

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta informatiky a statistiky



Studijní program: Aplikovaná informatika

Obor: Kognitivní informatika

Business Process Reengineering

Dopad zavedení nové technologie do procesů podniku

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Monika Vampolová

Vedoucí práce: Ing. Oleg Svatoš, Ph.D.

Praha, duben, 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpala informace, jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů v souladu s normami ČSN 690 a ČSN 690-2.

V Praze dne

.....

Monika Vampolová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Olegovi Svatošovi, Ph.D. za jeho vstřícnost, odborné vedení a cenné rady, které mi při psaní práce byly oporou. Dále děkuji všem respondentům z konkrétního podniku, za jejich čas a ochotnou spolupráci.

Abstrakt

Tato diplomová práce se věnuje problematice reengineeringu podnikových procesů. Hlavním cílem je analyzovat a diskutovat dopady spojené se zavedením nové technologie do procesů podniku. Nejprve jsou vymezeny základní pojmy procesního řízení a modelování s důrazem na reengineering a metodiku modelování podnikových procesů MMABP. Následně jsou vymezeny logistické řetězce a jejich řízení a je diskutována technologie 3D tisku v kontextu farmaceutického odvětví. V praktické části práce je uveden a analyzován současný model výroby léků malých molekul konkrétního podniku, jenž je vytvořen v souladu s metodikou MMABP. Tento model je dále použit jako základní šablona logistických řetězců farmaceutických firem. Následují přetvořené modely po implementaci 3D tisku do procesů podniku v závislosti na postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci. Nejprve jsou vytvořeny a analyzovány modely procesů po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku, a poté u zákazníka. Jednotlivé alternativy výroby jsou řádně analyzovány a diskutovány, přičemž vytvořené modely doplňují analýzu pramenů o vizuální zpracování procesů a umožňují tak přehlednější vhled do zkoumané problematiky.

Klíčová slova

3D tisk, business proces reengineering, farmacie, MMABP, modelování, podnikové procesy

Abstract

This diploma thesis covers the topic of Business Process Reengineering. The main objective is to analyse and discuss the impacts associated with the implementation of new technology into the business processes. Firstly, the basic terms of process management and modelling are defined with an emphasis on reengineering and methodology of business processes modelling MMABP. Subsequently, the work defines supply chains and their management and discusses 3D printing technology in the context of the pharmaceutical industry. The practical part of the thesis presents and analyses the current model of small molecule drug manufacturing in particular company. The model is created in accordance with the MMABP methodology and is further used as a basic template for supply chain of any pharmaceutical company. Afterwards, the model is recreated after implementing 3D printing into the business processes, depending on the position of the 3D printer in the supply chain. Firstly, there is created and analysed business process model after 3D printing technology implementation into the company's manufacturing process, and then to the customer. All alternatives are properly analysed and discussed. Created models complement the analysis of the sources of the visualization of the processes and thus enable better insight into the subject.

Key words

3D printing, business process reengineering, pharmacy, MMABP, modelling, business processes

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam tabulek.....	11
Úvod.....	12
Metodika	15
Komentovaná rešerše informačních zdrojů.....	17
1 Teoretický rámec	20
1.1 <i>Procesní řízení a modelování</i>	<i>20</i>
1.1.1 Proces	23
1.1.2 Zlepšování podnikových procesů	26
1.1.3 Procesní modelování – metodika MMABP	34
1.2 <i>Logistické řetězce a jejich řízení</i>	<i>41</i>
1.2.1 Řízení logistických řetězců.....	42
1.2.2 Řízení logistických řetězců ve farmaceutickém prostředí	43
1.3 <i>3D tisk.....</i>	<i>46</i>
1.3.1 3D tisk léků	49
1.3.2 Vliv na logistický řetězec	52
2 Praktická část	56
2.1 <i>3D tisk v konkrétním podniku.....</i>	<i>56</i>
2.2 <i>Logistický řetězec konkrétního podniku</i>	<i>57</i>
2.2.1 Plánování	57
2.2.2 Diagram tříd	58
2.2.3 Hlavní proces poskytování produktů.....	60
2.2.4 Podpůrný proces obstarávání externího materiálu.....	65
2.2.5 Podpůrný proces výroba	67
2.2.6 Podpůrný proces balení	72
2.3 <i>Logistický řetězec po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku.....</i>	<i>75</i>
2.3.1 Plánování	75
2.3.2 Diagram tříd	76
2.3.3 Hlavní proces poskytování produktů.....	76

