podniku přináší nutnost nejen definovat a sledovat jeho metriky ale musí mít i svého vlastníka. Personální i časové náklady tedy rostou s každým přidaným procesem.

5.2.2 Data/informace (INF)

Typická tabulka v databázi IS obsahuje zpravidla data historická, převzatá z minulého, někdy i předminulého IS, data aktuální odpovídající momentálnímu nastavení procesů a je třeba počítat s tím, že další data přibudou v budoucnosti. Již tento fakt znamená určitou náročnost pro osobu odpovědnou za kvalitu těchto dat a s tím spojené personální náklady. Každé další datové úložiště znamená nárůst těchto nákladů. V případě úložišť s velkým množstvím dat přicházejí i další náklady na jejich archivaci, optimalizaci a rozšiřování databáze a rizika zpomalení odezvy IS.

5.2.3 Organizace a struktura podniku (ORG)

Organizační struktura podniku, často definovaná zbytečně složitě již v globální podnikové strategii bez znalosti technologických aspektů TASW vede k nárůstu komplexity v dalších fázích vývoje a implementace IS. V dalších fázích s sebou přinese nárůst struktury dat, nese riziko vzniku jejich redundancí a klade nároky na design, implementaci a údržbu systému rolí a oprávnění.¹⁰

5.2.4 Software (SW)

Softwarová komplexita IS přináší rizika a náklady nejen během provozu a údržby, ale zejména v okamžiku realizace změnových požadavků, při propojování s dalšími systémy, změnami dodavatelů IT služeb a v neposlední řadě při vyřazení dotyčného a přechodu na nový IS.

5.2.5 Hardware (HW)

Složitost hardwarové dimenze znamená nejen náklady na jeho pořízení nebo pronájem, ale zejména náklady spojené s jeho administrací, provozem a údržbou, které se stoupající komplexitou rovněž rostou.

5.2.6 Uživatelské rozhraní (UR)

Struktura a ergonomie uživatelského rozhraní má přímý vliv na efektivitu práce uživatele. Designer nebo programátor si často neuvědomuje, že když aplikace sestává místo z jedné ze tří obrazovek znamená to pro uživatele místo dvou kliknutí šest. U málo používaných aplikací to zpravidla nehraje roli, ale pokud se jedná o ERP aplikaci se kterou v daném podniku pracuje osm hodin denně deset lidí, znamená to pro ně ztrojnásobení práce. Dopady na efektivitu jsou zřejmé.

Stejně tak každé pole v UR znamená nejen nutnost jeho vyplnění nebo kontroly, ale také jeho zařazení do školení a uživatelské dokumentace včetně témat jako je seznam povolených hodnot a role oprávnění uživatelů. S tím jsou spojeny jak časové tak finanční náklady během implementace ale i při zaučování nových pracovníků.

¹⁰ *Například v nejmenovaném výrobním podniku rozhodlo představenstvo při přechodu na SAP R/3, že firma bude mít 100 "prodejních organizací", neboť takto tomu bylo i ve starém IS. Ve starém IS však prodejní organizace byla pouze informativním polem, které se tisklo na fakturu spolu s adresou. V SAP R/3 ale prodejní organizace představuje důležité členění z hlediska struktury modulů SD a MM a tento požadavek měl za následek, že kmenová data odbytu pro každý materiál a každého zákazníka bylo nutno uložit v databázi stokrát (!) přestože byla pro všechny prodejní "organizace" naprosto shodná. Zbytečný nárůst složitosti IST tak měl za následek zestonásobení velikosti odbytové databáze, zhoršení odezvy všech příslušných transakcí a zejména neuvěřitelný nárůst času na údržbu odbytových dat materiálů a zákazníků, neboť každou změnu u jednoho z nich bylo nutno zadat skutečně stokrát (!). Projektovému týmu, který identifikoval problém ve fázi implementace, přesto trvalo tři měsíce (!), než se podařilo dosáhnout zjednodušení zadání a místo prodejní organizace pak bylo použito pole "prodejní kancelář", které je pouze informativní a nárůst komplexity organizační struktury ani databáze neznamená. Dopad, který měla v tomto případě zbytečně složitá IST na trvání, náklady a kvalitu projektu je zřejmý.*

6. Complexity management

Z výše uvedeného vyplývá, že je nezbytné komplexitu IS řídit, protože v opačném případě tato roste a s ní rostou podniku náklady a rizika a snižuje se efektivita. Jak vyplývá z kapitoly 3.2 je obtížné komplexitu v IS snižovat. Proto je hlavní metodou pro zachování optimální komplexity nedopustit její zvyšování. A to jak během návrhu a vývoje IS tak během jeho provozu a údržby.

