

Míry kvality v procesním modelování

Measures of Quality in Business Process Modelling

Radek Hronza*, Josef Pavlíček*, Richard Mach†, Pavel Náplava*

Abstrakt

Procesní analýza a modelování byznys procesů je jedna z významných částí aplikované (byznys) informatiky. Kvalita byznys procesů (diagramů) je v této oblasti velmi důležitá. Cílem každého procesního analytika by měla být tvorba srozumitelných, jednoznačných a bezchybných procesních diagramů. Pokud je proces řádně popsán, lze jej využít jako vstup pro detailnější analýzu a optimalizaci. Lze předpokládat, že řádně vytvořený a popsán diagram byznys procesu (obdobně jako řádně napsaný algoritmus) bude obsahovat charakteristiky, které lze matematicky popsat. Kromě toho by bylo možné vytvořit nástroj, který by pomohl procesním analytikům vytvářet vhodné procesní diagramy. V rámci tohoto přehledového článku bude realizována rešerše dostupné literatury, jejíž cílem je nalezení a následné provedení analýzy míry návrhu a kvality byznys procesů. Rešerší bylo nalezeno, že zmíněná oblast již byla předmětem výzkumu. Bylo nalezeno třicet tři vědeckých publikací a dvacet dva měř kvality. Závěrem lze říci, že nalezené vědecké publikace a míry kvality nereflktují všechny důležité atributy jasnosti, jednoduchosti a úplnosti modelů byznys procesů. Z toho důvodu by bylo vhodné obohatit existující míry kvality diagramů byznys procesů.

Klíčová slova: Modelování byznys procesů, analýza byznys procesů, byznys procesy, míry kvality, BPMN.

Abstract

Business process modelling and analysing is undoubtedly one of the most important parts of Applied (Business) Informatics. Quality of business process models (diagrams) is crucial for any purpose in this area. The goal of a process analyst's work is to create generally understandable, explicit and error free models. If a process is properly described, created models can be used as an input into deep analysis and optimization. It can be assumed that properly designed business process models (similarly as in the case of correctly written algorithms) contain characteristics that can be mathematically described. Besides it will be possible to create a tool that will help process analysts to design proper models. As part of this review will be conducted systematic literature review in order to find and analyse business process model's design and business process model's quality measures. It was found that mentioned area had already been the subject of research investigation in the past.

* Center for Knowledge Management, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, Technická 2, 166 27 Praha 6 - Dejvice, Czech Republic
✉ hronzrad@fel.cvut.cz, pavlijo5@fel.cvut.cz, naplava@fel.cvut.cz

† Faculty of Information Technology, Czech Technical University in Prague, Technická 2, 166 27 Praha 6 - Dejvice, Czech Republic
✉ machrich@fit.cvut.cz

Thirty-three suitable scientific publications and twenty-two quality measures were found. Analysed scientific publications and existing quality measures do not reflect all important attributes of business process model's clarity, simplicity and completeness. Therefore it would be appropriate to add new measures of quality.

Keywords: Business process modelling, Business process analysing, Business processes, Measures of quality, BPMN.

1 Úvod

Drtivá většina institucí (komerčních i nekomerčních) je čím dál tím více nucena přemýšlet nad efektivitou svého fungování. Nejen kvůli nedostatku financí na vlastní provoz, ale především z důvodu znatelného růstu konkurenčního prostředí, narůstající globalizaci a rychlosti změn na trhu. Bez znalosti fungování organizace a schopnosti jejího hodnocení to v podstatě není možné. Proto hraje výkonnost a efektivní využití zdrojů organizace čím dál tím významnější roli. Nejen dnes, ale i v budoucnu. Jedním z možných způsobů, jak řízeně zlepšovat efektivitu fungování organizace, je zavedení procesního řízení, založeného na sdílené znalosti vlastních procesů.

Toho si je vědoma i Fakulta elektrotechnická Českého vysokého učení technického v Praze, kde již od roku 2009 probíhá projekt procesního mapování podpůrných a vybraných hlavních procesů. Realizaci projektu zajišťuje, pro tyto účely nově založené a specializované, interní Centrum Znalostního Managementu (Hronza & Špeta, 2013; Náplava et al., 2014) dále jen CZM. Identické projekty, které potvrzují potřebu efektivního řízení organizace jak v nekomerčním, tak i komerčním prostředí, jsou / byly ze strany CZM realizovány také na Fakultě strojní Českého vysokého učení technického v Praze, Západočeské univerzitě v Plzni, Univerzitním centru energeticky efektivních budov Českého vysokého učení technického v Praze a ve firmě Škoda Praha Invest. Do budoucna lze očekávat, že poptávka po procesním mapování (případně navazující optimalizaci procesů) bude, nejen ze strany akademických institucí, vysoká. Také se dá očekávat, že se v aktuální nebo modifikované podobě stane nezbytným standardem pro efektivní fungování všech organizací. Praktické zavedení procesního řízení ale není ani jednoduchou, ani krátkodobou a ani jednorázovou činností. Například v rámci výše zmíněných několika projektů bylo zmapováno a namodelováno řádově přes tisíc procesů. Vše v notaci BPMN, která je pro svou jednoduchost a intuitivnost pro tyto účely jednou z nejvhodnějších.

