



## ZADÁNÍ BAKALÁ SKÉ PRÁCE

<b>Název:</b>	Míry kvality procesních model
<b>Student:</b>	Marek Neumann
<b>Vedoucí:</b>	Ing. Radek Hronza
<b>Studijní program:</b>	Informatika
<b>Studijní obor:</b>	Informa ní systémy a management
<b>Katedra:</b>	Katedra softwarového inženýrství
<b>Platnost zadání:</b>	Do konce letního semestru 2016/17

### Pokyny pro vypracování

- 1) Formou řešerše se seznamte s oblastí procesního ízení, známého také jako Business Process Management. Zam te se zejména na problematiku tvorby procesních model v notaci BPMN.
- 2) Analyzujte možné zp soby ovlivn ní výsledné kvality procesních model v notaci BPMN. Zam te se zejména na možnosti využití m r kvality procesních model .
- 3) Navrhn te možný zp sob ovlivn ní kvality procesních model v notaci BPMN prost ednictvím vybraných m r kvality procesních model .
- 4) Ov ení návrhu realizujte (ve spolupráci se školitelem) prost ednictvím usability study v laborato ích VUT/ ZU.

### Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

L.S.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Tvrdík, CSc.  
d kan

V Praze dne 2. února 2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
KATEDRA SOFTWAREVÉHO INŽENÝRSTVÍ



Bakalářská práce

## Míry kvality procesních modelů

*Marek Neumann*

Vedoucí práce: Ing. Radek Hronza

17. května 2016



---

## Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Radku Hronzovi za ochotu a cenné rady při zpracování této práce.



---

## Prohlášení

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

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 17. května 2016

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2016 Marek Neumann. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.*

### **Odkaz na tuto práci**

Neumann, Marek. *Míry kvality procesních modelů*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2016.



---

## Abstrakt

Tato práce se zabývá výzkumem měř kvality procesních modelů v notaci BPMN. Teoretická část práce představuje oblast procesního řízení a s ní související problematiku tvorby procesních modelů pro účely analýzy business procesů. Představuje jazyky používané pro tvorbu procesních modelů a popisuje standard notace BPMN. Nakonec představuje způsoby ovlivňování kvality procesních modelů, zejména pak míry kvality pro modely v notaci BPMN. Praktická část práce představuje průběh výzkumu. Popisuje přípravu testování použitelnosti vybraných měř, jeho průběh a vyhodnocení výsledků. Výstupem testování je návrh přípustných intervalů pro míry počtu elementů modelu a hloubky procesu. Bylo také zjištěno, že míra složitosti řídicího toku nemá přímý vliv na kvalitu procesních modelů.

**Klíčová slova** procesní řízení, procesní modelování, procesní diagram, BPMN, míry kvality procesních modelů, kvalitativní testování použitelnosti

---

## Abstract

This bachelor thesis deals with the research of quality metrics for business process models created in BPMN. The theoretical part of this thesis introduces the area of business process management and the associated issue of creating business process models for the purpose of business process analysis. It introduces languages used to create business process models and describes the BPMN standard. Last it introduces ways of affecting quality of business process models, especially the quality metrics for models created in BPMN. The practical part of the thesis describes the research. It describes the preparation of the usability study of selected quality metrics, its progression and evaluation of the results. The result of the usability testing is a proposal of permissible intervals for the metrics number of elements and scale of depth. It was also determined that the metric Control-flow Complexity does not directly affect the quality of business process models.

**Keywords** business process management, business process modeling, business process diagram, BPMN, quality metrics for business process models, qualitative usability testing

---

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
Cíle . . . . .	1
Struktura . . . . .	1
<b>1 Procesní řízení</b>	<b>3</b>
1.1 Historie procesního řízení . . . . .	3
1.2 Pojem business proces . . . . .	5
1.3 Definice procesního řízení . . . . .	6
1.4 Životní cyklus BPM . . . . .	7
<b>2 Procesní modelování</b>	<b>11</b>
2.1 Procesní model . . . . .	11
2.2 Jazyky pro procesní modelování . . . . .	12
2.3 Business Process Model & Notation . . . . .	13
2.4 Způsoby ovlivnění kvality procesních modelů . . . . .	23
<b>3 Míry kvality procesních modelů</b>	<b>25</b>
3.1 Existující míry kvality . . . . .	25
3.2 Míry kvality procesních modelů v BPMN . . . . .	26
<b>4 Praktická část</b>	<b>33</b>
4.1 První etapa testování . . . . .	33
4.2 Druhá etapa testování . . . . .	35
4.3 Výsledky a závěry testování . . . . .	41
<b>Závěr</b>	<b>45</b>
<b>Literatura</b>	<b>47</b>
<b>A Seznam použitých zkratk</b>	<b>51</b>
<b>B Model „Rezervace místnosti“ - plochá varianta</b>	<b>53</b>
<b>C Model „Rezervace místnosti“ - hierarchická varianta</b>	<b>55</b>
<b>D Model „Pandemic - Provedení Akce“</b>	<b>59</b>

<b>E</b>	<b>Modely „7 Divů Světa“</b>	<b>63</b>
<b>F</b>	<b>Obsah přiloženého CD</b>	<b>69</b>

---

## Seznam obrázků

1.1	Životní cyklus procesního řízení . . . . .	8
1.2	Životní cyklus procesního řízení podle Dumase et al. . . . .	8
2.1	Modelovací prvky BPMN . . . . .	14
2.2	Typy aktivit v BPMN . . . . .	16
2.3	Symboly aktivit v BPMN . . . . .	17
2.4	Typy úkolů v BPMN . . . . .	18
2.5	Typy událostí v BPMN . . . . .	20
2.6	Typy rozhodovacích bran v BPMN . . . . .	22
2.7	Typy datových objektů v BPMN . . . . .	23
B.1	Model „Rezervace místnosti“ (plochý) . . . . .	54
C.1	Model „Rezervace místnosti“ (hierarchický hlavní proces) . . . . .	56
C.2	Model „Rezervace místnosti“ (hierarchický, podproces) . . . . .	57
D.1	Model „Pandemic - Provedení Akce“ . . . . .	60
D.2	Model „Pandemic - Provedení Akce“ . . . . .	61
E.1	Model „7 Divů Světa - Udělení bodů za vědecké budovy“ (Varianta 1) . . . . .	64
E.2	Model „7 Divů Světa - Udělení bodů za vědecké budovy“ (Varianta 2) . . . . .	65
E.3	Model „7 Divů Světa - Stavba budovy“ . . . . .	66
E.4	Model „7 Divů Světa - Stavba budovy“ . . . . .	67



---

## Seznam tabulek

4.1	Hodnota měr kvality plochého modelu B . . . . .	35
4.2	Hodnota měr kvality hierarchického modelu C . . . . .	35
4.3	Hodnota měr kvality modelu „Pandemic - Příprava hry“ . . . . .	38
4.4	Hodnota měr kvality modelu D . . . . .	39
4.5	Hodnota měr kvality hierarchického modelu hry „7 Divů Světa“ . . . . .	40
4.6	Hodnota měr kvality testovacích modelů pro CFC . . . . .	42





---

# Úvod

V dnešním proměnlivém prostředí je pro společnosti stále obtížnější zůstat konkurenceschopný. Stále více společností se tak obrací k procesnímu řízení a s ním spojenou optimalizaci jejich business procesů. Důležitou roli v tomto úsilí představuje procesní modelování, které umožňuje business procesy vizualizovat a usnadnit tak jejich analýzu. Aby však bylo možné procesní modely k tomuto účelu využít, je nutné zajistit, že jsou kvalitně vymodelovány. Možným způsobem jak toho dosáhnout je využití měr kvality procesních modelů.

## Cíle

Tato práce se zabývá výzkumem ovlivňování kvality procesních modelů prostřednictvím měr kvality.

Cílem literární rešerše je seznámit se s oblastí procesního řízení a zaměřit se zejména na problematiku procesního modelování v notaci BPMN. Dále je cílem analyzovat možné způsoby ovlivnění kvality procesních modelů vytvořených v notaci BPMN se zaměřením na využití měr kvality procesních modelů.

Cílem praktické části je navržení možného způsobu ovlivnění kvality procesních modelů v notaci BPMN a to prostřednictvím vybraných měr kvality procesních modelů. Tento návrh má být ověřen prostřednictvím uživatelského testování v laboratoři použitelnosti.

Práce navazuje na výzkum procesních měr provedený členy CZM na ČVUT v Praze [1, 2].

## Struktura

Teoretická část práce je rozdělena do tří kapitol.

V první kapitole se zabývám oblastí procesního řízení, definuji pojem business proces a popíšu postup optimalizace těchto procesů.

Ve druhé kapitole se budu zabývat procesním modelováním. Definuji co je to procesní model a představím jazyky používané pro tvorbu procesních modelů. Dále popíšu standard notace BPMN. Nakonec představím způsoby ovlivňování kvality procesních modelů.

Ve třetí kapitole se zabývám mírami kvality procesních modelů. Nejprve představím již existující míry kvality. Poté popíšu míry kvality vytvořené za účelem ovlivňování kvality procesních modelů v BPMN.

V praktické části práce se zabývám výzkumem měř kvality procesních modelů. Popíšu zde přípravu uživatelského testování, jeho průběh a jakých jsem docílil výsledků.

# Procesní řízení

## 1.1 Historie procesního řízení

Prvopočátky disciplín zabývajících se ovlivňováním kvality procesů se datují do 18. století, kdy Adam Smith napsal knihu Bohatství národů [3]. V této knize popsal na příkladu továrny na špendlíky princip dělby práce, kdy proces výroby byl rozdělen na co nejjednodušší úkony, které dokáže zvládnout i laik. Tento přístup značně zefektivnil výrobu v porovnání s přístupem, kdy celý výrobek vytvářel jeden člověk, a také řešil problém tehdejší doby, kterým byl značný nedostatek kvalifikované pracovní síly [4].

Na počátku 20. století Frederick W. Taylor napsal knihu Shop Management [5] a přišel s principem vědeckého řízení [6], které vycházelo ze Smithova přístupu dělby práce a dále ho rozšiřovalo [3]. Pracovní úkoly byly rozděleny na jednoduché operace, které bylo možné kontrolovat. Každý pracovník byl přiřazen a vyškolen dle svých schopností a stal se tak specialistou, který se staral pouze o jednu část celého procesu. Důležitou součástí tohoto přístupu byla profese manažerská, která měla za úkol dohlížet na produktivitu jednotlivých kroků výroby. Tito pracovníci nemuseli být specialisty ve vykonávání práce, na kterou dohlíželi. Jediným zájmem byla optimalizace práce jimi kontrolované [6].

Další logickým krokem bylo rozdělení na funkční jednotky, kde pracovníci vázání na stejnou část procesu výroby byli seskupeni dohromady. Tyto jednotky měly dále vlastní hierarchickou strukturu s různými manažery, kteří měli různé zodpovědnosti. Tento přístup je také známý jako funkční řízení či funkční organizace, a byl široce využíván nejen v průmyslu zejména v první polovině 20. století. [6]

Jedním z přístupů, který vznikl po druhé světové válce a sloužil jako inspirace pro procesní řízení byl Total Quality Management (TQM), neboli celkové řízení kvality, jehož hlavním představitelem byl William E. Deming [3]. Definice TQM není úplně jednoznačná, Richard Hackman a Ruth Wageman však provedli výzkum stěžejních konceptů a principů TQM, jehož výsledky uvedli v článku v roce 1995 [7]. Dle nich je TQM založen na čtyřech základních principech:

- Zaměření se na pracovní procesy, tento princip vychází z předpokladu, že problémy kvality jsou z velké části závislé na procesech určených

k návrhu a výrobě produktů a služeb.

- Analýza proměnlivosti vychází z předpokladu, že nekontrolované vady jsou primární příčinou problémů kvality a měly by být důsledně analyzovány a kontrolovány.
- Řízení fakty vychází z názoru, že programy pro zlepšení kvality by měly být založeny na systematickém sběru dat, jejich analýze a experimentování na možných implementacích řešení.
- Posledním principem je neustálé, průběžné zlepšování a učení se. Je založen na předpokladu, že ovlivňování kvality je nekončící proces jehož klíčovou součástí je zkušenost zaměstnanců.

Deming však nebyl úspěšný v přesvědčování firem ve Spojených státech, a byly to tak japonské společnosti, které jako první adoptovaly principy TQM. Firmy v USA začaly využívat Demingových nápadů až v průběhu 70. let, když se na trhu začaly objevovat kvalitnější japonské výrobky, avšak za nižší ceny. [3]

TQM se dočkalo dalšího vývoje v 80. letech a to v podobě metodologie Six Sigma, kterou zavedl ve společnosti Motorola Bill Smith. Hlavním principem byla tzv. DMAIC metodologie založená na pěti krocích. Zaprvé bylo nutné jasně definovat problém. Když je problém definován, je potřeba vyměřit jeho rozsah. Toto je následováno důkladnou analýzou souvisejících procesů aby bylo možné identifikovat zdroj problému. Následně je implementováno řešení identifikovaného problému a jeho zdroj je průběžně kontrolován aby k němu už opět nedošlo. [3]

Největší rozmach procesně orientovaných disciplín řízení nastal v průběhu 90. let 20. století ve formě procesního reengineeringu (BPR), který představili Michal Hammer a James Champy v knize Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. Hammer prosazuje názor, že dosavadní snahy o optimalizaci a zlepšení výkonu nepřinesly výrazné zlepšení, protože organizace se snažily optimalizovat procesy vytvořené na principech dělby práce Adama Smitha [4] a funkční organizace, která na těchto principech dále stavěla. Organizace by dle BPR měly místo optimalizace současných procesů začít úplně od začátku a navrhnout své procesy novým způsobem, který by bral v potaz stav post-industriální ekonomiky započaté v 80. letech. [3]

Hlavními rozdíly mezi industriální érou, kdy vznikly principy dělby práce a funkční organizace, a érou post-industriální jsou podle Hammera tzv. „Tři C“. Zákazníci (Customers), kteří se díky nasycení poptávky stali těmi, kdo rozhoduje o úspěchu firmy [3]. Konkurence (Competition) dostala novou formu. Dříve si firmy konkurovaly zejména cenou výrobků, ale v prostředí nasycené poptávky a tudíž nedostatku zákazníků je nutné přijít jinými způsoby jak se odlišit, ať už se jedná o kvalitu, rozmanitost provedení, nebo služby spojené s výrobkem. Posledním „C“ je změna (Change), protože v prostředí s nedostatkem zákazníků a vysokou konkurencí je nutné výrobky neustále inovovat a měnit. Změna se tak stává permanentní součástí života organizace. [4]

Dalším klíčovým faktorem BPR bylo začlenění IT do návrhu firemních procesů. Hammer prosazoval názor, že IT umožňuje zaměstnancům vyškoleným ve fungování celého procesu vykonávat práci původně prováděnou specialisty

(dělba práce), umožňuje všem vykonávat rozhodnutí namísto pouze manažerů a nabízí sdílení a přístup k jednotným informacím napříč celou organizací. [3]

BPR však nemělo tak radikální dopad jak se předpokládalo. V řadě studií a článků z konce 90. let analyzujících firmy, které zavedly principy BPR v porovnání s klasickou funkční organizací se ukázalo, že ačkoliv existovaly firmy, které úspěšně implementovaly postupy BPR řada firem dosahovala horších výsledků i po jeho zavedení [3]. Dle [6] původní hnutí BPR narazilo na tři hlavní problémy:

- Nesprávné užití konceptů, kdy každý optimalizační projekt byl označován jako BPR i přesto, že optimalizace business procesů nebyla jeho jádrem.
- Příliš radikální přístup, jelikož BPR zdůrazňoval kompletní, radikální předělání původních business procesů. Ačkoliv takový přístup může být vhodný v některých situacích, v jiných je potřeba více průběžných a menších změn.
- Nezralost podpůrných nástrojů byl problém i pro projekty, které se korektně zaměřily na procesy a postupně je vylepšovaly a optimalizovaly. Nástroje pro implementaci nových návrhů byly často nedostačující.

Tyto poznatky vedly ke vzniku nové generace BPR principů a posléze současně podoby procesního řízení. Její představitelé už neprosazovali radikální přístup ke změnám, místo toho kladli důraz na lidský aspekt, nutnost změnit přístup managementu a způsob myšlení, ne jenom organizační strukturu. Snažili se prosadit celistvý přístup k reengineeringu, který zahrnuje business procesy, technologie a sociální aspekty, a který se zaměřuje na změny a optimalizace kritických procesů, nikoliv celé organizační struktury. [3]

## 1.2 Pojem business proces

Aby bylo možné zabývat se procením řízením, je třeba specifikovat pojem business proces. Martyn A. Ould [8] tento pojem definuje následovně:

*„coherent set of activities carried out by a collaborating group to achieve a goal.“*

Tedy souvislá množina činností vykonávaných skupinou (lidí, či strojů) pro dosažení nějakého cíle.

Další definici poskytuje Jean-Noël Gillot [5], který proces definuje takto:

*„ordered sequence of activities, which proceed in series or parallel, which are carried out by people or applications and succeed to an awaited result.“*

Tedy posloupnost aktivit vykonávaná lidmi nebo aplikacemi, která spěje k nějakému očekávanému výsledku.

Podobnou definici také nabízí Václav Řepa [4], který definuje proces jako *„objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách“*.

Na základě těchto definic se dají stanovit základní vlastnosti business procesu.

- Jedná se posloupnost činností v rámci organizace

- Je vykonáván spolupracující skupinou účastníků, kterými mohou být lidé, stroje, či obojí
- Je vykonáván s nějakým specifickým úmyslem a k dosažení specifického cíle

Poslední vlastností se business procesy odlišují od jiných, z technického hlediska taktéž procesů, protože se nejedná o samotný postup, ale postup s jasně vymezeným cílem a úmyslem tohoto cíle dosáhnout a to v daných podmínkách [4].

Kromě těchto vlastností hrají důležitou roli i další faktory. Podmínky v jakých je proces vykonáván hrají dle Řepy důležitou roli, protože se mohou v různých případech měnit, není tak možné proces chápat jako kompletně lineární posloupnost činností, ale je nutno vnímat možné varianty v různých podmínkách vykonávání. Na druhou stranu je nutné si uvědomit, že dané podmínky se mohou měnit pouze v objektivně daných mezích [4]. Z tohoto důvodu Řepa ve své definici uvádí vykonávání procesu v „objektivně daných podmínkách“.