2.3.4	Podpůrný proces výroba	79
2.3.5	Podpůrný proces balení	81
2.4	<i>Logistický řetězec po implementaci 3D tiskárny u zákazníka</i>	83
2.4.1	Diagram tříd	84
2.4.2	Hlavní proces poskytování produktů.....	85
3	Dopady zavedení nové technologie do procesů podniku v závislosti na postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci.....	88
3.1	<i>Logistický řetězec po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku</i>	88
3.2	<i>Logistický řetězec po implementaci 3D tisku u zákazníka</i>	89
3.3	<i>Srovnání variant, diskuze</i>	90
4	Vliv modelování na zkoumanou problematiku	97
	Závěr.....	99
	Zdroje	101
	Přílohy	110
	<i>Příloha A: Diagram tříd logistického řetězce podniku</i>	110
	<i>Příloha B: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu poskytování produktů</i>	111
	<i>Příloha C: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu poskytování produktů</i>	112
	<i>Příloha D: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu obstarávání externího materiálu</i>	113
	<i>Příloha E: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu balení</i>	114
	<i>Příloha F: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu balení</i>	115
	<i>Příloha G: Diagram tříd logistického řetězce po implementaci 3D tiskárny do procesů podniku</i>	116
	<i>Příloha H: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku</i>	117
	<i>Příloha I: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu výroba při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku</i>	118
	<i>Příloha J: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu balení při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku</i>	119
	<i>Příloha K: Diagram tříd logistického řetězce podniku po implementaci 3D tisku u zákazníka</i>	120
	<i>Příloha L: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu poskytování produktů po implementaci 3D tisku u zákazníka</i>	121

Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní prvky procesů (Grasseová a kol., 2008, s. 7).....	24
Obrázek 2: Postup Business Process Improvementu (Řepa, 2007, s. 16)	27
Obrázek 3: Demingův cyklus (Bereskie a kol., 2017).....	27
Obrázek 4: Fáze a kroky metodiky MMABP (Řepa, 2007, s. 200)	35
Obrázek 5: Schéma modelování business procesu (Svatoš a Řepa, 2016).....	36
Obrázek 6: Příklad třídy „Zákaznické služby“ (Autorka, 2018)	39
Obrázek 7: Hlavní světové regulační orgány ve farmaceutickém průmyslu (Ernst&Young, 2015).....	44
Obrázek 8: Ukázka modelu objektu v CAD SW (levá část) a v .STL souboru (pravá část) (Gross a kol., 2014)	46
Obrázek 9: Schéma procesu 3D tisku produktu při užití technologií FDM a HME k výrobě polymerových vláken (Cunha-Filho a kol., 2017).....	47
Obrázek 10: Různé podoby lékových forem přizpůsobených dětským pacientům (Jimenez, 2016)....	50
Obrázek 11: Množství situací náchylných ke kybernetickému útoku po implementaci 3D tisku do výrobních procesů (Coteleer a kol., 2016)	51
Obrázek 12: Srovnání nákladů na výrobu pomocí 3D tisku a tradičním způsobem (Bhasin a Bodla, 2014).....	54
Obrázek 13: Diagram tříd logistického řetězce podniku (Autorka, 2018)	59
Obrázek 14: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018).....	60
Obrázek 15: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)	63
Obrázek 16: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (Autorka, 2018).....	64
Obrázek 17: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „obstarávání externího materiálu“ (Autorka, 2018).....	66
Obrázek 18: Diagram životního cyklu objektu „Skladový kus materiálu“ (Autorka, 2018).....	67
Obrázek 19: Vážení a dávkování materiálu (Interní zdroj, ©2017)	68
Obrázek 20: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „výroba“ (Autorka, 2018).....	69
Obrázek 21: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „výroba“ (Autorka, 2018).....	70
Obrázek 22: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (stav „ve výrobě“) (Autorka, 2018) ...	71
Obrázek 23: Příklady primárních obalů (Rentex, ©2014; Vulcan, 2018).....	72
Obrázek 24: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018).....	73
Obrázek 25: Diagram životního cyklu objektu „Primární obal“ (Autorka, 2018)	74
Obrázek 26: Diagram životního cyklu objektu „Sekundární obal“ (Autorka, 2018)	74
Obrázek 27: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (ve stavu „balen“) (Autorka, 2018)....	75