Jednoduchost a intuitivnost notace BPMN na jedné straně, přináší celou řadu problémů na straně druhé. V průběhu procesního mapování se jak pracovníci CZM, tak i samotní uživatelé (zaměstnanci) mapovaných institucí empiricky setkávali s celou řadou problémů, které z nedostatků notace BPMN vycházely (Van Nuffel, Mulder, & Van Kervel, 2009). Jednalo se především o následující problémy:

- Značná rozdílnost úrovně zachycených detailů (komplexitě) mapovaných procesů, které byly namodelovány různými analytiky a uživateli.
 - Různí analytici dle svých schopností, zkušeností a informací od uživatelů zachytí stejný proces různě. Lze měřit úroveň zachycených detailů?
- Syntaktické chyby ve zmapovaných procesech, zachycených pomocí notace BPMN.
 - Často zapříčiněno nejasným a nedefinovaným způsobem využití příslušných prvků notace BPMN. Lze strojově rozpoznávat špatné vzory?
- Změna rolí účastníků zmapovaných procesů v průběhu vykonávání jediného procesu.

- V jednom procesu by každý uživatel měl mít přiřazenou jedinou roli. Pokud dochází ke změně role, je potřeba proces rozdělit na podprocesy.
- Nesrozumitelnost zmapovaných procesů, které bylo zapříčiněno vysokým množstvím použitým symbolům BPMN v rámci jediného procesu.
 - Již s principu lze prohlásit, že proces o malém počtu elementů bude zajisté přehlednější než proces s vysokým počtem elementů. Jaký je však optimální počet BPMN elementů v rámci jednoho procesu?
- Duplicitní využití stejných symbolů BPMN v rámci jediného procesu.
 - Například jeden koncový stav procesu byl reprezentován více BPMN symboly charakterizující konec.
- Odlišná míra dekompozice jednoho procesu do více podprocesů.
 - Koresponduje s vysokým počtem použitých symbolů notace BPMN. Jaký je maximální počet BPMN elementů na jeden proces?

Výše zmíněné problémy v praxi často vedly k nutnosti nového zmapování celého procesu, nadměrnému (redundantnímu) času, vyžadovanému pro mapování a modelování, zvýšení počtu kontrol kvality a následných úprav vytvořených modelů tak, aby byly výsledné modely jednoduché, pochopitelné, dostatečně detailní a odpovídající reálnému průběhu procesu. Pouze správně zmapovaný a zakreslený proces bylo a je možné považovat za výchozí předpoklad pro následnou analýzu a optimalizaci, která vede ke zlepšení chodu celé organizace.

Cílem tohoto článku je realizace systematické rešerše dostupné literatury (Budgen & Brereton, 2006), za účelem nalezení odpovědí na následující otázky:

- Lze nějakým způsobem měřit kvalitu zmapovaného a namodelovaného procesu?
- Pokud ano, existují již nějaké metody, míry či jiné indikátory kvality?
- Pokud metody, míry či jiné indikátory kvality existují, jsou běžně používány v praxi?
- Pokud metody, míry či jiné indikátory kvality existují, jsou součástí některého z existujících standardů?
- Existují SW nástroje, umožňující míry či ukazatele kvality modelu odpovídajícím způsobem hodnotit?

Smysluplnost položených otázek potvrzuje článek (Vanderfeesten et al., 2007a), kde se autoři zabývají podobnou problematikou měření efektivity řádově desítek tisíc zmapovaných a namodelovaných procesů díky převzatým mírám z oblasti vývoje SW. Z tohoto důvodu v následujícím textu popíšeme průběh a výsledky rešerše dostupné literatury tak, aby došlo k nalezení aktuálních odpovědí na výše položené otázky.

2 Rešerše dostupné literatury

2.1 Průběh rešerše

Rešerše dostupné literatury byla provedena na základě článku (Budgen & Brereton, 2006). Pro zajištění vysoké odbornosti a kvality získaných výstupních dat bylo rozhodnuto o využití následujících informačních zdrojů: Web of Science, ACM Digital Library, EBSCO, IEEE Xplore, Scopus, SpringerLink.

Oblast informací, na které byla rešerše zaměřena, byla zúžena na „procesní míry“, které lze využít pro měření kvality procesních modelů. Na začátku rešerše byly nejdříve využity klíčové slova „Process metrics“ a „BPMN measures“. Následně byl počet nalezených zdrojů informací postupně upravován pomocí změn klíčových slov. Finální podoba klíčových slov se

ustálila na kombinaci "Process quality metrics" a "Process complexity metrics". Použitím těchto klíčových slov a výše zmíněných informačních zdrojů byla vybrána výsledná množina relevantních zdrojů informací. V posledním kroku došlo k ověření, zda výslednou množinu relevantních zdrojů lze ještě doplnit o specifické míry. Toho bylo dosaženo pomocí následujících výrazů:

- Process coupling complexity.
- Process cohesion complexity.
- Control flow complexity.

Výsledná množina relevantních zdrojů informací byla průběžně redukována pomocí následujících doplňkových omezujících kritérií:

- Celý text je dostupný online.
- Akceptovaný jazyk je angličtina nebo čeština.
- Zdroje informací mají formu vědeckého článku, knihy nebo příspěvku na konferenci.

Rešerše informačních zdrojů proběhla v termínu 22. ledna 2015 až 24. února 2015. Obsahuje informace, publikované a dostupné do tohoto data.