### 1.3 Definice procesního řízení

Představ o tom co vlastně procesní řízení je existuje celá řada. Jak naznačují John Jeston a Johan Nelis [9], všeobecné porozumění pojmu procesního řízení ještě není zcela ustálené a existuje tak množství různých interpretací, je proto potřeba jej jasně definovat. Oni sami definují procesní řízení následovně:

*„A management discipline focused on using business processes as a significant contributor to achieving an organization's objectives through the improvement, ongoing performance management and governance of essential business processes.“* [9]

Tedy manažerská disciplína soustředěná na využití business procesů pro dosažení cílů organizace skrze jejich neustálé zlepšování a kontrolu jejich výkonu.

Workflow Management Coalition [10] a BPM.com [11] se shodují na následujícím:

*„Business Process Management (BPM) is a discipline involving any combination of modeling, automation, execution, control, measurement and optimization of business activity flows, in support of enterprise goals, spanning systems, employees, customers and partners within and beyond the enterprise boundaries.“*

Tato definice definuje procesní řízení jako disciplínu zahrnující jakoukoliv kombinaci modelování, automatizace, vykonávání, kontroly, měření a optimalizace business procesů, a to za účelem podpory firemních cílů v rámci jejich systémů, zaměstnanců, zákazníků a partnerů uvnitř a vně firmy. Další definice poskytuje například Gartner [12], Václav Řepa [4], ABPMP<sup>1</sup> [13] a ITIL [14].

Všechny tyto definice se v zásadě shodují na třech bodech:

- Jedná se o manažerskou či řídicí disciplínu.
- Tato disciplína je zaměřena na optimalizaci a zlepšování business procesů.
- Účelem tohoto zlepšování je pak dosažení cílů organizace, čímž je zpravidla poskytování služeb či produktů zákazníkům.

---

<sup>1</sup>Association of Business Process Management Professionals

To, že se jedná o manažerskou disciplínu je důležitým faktem. Procesní řízení je stále někdy zaměňováno za BPM Systémy, tedy technologie s účelem podporovat a asistovat v optimalizaci business procesů. Ačkoliv procesní řízení často využívá informačních technologií, stále se jedná pouze jednu z jeho součástí, ne celek.

Některé definice [10, 11] přímo zmiňují aktivity spojené s optimalizací business procesů zapadající do tzv. „životního cyklu“ procesního řízení, kterým se budu zabývat v následující části.

## 1.4 Životní cyklus BPM

Činnosti vykonávané v rámci procesního řízení je možné seskupit do fází tzv. „životního cyklu“ procesního řízení. Tento cyklus bývá typicky rozdělován do pěti fází, kterými jsou návrh, modelování, provedení, monitorování a optimalizace, které jsou znázorněny na obrázku 1.1[15].

Fáze *návrhu* představuje identifikaci již existujících procesů, návrh nových, či přepracovaných procesů a jejich detailní popsání obvykle formou procesních modelů. Dále tato fáze zahrnuje identifikaci a zvolení výkonnostních metrik, na základě kterých budou posuzována možná vylepšení.

Fáze *modelování* představuje analýzu těchto procesů a provedení „what-if“ analýzy různých simulací a scénářů. Na základě toho jak procesy fungují v různých podmínkách jsou vybrána optimální vylepšení.

Fáze *provedení* představuje zvolení a implementaci vybraných vylepšení v praxi. To může zahrnovat jak změnu pracovních postupů a přetrénování ovlivněných účastníků procesu, tak implementaci případných změn v informačních systémech organizace.

Fáze *monitorování* představuje průběžné sledování stavu přepracovaných procesů a sběr statistických údajů o jejich výkonnosti vzhledem ke zvoleným výkonnostním metrikám.

Fáze *optimalizace* poté zahrnuje identifikaci potenciálních či faktických nedostatků a problémů přepracovaných procesů na základě výstupů z fáze monitorování. Poté jsou identifikována možná řešení těchto problémů a také případná vylepšení. Na základě výstupů této fáze pak celý cyklus probíhá od začátku.

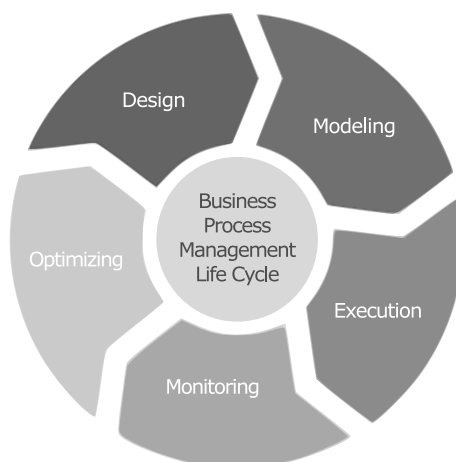
Někdy bývá uváděna také prvotní fáze strategie, která představuje stanovení cílů a směřování organizace. Na základě výstupů z této fáze jsou poté navrhována vylepšení a přepracování procesů ve fázi návrhu.

Poněkud odlišný pohled na životní cyklus procesního řízení prezentuje Marlorn Dumas et al. [6]. Jejich interpretace rozděluje aktivity procesního řízení do šesti fází identifikace, modelování, analýzy, přepracování, implementace a nakonec fáze monitorování a kontroly. Tyto aktivity jsou znázorněny na obrázku 1.2.

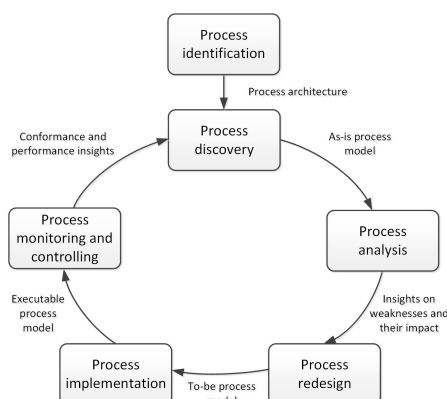
První problém, který je nutno vyřešit, je které business procesy se budou muset zoptimalizovat a vylepšit. Proto je nutné v první řadě identifikovat business procesy, které mohou mít nedostatky nebo způsobují problémy v chodu organizace. Je také nutné zjistit jaký rozsah tyto procesy mají a jak jsou mezi sebou vzájemně provázány. První fáze je tedy nazvána fází *identifikační*. Během této fáze jsou identifikovány problémové procesy a jsou změřeny hodnoty, které tyto procesy přinášejí na základě zvolených výkonnostních metrik. Těmi mo-

## 1. PROCESNÍ ŘÍZENÍ

---



Obrázek 1.1: Životní cyklus procesního řízení [16]



Obrázek 1.2: Životní cyklus procesního řízení podle Dumase et al. [6]

hou být např. čas nutný k vykonání procesu, nebo míra chybovosti (jak často proces končí negativním výsledkem).

Navazující je fáze *modelování*, která zahrnuje porozumění současným procesům. Během této fáze jsou procesy důkladně popsány, typicky formou procesních modelů, aby došlo k porozumění toho jak byla doposud v rámci organizace práce prováděna.

Když je jasné porozumění současných procesů organizace, následuje fáze *analýzy*, během které je nutné najít a identifikovat problémy a nedostatky v těchto procesech.

Další následuje fáze *přeprocování*. Když byly identifikovány problémy v současných procesech, je třeba navrhnout, zanalyzovat a porovnat možná vylepšení vzhledem k jejich pracnosti a dopadu, který budou mít na procesy. Na základě zvolených vylepšení je poté možné navrhnout nové, přeprocované procesy, které by měly problémy současných procesů řešit.

Tato fáze bývá problematická, jelikož zavádění změn do business procesů je často obtížné. Jedním z důvodů je lidský faktor. Lidé jsou zvyklí vykoná-



vat práci nějakým způsobem a je možné, že budou odporovat změnám v už ustáleném procesu. Dalším důvodem je potenciální vliv změn v současných procesech na vnější účastníky, ne pouze organizaci vykonávající daný proces, zejména pokud tyto změny zahrnují i změny podpůrných informačních systémů procesů.

Následuje fáze *implementace*, kdy dochází k zavedení změn v organizaci práce a jejím vykonávání a případným změnám v informačních systémech organizace, to vše aby bylo možné realizovat přepracované procesy. Dumas et al. [6] tuto fázi dále dělí na dva komplementární aspekty:

- *Řízení organizačních změn* primárně zahrnuje vysvětlení změn aplikovaných na současné procesy jejich účastníkům, tedy jaké změny byly provedeny a jakým způsobem přispívají organizaci a jejím cílům. Dále je nutné naučit všechny účastníky novým způsobům vykonávání přepracovaných procesů.
- *Automatizace procesů* zahrnuje implementaci a konfiguraci nového, či konfiguraci již existujícího informačního systému pro podporu přepracovaných procesů.

Poslední fází je fáze *monitorování a kontroly*. Je zřejmé, že nově přepracovaný proces nebude optimální navždy. Díky změnám v technologiích, konkurenci a potřebách zákazníků začne proces eventuálně zastarávat a bude nutné opět zanalyzovat jeho nedostatky a opět najít optimální vylepšení, která odráží tyto změny. Během této fáze tedy probíhá průběžné sledování výkonnosti procesu a pokud jsou odhaleny nedostatky je celý cyklus optimalizace procesů prováděn od začátku.

Interpretace životního cyklu, kterou předkládá Dumas et al. považují za vhodnější, protože lépe rozkládá důraz na jednotlivé aktivity nutné k optimalizaci procesů. Jelikož se tato práce primárně zabývá procesními modely, jsou zde relevantní zejména fáze modelování a přepracování, které zahrnují porozumění a popsání původních a přepracovaných procesů, a to typicky formou procesních modelů. Procesním modelováním, jeho různými notacemi a postupy se bude zabývat následující kapitola.



## Procesní modelování

V předchozí kapitole byly popsány činnosti a postupy související s optimalizací business procesů, a to formou tzv. životního cyklu procesního řízení (1.2). V rámci tohoto cyklu je nutné zanalyzovat stávající business procesy organizace a na základě této analýzy vytvořit procesy nové či vylepšené. Z tohoto důvodu je nutné stávající procesy důkladně popsat aby bylo možné analýzu provést. V rámci optimalizace procesů spolu také komunikují a spolupracují různé zájmové skupiny, každá s jinými znalostmi a zkušenostmi. Jsou jimi např. vývojáři, systémoví architekti, účastníci procesů, procesní designéři či doménoví experti. Je proto potřeba procesy popsat formou, která je srozumitelná pro všechny. Jedna možnost je popsat procesy textovou formou. Takový způsob zápisu ale může být těžkopádný a nejednoznačný [6]. Vhodnějším způsobem je nějaká forma diagramu popisující daný proces. Procesní modelování představuje tuto činnost vizualizace business procesu formou procesního modelu.

Procesní modely samy o sobě však také nezaručují dobrou srozumitelnost a jednoznačnost. Procesní modely by měly splňovat určité vlastnosti aby byly dobře analyzovatelné a srozumitelné všem jejich uživatelům. Model by měl být přesný, tedy přesně popisovat činnosti procesu, jakým způsobem je prováděn a za jakých podmínek. Model by také měl být stručný, to znamená, že by měl obsahovat pouze informace relevantní k jeho analýze. Model by měl být jasný a srozumitelný, mělo by tedy být jednoduché se v něm orientovat a porozumět mu. [17]

Všechny tyto vlastnosti jsou však subjektivní, stejně jako konečná podoba procesního modelu. Tvůrce modelu konečnou podobu procesního modelu ovlivní svým subjektivním vnímáním modelovaného procesu. Je tedy relevantní zabývat se způsoby jak ovlivňovat a měřit tyto kvality procesních modelů.

V této kapitole nejprve definuji pojem procesní model 2.1. Poté stručně popíšu různé jazyky určené k tvorbě procesních modelů 2.2 a popíšu notaci BPMN 2.3, kterou se tato práce bude dále zabývat. V poslední části se pak budu zabývat možnými způsoby jak ovlivnit kvalitu procesních modelů 2.4.

### 2.1 Procesní model

Jak už bylo dříve řešeno, procesní modelování slouží v vizualizaci business procesů. Procesní model tedy představuje grafickou podobu souvisejícího business procesu. Specifičtější definici definuje Jan Mendling [18] následovně:

*„A business process model is the result of mapping a business process. This business process can be either a real-world business process as perceived by a modeler or a conceptualized business process.“*

Procesní model je podle něj tedy výsledkem zmapování business procesu. Tento proces může být buď nějaký reálný proces jak ho vnímal designér modelu, nebo proces smyšlený.

Definici zaměřující se více na strukturu procesního modelu předkládá Mathias Weske [19]:

*„A business process model consists of a set of activity models and execution constraints between them. A business process instance represents a concrete case in the operational business of a company, consisting of activity instances. Each business process model acts as a blueprint for a set of business process instances, and each activity model acts as a blueprint for a set of activity instances.“*

Dle něj se procesní model skládá z modelů aktivit mezi kterými se nachází určitá omezení jejich vykonávání. Instance business procesu představuje konkrétní případ nějaké činnosti organizace skládající se z konkrétních instancí aktivit. Každý procesní model pak vystupuje jako šablona pro množinu instancí business procesů, a každý model aktivit jako šablona pro množinu instancí aktivit.

Modely aktivit mohou vyjadřovat buď triviální aktivity, nebo logické celky aktivit, v takovém případě je možné je tyto celky vyjádřit jako podprocesy modelovaného procesu. Omezení vykonávání jednotlivých aktivit pak mohou představovat řídicí prvky modelu.

### 2.2 Jazyky pro procesní modelování

Pro vytváření procesních modelů existuje řada modelovacích jazyků a notací. Některé z nich jsou viditelné níže:

- Petriho síť [20]
- Event-driven Process Chains (EPC) [21]
- Finite State Machines (FSM) [22]
- Unified Modeling Language (UML) [23]
- Yet Another Workflow Language (YAWL) [24]
- Subject Oriented Business Process Management (S-BPM) [25]
- Business Process Model & Notation (BPMN) [26]

Každý z těchto modelovacích jazyků se do určité míry odlišuje ve svém přístupu k modelování a jakým způsobem přistupuje k vizualizaci procesních modelů. Tato se zabývá procesními modely vytvářenými v notaci BPMN. V následujícím textu budu proto pod pojem procesní model mít implicitně na mysli model vytvořený v notaci BPMN, pokud nebude řečeno jinak. V další části popíšu notaci BPMN a její modelovací prvky.

## 2.3 Business Process Model & Notation

*Business Process Model & Notation* (BPMN) je notace pro tvorbu procesních modelů původně vyvinuta organizací BPMI (Business Process Management Initiative) v roce 2004 ve verzi 1.0. V roce 2005 došlo ke sloučení BPMI s organizací OMG (Object Management Group), která ve vývoji pokračuje. BPMN přijala jako standard v únoru 2006. V červnu 2007 byla dokončena verze 1.1 a o rok později, v červnu 2008, verze 1.2. Poslední dosavadní verzi, která byla vydána v lednu 2011 jako oficiální specifikace je BPMN 2.0. [27]

Verze 2.0 představila řadu modifikací. Jednou z těchto změn bylo sjednocení notace BPMN s metamodelem BPD (Business Process Definition Metamodel). Tento metamodel představuje standardní definici pojmů pro tvorbu procesních modelů přijatou organizací OMG a finalizovanou v lednu 2008 [28]. Výsledkem byla také změna názvu. BPMN původně znamenalo *Business Process Modeling Notation*. Od verze 2.0 se začal používat název uvedený v názvu této sekce 2.3, který vyjadřuje sjednocení notace s metamodelem.

Zamýšlený účel BPMN pro procesní modelování je podobný účelu jazyka UML pro objektový návrh a analýzu. Tedy identifikovat osvědčené postupy existujících přístupů a sjednotit je do nového jazyka představujícího standard. Předchůdci BPMN jsou např. EPC, Petriho sítě, či UML diagramy aktivit. Všechny tyto jazyky se zaměřují na různou úroveň abstrakce od analytické až po technickou. BPMN si klade za cíl obsáhnout celé spektrum abstrakce procesní analýzy až po technickou implementaci. [19]

Tento cíl je i součástí standardu, kde je uvedeno, že:

*„The primary goal of BPMN is to provide a notation that is readily understandable by all business users, from the business analysts that create the initial drafts of the processes, to the technical developers responsible for implementing the technology that will perform those processes, and finally, to the business people who will manage and monitor those processes. Thus, BPMN creates a standardized bridge for the gap between the business process design and process implementation.“* [29]

Tedy že primárním cílem BPMN je poskytnout notaci, která je snadno srozumitelná všem uživatelům a procesních analytiků až po technické vývojáře. BPMN tak přemostuje mezeru mezi procesním návrhem a procesní implementací.

V následující části se budu zabývat jednotlivými modelovacími prvky notace BPMN.

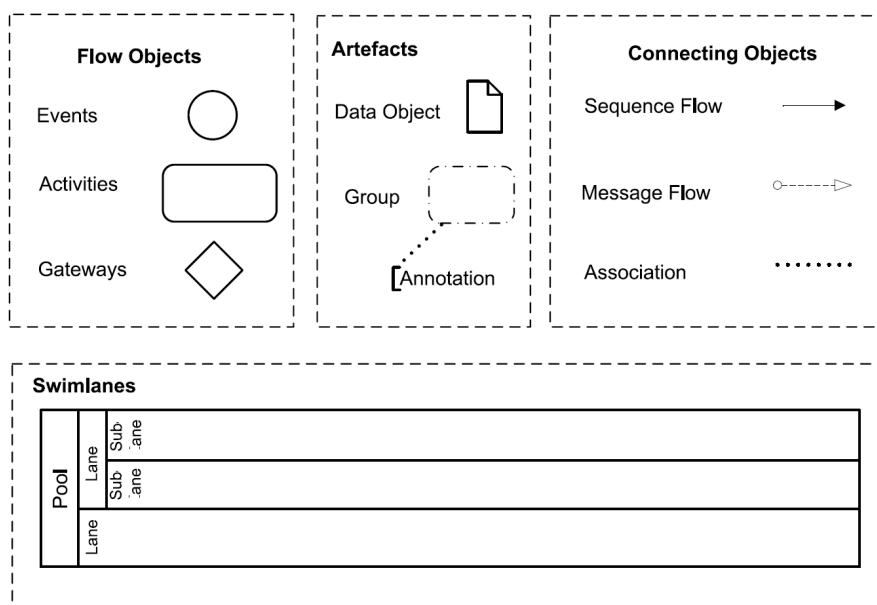
### 2.3.1 Modelovací prvky BPMN

Informace v této a několika následujících částech byly primárně získány z publikace Mathiase Weskeho [19] a oficiální specifikace BPMN [29].