Obrázek 28: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	76
Obrázek 29: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)	78
Obrázek 30: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	79
Obrázek 31: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „výroba“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	80
Obrázek 32: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (stav „ve výrobě“) po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka 2018).....	81
Obrázek 33: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)	82
Obrázek 34: Diagram životního cyklu objektu „Sekundární obal“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	83
Obrázek 35: Diagram tříd po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018).....	84
Obrázek 36: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018).....	85
Obrázek 37: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018).....	86
Obrázek 38: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018).....	87
Obrázek 39: Srovnání globálních procesních map v pořadí: standardní forma výroby, 3D tisk u výrobce, 3D tisk u zákazníka (Autorka, 2018).....	92
Obrázek 40: Diagram tříd logistického řetězce podniku (Autorka, 2018)	110
Obrázek 41: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018).....	111
Obrázek 42: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018).....	112
Obrázek 43: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „obstarávání externího materiálu“ (Autorka, 2018)	113
Obrázek 44: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018).....	114
Obrázek 45: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018).....	115
Obrázek 46: Diagram tříd logistického řetězce po implementaci 3D tiskárny do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	116
Obrázek 47: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	117

Obrázek 48: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „výroba“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)	118
Obrázek 49: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „balení“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018).....	119
Obrázek 50: Diagram tříd po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018).....	120
Obrázek 51: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018).....	121

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání metodik reengineeringu (Cempel, 2005 cit. podle Cempel 2010)	31
Tabulka 2: Metodika Hammera a Champyho (Řepa, 2007, s. 38)	32
Tabulka 3: Metodika Davenporta (Řepa, 2007, s. 39)	32
Tabulka 4: Rozdíly přístupů BPI a BPR (Hussein a kol., 2013)	34
Tabulka 5: Vybrané symboly notace Eriksson-Penker (Autorka, 2018).....	37
Tabulka 6: Vybrané symboly notace BPMN (Autorka, 2018).....	38
Tabulka 7: Grafické znázornění vazeb mezi třídami (Autorka, 2018)	39
Tabulka 8: Vybrané symboly diagramu životního cyklu objektu (Autorka, 2018).....	40
Tabulka 9: Důsledky zanedbání kvality v předních farmaceutických firmách (Ernst&Young, 2015) .	43
Tabulka 10: Srovnání existence procesů spjatých s implementací 3D tisku v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci (Autorka, 2018)	90

Úvod

Dynamické tempo dnešní doby tlačí podniky k neustálým změnám a nemusí se jednat pouze o inovace produktu. Zákazník čím dál častěji žádá produkt dle přesných specifik a přání a jeho spokojenost je ovlivněna nejen cenou a kvalitou, nýbrž také rychlostí dodání. Z poslední pozice v logistickém řetězci se posouvá do samotného čela a svou objednávkou zahajuje (a někdy i řídí) činnost podnikových procesů. Vlivem globalizace již není zákazník nucen objednávat produkty pouze od tuzemských výrobců, čímž se jeho škála výběru rozšiřuje. Z pohledu podniků to znamená obrovský boj o zákazníky. Pokud chce být podnik konkurenceschopný, je nucen stále přemýšlet dopředu, přicházet na trh s novými produkty, zrychlovat dobu dodání, zvyšovat přidanou hodnotu pro zákazníka a držet krok s vývojem nových technologií.