2.2 Výsledky rešerše, způsob extrakce a syntézy dat

V průběhu rešerše literatury bylo **nalezeno** celkem **33 relevantních informačních zdrojů** (Ghani et al., 2008; Cardoso et al., 2006; Cardoso, 2005b, 2006, 2007, 2008; Fu et al., 2010; Gruhn & Laue, 2006a, 2006b; Henry & Kafura, 1981; Huang & Kumar, 2009; Khlif et al., 2009, 2010; Kluza & Nalepa, 2012; Lassen & Van Der Aalst, 2009; Latva-Koivisto, 2001; Mendling, Neumann, & Aalst, 2007; Mendling, 2006; Muketha et al., 2010; Parizi & Ghani, 2008; Reijers & Vanderfeesten, 2004; Reijers, 2003; Rolón et al., 2009; Roy et al., 2014; Sánchez-González et al., 2011; Shao & Wang, 2003; Solichah et al., 2013; Thammarak, 2010; Vanderfeesten, Cardoso, & Reijers, 2007; Vanderfeesten et al., 2007a; Vanderfeesten et al., 2008; Vanderfeesten, Reijers, & Van Der Aalst, 2008). Každý z nalezených zdrojů byl autory tohoto článku přečten a analyzován. Během čtení a analýzy bylo nakonec **nalezeno** celkem **22 vhodných měr kvality procesních modelů**.

3 Výsledky rešerše dostupné literatury

3.1 Míry kvality

Nalezených 22 měr kvality procesních modelů lze rozdělit následujícím způsobem:

1. **Number of activities** (NOA, NOT) - (Ghani et al., 2008; Cardoso et al., 2006; Gruhn & Laue, 2006b; Khlif et al., 2009; Kluza & Nalepa, 2012; Mendling et al., 2007; Muketha et al., 2010; Thammarak, 2010; Vanderfeesten et al., 2007a).
 - a. Nejjednodušší forma měření komplexity procesu. Bere v úvahu pouze délku procesu a nebere v úvahu žádné další vlastnosti procesu.
2. **Control-Flow Complexity** (CFC) - (Ghani et al., 2008; Cardoso et al., 2006; Jorge Cardoso, 2005b, 2006, 2007, 2008; Fu et al., 2010; Gruhn & Laue, 2006b; Khlif et al., 2009; Kluza & Nalepa, 2012; Lassen & van der Aalst, 2009; Mendling et al., 2007; Muketha et al., 2010; Parizi & Ghani, 2008; Rolón et al., 2009; Roy et al., 2014; Sánchez-González et al., 2011; Solichah et al., 2013; Thammarak, 2010; Vanderfeesten et al., 2007a; Vanderfeesten et al., 2008).

- a. Míra se zaměřuje na komplexitu struktury větvení procesu (OR-split, XOR-split, AND-split). CFC vyjadřuje složitost jako počet možných průchodů procesem.
3. **Max/mean nesting depth** - (Ghani et al., 2008; Gruhn & Laue, 2006b; Kluza & Nalepa, 2012).
 - a. Míra vyjadřuje složitost vnoření procesu jako počet struktur větvení potřebných k dosažení daného elementu procesu. Míra může být použita spolu s CFC za účelem přesnějšího měření složitosti.
4. **Number of handles** - (Gruhn & Laue, 2006b).
 - a. Míra vyjadřuje počet struktur větvení procesu, který nespĺňují kritérium „well-structuredness“. Toto kritérium přikazuje, aby byly struktury větvení správně vnořené.
5. **Cognitive weight (Cognitive Complexity)** - (Ghani et al., 2008; Gruhn & Laue, 2006a, 2006b; Kluza & Nalepa, 2012; Shao & Wang, 2003; Thammarak, 2010).
 - a. Vyjadřuje složitost porozumění modelu procesu. Tuto složitost vyjadřuje jako sumu kognitivních vah jednotlivých elementů. Váhy elementů jsou určeny na základe empirických studií.
6. **BPM (Anti)Patterns** - (Ghani et al., 2008; Gruhn & Laue, 2006b).
 - a. Míra rozeznává výskyt anti vzorů v procesech. Tj. často se vyskytujících konstrukcí, které vedou ke zvýšení nekorektnosti a složitosti procesu.
7. **Fan-in/Fan-out (Modularization)** - (Ghani et al., 2008; Gruhn & Laue, 2006b; Makni et al., 2010; Thammarak, 2010).
 - a. Míra popisuje míru využívání podprocesů a vyjadřuje tak jejich funkcionalitu a složitost v rámci procesu.
8. **Coefficient of network complexity (CNC)** - (Cardoso et al., 2006; Kluza & Nalepa, 2012; Latva-Koivisto, 2001; Makni et al., 2010; Mendling et al., 2007; Muketha et al., 2010; Roy et al., 2014; Vanderfeesten et al., 2007a).
 - a. Míra vyjadřuje složitost procesu jako poměr počtu přechodů k počtu aktivit, joinů a splitů procesu.
9. **Cyclomatic number** - (Lassen & van der Aalst, 2009; Latva-Koivisto, 2001; Roy et al., 2014).
 - a. Je přímou adaptací SW měř. Podobně jako CNC vyjadřuje složitost pomocí počtu přechodů a aktivit procesu.
10. **Complexity index (CI)** - (Cardoso et al., 2006; Latva-Koivisto, 2001; Roy et al., 2014; Vanderfeesten et al., 2007a).
 - a. Míra adaptovaná z teorie grafů. Definuje složitost procesu jako počet redukci uzlů procesního grafu, které zredukují graf na jediný uzel.
11. **Restrictiveness estimator (RT)** - (Cardoso et al., 2006; Latva-Koivisto, 2001; Roy et al., 2014).