Modelovací prvky BPMN jsou rozděleny do čtyř základních kategorií znázorněných na obrázku 2.1

- Objekty toku (Flow Objects)
- Spojovací objekty (Connecting Objects)
- Kontexty (Swimlanes)
- Artefakty (Artifacts)

## 2. PROCESNÍ MODELOVÁNÍ



Obrázek 2.1: Modelovací prvky BPMN [19]

*Objekty toku* představují základní stavební kameny procesního modelu. Jsou reprezentovány prvky:

- Aktivita (Activity)
- Událost (Event)
- Brána (Gateway)

*Aktivita* reprezentují činnosti vykonávané v průběhu procesu.

*Události* značí nějaký relevantní děj, který může nastat a ovlivnit tak tok vykonávání procesu.

*Brány* pak představují rozhodovací prvky procesního modelu. Umožňují větvení a spojování toku vykonávání v závislosti na uvedených podmínkách.

*Spojovací objekty* slouží k propojování objektů toku, artefaktů a kontextů. Jsou reprezentovány prvky:

- Sekvenční tok (Sequence Flow)
- Tok zpráv (Message Flow)
- Asociace (Association)

Účelem *sekvenčních toků* je specifikovat pořadí vykonávání objektů toku.

*Toky zpráv* popisují přenos zpráv mezi jednotlivými kontexty.

*Asociace* je specifický typ spojovacího objektu, který se využívá pro spojování artefaktů s prvky v modelu.

*Kontexty* reprezentují organizační aspekty procesního modelu, kterými jsou:

- Pool
- Swimlane

Doslovný překlad by vyústil v pojmech „bazén“ a „plavecká dráha“. Tyto pojmy mi nepřijdou zcela vhodné, proto budu používat původní anglické názvy. Výše zmíněné doslovné překlady ale představují vhodnou analogii pro vizuální reprezentaci těchto prvků v procesním modelu. Je možné, že to bylo důvodem jejich originálního pojmenování.

*Pool* v procesním modelu reprezentuje nějaký organizační celek.

*Swimlanes* pak mohou existovat v rámci poolu a vytvářet tak hierarchii organizačních jednotek v rámci celku. *Swimlanes* je možné zanořit do dalších *swimlanes* a vytvořit tak dílčí organizační jednotky v rámci jednotlivých organizačních jednotek. *Swimlanes* tak umožňují graficky znázornit která organizační jednotka je zodpovědná za které činnosti v rámci procesu.

*Artefakty* se využívají pro reprezentaci dodatečných informací o modelu, které nejsou nutně nesouvisí s tokem procesu. Slouží pouze pro informační účely a nemají vliv na sémantiku vykonávání procesu. Jsou nadefinované tři typy artefaktů:

- Datový objekt (Data Object)
- Anotace (Annotation)
- Skupina (Group)

*Datové objekty* se používají pro zdokumentování dat využívaných při vykonávání procesu. Pomocí asociačních hran je možné reprezentovat zápis do, nebo čtení z datového objektu. Ten může představovat např. papírové dokumenty, nebo elektronickou databázi. V modelu jsou reprezentovány pouze atomicky, tedy není možné nadefinovat jejich vnitřní strukturu.

*Anotace* popisují specifický aspekt procesního modelu textovou formou. Pomocí asociace jsou graficky spojeny s prvkem, který v modelu popisují.

*Skupiny* se využívají pro seskupování prvků v modelu. Mohou překlentout i oddíly a kontexty. Nemají žádný formální význam, slouží pouze pro účely dokumentace.

Následujících několik částí se bude podrobněji zabývat prvky aktivit, událostí, bran a sekvenčních toků, a datových objektů. V rámci procesních modelů je možné jim přiřadit různé vlastnosti a typy a zaslouží si tak detailnější popis.

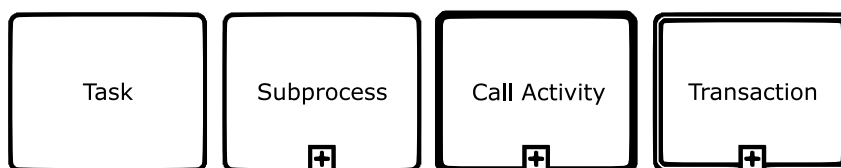
### 2.3.2 Aktivity

Aktivity představují jednotku práce v procesním modelu. BPMN poskytuje prostředky pro vyjádření různých typů činností. Definované typy aktivit jsou (Obrázek 2.2):

- Úkol (Task)
- Podproces (Subprocess)
- Volací aktivita (Call Activity)
- Transakce (Transaction)

*Úkoly* jsou aktivity, které v rámci modelu nejsou dále děleny na dílčí prvky. Jsou to atomické činnosti, úkoly.

Naopak *podprocesy* reprezentují aktivity, které mají další vnitřní strukturu reprezentovanou v modelu. Podprocesy je možné modelovat expandované. Pak je viditelná jejich vnitřní struktura na úrovni jejich rodiče. Grafická reprezentace expandovaného podprocesu může připomínat prvek skupina znázorněný



Obrázek 2.2: Typy aktivit v BPMN

plnou čarou, nikoliv přerušovanou. Jinak je možné podprocesy reprezentovat speciální aktivitou podprocesu (Obrázek 2.2). Vnitřní struktura podprocesu je pak skryta na úrovni rodiče a je možné si podproces zobrazit samostatně.

*Volací aktivity* se používají pro znázornění globálně nadefinovaných procesních modelů, které jsou využívány opakovaně v rámci různých procesních modelů.

Aktivity typu *transakce* souvisí s typem události *kompence* a budou popsány v části 2.3.3.

Aktivity je také možné označit symboly, které dále specifikují sémantiku jejich vykonávání. Jedním takovým symbolem je i symbol podprocesu zmíněný dříve. Grafická reprezentace těchto symbolů je znázorněna na obrázku 2.3. Význam je následující:

- Podproces (Subprocess)
- Cyklu (Loop)
- Paralelní vykonávání (Parallel Multiple Instance)
- Sekvenční vykonávání (Sequential Multiple Instance)
- Ad hoc (Adhoc)
- Kompence (Compensation)

Symbol *cyklu* značí, že aktivita bude prováděna iterativně v cyklu během vykonávání procesu. Na úrovni vykonávání procesu to znamená buď podobu *while*, nebo *do-while* cyklu. Na úrovni grafické reprezentace v procesním modelu se typ cyklu nerozlišuje.

Symbole *paralelního vykonávání* a *sekvenčního vykonávání* vyjadřují, že aktivita bude prováděna v několika instancích. V případě paralelního vykonávání jsou instance prováděny souběžně, naopak v případě sekvenčního vykonávání jsou prováděny postupně. Symbol *ad hoc* značí typ podprocesu. Tento podproces se skládá z množiny úkolů, které nejsou vzájemně propojeny sekvenčním tokem. Každý z těchto úkolů může být vykonán kolikrát je potřeba.

Aktivita se symbolem *kompence* je vyvolána pokud je nutné kompenzovat za nějaké provedené aktivity, které musí být anulovány. Pojem kompenzace je silně propojen s pojmem transakce a bude probrán v sekci 2.3.3.





Obrázek 2.3: Symboly aktivit v BPMN [19]

Další množina symbolů existuje pro specificky pro úkoly. Tyto symboly specifikují jaký typ úkolu je v procesním modelu reprezentován. Grafická reprezentace těchto symbolů je opět znázorněna na obrázku 2.4. Význam je následující:

- Odesílací úkol (Send Task)
- Příjímací úkol (Receive Task)
- Uživatelský úkol (User Task)
- Manuální úkol (Manual Task)
- Úkol služby (Service Task)
- Skriptovací úkol (Script Task)

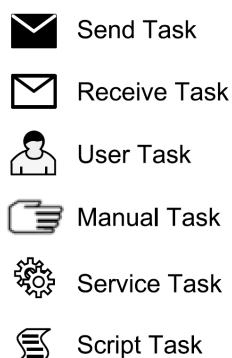
*Odesílací úkol* a *příjímací úkol* představují aktivity pro odesílání a přijímání zpráv mezi kontexty. Dalším způsobem jak reprezentovat takovou komunikaci jsou události zpráv popsané v následující části 2.3.3.

*Uživatelský úkol* představuje tradiční úlohu, která zahrnuje uživatelskou interakci se softwarem.

*Manuální úkol* je úloha prováděna bez podpory softwaru. Může představovat např. odeslání vytištěného dopisu, nebo převod fyzického zboží. Manuální úkoly jsou mimo rozsah informačního systému. Stále je ale nutné aby byl informační systém informován o dokončení úkolu. Informace o dokončení typicky zahrnuje nějaký návratový kód aby byl informační systém schopen zjistit zda byl úkol dokončen úspěšně, či neúspěšně. Na výsledku úkolu mohou záviset další části procesu, například pokud je nutné nějakým způsobem kompenzovat neúspěšné dokončení úkolu.

*Úkol služby* je vykonáván bez lidské interakce nějakým softwarem. Pro jeho vykonání je buď použito rozhraní nějaké webové služby, nebo programovací rozhraní nějakého softwarového systému.

*Skriptovací úkol* využívá pro své vykonání nějakého skriptovacího jazyka. Tyto typy úkolů typicky reprezentují jednoduchou funkcionalitu, pro kterou není potřeba dedikovaného informačního systému. Když skript dokončí svoji činnost, skriptovací úkol je dokončen.



Obrázek 2.4: Typy úkolů v BPMN [19]

### 2.3.3 Události

Události jsou děje, které se mohou přihodit během vykonávání procesu a vyjadřují vztah mezi realitou a procesem. Události mají vliv na tok procesu, který na tyto děje buď reaguje, nebo je vyvolává. Pomocí událostí je možné vyjádřit pořadí v jakém budou vykonány aktivity, nebo jejich načasování. Podlé umístění v procesním modelu mohou být události rozděleny na tři poziční typy.

Umístění na začátku toku procesního modelu značí *startovní událost* (*Start Event*), která slouží ke spuštění procesu. Tento typ události nemá žádné příchozí spojovací hrany.

Umístění na konci toku procesního modelu značí *koncovou událost* (*End Event*), která proces ukončuje. Tento typ události nemá žádné odchozí spojovací hrany.

Umístění jinam než na začátek, či konec toku procesního modelu značí *průběžnou událost* (*Intermediate Event*). Tento typ události musí mít příchozí i odchozí spojovací hrany. Speciálním typem průběžné události jsou události přichycené k aktivitám, tzv. *hraniční události* (*Boundary Event*). Tento typ události je vyvolán na základě podmínek, které nastaly uvnitř, nebo vně aktivity, ke které je událost přichycena. Aktivita, ke které je událost přichycena musí být stále aktivní když událost nastane, aby mohla být událost vyvolána. Hraniční události mohou být buď *přerušující* (*Interrupting*), nebo *nepřerušující* (*Non-Interrupting*). Přerušující událost ukončí vykonávání aktivity, ke které je přichycena. Naopak nepřerušující událost je vyvolána a prováděna souběžně s aktivitou, ke které je přichycena.

Události se v procesním modelu dále dělí na dvě hlavní role podle toho zda jsou aktivně vyvolány, nebo reagují, když se něco stane. Každá událost může mít v procesním modelu pouze jednu roli.

*Vyvolávací událost* (*Throwing*) je aktivně vyvolána během vykonávání procesu. Všechny koncové události jsou vyvolávací, protože jsou aktivně vyvolány procesem.

*Zachycující událost* (*Catching*) naopak v procesním modelu čeká na vyvolání události. Když je odpovídající událost vyvolána, proces ji zachytí a zareaguje odpovídajícím způsobem. Všechny startovní události jsou zachycující.

Průběžné události mohou být buď vyvolávací, nebo zachycující. Například

událost *zpráva (Message)* představuje událost, která může být buď vyvolávací (odeslání zprávy), nebo zachycující (přijetí zprávy). Odesílání a přijímání zpráv může být alternativně vyjádřeno pomocí odesílacích a přijímacích úkolů 2.3.2.

Obrázek 2.5 znázorňuje ve sloupcích rozdělení dle umístění a role v procesním modelu. V řádcích jsou pak uvedeny jednotlivé typy událostí. Ve zbytku této části popíšu nejčastěji používané typy událostí.

*Žádný (None)* představuje typ události, který nemá specifikovaný typ. Používá se když typ události není znám, nebo není důležitý v daném procesním modelu. Typicky se tento typ používá pro startovní události jako zachycující typ, a pro koncové události jako vyvolávací typ. V případě průběžné události je vždy vyvolávací.

*Časovač (Timer)* může vyjadřovat bod v čase, časový interval, nebo odpočet. Časovač může být použit jako startovní událostí. V takovém případě značí čas, kdy celý proces započne. V případě průběžné události slouží jako odpočet. Tento odpočet započne, když je dokončena předcházející aktivita a probíhá po stanovený čas. Když odpočet skončí, vykonávání procesu probíhá dál.

*Podmíněná (Conditional)* událost značí, že proces je spuštěn, nebo bude pokračovat ve vykonávání pouze pokud je splněná nějaká podmínka. Podmínky jsou nezávislé na procesech, proto je možné tento typ události vytvářet pouze jako zachycující.

*Spojení (Link)* Je jedinou událostí, která nereprezentuje děje ovlivňující proces. Jediným účelem této události je strukturování procesního modelu. Spojení je možné použít pouze jako průběžnou událost. Někjaká část procesního modelu končí vyvolávací událostí. Tato vyvolávací událost má odpovídající zachycující událost, kde tok procesního modelu pokračuje. Není možné použít událost spojení pro propojení více procesů, pouze části jednoho procesu.

*Chyba (Error)* značí výskyt chyby ve vykonávání procesu. Tento typ se vyskytuje pouze jako koncová a hraniční událost. Pokud nastane chyba v aktivitě, hraniční událost chybu zachytí a přeruší vykonávání události. Poté typicky probíhají aktivity pro ošetření vzniklé chyby.

*Kompenzace (Compensation)* jsou události související s transakcemi. *Transakce (Transaction)* je typ podprocesu již zmíněný v části 2.3.2. Aktivity v tomto typu podprocesu jsou prováděny formou transakce. To znamená, že musí splňovat vlastnosti specifikované transakčním protokolem. Nejčastěji používaný transakční protokol je nazýván ACID, podle kterého by transakce měly splňovat následující vlastnosti:

- *Atomicita (Atomicity)* znamená, že v rámci transakce jsou buď úspěšně provedeny všechny aktivity, nebo žádná.
- *Konzistence (Consistency)* vyjadřuje, že korektní provedení transakce uvede systém z konzistentního stavu do jiného konzistentního stavu.
- *Izolace (Isolation)* značí, že aktivity v transakci jsou vykonávány v izolaci od jiných transakcí. Tedy že jedna transakce nezasahuje do vykonávání jiné transakce.
- *Odolnost (Durability)* vyjadřuje, že výsledky provedené transakce nebudou ovlivněny selháním systému, které může nastat po jejím vykonání.

Všechny transakce tedy musí být prováděny atomicky. V databázových systémech je toho docíleno například zamykajícími protokoly. V případě business procesů se používá události kompenzace. Pokud při provádění transakce dojde

## 2. PROCESNÍ MODELOVÁNÍ

	Start Events	Intermediate Events				End Events
	Catching	Catching	Boundary Interrupting Catching	Boundary Non-Interrupting, Catching	Throwing	Throwing
<b>None:</b> Untyped events, indicate start point, state changes, or final states.						
<b>Message:</b> Receiving and sending messages.						
<b>Timer:</b> Cyclic timer events, points in time, timespans or timeouts.						
<b>Escalation:</b> Escalating to a higher level of responsibility.						
<b>Conditional:</b> Reacting to changed business conditions or integrating business rules.						
<b>Link:</b> Off-page connectors. Two corresponding link events equal a sequence flow						
<b>Error:</b> Catching or throwing named errors.						
<b>Cancel:</b> Reacting to cancelled transactions or triggering cancellation.						
<b>Compensation:</b> Handling or triggering compensation.						
<b>Signal:</b> Signaling across different processes. A signal thrown can be caught multiple times.						
<b>Multiple:</b> Catching one out of a set of events. Throwing all events denied.						
<b>Parallel Multiple:</b> Catching all out of a set of parallel events.						
<b>Terminate:</b> Triggering the immediate termination of a process.						

Obrázek 2.5: Typy událostí v BPMN [30]

k chybě je pro všechny již dokončené aktivity vyvolána událost kompenzace a provedeny kompenzační aktivity. Tyto aktivity jsou označené symbolem kompenzace zmíněném v části 2.3.2.

*Storno (Cancel)* událost slouží pro vyvolání, nebo zachycení ukončení transakce poté co byly provedeny všechny kompenzace. Tato událost je typicky následována aktivitami, které ošetřují důsledky selhání transakce.

*Signál (Signal)* má podobnou funkci jako události zpráv. Rozdílem je, že zpráva je vždy odeslána specifickému příjemci. Vyvolaný signál může být zachycen vícekrát a to v rámci jednoho procesu, v rámci více procesů ve stejném procesním modelu, nebo i jinými procesními modely.

*Ukončení (Termination)* značí násilné ukončení vykonávání procesu. Pokud je tato událost použita v podprocesu, ukončuje pouze vykonávání daného podprocesu, nikoliv rodiče.