Úspěch podniku reflektuje schopnost efektivně řídit podnikové procesy, kterých by mělo být z důvodu flexibility a agility logistického řetězce co nejméně a měly by být co nejtransparentnější a nejflexibilnější. Jejich kontinuální optimalizace by měla být vnímána jako samozřejmost. Při dnešním rychlém tempu vývoje se však neustálé optimalizování stejných procesů nemusí jevit z dlouhodobého hlediska efektivní a dříve či později může dojít k radikální změně přesahující hranice jednotlivých procesů či celé organizace.

Především ve vyspělých zemích se v posledním století výrazně zvýšil věk nadějného dožití a díky stále se zlepšující kvalitě života, především pak zdravotnické péči, lze předpokládat, že se bude průměrný věk dožití zvyšovat i nadále. S tím je spojena vyšší spotřeba léků, stejně jako neustálý vývoj léků nových. V současné době představují logistické řetězce předních farmaceutických společností propojenou síť mnoha procesů zahrnující velké množství subjektů od dodavatelů materiálů až po koncové pacienty. Logistické řetězce tak mohou být opravdu rozsáhlé, přičemž jejich délka ovlivňuje dobu dodání produktu. Především u produktů, na jejichž včasném užití závisí pacientův zdravotní stav, se zkracování a zrychlování řetězců jeví více než žádoucí.

Technologie druhé poloviny dvacátého století slibuje značné zjednodušení výroby a radikální zkrácení celého logistického řetězce. 3D tisk, jehož možnosti jsou teprve objevovány, je v současné době ve farmaceutickém oboru nejvíce zmiňován v souvislosti s tiskem tkání, orgánů či individuálních protetik. Tato práce se však zabývá výrobou personifikovaných léků malých molekul (tablet), jejíž implementace by znamenala především sloučení několika různých prášků do jedné tablety a/nebo přizpůsobení množství aktivní látky či tvaru léku potřebám konkrétního pacienta. Obrovský rozmach vývoje této problematiky přineslo schválení prvního oficiálního léku vyráběného touto technologií v roce 2015. Nejedna farmaceutická firma se tak nyní snaží přijít na trh s možností výroby plně personifikovaných léků co nejdříve a být tak o krok před konkurencí. Tato skutečnost se jeví jako hlavní důvod proč se dopadem implementace 3D tisku do procesů podniku zabývat jak na teoretické, tak praktické úrovni.

Struktura práce

Tato práce může být vnímána jako mezioborová, neboť její závěry zasahují do více oblastí, jakými jsou např. informatika, management, ekonomie, právo či farmacie. První kapitola je rozdělena do tří částí, které představují teoretický rámec práce. První část je věnována procesnímu řízení a modelování, přičemž je kladen důraz především na přesné vymezení pojmu proces, podstatě reengineeringu a metodice MMABP. Druhá část je zaměřena na logistické řetězce a jejich řízení. Jsou zde také uvedena specifika logistických řetězců ve farmaceutickém prostředí. Třetí (a poslední) část teoretického základu popisuje 3D tisk v kontextu dané problematiky a jeho vliv při výrobě léků na logistický řetězec farmaceutického podniku.

Druhá kapitola analyzuje dopady zavedení nové technologie do procesů podniku v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci, čímž je zjišťována odpověď na hlavní výzkumnou otázku (dále jen HVO), která zní:

„Jaké dopady by byly spojeny se zavedením nové technologie do procesů podniku?“

Nejprve je důkladně popsán a v souladu s metodikou MMABP namodelován logistický řetězec konkrétní společnosti, na němž je analýza dané problematiky postavena. Tímto v praktické části končí praxí ověřené informace a následují přetvořené podnikové procesy nejprve po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku a poté u zákazníka.

Třetí kapitola uvádí dopady zmiňovaných alternativ implementace 3D tisku, porovnává je mezi sebou a diskutuje jejich případnou realizaci, čímž odpovídá na HVO.

Poslední kapitola pak shrnuje vliv modelování na zkoumanou problematiku.