- a. Míra adaptovaná z teorie grafů. Vyjadřuje složitost procesu ve standardizovaném rozsahu $[0,1]$ pomocí hodnot počtu uzlů procesního grafu a matice dosažitelnosti.
12. **Number of trees in graph** - (Latva-Koivisto, 2001; Roy et al., 2014).
 a. Hodnota míry vyjadřuje počet navzájem odlišných stromů, které obsahují procesní graf. Se zvyšující se konektivitou grafu se zvyšuje počet stromů a tím i složitost procesu.
13. **Process Cohesion** (TPC, LPC) - (Khlif et al., 2009; Reijers & Vanderfeesten, 2004; Reijers, 2003; Vanderfeesten, Reijers, & Van Der Aalst, 2008).
 a. Míra vyjadřuje soudržnost částí procesního modelu. Tuto oblast složitosti procesu popisuje jen několik měř, popisujících komunikaci a přenos informací mezi aktivitami procesu.
14. **Process Coupling** (CBO, RFC, MPC, ICP) - (Khlif et al., 2009, 2010; Reijers & Vanderfeesten, 2004; Vanderfeesten, Reijers, & Van Der Aalst, 2008).
 a. Míra vyjadřuje složitost procesu jako složitost přechodů mezi jednotlivými aktivitami, stupeň jejich spojitosti a závislosti.
15. **Process coupling / cohesion ratio** - (Reijers & Vanderfeesten, 2004; Vanderfeesten, Reijers, & Van Der Aalst, 2008).
 a. Míra je definovaná jako podíl hodnot složitosti předcházejících dvou měř. Vyšší hodnota tohoto podílu značí vyšší složitost procesu.
16. **Halstead-based Process Complexity** (HPC) - (Cardoso et al., 2006; Khlif et al., 2009; Kluza & Nalepa, 2012; Muketha et al., 2010; Solichah et al., 2013; Thammarak, 2010).
 a. Míra vyjadřuje složitost a srozumitelnost procesu jako funkci počtu jedinečných a celkových operandů a operátorů.
17. **Interface Complexity** (IC) - (Cardoso et al., 2006; Henry & Kafura, 1981; Khlif et al., 2009; Kluza & Nalepa, 2012; Makni et al., 2010; Muketha et al., 2010; Thammarak, 2010).
 a. Míra vyjadřuje složitost procesu jako počet vstupů a výstupů jednotlivých aktivit. Současně bere ohled i na délku aktivity reprezentované buď jako „white box“ nebo „black box“.
18. **Density** - (Mendling, 2006).
 a. Míra vyjadřuje složitost procesu jako poměr realizovaných propojení mezi aktivitami k počtu všech potencionálních propojení.
19. **Cross-Connectivity** (CC) - (Mendling, 2006; Muketha et al., 2010; Vanderfeesten et al., 2008).
 a. Míra počítá váhu propojení mezi dvojicemi aktivit procesu. Váha propojení závisí na typu propojení aktivit.
20. **CP** - (Vanderfeesten, Cardoso, & Reijers, 2007).

- a. Je přímou adaptací SW měř. Míra se zaměřuje na počet přechodů mezi aktivitami procesu. Hodnota složitosti podle této míry závisí na složitosti a typu přechodů.

21. **GQM** (Goal-Question-Metric) - (Ghani et al., 2008).

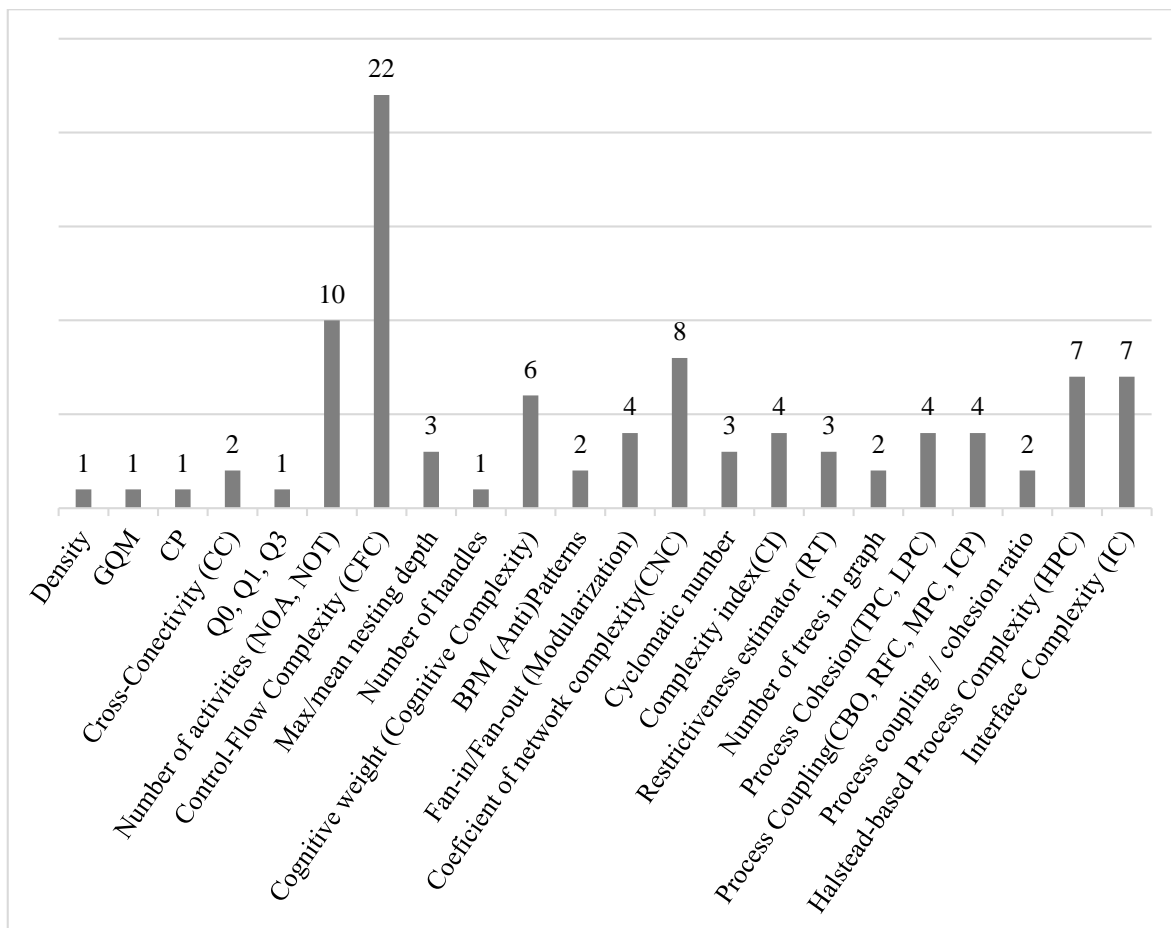
- a. Míra se snaží měřit složitost procesu pomocí množiny otázek. Nejdříve jsou definovány cíle projektu a soubor otázek pro dosažení dílčích cílů. Potom jsou využívány různé míry na adresování každé otázky.