### 2.3.4 Brány a sekvenční toky

V BPMN je řídicí tok procesu reprezentován sekvenčním tokem. Brány představují řídicí prvky sekvenčního toku. Brána může sekvenční tok rozdělovat, nebo ho spojovat (Join Gateway). *Rozdělovací brána (Split Gateway)* má jednu příchozí hranu a alespoň dvě odchozí hrany. *Spojovací hrana (Join Gateway)* má alespoň dvě příchozí hrany a jednu odchozí hranu. V BPMN je možné vytvořit i brány, které mají několik příchozích i odchozích hran. Nazývají se *Smíšené brány (Mixed Gateway)*. Smíšené brány se však nedoporučuje používat a místo nich využít spojovacích a rozdělovacích bran. Grafická podoba bran používaných v BPMN je znázorněna na obrázku 2.6. Typy bran jsou:

- Exklusivní (Exclusive)
- Paralelní (Parallel)
- Inklusivní (Inclusive)
- Událostní (Event-based)
- Komplexní (Complex)

*Exklusivní brána* uskutečňuje exklusivní XOR chování. Pokud je brána rozdělovací, sekvenční tok bude směřovat právě do jedné z odchozích hran na základě stanovené podmínky. Pokud je brána spojovací sekvenční tok může přijít z jakékoliv příchozí hrany.

*Paralelní brána* uskutečňuje inkusivní AND chování. Pokud je brána rozdělovací, sekvenční tok bude paralelně pokračovat všemi odchozími hranami. Pokud je brána spojovací, čeká na dokončení všech příchozích hran, teprve potom pokračuje v sekvenčním toku dál.

*Inklusivní brána* uskutečňuje flexibilní OR chování. Pokud je brána rozdělovací, sekvenční tok může pokračovat libovolným množstvím odchozích hran. Vždy ale musí být zvolena alespoň jedna odchozí hrana. Pokud je brána spojovací, čeká na dokončení všech aktivních příchozích hran, teprve potom pokračuje v sekvenčním toku dál.

*Událostní brána*, podobně jako brána exklusivní uskutečňuje XOR chování. Událostní brána však neuskutečňuje rozhodnutí kam bude sekvenční tok směřovat na základě podmínky, rozhodují o tom události, které nastanou. Na odchozích hranách událostní brány následují zachycující události, nebo přijímací



Obrázek 2.6: Typy rozhodovacích bran v BPMN

úkol (alternativa k zachycující události zprávy). Kterákoliv z těchto událostí nastane jako první určí kterou větví bude pokračovat sekvenční tok.

*Komplexní brána* umožňuje nadefinovat kombinované rozdělování a spojování. Například uvažujme rozdělovací komplexní bránu s třemi odchozími hranami A, B a C. Pomocí komplexní brány je možné nadefinovat například, že současně A a B, nebo pouze C musí být vykonány.

### 2.3.5 Datové objekty

Procesy během svého vykonávání musí často pracovat s informacemi. Těmi mohou být elektronické či fyzické dokumenty, databáze a jiné objekty, které proces vytváří, používá, nebo modifikuje. Proces tedy pracuje s nějakými daty. V BPMN slouží pro reprezentaci toku dat v procesu datové objekty. Vztah mezi aktivitami a datovými objekty je reprezentován datovou asociací. *Datová asociace (Data Association)* je speciálním případem asociace 2.3.1. Grafické znázornění je totožné s normální asociací. Hrana asociace směřující od aktivity k datovému objektu znázorňuje vytvoření datového objektu, nebo zápis dat do existujícího datového objektu. Hrana směřující opačným směrem, tedy od datového objektu, značí čtení dat z datového objektu. Typy datových objektů v BPMN jsou:

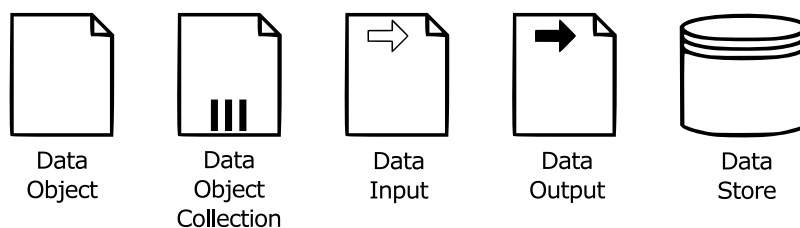
- Datový objekt (Data Object)
- Kolekce datových objektů (Data Object collection)
- Datový vstup (Data Input)
- Datový výstup (Data Output)
- Datové úložiště (Data Store)

*Datový objekt* reprezentuje informace proudící v procesu. Těmi mohou být například e-maily, elektronické dokumenty nebo dopisy. *Kolekce datových objektů* je potom speciální typ datového objektu, který reprezentuje množinu takových informací.

*Datový vstup* představuje externí datový objekt. Proces může z tohoto objektu číst data.

*Datový výstup* také reprezentuje externí datový objekt. Proces může do tohoto objektu zapisovat data. Tento objekt může být již existující, nebo může být vytvořen pro zápis procesem.

Datové objekty, které nejsou datovým vstupem nebo výstupem mají omezenou životnost pouze během vykonávání dané instance procesu. Pokud je žádoucí tato data zachovat je nutné použít *Datové úložiště*. Objekt datového úložiště reprezentuje nějaké externí úložiště dat, například databázi. Datový



Obrázek 2.7: Typy datových objektů v BPMN

objekt může být propojen asociací s datovým úložištěm. Toto spojení značí, že data datového objektu jsou uložena v datovém úložišti a nebudou ztracena při dokončení vykonávání procesu.

## 2.4 Způsoby ovlivnění kvality procesních modelů

Jak je uvedeno v úvodu této kapitoly 2, procesní modely slouží zejména pro účely analýzy business procesů a jejich zlepšování. Procesní modely poskytují určitou míru abstrakce a činí tak proces lépe srozumitelný. Tvorba procesního modelu je však subjektivní činnost. Podoba výsledného modelu závisí na subjektivním vnímání modelovaného procesu tvůrcem modelu. Není tak možné zaručit, že reprezentace procesu procesním modelem bude dobře srozumitelná a jednoznačná.

Z tohoto důvodu je nutné zabývat se možnými způsoby jak ovlivnit a měřit vlastnosti procesních modelů a jejich výslednou kvalitu. Několik existujících řešení představuje:

- The Guidelines of Modeling (GoM) [17]
- SEQUAL Framework [31]
- Seven Process Modeling Guidelines (7PMG) [32]
- Míry kvality procesních modelů [1]

Ovlivňování výsledné kvality procesních modelů je možné rozdělit na dvě fáze [2].

- Během tvorby procesního modelu
- Zpětné Ověření kvality po dokončení modelu

K ovlivňování kvality *během tvorby modelu* slouží zejména první tři řešení (GoM, SEQUAL a 7PMG). Tyto nástroje představují sady metodik a doporučení, na které je možné se odvolávat během tvorby procesního modelu a průběžně tak ovlivňovat jeho kvalitu.

Ovlivňování kvality modelu během jeho tvorby za pomoci těchto metodik prezentuje několik obtíží. Jednou z obtíží může být nedostatek zkušeností tvůrce modelu s procením modelováním. Zejména metodiky GoM a SEQUAL předpokládají určitou míru zkušenosti s oblastí modelování [32]. Aplikovat takové metodiky může být pro nezkušeného tvůrce modelu obtížné a zvyšuje se šance, že si nějaký pokyn či doporučení vyloží nesprávně, nebo jej nesprávně

aplikuje. Dalším obtíží může být problém s aplikováním metodik na nestandardní situace při modelování.

K *ovlivňování kvality zpětně po dokončení modelu* může sloužit poslední zmíněný nástroj, *Míry kvality procesních modelů*. Tyto míry slouží ke kvantifikaci a ověření různých vlastností modelu. Míry kvality tak poskytují zpětnou vazbu o vlastnostech a kvalitě modelu. Je tedy možné ověřit kvalitu modelu po jeho dokončení využitím měr kvality a navrhnout případná zlepšení.

Problém se zpětným ověřováním kvality může nastat v případě, kdy během tvorby modelu nebyla prováděna průběžná kontrola kvality, například za pomoci výše zmíněných metodik. Výsledný model pak může obsahovat velké množství chyb a nedostatků, může být nepřehledný a špatně srozumitelný. Čím horší kvality má výsledný model, tím obtížnější je jeho analýza. O to obtížnější je pak návrh možných úprav a vylepšení.

V ideálním případě by mělo docházet k ovlivňování kvality v obou fázích. K tomu je možné využít kombinaci metodik a měr kvality. Je ale možné využít míry kvality i pro měření kvality během tvorby modelu, a to vytvořením nástroje, který by tyto míry počítal a poskytoval tak zpětnou vazbu během tvorby modelu.

Míry kvality se tak jeví jako vhodný nástroj pro ovlivňování kvality procesních modelů.

V následující kapitole uvedu existující míry kvality procesních modelů 3.1. Dále popíšu míry kvality určené pro ovlivňování kvality procesních modelů vytvořených v notaci BPMN 3.2.



## Míry kvality procesních modelů

V předcházející kapitole bylo řečeno, že procesní modely by měly splňovat určité vlastnosti (přesnost, stručnost, jasnost a srozumitelnost). Všechny tyto vlastnosti jsou do značné míry subjektivní. Je však možné změřit určité atributy procesního modelu jako je velikost, nebo hloubka a ověřit tak jeho kvalitu. K tomuto účelu slouží míry kvality.

Velmi obecnou definici procesních měr definuje Cardoso [33] takto:

*„Process metric is any type of measurement related to a process. Process metrics allow attributes of processes to be quantified.“*

Jedná se tedy o libovolný typ měření související s procesy. Uvádí také, že pomocí procesních měr je možné kvantifikovat, a tedy změřit, atributy procesů.

Jan Mendling [18] prezentuje souhrn dosavadního výzkumu měr kvality v oblasti procesního modelování a souvisejících oborů jako je softwarové inženýrství.

Z tohoto souhrnu vyplývá, že velké množství měr kvality pro procesní modely je odvozeno od softwarových metrik původně určených pro měření kvality softwaru. Softwarový program je možné namapovat na graf řídicího toku. Programové moduly zde představují uzly s jedním vstupem a výstupem. Podmínky a cykly jsou reprezentovány vícero vstupy a výstupy. Podobně na procesní modely je možné nahlížet jako na program rozdělený do jednotlivých modulů (aktivit). Ty pak přijímají vstup a produkují výstupy. Moduly jsou propojeny sekvenčně (spojovací objekty), nebo pomocí prvků větvení (rozhodovací brány). Míry definované pro grafy řídicího toku je tedy možné adaptovat pro procesní modely. Mimo měr adaptovaných ze softwarových metrik existují také míry určené výhradně pro procesní modely. [18]

### 3.1 Existující míry kvality

V rámci výzkumu procesních měr na ČVUT v Praze byl týmem CZM vytvořen seznam existujících měr kvality využitelných pro procesní modely. [34] [1] Tento seznam je strukturován podle pěti kategorií návrhu adaptovaných z oblasti softwarové složitosti [35]:

- Velikost (Size)
  - Number of Activities (NOA)
  - Number of Activities and Control-flow elements (NOAC)
  - Number of Activities, Joins, and Splits (NOAJS)
- Modularita (Modularity)
  - Fan-in / Fan-out (Modularizace)
  - Maximum nesting depth
  - Mean nesting depth
  - Interface Complexity (IC)
- Složitost (Complexity)
  - Cognitive weight
  - Control-flow Complexity (CFC)
  - Halstead-based Process Complexity
  - Coefficient of Network Complexity (CNC)
  - Complexity Index (CI)
  - Restrictivness estimator
  - Cyclomatic Number
- Provázanost (Coupling)
  - Coupling
- Soudržnost (Cohesion)
  - Cohesion

Problémem je, že ačkoliv jsou tyto míry uzpůsobeny pro procesní modely, existuje množství navzájem odlišných, modelovacích jazyků 2.2. Řada těchto měř byla vyvinuta, nebo adaptována z oblasti softwarových metrik pro procesní modely vytvořené ve specifickém modelovacím jazyku a jejich použití pro měření kvality procesních modelů z jiného jazyka je tedy problematické bez provedení úprav. Aby bylo možné vytvořit seznam měř Pro měření kvality modelů vytvořených v BPMN je tedy nutné některé z těchto měř modifikovat a vytvořit nový seznam měř specifický pro notaci BPMN. [2]

### 3.2 Míry kvality procesních modelů v BPMN

Na základě analýzy měř uvedených v předchozí sekci Radek hronza et al. provedli odpovídající úpravy a vytvořili nový seznam a definice procesních měř kvality určené pro notaci BPMN [2]:

- Velikost modelu
  - Počet elementů modelu
    - \* Počet poolů
    - \* Počet swimlanes
    - \* Počet aktivit
    - \* Počet událostí
    - \* Počet rozhodovacích bran
    - \* Počet informačních objektů
    - \* Počet artefaktů

- \* Počet spojovacích objektů
  - Hloubka procesu
- Složitost modelu
  - Složitost řídicího toku
  - Složitost procesního modelu dle Halsteada
- Struktura modelu
  - Hloubka rozhodovacího zanoření
  - Složitost rozhraní
  - Počet koncových událostí v rámci swimlanes
  - Násobné využití rozhodovacích bloků v přímé návaznosti
  - Počet cyklů
  - Počet duplicitně zobrazených elementů
- Srozumitelnost modelu
  - Míra srozumitelnosti
  - Míra složitosti propojení
  - Míra výskytu nevhodných vzorců
  - Míra naplnění nezbytných informací
- Modulárnost modelu
  - Míra využití daného procesního modelu
  - Míra využívání jiných procesních modelů
  - Míra modularizace

### 3.2.1 Velikost modelu

Tato kategorie měř vyjadřuje velikost modelu v počtech jeho elementů. Jedná se o nezákladnější typ měř. Hodnoty těchto měř jsou často využívány při výpočtu měř složitějších. Na základě doporučení [32] se dá předpokládat, že velikost procesního modelu má přímý vliv na jeho složitost a srozumitelnost.

*Počet elementů modelu (Number of Elements)* vyjadřuje celkový počet modelovacích elementů v modelu. Hodnota této míry odpovídá sumě měř dílčích elementů uvedených níže.

*Počet poolů (Number of Pools)* vyjadřuje celkový počet elementů typu pool (kontext). *Počet Swimlanes (Number of Swimlines)* vyjadřuje celkový počet elementů typu swimline (oddíl kontextu).

*Počet aktivit (Number of activities)* vyjadřuje celkový počet elementů typu aktivita. V rámci elementů aktivit existují dílčí míry dle jednotlivých typů aktivit:

- Počet činností (Number of Tasks)
- Počet podprocesů (Number of Subprocesses)
- Počet externích činností (Number of Call Activities)
- Počet událostních podprocesů (Number of Event Subprocesses)
- Počet transakcí (Number of Transactions)

*Počet událostí (Number of Events)* vyjadřuje celkový počet elementů typu událost. V rámci elementů událostí existují dílčí míry dle jednotlivých typů událostí z hlediska jejich umístění v modelu:

- Počet startovních událostí (Number of Start Events).
- Počet průběžných událostí (Number of Intermediate Events).
- Počet koncových událostí (Number of End Events).

*Počet rozhodovacích bran (Number of Gateways)* vyjadřuje celkový počet elementů typu brána (gateway). V rámci elementů rozhodovacích bran existují dílčí míry dle jednotlivých typů rozhodovacích bran:

- Počet exkluzivních (XOR) bran (Number of Exclusive Gateways)
- Počet inkluzivních (OR) bran (Number of Inclusive Gateways)
- Počet paralelních (AND) bran (Number of Parallel Gateways)
- Počet událostních bran (Number of Event-based Gateways)

*Počet informačních objektů (Number of Data)* vyjadřuje celkový počet elementů informačního typu. V rámci informačních elementů existují dílčí míry dle jednotlivých typů informačních objektů:

- Počet datových objektů (Number of Data Objects)
- Počet datových úložišť (Number of Data Stores)

*Počet artefaktů (Number of Artifacts)* vyjadřuje celkový počet elementů typu artefakt. V rámci elementů artefaktů existují dílčí míry dle jednotlivých typů artefaktů:

- Počet anotací (Number of Text Annotation)
- Počet ohraničujících objektů (Number of Groups)

*Počet spojovacích objektů (Number of Connecting Objects)* vyjadřuje celkový počet elementů používaných pro spojování všech ostatních elementů v procesním modelu. V rámci spojovacích elementů existují dílčí míry dle jednotlivých typů spojovacích objektů

- Počet sekvenčních spojení (Number of Sequence Flow)
- Počet informačních spojení (Number of Message Flows)
- Počet asociativních spojení (Number of Association Flows)
- Počet direktivně asociativních spojení (Number of Directional Association Flows)
- Počet podmíněných spojení (Number of Conditional Flows)
- Počet defaultních spojení (Number of Default Flows)

*Hloubka procesu (Scale of Depth)* vyjadřuje z kolika úrovní podprocesů se proces skládá. Reprezentuje tedy celkovou úroveň hloubky procesu.

#### 3.2.2 Složitost modelu

Tato kategorie měř vyjadřuje složitost procesu z pohledu možných průchodů procesem.

*Složitost řídicího toku (Control-flow Complexity – CFC)* vyjadřuje počet lineárně nezávislých cest procesem. Často se využívá pro určení počtu testovacích scénářů průchodu modelem. Vzorec výpočtu CFC je následující:

$$CFC(p) = \sum_{a \in p, a \equiv XOR} CFC_{XOR}(a) + \sum_{a \in p, a \equiv OR} CFC_{OR}(a) + \sum_{a \in p, a \equiv AND} CFC_{AND}(a)$$

$$CFC_{XOR}(a) = k$$

$k$  = Počet odchozích sekvenčních spojení dané exkluzivní (XOR) brány

$$CFC_{OR}(a) = 2^l - 1$$

$l$  = Počet odchozích sekvenčních spojení dané inkluzivní (OR) brány

$$CFC_{AND}(a) = 1$$

*Složitost procesního modelu dle Halsteada (Halstead-based Process Complexity – HPC)* vychází z měř složitosti softwaru. Pro účely výpočtu vlastností procesních modelů jsou využívány níže uvedené vzorce dle [36]:

- Délka procesu

$$N = n_1 \cdot \log_2 n_1 + n_2 \cdot \log_2 n_2$$

- Rozsah procesu

$$V = (N_1 + N_2) \cdot \log_2(n_1 + n_2)$$

- Složitost procesu

$$D = (n_1/2) \cdot (N_2/n_2)$$

$n_1$  = Počet unikátních rozhodovacích bloků

$n_2$  = Počet unikátních informačních objektů

$N_1$  = Celkový počet rozhodovacích bloků

$N_2$  = Celkový počet informačních objektů

### 3.2.3 Struktura modelu

Tato kategorie měř vyjadřuje kvalitu návrhu vnitřní struktury elementů, které ovlivňují průchod procesem.