Cíle a přínosy práce

Hlavním cílem práce je zodpovězení HVO, čemuž napomáhají následující cíle dílčí:

- vymezení teoretického rámce dané problematiky
- kritická analýza současné situace ve vybrané společnosti
- návrh a analýza logistického řetězce po implementaci nové technologie do procesů podniku
- návrh a analýza logistického řetězce po implementaci nové technologie u zákazníka
- na základě výsledků provedených analýz diskutovat dopady a případnou realizaci obou zmiňovaných alternativ implementace

Největším přínosem práce je zaobírání se tématem, jež je velice aktuální a doposud nebylo v takovéto podobě zpracováno. Vytvořené modely, analýzy a diskuze možných dopadů zavedení zmiňované technologie do procesů podniku by mohly přispět jednak k rozšíření povědomí o této technologii, především však k uvědomění si silných i stinných stránek její implementace. Skutečnost, že jsou v práci uvedeny modely celého logistického řetězce, by mohla ušetřit čas analytikům, kteří by

se již mohli zaměřit na konkrétní oblasti a nemuseli by modelovat procesy celého logistického řetězce, který umožňuje pohled na problematiku z širší perspektivy.

Dalším přínosem práce je její nadčasovost, neboť vzhledem ke stavu momentálního vývoje 3D tisku léků lze očekávat, že se toto téma zanedlouho stane ještě mnohem více aktuálním, než se jeví v současné době. Nezanedbatelným přínosem je i ukázka použití metodiky MMABP, která by mohla čtenáři v případě potřeby pomoci s vytvořením modelů týkajících se i jiné, než uvedené problematiky.

Omezení

Zmiňovaná technologie je teprve objevenována a pro výrobu léků se v současné době takřka nepoužívá. Největším omezením práce se tak jeví absence reálných dat ohledně podnikových procesů po implementaci 3D tisku. Jelikož jsou logistické řetězce farmaceutických podniků velice rozsáhlé komplexní systémy, při jejich modelování je zapotřebí jisté formy abstrakce. Omezením se tak jeví nebezpečí abstrahování od aspektu, který je ve skutečnosti důležitý. Dalším omezením práce je zajisté i vytíženost dotazovaných zaměstnanců konkrétního podniku, neboť v případě nemožnosti vykonání rozhovorů by práce postrádala důvěryhodnost a vzhled do problematiky by se mohl jevit fádním. V neposlední řadě se omezením jeví velmi přísné vnitřní předpisy konkrétního podniku, díky nimž není možné zveřejnit veškeré informace týkající se této problematiky, které jsou dostupné pouze interním zaměstnancům. Ze stejného důvodu není možné zveřejnit jeho název a v práci je zmiňován pouze jako „*společnost*“ či „*podnik*“.

Metodika

Při vypracování této diplomové práce nejprve dochází k pochopení kontextové logiky aktuálního dění v dané oblasti včetně explicitních a implicitních vztahů. Vzhledem k charakteru práce je použito metod kvalitativního výzkumu, který Creswell (Hendl, 2005, s. 50) charakterizuje jako „*proces hledání porozumění založený na různých metodologických tradicích zkoumání daného sociálního nebo lidského problému*“. Pro sběr dat je v práci použito více odlišných metod, čímž je zajištěna triangulace¹ napomáhající lepšímu vhledu do problematiky. Konkrétně jsou použity tyto metody:

➤ *rozhovor pomocí návodu*

Dotazovaný se snaží udržet zaměření rozhovoru pomocí předem připraveného seznamu otázek či alespoň témat, na které se chce respondentů zeptat. Tento podklad by měl zajistit neopomenutí žádného relevantního tématu v kontextu dané problematiky. Oproti čistě strukturovanému rozhovoru je zde svobodná volba způsobu a pořadí otázek, stejně jako volnost přizpůsobovat jejich formulace podle situace (Hendl, 2005, s. 174).

Celkem je na dané téma uskutečněno dvanáct rozhovorů se zaměstnanci konkrétního podniku. Osm z nich se týká současného stavu podnikových procesů a jsou vykonány osobní formou. Rozhovory ohledně dopadů implementace zmiňované technologie do procesů podniku jsou uskutečněny se specialisty nacházejícími se mimo Českou republiku, tudíž je k jejich vykonání použito telekomunikačních prostředků (WebEx, email). Délka jednotlivých setkání se pohybuje v rozmezí třiceti až šedesáti minut v závislosti na čase respondentů či samotném průběhu rozhovoru.