22. **Q0, Q1, Q3** - (Huang & Kumar, 2009).

- a. Míry Q0, Q1, Q2 měří kvalitu procesu na základě skóre vyjádřeného z počtu cyklů, nepovinných aktivit a bloků procesu.

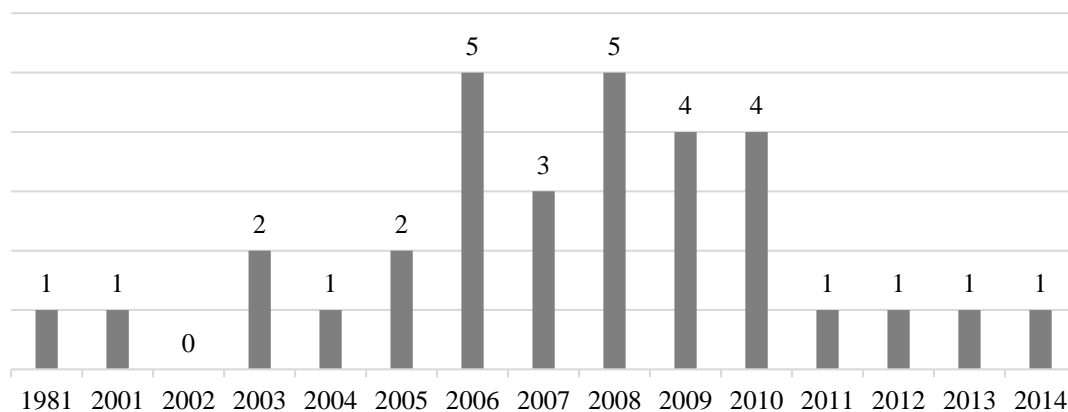
3.2 Četnosti výskytu měř a demografické údaje

Četnost výskytu jednotlivých měř ve výše uvedených informačních zdrojích shrnuje obrázek č. 1. Jak je z grafu patrné, nejčastěji uvažované míry jsou 1) the Control-Flow Complexity, 2) Number of Activities and 3) Coefficient of Network Complexity.



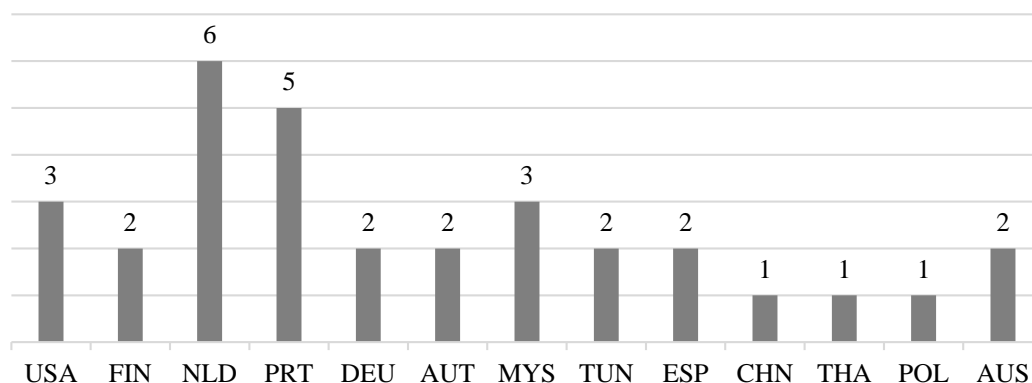
Obr. 1. Četnost výskytu jednotlivých měř. Zdroj: autoři

Z časového hlediska nalezené relevantní zdroje informací pokrývají rozpětí let 2001 až 2014. Starší datum publikace má jen jediný zdroj. Více viz obrázek č. 2, ze kterého je zřejmé, že se zájem o problematiku měření kvality procesních modelů začal zvyšovat v roce 2005. Nejvíce publikací připadá na rozpětí roků 2006 až 2010.