*Hloubka rozhodovacího zanoření (Nesting Depth)* vyjadřuje počet rozhodnutí, které je nutné vykonat v průběhu vykonávání procesu [37]. Vzorec výpočtu je následující:

$ND$  = Počet exkluzivních (XOR) bran + Počet inkluzivních (OR) bran + Počet událostních bran

*Složitost rozhraní (Interface Complexity – IC)* vyjadřuje složitost procesu z pohledu datových vstupů a výstupů [38]. Vzorec výpočtu je následující:

$$IC = Delka \cdot (pocet\_vstupu \cdot pocet\_vystupu)^2$$

*Délka* procesu závisí na znalosti struktury dílčích aktivit. Pokud se jedná o „black-box“ aktivitu, délka bude vždy rovna 1. V opačném případě je délka dané aktivity rovna jejímu počtu aktivit.

*Počet koncových událostí v rámci swimlanes (Number of End Events within Swimlanes)* vyjadřuje celkový počet koncových událostí v rámci swimlanes.

*Násobné využití rozhodovacích bloků v přímé návaznosti (Multiple use of Decision Blocks in Direct Relation)* vyjadřuje počet rozhodovacích bran, které jsou v přímé souvislosti.

*Počet cyklů (Number of Cycles)* vyjadřuje počet cyklů v rámci procesního modelu.

*Počet duplicitně zobrazených elementů (Number of Duplicate Elements)* vyjadřuje celkový počet duplicitně zobrazených elementů v procesním modelu. Duplicitní elementy mohou v procesu vznikat buď nepozorností, nebo špatným návrhem modelu. Dochází tak ke zbytečnému „bobtnání“ procesního modelu.

#### 3.2.4 Srozumitelnost modelu

Tato kategorie měř vyjadřuje náročnost na pochopení modelu ze strany jeho uživatelů.

*Míra srozumitelnosti (Cognitive Weight – CW)* vyjadřuje úroveň náročnosti pochopení řídicí struktury modelu. Míra je založena na empirickém výzkumu, na základě kterého byla jednotlivým elementům přiřazena váha srozumitelnosti. Tato míra tedy vyjadřuje sumu vah srozumitelnosti všech řídicích elementů v modelu [39]. *Míra složitosti propojení (Coefficient of Network Complexity – CNC)* vyjadřuje náročnost porozumění modelu. Hodnota této míry je vypočtena následovně:

$$CNC = \text{pocet\_hran} / \text{pocet\_uzlu}$$

*Počet hran* představuje počet spojovacích elementů mezi aktivitami. *Počet uzlů* představuje počet aktivit a řídicích elementů.

*Míra výskytu nevhodných vzorců (Rate of Occurrence of Anti-patterns)* vyjadřuje do jaké míry se v procesním modelu vyskytují nevhodné návrhové vzory.

*Míra naplnění nezbytných informací (Degree of Fulfillment of the Necessary Information)* vyjadřuje do jaké míry jsou v procesním obsaženy nezbytné informace. Těmito informacemi jsou zejména:

- Vlastník procesu
- Osoba zodpovědná za proces
- Vstupy procesu
- Výstupy procesu
- Textový popis

#### 3.2.5 Modulárnost modelu

Tato kategorie měř vyjadřuje úroveň modulárního návrhu procesů.

*Míra využití daného procesního modelu (Fan-in)* vyjadřuje počet všech procesů, které volají daný proces. Vyšší hodnoty této míry značí, že se pravděpodobně jedná o jednoduchý podproces, který je opakovaně využíván v různých částech jednoho či více procesů. *Míra využívání jiných procesních modelů (Fan-out)* vyjadřuje počet všech procesů, které jsou volány z daného procesu. Vyšší hodnoty této míry značí, že se pravděpodobně jedná o větší proces, který ke správné funkcionalitě využívá množství jednodušších podprocesů.

*Míra modularizace (Modularization)* je kombinací předchozích dvou měř. Vyšší hodnoty této míry značí, že proces využívá velké množství podprocesů

### 3.2. Míry kvality procesních modelů v BPMN

---

a sám je také často využíván dalšími procesy. Takový proces bude pravděpodobně náročnější analyzovat i používat a je pravděpodobně nesprávně navržený. Vzorec výpočtu vypadá následovně:

$$Modularization = (fan - in \cdot fan - out)^2$$





---

## Praktická část

V rámci této kapitoly popíšu průběh svého výzkumu. Cílem výzkumu je nalézt intervaly přípustnosti hodnot pro vybrané míry kvality a v rámci uživatelského testování ověřit, jakým způsobem ovlivňují kvalitu procesních modelů

Na uživatelském testování se podílel výzkumný tým celkem pěti lidí. Každý člen týmu vytvářel vlastní testovací scénáře a modely. Výsledky a závěry testování byly diskutovány a konsolidovány na týmových konzultacích uskutečněných mezi jednotlivými etapami.

Testování probíhalo ve dvou etapách a bylo uskutečněno v laboratoři použitelnosti na ČZU v Praze. První etapa 4.1 byla zaměřena na obecnou srozumitelnost procesních modelů z hlediska jejich hierarchické struktury. Na základě výsledků této etapy jsem si zvolil tři míry kvality, tyto míry jsem poté testoval v rámci druhé etapy 4.2.

### 4.1 První etapa testování

Na základě debaty výzkumného týmu byly stanoveny následující cíle pro první etapu testování:

- Seznámit se s metodikou kvalitativního uživatelského testování.
- Otestovat srozumitelnost procesních modelů z hlediska jejich hierarchické struktury.

Druhý cíl je nutné dále specifikovat. Hierarchickou strukturou je myšlena dekompozice modelu na podprocesy. Toho je docíleno nalezením logicky souvisejících celků v modelu. Tyto jsou poté seskupeny do dílčích modelů a tvoří podprocesy hlavního modelu.

Hierarchické rozdělení na podprocesy je vykonáváno za účelem zjednodušení modelu a zlepšení jeho srozumitelnosti. Mělo by tedy dojít ke snížení počtu prvků v libovolném dílčím modelu na úkor vyšší hloubky zanoření a většího celkového počtu elementů procesu. V rámci této etapy tedy byly nepřímo testovány dvě míry kvality, počet elementů modelu a hloubka procesu.

#### 4.1.1 Příprava

Pro účely testování v této etapě jsem využil modelů studijního oddělení z procesního portálu FEL ČVUT v Praze. Z těchto procesů jsem identifikoval ty,

kteře byly dostatečně složité aby bylo možné je vymodelovat ve dvou variantách. Z těchto procesů jsem vybral proces „Rezervace místnosti“.

Zvolený proces jsem vymodeloval ve dvou variantách. Jedna varianta představovala „plochý model“ B, kde veškeré informace jsou v jednom modelu. Druhá varianta představovala „hierarchický model“ C, tedy model členěný na podprocesy. V případě „rezervace místnosti“ se jednalo o podproces „Postup v případě nedostupné místnosti“.

Pro obě varianty modelů jsem vytvořil testovací scénáře. Ty se skládaly celkem z 10 otázek pro každý model a byly rozděleny do dvou částí po pěti otázkách. První sada otázek byla společná pro obě varianty modelu a testovala obecné porozumění procesu. Druhá sada otázek byla specifická pro každou variantu modelu.

Pro celý tým byly vytvořeny dotazníky zaměřené na získání informací o účastníkovi, především jaké jsou jeho zkušenosti procesními modely a jestli zná notaci BPMN.

### 4.1.2 Průběh

První etapa testování probíhala 13.1. 2016 v laboratoři použitelnosti ČZU v Praze. Testování se zúčastnilo celkem 7 účastníků. Ti byli rozděleni do třech skupin, pro každého člena týmu jedna.

Účastníkům jsem předložil modely a odpovídající testovací sadu otázek.

Modely jsem každému účastníkovi předkládal v opačném pořadí. Tedy jeden pracoval s hierarchickým modelem, druhý s plochým modelem. Tím jsem docílil, že výsledky testu nebudou zkresleny ve prospěch varianty, která by byla testována první, či naopak.

V průběhu testování jsem byl účastníkům k dispozici v případě dotazů, nebo nejasností s modely.

Po vyplnění první sady testů jsem účastníkům předložil sadu druhou. To znamenalo předložit jim jiný model, než se kterým pracovali poprvé.

Na konec jsem účastníkům předložil dotazník pro získání zpětné vazby.

Na konci celého testování se uskutečnila společná debata se všemi účastníky za účelem získat zpětnou vazbu ohledně testování.

### 4.1.3 Výsledky

Na základě vyplněných dotazníků a zpětné vazby účastníků získané během debaty jsem došel k následujícím závěrům

Z hlediska srozumitelnosti modelů pro účastníky se hierarchický model jevil jako hůře srozumitelný. Míra chybovosti odpovědí na otázky byla relativně nízká a srovnatelná pro oba účastníky. Obě varianty modelu se zdály být dostatečně srozumitelné pro pochopení funkcionality procesu. v rámci dotazníku zpětné vazby účastník, kterému byl hierarchický model předložen jako první, jej označil za hůře srozumitelný. Druhý účastník, který jako první pracoval s plochým modelem jej označil za „jednodušší“ a hierarchický model za „více propracovaný“, z hlediska srozumitelnosti je však hodnotil srovnatelně.

Z hlediska spočtených měř kvality se hierarchický model stále jevil jako složitější. Dělení na podprocesy má za cíl model zjednodušit. K tomu došlo u hlavního modelu, který měl cca o čtvrtinu méně elementů než plochý model. Jeho podproces však dosahuje téměř stejného počtu elementů jako plochý

Tabulka 4.1: Hodnota měř kvality modelu B

Míra	Hodnota míry
Celkový počet elementů	29
Hloubka zanoření	0

Tabulka 4.2: Hodnota měř kvality modelu C

Míra	Hodnota míry
Počet elementů hlavního procesu	21
Počet elementů podprocesu	26
Celkový počet elementů	47
Hloubka zanoření	1

model. Celkový počet elementů hierarchického modelu je tak téměř o polovinu větší a zároveň dosahuje větší hloubky zanoření.

Hodnoty měř jsou uvedeny v tabulkách 4.1,4.2.

Na základě výsledků testování a zpětné vazby účastníků se hierarchický model tedy jeví složitější než plochý model. To je dále podpořeno hodnotami spočtených měř. Dle jejich hodnot došlo ke zjednodušení hlavního modelu, ale k vytvoření podprocesu, který je počtem elementů srovnatelný s plochým modelem. Celkový model je tak téměř o polovinu větší než plochý model.

Na základě těchto poznatků jsem došel k závěru, že proces není dostatečně velký aby bylo dělení na podprocesy nutné, či žádoucí. Při dělení na podprocesy dochází z hlediska počtu elementů k jisté míře redundance, zejména v případě elementů pool, swimline a startovních a koncových událostí. Vzhledem k velikosti plochého modelu může počet zmíněných a potenciálně i dalších elementů způsobit vysokou míru redundance. Ta může být ve výsledku značně vyšší než míra zjednodušení, ke které došlo v hlavním modelu.

Na základě těchto závěrů stanovím hypotézu ohledně míry počtu elementů v modelu a jejího přípustného intervalu hodnot. Tedy, že modely s menším počtem elementů než 30 by neměly být dekomponovány na podprocesy.

Na základě zpětné vazby jsem také identifikoval několik problémů, které se týkají formy testování:

Z odpovědí na otázky, zhodnocení možných odpovědí a zpětné vazby od účastníků jsem došel k závěru, že mnou kladené otázky byly v některých případech příliš obecné, nebo nejednoznačně formulované. V dalších etapách proto kladu větší důraz na způsob, jakým otázky formuluji.

Prezentovat modely v papírové podobě se ukázalo jako ne příliš vhodné zejména pro hierarchické modely. Účastník, který s hierarchickým modelem pracoval jako první měl problém identifikovat jaký vztah mezi sebou měly modely prezentované na dvou listech papíru. V následujících testech by tedy modely měly být prezentovány v elektronické podobě.

## 4.2 Druhá etapa testování

V první etapě jsem se seznámil s metodikou kvalitativního uživatelského testování. Následující etapa se tak již bude zaměřovat na testování měř kvality.

V rámci diskuze výzkumného týmu jsme došli ke společnému závěru, že je nutné dál testovat míru počtu elementů a hloubky procesu. Jedná se o základní, jednoduše pozorovatelné míry. Aby se docílilo co nejpřesnějšího výsledku, bylo rozhodnuto, že těmito mírami se budeme zabývat všichni. Kromě těchto dvou měř jsem zvolil, že se pokusím otestovat míru složitosti řídicího toku (CFC).

Vzhledem ke zvoleným mírám počtu elementů, hloubce zanoření a složitosti řídicího toku, bych během druhé etapy měl nalézt odpovědi na následující otázky:

1. Kolik elementů může model obsahovat, než přestane být čitelný?
2. Kolik úrovní podprocesů může model mít, než přestane být přehledný?
3. Jakým způsobem je procesní model ovlivněn velkým množstvím řídicích elementů?

Pro testování *počtu elementů modelu* jsem se rozhodl vycházet z doporučení metodiky 7PMG [32]. Ta navrhuje dekompozici na podprocesy, pokud počet elementů přesahuje 50. Vytvořím tedy sadu modelů v intervalu cca 40–55 elementů.

Pro míru *hloubky procesu* jsem se rozhodl testovat do úrovně zanoření pět. Bylo tedy nebytné vytvořit hierarchický model jehož podprocesy sahají až do páté úrovně.

Míru *Složitosti řídicího toku* (dále pouze CFC) jsem pro testování zvolil podle poznatků předchozího výzkumu Richarda Macha [34]. Na základě průzkumu vědecké literatury vytvořili seznam měř kvality podle jejich výskytu v literatuře. CFC bylo nejvíce zmiňovanou a tedy nejvíce zkoumanou mírou kvality. Došel jsem tak k názoru, že má význam jej otestovat pro modely v BPMN a zjistit jaký má vliv na jejich kvalitu.

Vzhledem k třetí předložené otázce budu míru CFC testovat pomocí sady procesů s různým množstvím řídicích prvků a tak i jinou hodnotou této míry. Cílem je zjistit, jestli větší množství řídicích elementů má vliv na srozumitelnost modelů.

#### 4.2.1 Příprava

Pro účely této etapy bylo potřeba použít dostatečně rozsáhlých modelů. Jako zdroj procesů jsem se obrátil na deskové hry. Pro účely testování počtu elementů jsem zvolil hru Pandemic<sup>2</sup>. Pro testování hloubky procesu jsem zvolil hru 7 Divů Světa<sup>3</sup>. Obě tyto hry jsem si zahrál abych se seznámil s jejich principy a mohl tak snáze identifikovat jejich procesy.

Modely pro tuto etapu jsem vytvářel v modelovacím nástroji na procesním portálu ČVUT. Ten umožňuje propojovat mezi sebou podprocesy a vytvořit tak hierarchický model.

Vzhledem k počtu testovaných měř jsem strukturu testování rozdělil do tří částí. Hru Pandemic jsem se rozhodl použít pro testování počtu elementů modelu. Pro hru jsem vytvořil hierarchický model, rozdělený na *přípravu hry* a *průběh hry*. Každá z těchto částí obsahuje podproces o velikost blížící se 50 elementům.

---

<sup>2</sup>Informace dostupné z:<http://www.zatrolene-hry.cz/spolecenska-hra/pandemic-238/>

<sup>3</sup>Informace dostupné z:<http://www.zatrolene-hry.cz/spolecenska-hra/7-divu-sveta-1376/>

Hru 7 Divů Světa jsem se rozhodl použít pro testování hloubky zanoření. Pro hru jsem vytvořil model jako hierarchii 23 podprocesů menší velikosti. Hloubka zanoření této hierarchie je pět. Model je členěn do *hry pro dva hráče*, *hry pro více hráčů* a *přepočít bodů* na konci hry. Všechny tři části jsou ještě dále děleny.

Pro testování CFC jsem se rozhodl použít tři vybrané podprocesy z výše zmíněných dvou her. Modely jsem každý vytvořil ve dvou variantách. Celkem jsem tedy pro testování vytvořil šest modelů s různou mírou CFC.

Pro testování těchto modelů jsem vytvořil elektronický dotazník. Dotazník se skládal ze tří hlavních částí.

V *úvodní části* se účastníků dotazuji zejména na jejich zkušenosti s procesními modely a notací BPMN.

V *první části* předkládám otázky týkající se počtu elementů v modelu hry Pandemic. Odkaz na hierarchický model je uveden na začátku sekce. Nejprve se soustředím na model přípravy hry. Poté účastníkům předkládám testovací scénáře určité situace v průběhu hry. Jejich úkolem je zodpovědět na otázky související s těmito scénáři.

Ve *druhé části* předkládám otázky zaměřené na hloubku zanoření v modelu hry 7 Divů Světa. Odkaz na hierarchický model je uveden na začátku sekce. Tato část je rozdělena na přípravu hry, průběh hry, kde uživatelům předkládám scénáře situací, které mohou ve hře nastat a nechávám je odpovídat na související otázky. Jako poslední předkládám scénáře týkající se vyhodnocování hry v jejím závěru.

Ve *třetí části* předkládám účastníkům v promíchaném pořadí modely určené pro testování míry CFC. Modely jsou upravenými variantami modelů z her v předchozích částech. U každého modelu je odkaz na něj a testovací scénář, podle kterého účastník odpovídá na otázky.

## 4.2.2 Průběh

Druhá etapa testování probíhala 18.4. 2016 v laboratoři použitelnosti na univerzitě ČZU v Praze. Testování se zúčastnili celkem tři účastníci. Každý člen týmu předkládal své testy jednomu účastníkovi.