6.1 Je možné zajistit optimální komplexitu?

Optimální komplexita IS je nejnižší možná komplexita, která splňuje požadavky definované v GST/IST.

Omezování komplexity je složité a i kdyby se nám to podařilo, z důvodů uvedených výše pravděpodobně nebude možné provést efektivní opatření k jejímu snížení. Je jednodušší vznik nežádoucí komplexity nedopustit, než ji odstraňovat.

Optimální cestou zůstává striktní dodržení minimalistické IST a to ve všech klíčových fázích pořízení nebo vývoje IS. Vhodným opatřením by mohl být systematický audit komplexity nejen GST a IST a jednotlivých modelů ve všech fázích životního cyklu IS. Stejně jako i audit projektových záměrů a zadávacích dokumentací pro výběrová řízení.

Každý z těchto dokumentů nebo modelů by měl být podroben cílenému zjednodušení a měly by z něj být odstraněny všechny nepotřebné prvky dříve než se stane vstupem pro další zpracování.

Cílem řízení informatiky by mělo být co největší přiblížení k optimální komplexitě IS.

V minulých kapitolách jsme si popsali zákonitosti a mechanismus vzniku a růstu složitosti, nyní se podívejme na příčiny, které složitost způsobují a na možnosti jejich eliminace.

6.2 Firemní strategie a vedení projektů

K neplánovanému navýšení komplexity může vést již nevhodná nebo neúplná podniková nebo informační strategie. Pracovníci v projektu zavádění IS potom IST pouze odhadují a budují systém nikoliv pro podnik, ale implementují funkce, o kterých se domnívají, že je snad někdy bude někdo potřebovat. Každý má jinou představu o GST a IST a přichází z jinými návrhy. Pro vedoucího projektu, který není s procesy v podniku dokonale obeznámen a nebo nechce podstoupit konfrontaci často bývá jediným východiskem vyhovět všem zainteresovaným stranám a implementovat vše co požadují jednotlivé zainteresované strany.

„Důvodem vůbec nemusí být korupce, nýbrž alibismus úředníků a jejich snaha být za každou cenu krytý. Poptávané řešení proto raději předimenzují nebo z neznalosti zvolí nevhodnou strategii. Důsledkem jsou předražené projekty, které mnohdy ani neplní svou očekávanou funkci či jsou v době dokončení již zastaralé“¹¹

¹¹ soudní znalec v oblasti informačních technologií Ivan Janoušek ze znaleckého ústavu APOGEO Esteem (www.apogeo.cz)

Řešením je zde jasná podniková strategie a silný a kompetentní vedoucí projektu, který dokáže efektivně transformovat skutečné potřeby podniku do požadavků na IS.

6.3 Různé zájmové skupiny

Ne všechny zúčastněné strany v projektu však mají vždy zájem na optimální míře komplexnosti. Analýza, modelování a vývoj dnešních IS jsou vysoce odborné činnosti, na kterých se účastní často až desítky specialistů. V závislosti na tom, jakým způsobem podnik pořizuje IS hrají v rozhodovacích procesech často roli externí dodavatelé. Je veřejným tajemstvím, že v oblasti ICT zakázek hraje svoji roli i korupce ze strany dodavatelů.

„Zakázky z oblasti informačních a telekomunikačních technologií (ICT) jsou ve státní a soukromé sféře zbytečně předražené. Zhruba 30 až 35 procent vynaložených finančních prostředků je vynakládáno naprosto neúčelně: přinášejí nulový nebo jen zanedbatelný efekt.“¹²

Jaké mohou být cíle a motivace jednotlivých zúčastněných stran na snížení nebo naopak navýšení složitosti IS implementovaného externím dodavatelem nám ukazuje tabulka 4.