Obr. 2. Počty relevantních informačních zdrojů dle data jejich publikace. Zdroj: autoři

Z demografického pohledu pocházejí relevantní informační zdroje především ze zemí západní Evropy. Konkrétně pak z Nizozemí a Portugalska. Více viz obrázek č. 3.



Obr. 3. Počty relevantních informačních zdrojů dle původu. Zdroj: autoři

4 Diskuze

Z výše uvedené rešeršní práce je patrné, že podobné otázky, které si položili autoři tohoto článku, již řeší také řada jiných vědeckých týmů ve světě. Dle počátečního předpokladu tedy existují míry, které umožňují definovaným způsobem (vlastním pro každou míru) měřit kvalitu navrženého procesního modelu. Většina, v rešerši nalezených a obecně požívaných měř, je založena na analýze grafického zobrazení procesního modelu - BPM (Business Process Model). Na procesní model se tvůrci měř často dívají jako na graf, tedy objekt složený z uzlů a hran. Každá hrana pak může být v konkrétní míře kvality např. vstupem pro výpočet složitosti modelu. Stejně tak je možný použít každý uzel, který dle svého druhu (Aktivita versus Brána) může být navíc ohodnocen ještě např. vahou. Váhy je pak možné nastavovat na základě operace, kterou uzel symbolizuje. Například brána (Gateway), rozděluje procesní tok, logicky graf zesložituje. Sjednocující brána naopak proces fakticky slučuje. Je tudíž logické brány rozděluje proces ohodnotit takovou vahou, která reprezentuje „pokutu“ za zvýšení složitosti. Naopak sjednocující brány není nutné handicapovat žádnou vahou. Podobně lze konkrétní vahou ohodnotit části modelu typu „Podprocess“ (Sub-process) a „Úloha“ (Task). Je patrné, že „Podprocess“ symbolizuje větší složitost celkového procesu než výskyt „Úlohy“. Na základě těchto a podobných úvah dnes jsou fakticky definované

a autory často zmiňované míry typu: **Number of activities**, **Control-Flow Complexity**, **Cyclomatic number** a další.

Z našeho praktického výzkumu však vyplývá, že výpočet měř z pouhého grafického zaznamenání procesu nemusí být vždy účelný. Velmi často se totiž na realizaci procesu podílejí i faktory (obvyklé na první pohled skryté), které jej ovlivňují nepřímo. Typickým příkladem může být (viz problémy detekované autory článku a popsané v úvodní kapitole tohoto článku):

- Nejasně definovaný aktér (konzument procesu). Například proces „odevzdání žádosti ke studiu na studijním oddělení“. V tomto případě je definovaný aktér procesu studijní oddělení. Nejedná se však o jasně definovanou odpovědnou osobu či odpovědný systém. V tomto případě tvůrce modelu předpokládá, že existuje nějaká vnitřní směrnice detailně upravující, co se stane s žádostí, když padne do schránky studijního oddělení. Tato nejasnost není z modelu patrná, ale v tomto příkladu může úspěšné dokončení procesu značně ovlivnit.
- Dalším faktorem, který není z grafického vyjádření modelu bez detailní znalosti procesu a jeho uchopitelnosti jednotlivými aktéry vůbec patrný, je např. schopnost modelujícího týmu zaznamenat korektně a s odpovídajícími detaily obchodní proces:
 - Jedná se o začátečníky se základní znalostí problematiky a oblasti analýzy a modelování procesů.
 - Jedná se o pokročilé analytiky, kteří se účastnili alespoň jednoho projektu, zaměřeného na analýzu a modelování procesů.
 - Jedná se o experty s dlouholetou praxí v oblasti analýzy a modelování procesů.
- A v neposlední řadě je faktorem, který ovlivňuje vznik a finální zavedení procesu do reálného prostředí, typ analyzované a modelované organizace (firmy). Pokud použijeme podobný postup jako tvůrci metody COCOMO (Boehm et al., 1995), je možné prostředí firmy označit jako:
 - organické prostředí (tedy malá firma s bezproblémovým přenosem znalostí a informací mezi jejími zaměstnanci),
 - přechodné prostředí (středně velké firmy – do cca 200 zaměstnanců),
 - vázané prostředí (Velké firmy a nadnárodní korporace).

Je zajímavým zjištěním, že z provedené a výše popsané rešerše zdrojů, autoři pro tvorbu nalezených měř tento přístup nepoužívají. Přitom výše zmíněné faktory prokazatelně kvalitu procesů výrazně ovlivňují, ale z pouhé analýzy grafu vytvořeného procesního modelu jsou měřitelné jen obtížně.

5 Závěr

Odpovědi na otázky, které byly náplní provedené a popsané rešerše, můžeme shrnout následovně:

- Lze nějakým způsobem měřit kvalitu zmapovaného a namodelovaného procesu?
 - Ano je to možné. Nejčastěji se používá míra založená na rozboru grafu (grafického vyjádření) procesního modelu.
- Pokud ano, existují již nějaké metody, míry či jiné indikátory kvality?
 - Ano existují. Bylo nalezeno celkem 22 různých měř kvality procesních modelů. Míry jsou blíže specifikovány v kapitole 3.1 – Míry kvality.
- Pokud metody, míry či jiné indikátory kvality existují, jsou běžně používané v praxi?