### 4.2.2.1 Testování v laboratoři použitelnosti

Testování v laboratoři použitelnosti tentokrát probíhalo čistě elektronicky. Během testování byl pořizován audiozáznam. Byly také využity dva počítače s technologií eye-trackingu, ze kterých vznikly dva záznamy.

Účastníka jsem nejprve přihlásil na procesní portál ČVUT a otevřel mu testovací dotazník. Poté jsem ho nechal pracovat a zaznamenával si poznámky ohledně jeho reakcí, či dotazů. V případě nejasností jsem mu odpovídal na otázky.

Po vyplnění dotazníku byl s každým účastníkem uskutečněn rozhovor z cílem získat zpětnou vazbu ohledně testovaných modelů a testování.

### 4.2.2.2 Individuální testování

Vzhledem k nedostatečné míře zpětné vazby, z důvodu pouze jednoho účastníka, jsem se rozhodl provést sérii individuálních testů. Tyto testy jsem prováděl

mimo laboratoř použitelnosti.

Účastníci těchto testů byli převážně zájemci z řad spolužáků a přátel, kteří se nemohli zúčastnit testování v laboratoři. Celkem jsem provedl tři individuální testy.

Na základě každého testu jsem upravil nedostatky dotazníku podle zpětné vazby.

Rozhodl jsem se provést tyto testy více interaktivní formou. Účastníci mi během vyplňování dotazníků rovnou sdělovali své připomínky a poskytovali zpětnou vazbu k testovaným modelům a prezentovaným testovacím scénářům.

### 4.2.3 Výsledky

Na základě výsledků a zpětné vazby získané od účastníků jsem došel k závěrům, které jsem rozdělil do částí podle jednotlivých oblastí testování. V rámci každé části se budu zabývat srozumitelností testovaných modelů a jaký vliv na srozumitelnost měla odpovídající míra kvality:

- Míra počtu elementů
- Míra hloubky zanoření
- Míra CFC

#### 4.2.3.1 Míra počtu elementů

Stanovená hypotéza definovaná na základě doporučení z [32] pro míru počtu elementů tvrdí, že procesní modely s více jak 50 elementy by měly být dekomponovány na podprocesy. Pro hlavní dva modely v této části jsem vypočítal hodnoty testovaných měr, které jsou uvedeny v tabulkách 4.34.4. Z těchto hodnot vyplývá, že zkoumané modely se nachází na hranici, kde by podle této hypotézy měly být dekomponovány. Na základě výsledků testování jsem ověřil, zda tato hypotéza platí.

Výsledky testování byly v tomto případě poněkud smíšené. Většina uživatelů měla nízkou míru chybovosti, modely však byly hodnoceny často jako středně až velice složité a obtížné na pochopení. Delší doba, kterou účastníci věnovali řešení této části taky odrážela horší srozumitelnost procesů s velkým množstvím elementů.

Důležitou roli pro stanovení závěrů této části hrál záznam pořízený technologií eye-trackingu. Ten naznačil jaké obtíže účastník v laboratoři použitelnosti měl testovanými modely. Jedním z hlavních problémů byla nemožnost zobrazit si celý model tak aby byl stále čitelný. Účastník proto musel „scrollovat“ skrz model tam a zpět aby se dostal k hledaným informacím.

Tabulka 4.3: Hodnota měr kvality modelu „Pandemic - Příprava hry“

Míra	Hodnota míry
Počet elementů	50
Hloubka	0
CFC	7

Tabulka 4.4: Hodnota měr kvality modelu D

Míra	Hodnota míry
Počet elementů	47
Hloubka	0
CFC	50

#### 4.2.3.2 Míra hloubky zanoření

#### 4. PRAKTICKÁ ČÁST

---

Druhá část testování se zabývala hloubkou procesu, Pro tuto míru vyslovil hypotézu, že modely do páté úrovně zanoření jsou stále srozumitelné. Hypotéza byla testována na hierarchickém modelu deskové hry 7 Divů Světa, který dosahuje páté úrovně zanoření. Míry, které jsem pro tento hierarchický model spočetl jsou uvedeny v tabulce 4.5.

Chybovost uživatelů v této části testu byla minimální. Hloubka zanoření měla vliv zejména čas, který uživatelé potřebovali pro zorientování se v procesu. Největší problém prezentovaly případy, kdy byl uživatel nucen se vynořit o několik úrovní a zanořit se na jiném místě procesu, aby se dostal kam potřeboval. Dá se tedy tvrdit, že hloubka zanoření má vliv zejména na orientaci a časovou náročnost pochopení modelu, nikoliv na jeho porozumění.

Dle obdržené zpětné vazby neměl žádný z účastníků velký problém orientovat se v jednotlivých podprocesech. Problém tedy představovala opravdu až přehlednost a orientace v hierarchickém modelu jako celku. Část účastníků také tvrdila, že orientovat se v modelu až do páté úrovně zanoření jim problémy nečinilo. Na druhou stranu část účastníků pak považovala model za dobře srozumitelný pouze do druhé až třetí úrovně zanoření.

Na základě těchto poznatků tedy stanovím hypotézu, že hloubka zanoření by měla být modelována pouze do úrovně tři. Modely s větší mírou zanoření jsou pro některé uživatele již špatně srozumitelné a jejich míra zanoření by měla být snížena.

Jak je také vidět z tabulky 4.5, jednotlivé podprocesy dosahovaly relativně malých velikostí. Bylo by tedy vhodné provést testování s hierarchickým modelem, který se skládá z podprocesů o více elementech a zjistit jak se bude srozumitelná hloubka zanoření lišit pro různé velikosti podprocesů.

Tabulka 4.5: Hodnota měř kvality hierarchického modelu hry „7 Divů Světa“

Míra	Hodnota míry
Celkový Počet elementů	239
Nejvyšší dílčí Počet elementů	21
Hloubka	5
Celkové CFC	107
Nejvyšší dílčí CFC	18



### 4.2.3.3 Složitost řídicího toku (CFC)

Pro CFC na sadě modelů vybraných z hierarchických modelů prezentovaných v předchozích částech. Počet modelů jsem stanovil na tři modely a vymodeloval každý ve dvou různých variantách. Hodnoty měř, které jsem pro tyto modely spočetl jsou uvedeny v tabulce 4.6.

Míra chybovosti byla pro všechny testované modely srovnatelná. Dá se tedy usuzovat, že míra CFC neměla značný vliv na složitost a srozumitelnost modelů.

Ze zpětné vazby účastníků jsem se dozvěděl, že většina z nich by v případě modelů D radši zvolila složitější variantu s vyšší hodnotou CFC. Důvodem bylo, že tak mají celou logiku modelu k dispozici. Hierarchická varianta, která má značně nižší hodnotu CFC i počtu elementů, jim přijde nepraktická protože musí otevírat velké množství podprocesů aby se dostali důležitým funkcnostem procesu. Pouze jeden účastník by zvolil hierarchický model, protože ho považuje za lépe strukturovaný.

V případě modelů E.3 E.4 účastníci jednoznačně zvolili model z exkluzivními XOR bránami, místo událostních bran. Důvodem bylo, že jsou se způsobem fungování XOR bran obeznámeni a považují je za více intuitivní. Na rozdíl od událostních bran, které pro všechny byly novým koceptem. Někteří z nich však neměli problém pochopit jak tyto brány fungují.

U modelů E.1E.2 účastníci převážně volili složitější variantu modelu, protože jim připadalo, že modeluje daný proces více exaktně. Nenechává žádný prostor pro interpretaci jakým způsobem by měl být proces v libovolný moment prováděn.

Na základě těchto zjištění tvrdím, že vyšší míra CFC, tak jak je v současné době navržena, přímo neovlivňuje kvalitu procesních modelů. Tedy vyšší počet řídicích prvků má pouze malý vliv na srozumitelnost modelu. V souvislosti s tímto tvrzením stanovím hypotézu ohledně míry CFC, tedy, že výpočet míry CFC by měl klást větší důraz na komplexitu jednotlivých řídicích prvků místo jejich počtu.

## 4.3 Výsledky a závěry testování

Z výsledků testování vyplývá, že míry počtu elementů a hloubky zanoření výrazně ovlivňují kvalitu procesních modelů. Naopak míra složitosti řídicího toku neprokázala, že má přímý vliv na složitost modelu.

Z hlediska míry počtu elementů uživatelům způsobovalo problémy orientovat se ve velkých modelech. Zejména v modelech příliš velkých, než aby šly zobrazit najednou, protože nemohli získat celkový přehled o podobě modelu. Problém s tak orientací značně zpomaloval jejich práci.

Na základě těchto zjištění, a hodnot měř spočtených pro testované modely 4.44.3 bych doporučil velké modely dekomponovat od 50 elementů a výš na základě hypotézy vycházející z doporučení [32].

Na základě hypotézy z první etapy testování také předkládám doporučení nedekomponovat na podprocesy modely, které jsou menší jak 30 elementů. Vznik redundantních elementů při tvorbě podprocesů často převáží počet elementů, kterých jsme se zbavili v hlavním modelu.

Míra hloubky zanoření nezpůsobovala uživatelům velké potíže z hlediska správnosti získaných informací. Problém nastával až v případě orientace v celém hierarchickém modelu. Rozdělení na podprocesy nutí uživatele soustředit

Tabulka 4.6: Hodnota měř kvality testovacích modelů pro CFC

Model 1E.1	Hodnoty měř
Počet elementů	20
Hloubka	0
CFC	22
Model 2E.2	Hodnoty měř
Počet elementů	17
Hloubka	0
CFC	18
Model 3E.3	Hodnoty měř
Počet elementů	15
Hloubka	0
CFC	14
Model 4E.4	Hodnoty měř
Počet elementů	21
Hloubka	0
CFC	12
Model 5D.1	Hodnoty měř
Počet elementů	20
Hloubka	0
CFC	20
Model 6D.2	Hodnoty měř
Počet elementů	19
Hloubka	0
CFC	17

se jen na právě zobrazovaný detail celého hierarchického modelu. Ztrácí tak informaci o souvislostech mezi podprocesem a hlavním modelem, případně i jinými podprocesy. Čím víc úrovní zanoření musí takto uživatel projít, tím víc se mu ztrácí kontext. Vysoká hodnota hloubky zanoření tak značně ovlivňuje rychlost, s jakou je uživatel schopen vyhledávat potřebné informace.

Na základě těchto zjištění předkládám doporučení využívat hloubku zanoření pouze do třetí úrovně. Modely s vyšší úrovní zanoření by měly být „zplacatěny“.

Testování míry CFC ukázalo, že míra nemá přímý vliv na složitost a přehlednost modelů. Uživatelé často volili modely s vyššími hodnotami CFC, protože jim přišly více exaktní, tedy jasně a specificky určovaly postup procesu. Další byl případ, kdy si uživatelé zvolili model s vyšší hodnotou CFC, protože pro řízení toku používal brány XOR. Druhý model používá událostní brány, se kterými uživatelé neměli zkušenosti a proto zvolili model druhý.

Na základě této zpětné vazby předkládám hypotézu ohledně míry CFC. Tedy, upravit míru tak aby kladla větší důraz na složitost řídicích elementů, ne jejich počet.

#### 4.3.1 Budoucí práce

Na základě výsledků tohoto uživatelského testování se dá bezpečně říct, že je nutné ve výzkumu měr kvality pokračovat aby se docílilo hmatatelných výsledků.

V rámci tohoto testování se výzkumný tým se zabýval pouze hrstkou navržených měr kvality pro notaci BPMN a ani ty míry, které jsme testovali nebyly kompletně definovány. Je potřeba ověřit závěry, ke kterým náš výzkumný tým dospěl a dále specifikovat přípustné intervaly počtu elementů a hloubky.

Až bude dostatečné množství měr vhodně definováno, je možné se začít zabývat možností vytvoření nástroje, který by míry kvality počítal už na vytvářených modelech a poskytoval tak zpětnou vazbu tvůrcům procesních modelů.



---

## Závěr

Cílem literární rešerše bylo seznámit se s oblastí procesního řízení zaměřit se na problematiku procesního modelování v notaci BPMN. Dalším cílem bylo analyzovat možné způsoby jak ovlivňovat kvalitu procesních modelů v notaci BPMN se zaměřením na míry kvality procesních modelů.

Cílem praktické části práce bylo navržení možného způsobu ovlivnění kvality procesních modelů v notaci BPMN prostřednictvím měr kvality procesních modelů. Dalším cílem bylo ověření tohoto návrhu prostřednictvím uživatelského testování v laboratoři použitelnosti.

V rámci teoretické části jsem se nejprve formou rešerše seznámil s oblastí procesního řízení. Zaměřil jsme se zejména na oblast procesního modelování a notaci BPMN.

Poté jsem zanalyzoval možné způsoby jak ovlivňovat kvalitu procesních modelů. Vzhledem k zaměření na notaci BPMN jsem se zabýval zejména mírami kvality pro modely v notaci BPMN, jejichž seznam byl vytvořen v rámci výzkumu procesních měr na ČVUT v Praze.

V rámci praktické části jsem navrhl způsob ovlivňování kvality procesních modelů v notaci BPMN prostřednictvím měr kvality procesních modelů a to nalezením přípustných intervalů hodnot těchto měr.

Tento návrh jsem ověřil prostřednictvím uživatelského testování v laboratoři použitelnosti, které jsem uskutečnil ve dvou etapách.

Účelem první etapy byla identifikace měr kvality, pro které má největší význam zjišťovat přípustné intervaly hodnot. V rámci této etapy jsem vytvořil testovací scénáře pro model procesu *Rezervace místnosti*, který jsem vybral z procesů studijního oddělení na procesním portálu FEL ČVUT. Testování proběhlo v laboratoři použitelnosti na ČZU v Praze. Na základě výsledků této etapy jsem zvolil tři míry kvality, které dle mého názoru nejvíce ovlivňovaly kvalitu procesních modelů v notaci BPMN. Těmito mírami jsou *Počet elementů modelu*, *Hloubka modelu* a *Složitost řídicího toku*.

Pro tyto míry jsem vytvořil testovací scénáře a sadu testovacích procesních modelů, se kterými jsem uskutečnil druhou etapu uživatelského testování. Toto testování jsem opět uskutečnil v laboratoři použitelnosti na ČZU v Praze. Na základě výsledků této etapy jsem došel k následujícím závěrům.

Velikost procesního modelu, tedy počet jeho elementů, by neměla přesáhnout 50 elementů. Modely, které dosahují větší velikosti by měly být dekomponovány na podprocesy. Dále by neměly být dekomponovány modely menší

než 30 elementů. Dekompozice na podprocesy u modelů této velikosti může ke zvýšení složitosti modelu, nikoliv jeho zjednodušení. Pro modely, které jsou větší než 30 prvků je dekompozice možná, ale není nutná.

Hloubka zanoření procesu by neměla přesáhnout třetí úroveň. Tato míra nemá velký vliv na srozumitelnost jednotlivých podprocesů. S rostoucí mírou zanoření však dochází ke ztrátě kontextu mezi hlavním procesem a jeho podprocesy. To vede horší přehlednosti modelu a zvyšuje se tak čas, který potřebuje uživatel k nalezení informací v modelu.

Při testování míry složitosti řídicího toku jsem dospěl k závěru, že tato míra nemá v současné podobě přímý vliv na složitost procesních modelů. Míra dosahuje vysokých hodnot u modelů s velkým množstvím exkluzivních (XOR) rozhodovacích bran. Uživatelé však tento typ brány běžně znají a považují je za intuitivní. Navrhuji uzpůsobit tuto míru aby kladla větší důraz na typ rozhodovacích bran.

Výsledky mého výzkumu jsou prezentovány na studentské vědecké konferenci Albína Bráfa.