➤ *analýza dokumentů*

Hendl (2005, s. 174) považuje za dokumenty „*data, která vznikla v minulosti a byla pořízena někým jiným než výzkumníkem a pro jiný účel, než jaký má aktuální výzkum*“. Výzkumník musí data sám vyhledat, přičemž může využít dokumenty firemní, úřední, archivní, výstupy z masových médií, apod.

Kromě tištěných a elektronických pramenů jsou pro tuto práci použity webové stránky a interní dokumenty konkrétního podniku či převzaté statistiky různých autorů.

➤ *Účast na interních workshopech*

Podkladem pro zpracování diplomové práce je i účast na interních workshopech, které se týkají současného fungování podnikových procesů v konkrétním podniku.

Na základě zjištěných informací dochází k vytvoření modelů a popisu podnikových procesů konkrétního podniku, které představují šablonu logistických řetězců farmaceutických firem. Následuje přetvoření modelů po implementaci 3D tisku do procesů podniku v závislosti na postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci. Je důležité zdůraznit, že přetvořené modely s konkrétním podnikem již nijak

¹ Triangulace = označení pro kombinaci více metodologií v jedné studii o tomtéž tématu (Denzin, 1989, s. 235)

nesouvisí. V závěru práce jsou pak shrnuty a diskutovány dopady implementace v souvislosti s umístěním 3D tiskárny buď do procesů podniku, nebo u zákazníka.

Jelikož se práce zaměřuje na modelování procesů bez návaznosti na vývoj informačního systému, pro vytvoření modelů je zvolena metodika MMABP („Methodology for Modeling and Analysis of Business Process“), která vznikla na katedře informačních technologií Vysoké školy ekonomické v Praze a jejímž autorem je prof. Ing Václav Řepa CSc. K modelování procesů je zvolen modelovací program Modelio 3.6.

Výše popsany postup je v souladu s postupem reengineeringu podle metodiky Hammera a Champyho, která je blíže specifikována v podkapitole 1.1.2 této práce. Jelikož se jedná o kvalitativní výzkum, nejsou v práci ověřovány žádné hypotézy. Tato práce by naopak měla k tvorbě určitých hypotéz přispět.

Komentovaná rešerše informačních zdrojů

Ke zpracování rešerše kvalifikačních prací byla využita databáze především Vysoké školy ekonomické v Praze a Českého vysokého učení technického v Praze. Odborné články pak byly vyhledávány pomocí světových databází Web of Science, Scopus a vědecké sociální sítě ResearchGate. Níže jsou uvedeny stěžejní zdroje této diplomové práce.

Procesní řízení a modelování

- *Publikace*

S ohledem na zaměření diplomové práce je při zpracování tématu ohledně procesního řízení a modelování vycházeno především z knihy „*Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*“ (Řepa, 2007). Uvedená publikace je rozdělena do čtyř hlavních částí. Pro účely této práce je první část („Podnikové procesy v řízení podniku“) přínosná popisem procesního reengineeringu, jeho principů, metodik a kritických faktorů úspěchu. Ve druhé části („Modelování podnikových procesů“) jsou pak uvedeny metody a techniky, stejně jako standardy modelování podnikových procesů. Pro účely této práce je významná i část čtvrtá („Metodika modelování a analýzy podnikových procesů MMABP“), která uvádí metodický postup modelování a jednotlivé modely metodiky.

Od stejného autora je přínosem i publikace „*Procesně řízená organizace*“ (Řepa, 2012) zabývající se opět podnikovými procesy, jejich analýzou a modelováním. Oproti předchozímu dílu se však tato publikace více věnuje úspěšnému zavádění procesního řízení do organizace.

Dané problematiky se ve své publikaci „*Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*“ dotýká taktéž Grasseová (2008), která v díle mimo jiné srozumitelně odlišuje procesní řízení od funkčního. Zmíněná publikace je pro tuto práci přínosem zejména díky jasně vymezeným pojmům zmiňované problematiky.