Tabulka 4. Cíle a vliv zainteresovaných stran v projektu

Zainteresaná strana	Cíl	Vliv	Motivace
Finanční ředitel odběratele	Snížit	Nízký	Úspora nákladů
IT ředitel odběratele	Snížit	Vysoký	Udržitelnost IS
Projekt manažer odběratele	Snížit	Vysoký	Snížení nákladů
IT oddělení odběratele	Zvýšit	Vysoký	Posílení vlivu IT
Projekt manažer dodavatele	Zvýšit	Vysoký	Vícepráce a dražší podpora
Solution architekt	Zvýšit	Vysoký	Zajímavé technické řešení
Programátor - Subdodavatel dodavatele	Zvýšit	Vysoký	Vícepráce
Konzultant dodavatele	Zvýšit	Vysoký	Vícepráce
Výrobce IS	Zvýšit	Střední	Navýšení licencí
Klíčový uživatel 1	Zvýšit	Střední	Zlepšení podpory procesů
Koncový uživatel 1	Zvýšit	Střední	Usnadnění práce
Klíčový uživatel 2	Snížit	Střední	Snížení nákladů na školení
Koncový uživatel 2	Snížit	Střední	Usnadnění práce

Z tabulky je zřejmé, že ne všechny zainteresované strany mají zájem na tom, aby IS měl ekonomický přínos pro podnik, ale významná část z nich má jiné zájmy. Pokud se k tomu přidá korupce významných stakeholderů na straně odběratele, může se celý projekt několikanásobně prodražit a jeho výsledkem bude složitý a obtížně udržovatelný systém, který oproti původní potřebě podniku nebude mít žádnou přidanou hodnotu, naopak kromě vyšších nákladů přinese i značná rizika.

¹² z analýzy ICT projektů za poslední tři roky, které realizoval tým soudních znalců a IT expertů poradenské společnosti APOGEO Group (www.apogeo.cz)

Důležitým úkolem je tedy kvalifikovaný stakeholders management na jehož základě dokážeme eliminovat vliv těch zainteresovaných stran, jejichž cíle se rozcházejí s cíli podniku.

6.4 Zralost procesů

V případě, že vnitropodnikové procesy nejsou stabilizovány, často se modifikují a rozhodneme se je modelovat, může se stát, že budeme muset postihnout všechny (i potencionální) varianty procesu. Zde je potom otázkou, zda má smysl vůbec daný proces automatizovat a nebo zda nenavrhnout přímo model příslušného metaprocessu, který by dokázal dynamiku daného procesu postihnout.

6.5 Sledování a zlepšování kvality dat

Jedním z prostředků boje proti nežádoucí komplexitě je čištění dat, které zmenší objemy dat a odstraní potencionální důvody pro rozšiřování funkcionality IS, která by pokryla všechny možné případy.

Jedním z aspektů, který si může vynutit specifické procesní postupy je totiž i špatná kvalita dat, jejich zastaralost, redundance nebo nekonzistence. V případě, že investujeme do vyčištění dat, usnadníme nejen následnou práci s nimi, ale často zjednodušíme i požadavky na dodatečné funkce IS.

7. Shrnutí

V tomto článku se podařilo potvrdit následující hypotézy:

- **Komplexita IS je aktuální a důležité téma**

Komplexita IS se dnes stává stále větším problémem a výzvou nejen pro řízení informatiky ale i pro celý management podniku a přináší s sebou významný růst nákladů, který v mnohých případech znehodnocuje investice do informačních technologií.

- **Příčiny vzniku komplexity nejsou vždy legitimní, někdy ani legální**

Během vývoje a řízení informačních systémů dochází k růstu jejich složitosti nejen z důvodů potřeb podniku, ale i z důvodů, které nejsou podloženy GST/IST. Na růstu složitosti mají často vliv i jednotliví uživatelé, IT oddělení nebo dodavatelé, jejichž zájmy logicky nemusí být vždy v souladu se zájmy podniku.

- **Růst komplexity jedné MMDIS-dimenze IS způsobí růst komplexity i v jiných dimenzích IS**

Růst komplexity jakékoliv dimenze IS má negativní dopad na růst komplexity ostatních dimenzí nejen v dané fázi vývoje IS, ale i ve fázích následujících. Dochází tak k nekontrolovanému růstu těchto nežádoucích komplexit jejímž výsledkem je informační systém s takovou mírou složitosti, že její negativní dopady na podnik mohou převážit pozitivní přínosy daného řešení.