---

## Literatura

- [1] Hronza, R.; Pavlíček, J.; Mach, R.; aj.: Míry kvality v procesním modelování [online]. *Acta Informatica Pragensia*, ročník 4, č. 1, 2015: s. 18–29, doi:10.18267/j.aip.57, [cit. 20.3. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.18267/j.aip.57>
- [2] Hronza, R.; Pavlíček, J.; Náplava, P.: Míry kvality procesních modelů vytvořených v notaci BPMN [online]. *Acta Informatica Pragensia*, ročník 4, č. 2, 2015: s. 140–153, doi:10.18267/j.aip.66, [cit. 20.3. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.18267/j.aip.66>
- [3] Chang, J.: *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation [online]*. CRC Press, 2005, ISBN 9781420031362, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=1RvNBQAAQBAJ>
- [4] Řepa, V.: *Procesně řízená organizace [online]*. Grada Publishing, 2012, ISBN 9788024778662, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://flexibooks.cz/procesne-rizena-organizace/d-70715/>
- [5] Gillot, J.: *The Complete Guide to Business Process Management: Business Process Transformation Or a Way of Aligning the Strategic Objectives of the Company and the Information System Through the Processes [online]*. BookSurge, 2008, ISBN 9782952826624, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=rpkDJW1Rt9UC>
- [6] Dumas, M.; Rosa, M.; Mendling, J.; aj.: *Fundamentals of Business Process Management [online]*. Springer Berlin Heidelberg, 2013, ISBN 9783642331435, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>
- [7] Hackman, J.; Wageman, R.: Total Quality Management: Empirical, Conceptual, and Practical Issues [online]. *ADMINISTRATIVE SCIENCE QUARTERLY*, June 1995, [cit. 20.4. 2016]. Dostupné z: <http://ssrn.com/abstract=6608>
- [8] Ould, M.: *Business Process Management: A Rigorous Approach [online]*. British Computer Society, 2005, ISBN 9781906124328, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=qK-d0AjuMmQC>

- [9] Jeston, J.; Nelis, J.: *Business Process Management [online]*. Routledge, třetí vydání, 2014, ISBN 9781136172977, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://site.ebrary.com/lib/cvut/detail.action?docID=10829747>
- [10] Coalition, W. M.: What is BPM? [online]. [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://wfmc.org/what-is-bpm>
- [11] Palmer, N.: What is BPM? [online]. [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://bpm.com/what-is-bpm>
- [12] Gartner: Business process management (BPM) [online]. [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/it-glossary/business-process-management-bpm/>
- [13] Benedict, T.: The BPM Profession [online]. [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: [http://www.abpmp.org/?page=BPM\\_Profession](http://www.abpmp.org/?page=BPM_Profession)
- [14] Republic, O. C.: Procesní řízení [online]. [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.itil.cz/index.php?id=914>
- [15] Methods, S.: Understanding BPM and Related Improvement Methodologies [online]. 2012, [cit. 28.4. 2016]. Dostupné z: [http://what-is-bpm.com/get\\_started/bpm\\_methodology.html](http://what-is-bpm.com/get_started/bpm_methodology.html)
- [16] Interfacing: Process Lifecycle Management [online]. [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.interfacing.com/business-process-lifecycle-management>
- [17] Schuette, R.; Rotthowe, T.: The Guidelines of Modeling – An Approach to Enhance the Quality in Information Models. In *Conceptual Modeling – ER '98: 17th International Conference on Conceptual Modeling, Singapore, November 16-19, 1998. Proceedings [online]*, editace T. Ling; S. Ram; M. Li Lee, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1998, ISBN 9783540495246, s. 240–254, doi:10.1007/978-3-540-49524-6\_20, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49524-6\\_20](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49524-6_20)
- [18] Mendling, J.: *Metrics for Process Models: Empirical Foundations of Verification, Error Prediction, and Guidelines for Correctness [online]*. Springer Berlin Heidelberg, 2008, ISBN 9783540892243, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-89224-3>
- [19] Weske, M.: *Business Process Management [online]*. Springer Berlin Heidelberg, 2012, ISBN 9783642286162, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-28616-2>
- [20] Marsan, M.; Balbo, G.; Conte, G.; aj.: *Modelling with Generalized Stochastic Petri Nets*. John Wiley & Sons, Inc., první vydání, 1994, ISBN 0471930598.
- [21] Scheer, A.; Thomas, O.; Otmar, A.: Process modeling using event-driven process chains [online]. *Process-Aware Information Systems*, 2005: s. 119–146, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=ZENNdQq8p74C>



- 
- [22] Wright, D.: Finite State Machines [online]. 2005, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www4.ncsu.edu/~drwrigh3/docs/courses/csc216/fsm-notes.pdf>
- [23] Group, O. M.: Unified Modeling Language (UML) [online]. [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.uml.org>
- [24] ter Hofstede, A.; van der Aalst, W.; Adams, M.; aj. (editoři): *Modern Business Process Automation: YAWL and its Support Environment [online]*. Springer Berlin Heidelberg, 2010, ISBN 9783642031212, doi:10.1007/978-3-642-03121-2, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-03121-2>
- [25] Fleischmann, F.; Schmidt, W.; Stary, C.; aj.: *Subject-Oriented Business Process Management [online]*. Springer Berlin Heidelberg, 2012, ISBN 9783642323928, doi:10.1007/978-3-642-32392-8, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-32392-8>
- [26] Group, O. M.: Business Process Model & Notation (BPMN) [online]. 2011, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.omg.org/bpmn/index.htm>
- [27] White, S.; Bock, C.: *BPMN 2.0 Handbook Second Edition: Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Management Notation [online]*, kapitola New Capabilities for Process Modeling in BPMN 2.0. Future Strategies, 2011, ISBN 9780984976416, s. 17–29, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=9U3D05PoTDQC>
- [28] Object Management Group: *Business Process Definition MetaModel (BPDM), Process Definitions [online]*. Leden 2008, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?dte/2008-05-09>
- [29] Object Management Group: *Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0 [online]*. Leden 2011, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
- [30] Berlin, B. O.: BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation [online]. 2011, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: [http://www.bpmb.de/images/BPMN\\_2\\_0\\_Poster\\_EN.pdf](http://www.bpmb.de/images/BPMN_2_0_Poster_EN.pdf)
- [31] Krogstie, J.; Sindre, G.; Jørgensen, H.: Process models representing knowledge for action: a revised quality framework [online]. *European Journal of Information Systems*, ročník 15, č. 1, 2006: s. 91–102, doi:10.1057/palgrave.ejis.3000598, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000598>
- [32] Mendling, J.; Reijers, H.; van der Aalst, W.: Seven process modeling guidelines (7PMG) [online]. *Information and Software Technology*, ročník 52, č. 2, 2010: s. 127–136, doi:10.1016/j.infsof.2009.08.004, [cit. 30.4. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2009.08.004>
- [33] Cardoso, J.: Business Process Control-Flow Complexity: Metric, Evaluation, and Validation [online]. *International Journal of Web Services Research*, ročník 5, č. 2, 2008: s. 49–76, [cit. 20.3. 2016]. Dostupné z: <http://search.proquest.com/openview/5da24819a5c16bbe6ec348e3ed5f277/1>

- [34] Mach, R.: *Návrh a tvorba nástroje pro optimalizaci procesů na základě analýzy BPM modelů*. Diplomová práce, FIT ČVUT v Praze, 2015.
- [35] Conte, S.; Dunsmore, H.; Shen, V.: *Software Engineering Metrics and Models*. Benjamin-Cummings Publishing, 1986, ISBN 0-8053-2162-4.
- [36] Cardoso, J.; Mendling, J.; Neumann, G.; aj.: *Business Process Management Workshops: BPM 2006 International Workshops, BPD, BPI, ENEI, GPWW, DPM, semantics4ws, Vienna, Austria, September 4-7, 2006. Proceedings [online]*, kapitola A Discourse on Complexity of Process Models. Springer Berlin Heidelberg, 2006, ISBN 978-3-540-38445-8, s. 117–128, doi: 10.1007/11837862\_13, [cit. 5.5. 2016]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1007/11837862\\_13](http://dx.doi.org/10.1007/11837862_13)
- [37] Kluza, K.; Nalepa, G.: Proposal of square metrics for measuring Business Process Model complexity [online]. In *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012 Federated Conference on*, IEEE, 2012, ISBN 978-83-60810-51-4, s. 919–922, [cit. 5.5. 2016]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6354395>
- [38] Henry, S.; Kafura, D.: Software Structure Metrics Based on Information Flow [online]. *IEEE Transactions on Software Engineering*, ročník SE-7, č. 5, 1981: s. 510–518, doi:10.1109/TSE.1981.231113, [cit. 5.5. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1109/TSE.1981.231113>
- [39] Gruhn, V.; Laue, R.: Adopting the Cognitive Complexity Measure for Business Process Models [online]. In *2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, ročník 1, IEEE, 2006, s. 236–241, doi:10.1109/COGINF.2006.365702, [cit. 5.5. 2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1109/COGINF.2006.365702>

## Seznam použitých zkratk

- 7PMG** Seven Process Modeling Guidelines
- ACID** Atomicity, Consistency, Isolation, Durability
- BPDM** Business Process Definition Metamodel
- BPM** Business Process Management
- BPMI** Business Process Management Initiative
- BPMN** Business Process Modeling Notation
- BPR** Business Process Reengineering
- CFC** Control-flow Complexity
- CI** Complexity Index
- CNC** Coefficient of Network Complexity
- CW** Cognitive Weight
- ČVUT** České vysoké učení technické
- ČZU** Česká zemědělská univerzita
- CZM** Centrum znalostního managementu
- DMAIC** Define, Measure, Analyze, Improve, Control
- EPC** Event-driven Process Chains
- FSM** Finite State Machines
- GoM** Guidelines of Modeling
- HPC** Halstead-based Process Complexity
- IC** Interface Complexity
- NOA** Number of Activities
- NOAC** Number of Activities and Control-flow elements

## A. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

---

**NOAJS** Number of Activities, Joins, and Splits

**OMG** Object Management Group

**S-BPM** Subject-Oriented Business Process Modeling

**SEQUAL** Semiotic Quality framework

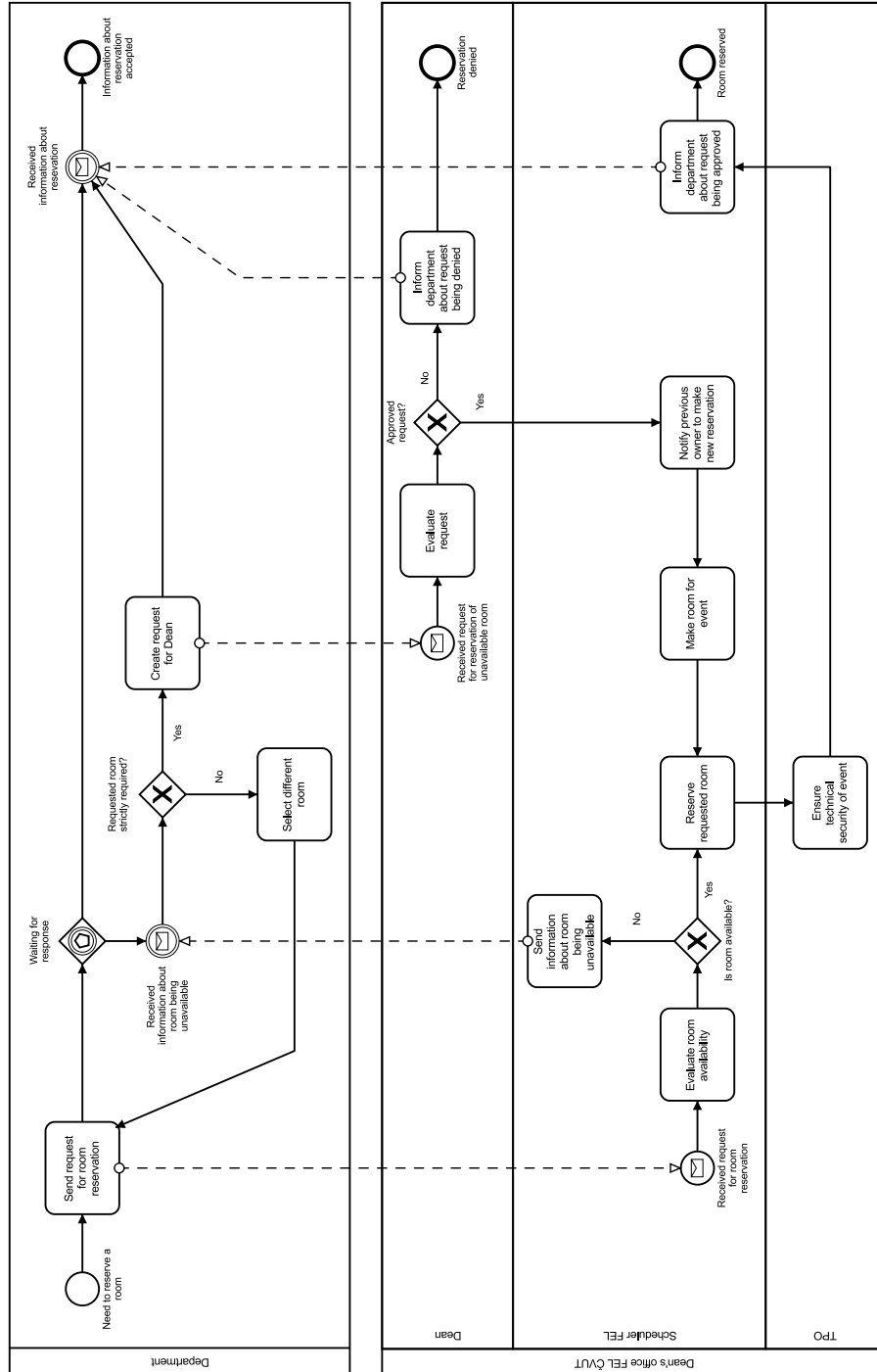
**TQM** Total Quality Management

**UML** Unified Modeling Language

**YAWL** Yet Another Workflow Language

**Model „Rezervace místnosti“ -  
plochá varianta**

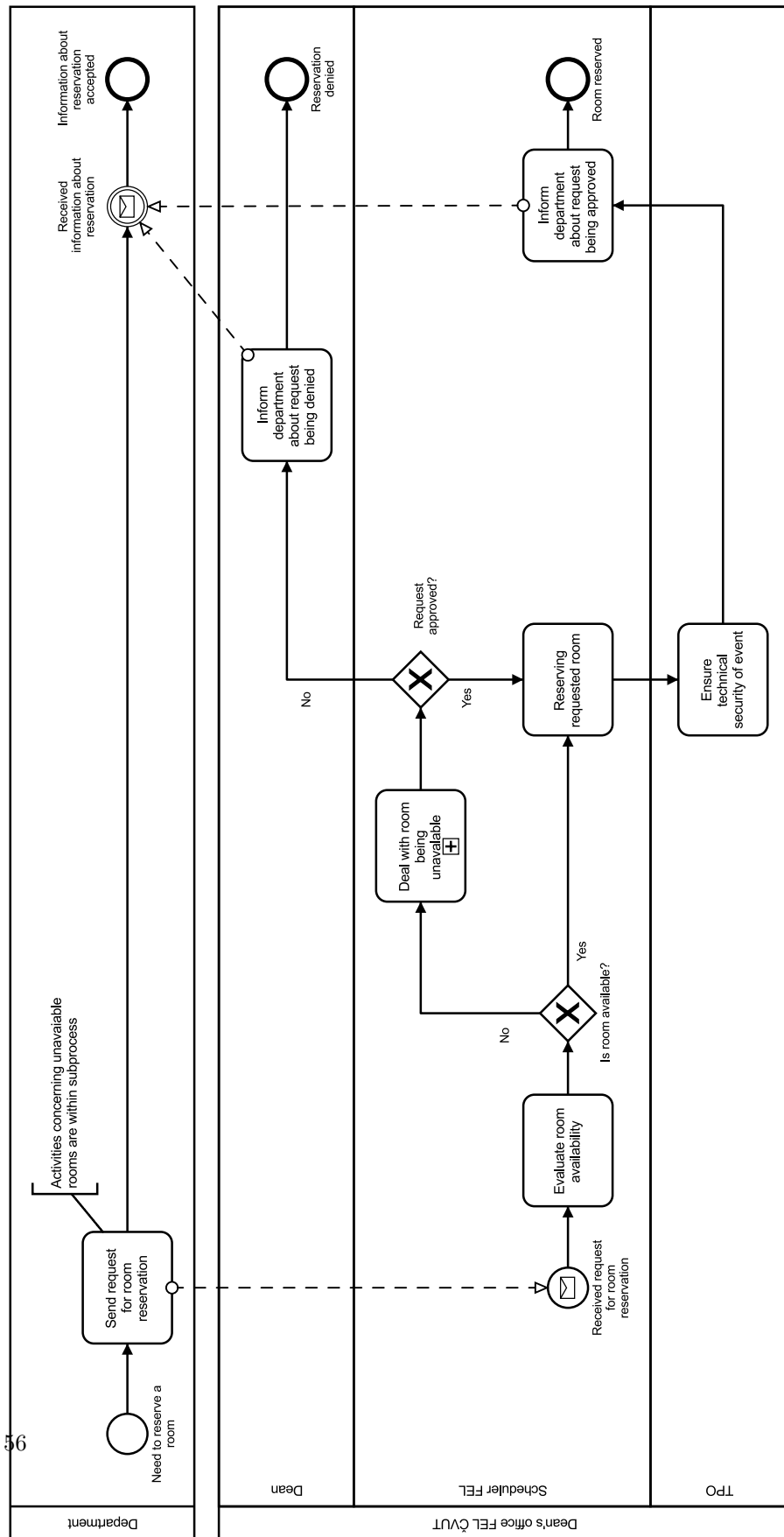
B. MODEL „REZERVACE MÍSTNOSTI“ - PLOCHÁ VARIANTA



Obrázek B.1: Model „Rezervace místnosti“ (plochý)

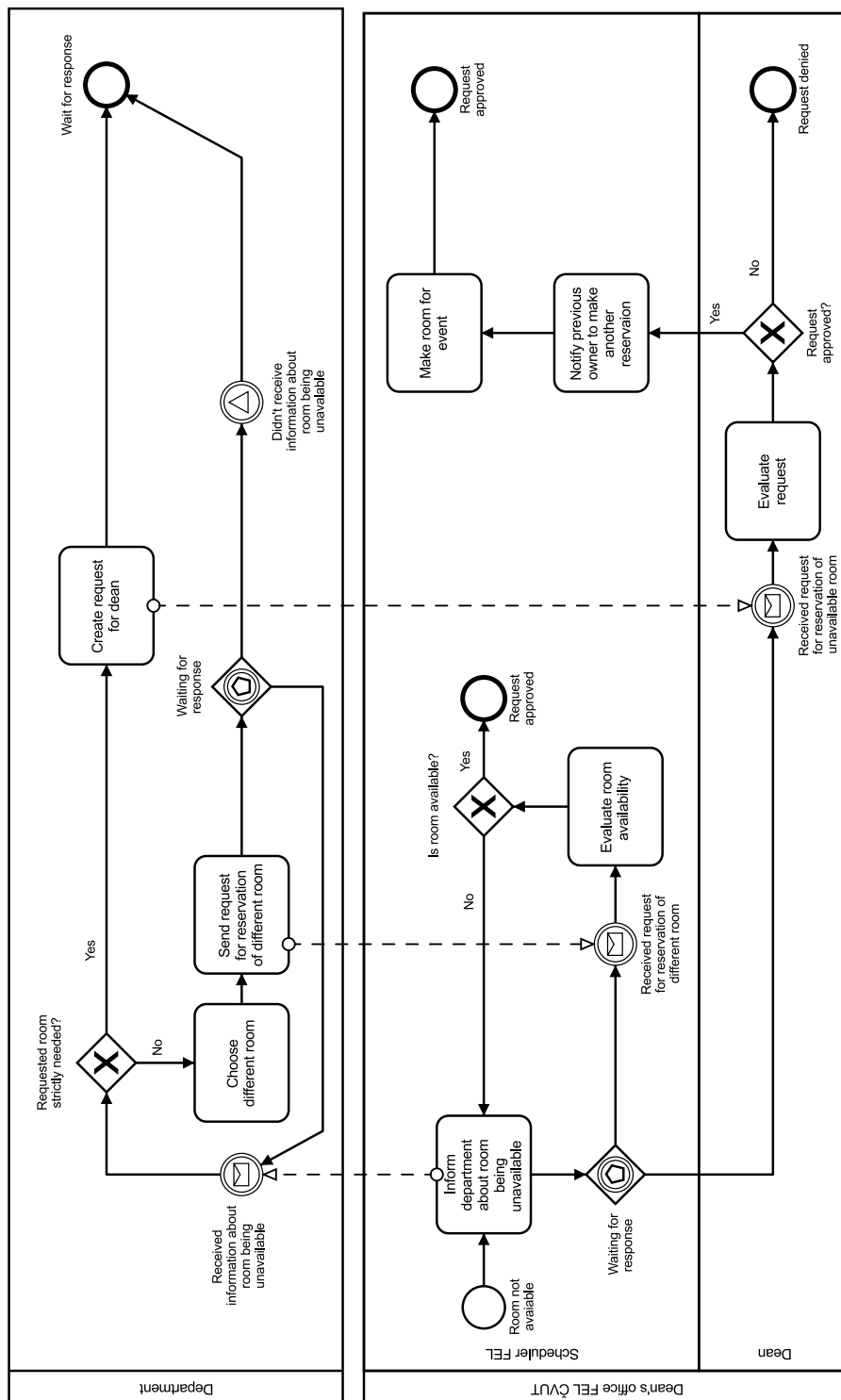
**Model „Rezervace místnosti“ -  
hierarchická varianta**