- Z provedené rešerše vychází, že nejčastěji jsou používány míry **Control-Flow Complexity, Number of activities, Coefficient of network complexity, Halstead-based Process Complexity a Interface Complexity**.
- Pokud metody, míry či jiné indikátory kvality existují, jsou součástí některého z existujících standardů?
 - Pokus o standardizaci jsme v rámci prováděné rešerše fakticky zaznamenali u míry **Control-Flow Complexity**. Nejedná se však o oficiální standardizaci ISO.
- Existují SW nástroje, umožňující míry či ukazatele kvality modelu odpovídajícím způsobem hodnotit“?
 - Žádné obecně používané nástroje pro výpočet měř nebyly v rámci provedené rešerše nalezeny. Softwarové nástroje, pokud jsou použity, jsou součástí nástrojů pro výzkum dílčích týmů, nikoliv obecně dostupné.
 - Existuje pokus o standardizaci formátu pro uložení procesních modelů (XPDL). Zatím nemáme ověřeno, zda tento formát je obecně používán modelovacími nástroji jako např. Bizagi či QPR. Tyto nástroje dle našeho výzkumu tento formát podporují, nevíme, zda formát dodržují komplexně, či jej využívají pouze parciálně.

Z výše uvedených závěrů je patrné, že práce na návrzích měř kvality procesních modelů je účelná a zabývá se jimi řada vědeckých týmů. Z našeho pohledu je zajímavé rozšířit nalezené míry o další atributy, ovlivňující tvorbu procesních modelů. Například využít principů a metod, které jsou součástí COCOMO či Function Point. Ačkoliv jsou tyto metody navrženy primárně pro odhad složitosti programů na základě počtu řádků zdrojového kódu (COCOMO) či na základě počtu funkcí (Function Point), existují zde z našeho pohledu a na základě provedené analýzy a praktické zkušenosti paralely s procesním modelováním. Zmíněná oblast problematiky je však rozsáhlá a výzkumných oblastí je zde celá řada. Jako možné další směry výzkumu lze uvést možnost rozšíření o takové míry, které by dokázaly vyjádřit míru srozumitelnosti procesních diagramů ze strany jejich „konzumentů / čtenářů“. Tj. obohatit výzkum i o některé oblasti kognitivních věd. Za zmínku také stojí ověření možnosti strojového zpracování a vyhodnocení měř kvality návrhu procesního diagramů. Výše zmíněné je však předmětem dalšího výzkumu autorů tohoto přehledového článku.

Seznam použitých zdrojů

- Boehm, B., Clark, B., Horowitz, E., Westland, C., Madachy, R., & Selby, R.** (1995). Cost models for future software life cycle processes: COCOMO 2.0. In *Annals of Software Engineering*, 1, 57–94. doi:10.1007/BF02249046
- Budgen, D., & Brereton, P.** (2006). Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. In *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering* (pp. 1051–1052). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1134285.1134500
- Cardoso, J.** (2005). How to measure the control-flow complexity of web processes and workflows. In L. Fischer (Ed.), *Workflow Handbook 2005* (pp. 199–212). Lighthouse Point: WfMC.
- Cardoso, J.** (2006). Process control-flow complexity metric: An empirical validation. In *IEEE International Conference on Services Computing* (pp. 167–173). Chicago, IL, USA: IEEE. doi:10.1109/SCC.2006.82
- Cardoso, J.** (2007). Control-flow Complexity Measurement of Processes and Weyuker-s Properties. *International Journal of Computer, Control, Quantum and Information Engineering*, 1(8), 2521 - 2526.
- Cardoso, J.** (2008). Business process control-flow complexity: Metric, evaluation, and validation. *International Journal of Web Services Research*, 5(2), 49-76.