- **Řízením komplexity během životního cyklu IS je možno jeho komplexitu minimalizovat**

Pokud návrh a vývoj systému probíhá přesně podle potřeb globální podnikové strategie a informační strategie, nedochází během životního cyklu IS ke vzniku nežádoucí komplexity jednotlivých dimenzí. Pro potřeby rozhodování není nezbytně

nutné změřit komplexitu exaktně, postačí mít nástroj na porovnání komplexity dvou (nebo více) řešení a následně vybrat vždy to nejjednodušší. Dostatečnou metrikou se ukazuje počet entit UML modelu dané dimenze.

- **Komplexita nezjednodušovaného IS roste**

Vzhledem k tomu, že systém během svého životního cyklu podléhá změnám a častější jsou změny, které komplexitu zvyšují než ty, které ji snižují, dochází neustále k růstu jeho složitosti.

- **Zbytečná komplexita je nežádoucí - optimální úroveň složitosti je ta nejnižší**

Z výše uvedených závěrů vyplývá, že komplexita, která neodpovídá požadavkům podniku na IS je nežádoucí a optimální úroveň složitosti je tedy složitost minimální, které ještě dokáže vyhovět požadavkům GST/IST a potřebám podniku.

Podrobná analýza jednotlivých metrik a kvantifikace jejich dopadu na metriky podnikové výkonnosti se ukázala jako již přesahující rámec tohoto článku a jistě by si zasloužila samostatné zkoumání.

Stejně tak podrobnější analýza a kvantifikace kauzalit mezi jednotlivými i dalšími obsahovými dimenzemi MMDIS je námětem pro další vědeckou práci.

Další výzvou pro informatiky je návrh nové nebo rozšíření některé ze stávajících rámců nebo metodik se zaměřením na sledování složitosti vyvíjených, spravovaných nebo auditovaných systémů.

Článek byl zpracován v rámci výzkumného projektu GAČR P403/10/092. Dotazníkový průzkum byl součástí výzkumného projektu GAČR P403/10/0303.

8. Literatura

- [1] IBM | 2010 Chief Executive Officer Study. In: [online]. 1 April 2009. [Accessed 4 May 2011]. Available from: <http://www-935.ibm.com/services/us/ceo/ceostudy2010/index.html>.
- [2] KAUFFMAN, Stuart A. *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. 1. S.l.: Oxford University Press, USA, 1993. ISBN 0195079515.
- [3] LASZLO, Ervin. *The systems view of the world: a holistic vision for our time*. Cresskill NJ: Hampton Press, 1996. ISBN 9781572730533.
- [4] JOHNSON, Neil. *Simply Complexity: A Clear Guide to Complexity Theory*. Reprint. S.l.: Oneworld Publications, 2009. ISBN 1851686304.
- [5] KOLMOGOROV, A. N. and FOMIN, S. V. *Elements of the Theory of Functions and Functional Analysis*. S.l.: Dover Publications, 1999. ISBN 0486406830.
- [6] ARORA, Sanjeev and BARAK, Boaz. *Computational Complexity: A Modern Approach*. 1. S.l.: Cambridge University Press, 2009. ISBN 0521424267.
- [7] HOMER, Steven and SELMAN, Alan L. *Computability and Complexity Theory*. 1st Edition. S.l.: Springer, 2010. ISBN 1441928650.
- [8] BANSAL, V. and NEGI, T. A Metric for ERP Complexity. In: *Business Information Systems*. S.l.: s.n., 2008. pp. 369–379.
- [9] PHUKAN, A, KALAVA, M and PRABHU, V. Complexity metrics for manufacturing control architectures based on software and information flow. In: *Computers &*