C. MODEL „REZERVACE MÍSTNOSTI“ - HIERARCHICKÁ VARIANTA



Obrázek C.1: Model „Rezervace místnosti“ (hierarchický, hlavní proces)



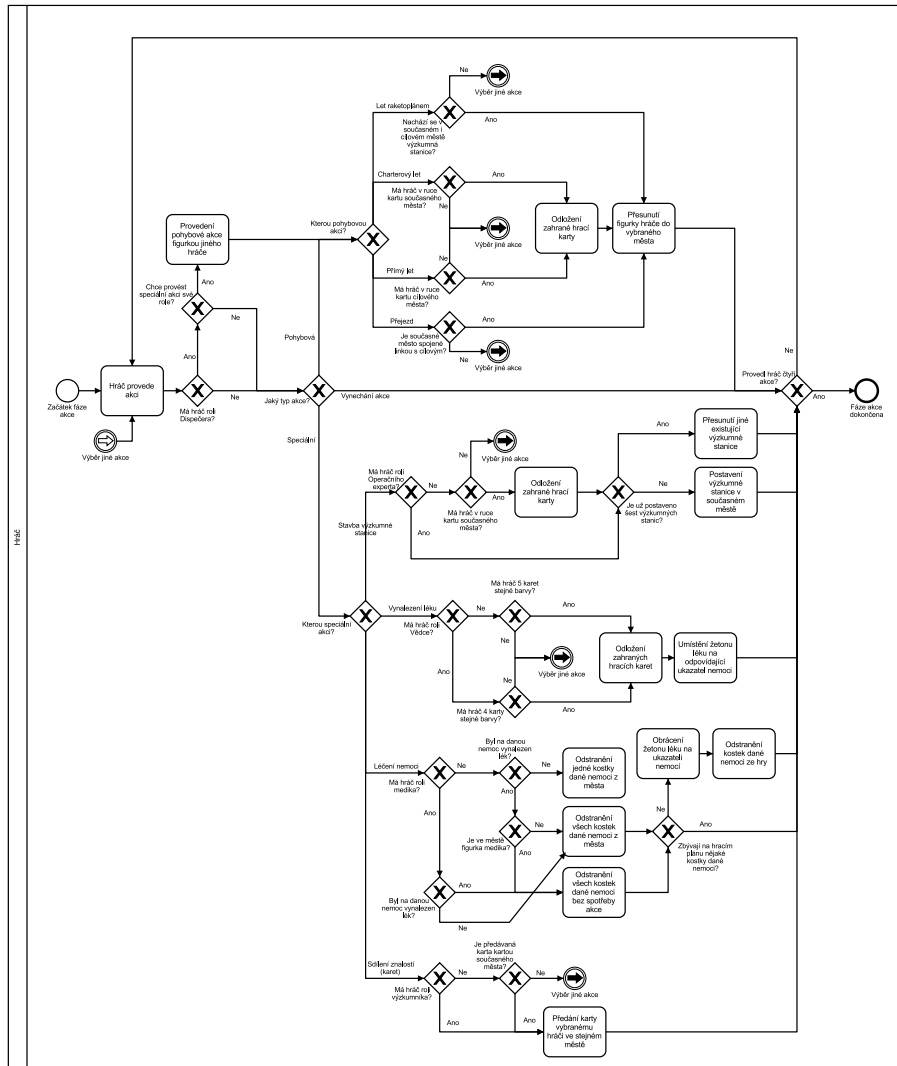


Obrázek C.2: Model „Rezervace místnosti“ (hierarchický, podproces)

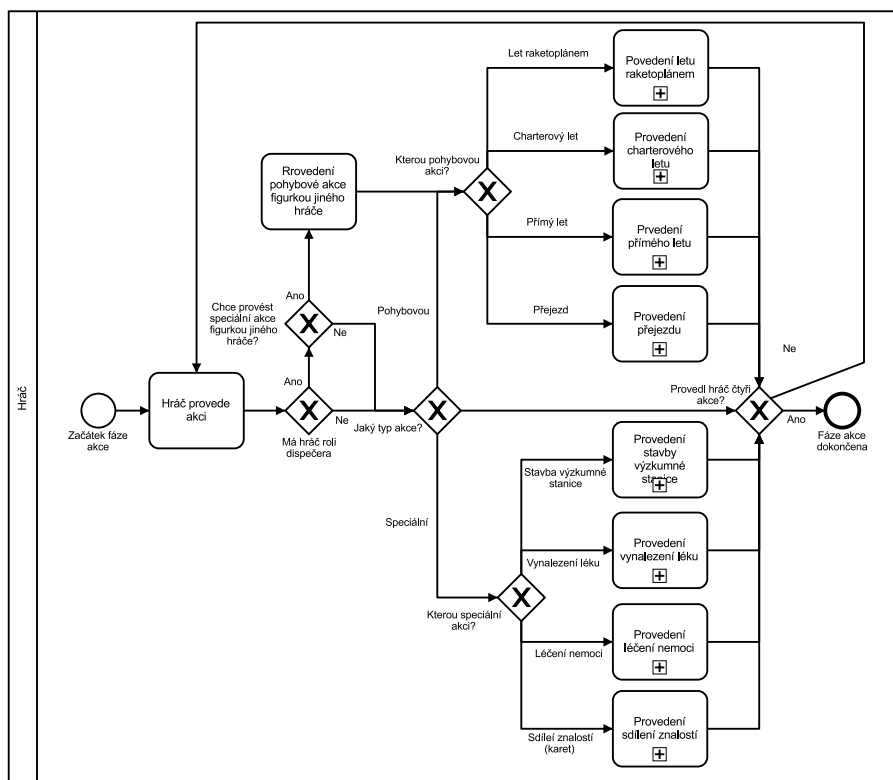


## **Model „Pandemic - Provedení Akce“**

D. MODEL „PANDEMIC - PROVEDENÍ AKCE“



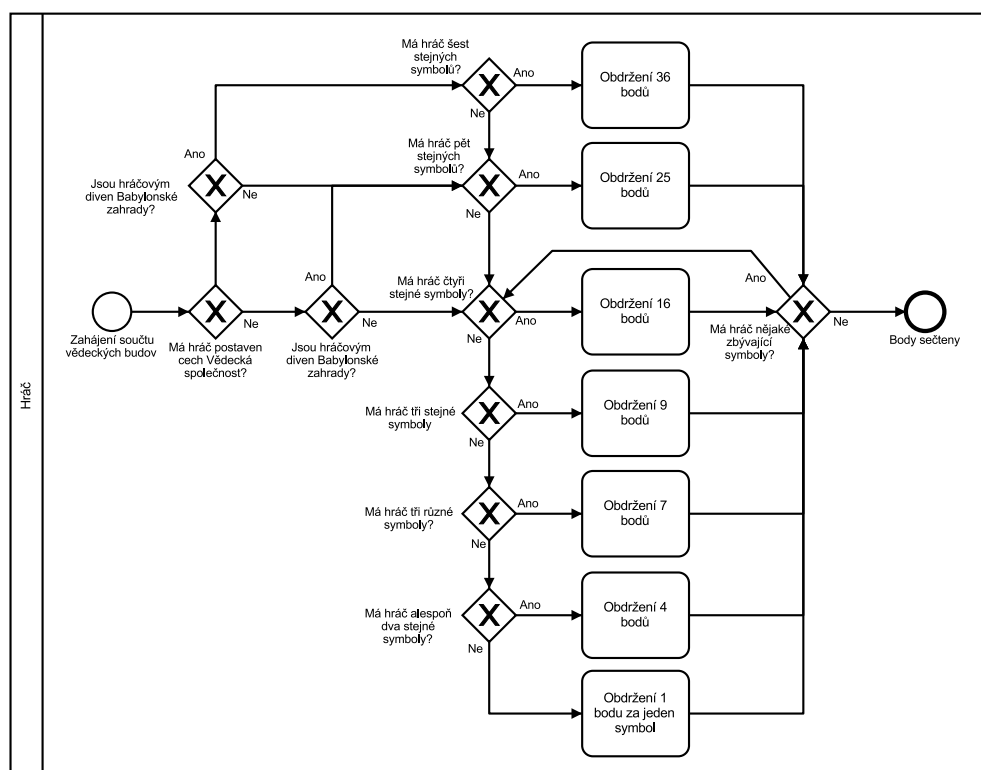
Obrázek D.1: Model „Pandemic - Provedení Akce“



Obrázek D.2: Model „Pandemic - Provedení Akce“

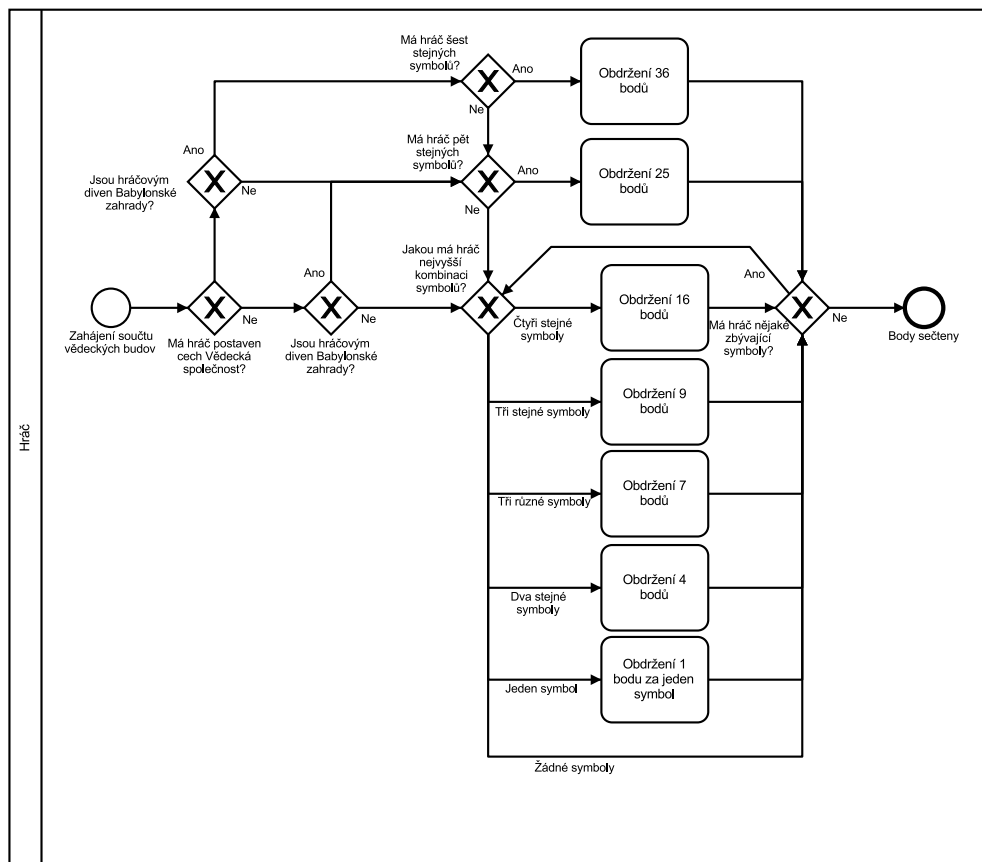


## **Modely „7 Divů Světa“**

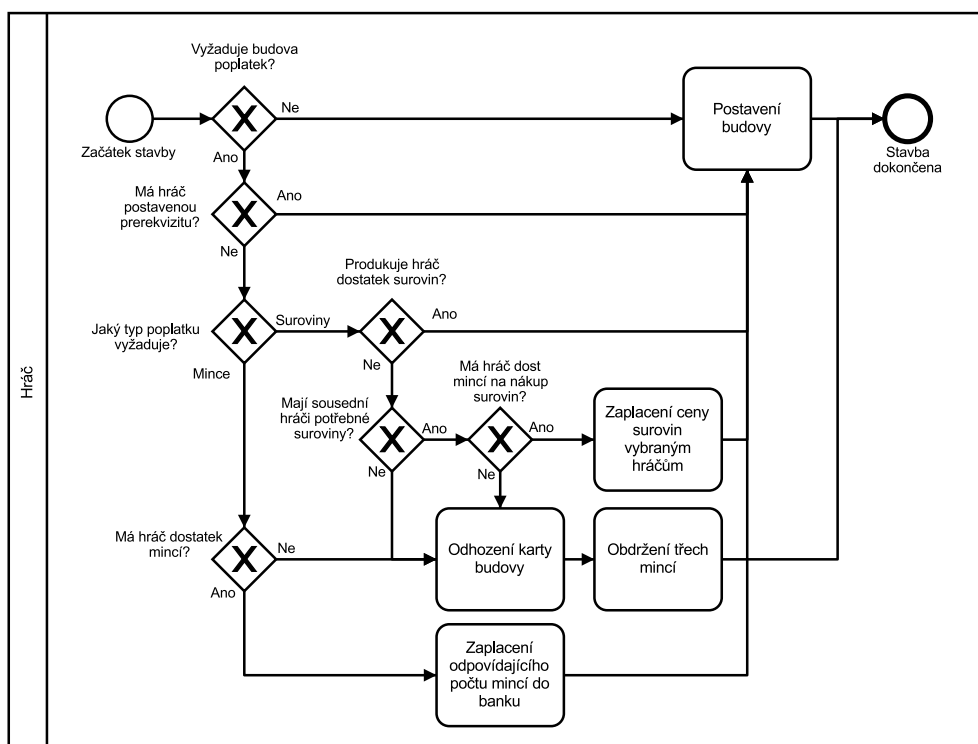


Obrázek E.1: Model „7 Divů Světa - Udělení bodů za vědecké budovy“ (Varianta 1)

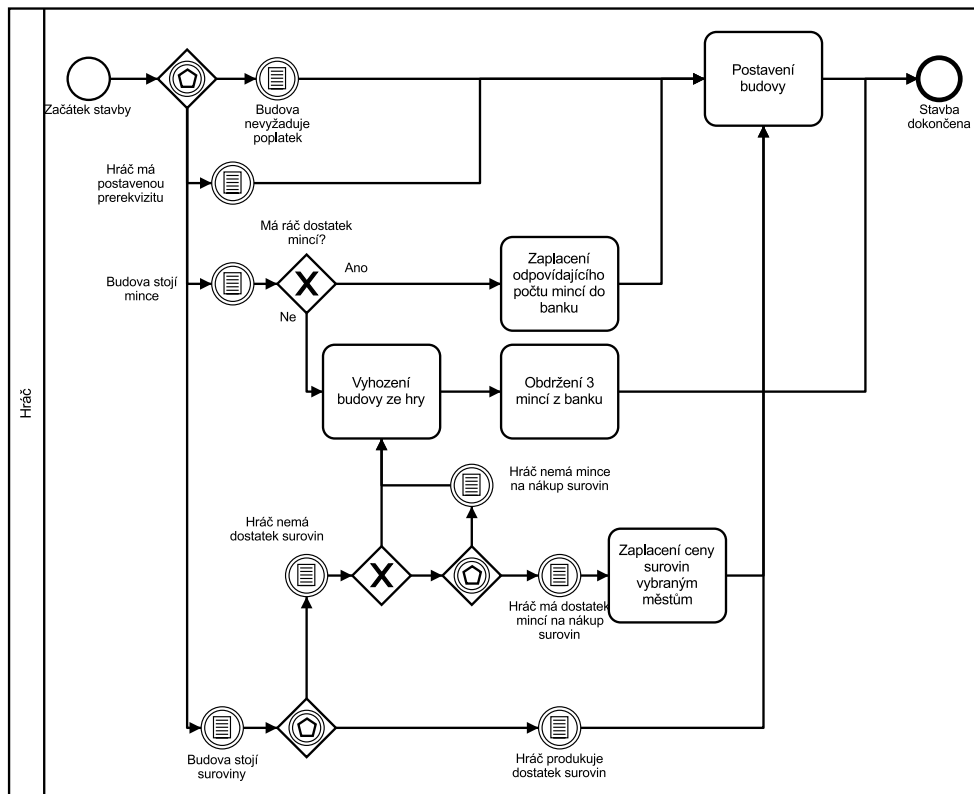




Obrázek E.2: Model „7 Divů Světa - Udělení bodů za vědecké budovy“ (Varianta 2)



Obrázek E.3: Model „7 Divů Světa - Stavba budovy“



Obrázek E.4: Model „7 Divů Světa - Stavba budovy“



---

## Obsah přiloženého CD

readme.txt .....	stručný popis obsahu CD
src	
├── usability-test-01 .....	Soubory první etapy testování
│   ├── models .....	testovací modely
│   ├── user-answers .....	uživatelské odpovědi na testovací dotazníky
│   └── misc .....	fotky a videozáznamy průběhu testování
├── usability-test-02 .....	Soubory druhé etapy testování
│   ├── models .....	testovací modely
│   ├── user-answers .....	uživatelské odpovědi na testovací dotazníky
│   └── misc .....	fotky a videozáznamy průběhu testování
└── thesis .....	zdrojová forma práce ve formátu L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X
text .....	text práce
└── thesis.pdf .....	text práce ve formátu PDF