- Cardoso, J., Mendling, J., Neumann, G., & Reijers, H. A.** (2006). A discourse on complexity of process models. In *Business process management workshops* (pp. 117-128). Springer: Berlin Heidelberg.
- Fu, X., Zou, P., Ma, Y., Jiang, Y., & Yue, K.** (2010). A Control-Flow Complexity Measure of Web Service Composition Process. In *Services Computing Conference (APSCC)* (pp. 712 – 716). Hangzhou: IEEE. doi:10.1109/APSCC.2010.27
- Ghani, A., Azim, A., Koh, T. W., Muketha, G. M., & Wong, P. W.** (2008). Complexity metrics for measuring the understandability and maintainability of business process models using goal-question-metric (GQM). *International Journal of Computer Science and Network Security*, 8(5), 219-225.
- Gruhn, V., & Laue, R.** (2006a). Adopting the Cognitive Complexity Measure for Business Process Models. In *5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics* (pp. 236 – 241). Beijing: IEEE. doi:10.1109/COGINF.2006.365702
- Gruhn, V., & Laue, R.** (2006b). Complexity Metrics for Business Process Models. In *9th international conference on business information systems* (pp. 1–12). Klagenfurt: STI International.
- Henry, S., & Kafura, D.** (1981). Software Structure Metrics Based on Information Flow. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-7(5), 510–518. doi:10.1109/TSE.1981.231113
- Hronza, R., & Špeta, M.** (2013). Business Process Center of Excellence at the Faculty of Electrical Engineering at the Czech Technical University in Prague. In *IEEE 15th Conference on Business Informatics (CBI)* (pp. 346–349). Vienna: IEEE. doi:10.1109/CBI.2013.56
- Huang, Z., & Kumar, A.** (2009). New Quality Metrics for Evaluating Process Models. In *Business Process Management Workshops* (pp. 164–170). Milano: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-00328-8_16
- Khlif, W., Makni, L., Zaaboub, N., & Ben-Abdallah, H.** (2009). Quality metrics for business process modeling. In *WSEAS International Conference on Applied Computer Science (ACS 09)*. Genova: WSEAS Press (pp. 195-200).
- Khlif, W., Zaaboub, N., & Ben-Abdallah, H.** (2010). Coupling Metrics for Business Process Modeling. *WSEAS Transactions on Computers*, 9(1), 31–41.
- Kluza, K., & Nalepa, G. J.** (2012). Proposal of square metrics for measuring Business Process Model complexity. In *Federated Conference on Computer Science and Information Systems* (pp. 919 - 922). Wrocław: IEEE.
- Lassen, K. B., & van der Aalst, W. M.** (2009). Complexity metrics for workflow nets. *Information and Software Technology*, 51(3), 610-626.
- Latva-Koivisto, A. M.** (2001). *Finding a complexity measure for business process models - Research Report*. Helsinki: Helsinki University of Technology. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.25.2991&rep=rep1&type=pdf>
- Makni, L., Khlif, W., Haddar, N. Z., & Ben-Abdallah, H.** (2010). A tool for evaluating the quality of business process models. In *Business Process and Service Science - Proceedings of ISSS and BPSC P-177* (pp. 230–242). Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Mendling, J.** (2006). *Testing Density as a Complexity Metric for EPCs*. Vienna: Vienna University of Economics and Business. Retrieved from <http://www.mendling.com/publications/TR06-density.pdf>
- Mendling, J., Neumann, G., & van der Aalst, W.** (2007). On the correlation between process model metrics and errors. In *26th International Conference on Conceptual modeling* (pp. 173-178). Darlinghurst: Australian Computer Society.
- Muketha, G. M., Ghani, A. A. A., Selamat, M. H., & Atan, R.** (2010). A survey of business process complexity metrics. *Information Technology Journal*, 9(7), 1336–1344. doi:10.3923/itj.2010.1336.1344
- Náplava, P., Hronza, R., Kočí, J., & Pavlíček, J.** (2014). How to Successfully Start the Transformation of an Academic Institution. Case study on the process mapping project at the Czech Technical University. In *8th Workshop on Transformation & Engineering of Enterprises*

(TEE 2014), and the 1st International Workshop on Capability-oriented Business Informatics (CoBI 2014) co-located with the 16th IEEE International Conference on B (pp. 1–15.). Aachen: RWTH Aachen University

- Parizi, R. M., & Ghani, A. A. A.** (2008). An Ensemble of Complexity Metrics for BPEL Web Processes. In *9th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing* (pp. 753 – 758). Phuket: IEEE. doi:10.1109/SNPD.2008.152
- Reijers, H. A.** (2003). A Cohesion Metric for the Definition of Activities in a Workflow Process. In *International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design* (pp. 116–125). Velden: CAiSE/IFIP 8.1.
- Reijers, H. A., & Vanderfeesten, I. T. P.** (2004). Cohesion and Coupling Metrics for Workflow Process Design. In *Business Process Management* (pp. 290–305). Potsdam: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-25970-1_19
- Rolón, E., Cardoso, J., García, F., Ruiz, F., & Piattini, M.** (2009). Analysis and Validation of Control-Flow Complexity Measures with BPMN Process Models. In *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling SE - 6* (pp. 58–70). Amsterdam: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-01862-6_6
- Roy, S., Sajeev, A. S. M., Bihary, S., & Ranjan, A.** (2014). An Empirical Study of Error Patterns in Industrial Business Process Models. *IEEE Transactions on Services Computing*, 7(2), 140–153. doi:10.1109/TSC.2013.10
- Sánchez-González, L., Ruiz, F., García, F., & Cardoso, J.** (2011). Towards Thresholds of Control Flow Complexity Measures for BPMN Models. In *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1445–1450). New York: ACM. doi:10.1145/1982185.1982496
- Shao, J., & Wang, Y.** (2003). A new measure of software complexity based on cognitive weights. *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering*, 28(2), 69–74. doi:10.1109/CJECE.2003.1532511
- Solichah, I., Hamilton, M., Mursanto, P., Ryan, C., & Perepletchikov, M.** (2013). Exploration on software complexity metrics for business process model and notation. In *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)* (pp. 31–37). Bali: IEEE. doi:10.1109/ICACSIS.2013.6761549
- Thammarak, K.** (2010). Survey Complexity Metrics for Reusable Business Process. In *1st National Conference on Applied Computer Technology and Information System* (pp. 18–22). Nonthaburi: ACTIS.
- Van Nuffel, D., Mulder, H., & Van Kervel, S.** (2009). Enhancing the Formal Foundations of BPMN by Enterprise Ontology. In *Advances in Enterprise Engineering III* (pp. 115–129). Amsterdam: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-01915-9_9
- Vanderfeesten, I., Cardoso, J., & Reijers, H. A.** (2007). A weighted coupling metric for business process models. In *19th International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 41–44). Trondheim: CAiSE'07. Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-247/FORUM_11.pdf
- Vanderfeesten, I., Cardoso, J., Mendling, J., Reijers, H. A., & Van Der Aalst, W.** (2007a). Quality Metrics for Business Process Models. In *BPM and Workflow Handbook* (pp. 179–190.). Lighthouse Point, Florida: Future Strategies.
- Vanderfeesten, I., Reijers, H., Mendling, J., van der Aalst, W. P., & Cardoso, J.** (2008). On a Quest for Good Process Models: The Cross-Connectivity Metric. In *Advanced Information Systems Engineering* (pp. 480–494). Montpellier: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-540-69534-9_36