- Industrial Engineering*. August 2005, Vol. 49, no. 1, pp. 1-20.
DOI 10.1016/j.cie.2005.01.005.
- [10] GEER, D. E. Complexity Is the Enemy. In: *Security & Privacy, IEEE*. 2009, Vol. 6, no. 6, pp. 88.
- [11] MASON, P. and COSH, K. Managing complexity in ICT systems development. In: *International Journal of Information Technology and Management*. 2008, Vol. 7, no. 3, pp. 264–282.
- [12] MANSO, M., GENERO, M. and PIATTINI, M. No-redundant metrics for uml class diagram structural complexity. In: *Advanced Information Systems Engineering*. S.I.: s.n., 2010. pp. 1029–1029.
- [13] RECKER, J. C, ZUR MUEHLEN, M., SIAU, K., ERICKSON, J. and INDULSKA, M. Measuring method complexity: UML versus BPMN. In: S.I.: s.n., 2010.
- [14] MA, Y., HE, K., LI, B., LIU, J. and ZHOU, X. A Hybrid Set of Complexity Metrics for Large-scale Object-oriented Software Systems. In: *J. Comput. Sci. Technol.* 2010, Vol. 25, no. 4.
- [15] LASSEN, K. B and VAN DER AALST, W. M.P. Complexity metrics for Workflow nets. In: *Information and Software Technology*. 2009, Vol. 51, no. 3, pp. 610–626.
- [16] Mlýnský, Zdeněk. *Efektivnost informačních systémů*. 2., rozšířené vyd. Praha: Grada, 2001. ISBN 9788024700878.
- [17] NOVOTNÝ, Ota. Měření výkonnosti podnikové informatiky – teorie a praxe. In: *CIO Business World* [online]. 2007, Available from: <http://businessworld.cz/reseni-a-realizace/mereni-vykonnosti-podnikove-informatiky-teorie-a-praxe-3583-p3830>.
- [18] UČEŇ, Pavel. *Metriky v informatice: jak objektivně zjistit přehlednost a kvalitu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. ISBN 9788024700809.
- [19] MARYŠKA, Miloš. *Metriky v informatice. Diplomová práce VŠE, 2006*. 2006. S.I.: VŠE.
- [20] DIESTEL, Reinhard. *Graph Theory*. 4th Edition. S.I.: Springer, 2010. ISBN 3642142788.
- [21] DEHMER, Matthias. *Structural Analysis of Complex Networks*. 1st Edition. S.I.: Birkhäuser Boston, 2010. ISBN 0817647880.
- [22] VOŘÍŠEK, Jiří. *Řízení a řízení*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 1997. ISBN 9788085943405.
- [23] VOŘÍŠEK, Jiří a kol.. *Principy a modely řízení v informatice*. Vyd. 1. V Praze: Oeconomica, 2008. ISBN 9788024514406.
- [24] PUBLISHING, Van Haren. *IT Governance based on Cobit 4.1 - A Management Guide*. 3rd. S.I.: Van Haren Publishing, 2007. ISBN 9087531168.
- [25] PUBLISHING, Van Haren. *ITIL® V3: A Pocket Guide*. 1. S.I.: Van Haren Publishing, 2007. ISBN 9087531028.
- [26] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. 4th ed. Newtown Square Pa.: Project Management Institute Inc., 2008. ISBN 9781933890517.

- [27] HEDEMAN, B; Seegers, R. *PRINCE2 Edition 2009: A Pocket Guide*. S.I.: VAN HAREN PUBLISHING, 2009. ISBN 9087535449.
- [28] OSWALD, Gerhard. *SAP Enterprise Support - ASAP to Run SAP*. 2nd New edition. S.I.: SAP Press, 2010. ISBN 1592293492.
- [29] MENDLING, J., VERBEEK, H. M. W., VAN DONGEN, B. F, VAN DER AALST, W. M.P and NEUMANN, G. Detection and prediction of errors in EPCs of the SAP reference model. In: *Data & Knowledge Engineering*. 2008, Vol. 64, no. 1, pp. 312–329.
- [30] Ř Č ě ČN . 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 9788024712819.
- [31] HELENE ABRAMS. Growing Complexity Limits Business Value | Agility by Design - an Oracle E-Business Suite Blog and Technical Tips. In: [online]. [Accessed 7 February 2011]. Available from: <http://www.eprntise.com/agilitybydesign/2009/04/growing-complexity-limits-business-value/>.
- [32] BRUCKNER, Tomáš. Kdo odpovídá za definici požadavků na ICT služby a jaká SLA jsou definována v podnicích v ČR (Výsledky průzkumu) | Česká společnost pro systémovou integraci. In: *Systémová integrace 4/2010* [online]. 2010, Vol. 4. [Accessed 4 February 2011]. Available from: <http://www.cssi.cz/cssi/kdo-odpovídá-za-definici-požadavků-na-ict-slужby-jaká-sla-jsou-definována-v-podnicích-v-čr-výsledky>.

JEL: M15