- *Kvalifikační práce*

Problematikou modelování podnikových procesů se již zabývala Jana Vandírková (2016) ve své práci „*Procesně řízená organizace*“. V práci vytvořila modely podnikových procesů společnosti, která poskytuje komplexní služby ohledně vývoje nového SW a navrhla jejich inovaci. Práce je vzhledem k této diplomové práci adekvátní předně z důvodu užití metodiky MMABP.

Diplomová práce Helebranta (2015) s názvem „*Modelování business procesů v investičním bankovníctví*“ obsahuje modely vymezené oblasti investičního bankovníctví, které byly taktéž vytvořeny za pomoci metodiky MMABP. Autor zde na základě modelů navrhuje klíčové ukazatele výkonnosti procesů, v čemž je shledáván největší přínos v souvislosti s touto diplomovou prací.

Zmínovanou metodiku procesního modelování použil pro zpracování své práce „*Použití MMABP pro návrh dashboardů*“ taktéž Hejduk (2017), který metodiku propojil s Business Intelligence. Ve své práci navrhl metodický rámec pro návrh dashboardů vycházející z procesních

modelů. Práce je přínosná především pečlivým vytvořením modelů v programu Modelio 3.6, jenž je použit i pro vypracování této diplomové práce.

Dále Reischig (2010) v práci „*Reengineering vybraných procesů společnosti*“ provedl analýzu stávajících procesů nejmenované stavební firmy. Vytvořené modely mu byly vodítkem pro optimalizaci vybraných procesů. Tato práce je unikátní především upínáním pozornosti na potenciální problémy a hrozby podnikatelské činnosti, jež by mohly ohrozit prosperitu organizace.

Závěrečná práce „*Optimalizace procesů distribuční společnosti*“ (Švadlenková, 2012) analyzuje procesní architekturu fiktivního podniku představujícího skutečnou distribuční společnost. Autorka identifikovala potenciály zlepšení hlavních podnikových procesů, na jejichž základě navrhla jejich optimalizaci. Práce se od ostatních podobně zaměřených prací liší především důkladnou analýzou absolutního a reálného potenciálu zlepšení procesů.

V neposlední řadě Pressler (2010) ve své práci „*Reengineering podnikového procesu*“ analyzoval procesy konkrétní pojišťovny. V praktické části navrhl optimalizaci vybraných procesů a provedl analýzu nákladů a výnosů. Přínosem zmiňované práce je především pečlivě zpracovaná teoretická část práce.

Logistické řetězce a jejich řízení

Logistické řetězce a jejich řízení řeší zejména publikace Pernici (2005) „*Logistika pro 21. století*“, která je rozdělena do třech samostatných knih. S ohledem na zaměření této diplomové práce jsou relevantní především první dva díly. První kniha vymezuje logistiku a supply chain management, druhý díl pak reengineering logistických systémů, přičemž dává metodický návod k jeho provedení.

3D tisk

- *Kvalifikační práce*

Tematicky nejbližší kvalifikační prací je „*Implications of additive manufacturing on pharmaceutical logistics*“ od Jimenez (2016). Autorka se ve své práci zabývá využitím technologie 3D tisku při výrobě léků, nicméně danou problematiku řeší spíše na teoretické úrovni a své závěry staví především na vykonaných rozhovorech se zainteresovanými lidmi.

- *Odborné články*

Odborný článek, jenž si zaslouží větší pozornost, nese název „*Evaluation of 3D Printing and Its Potential Impact on Biotechnology and the Chemical Sciences*“ od Grosse a kol. (2014). Přestože je technologie 3D tisku poměrně složitou záležitostí, autorům se ji povedlo srozumitelně popsat, přičemž uvedli její užití v kontextu farmaceutického odvětví. Dalšími přínosnými články jsou „*3D printing of medicines: Engineering novel oral devices with unique design and drug release characteristics*“ od Goyanese a kol. (2015) a „*FDM 3D printing of modified drug-delivery systems using hot melt*

extrusion: a new approach for individualized therapy” od Cunha-Filhy a kol. (2017). Tyto články jsou přínosné zejména díky popisu vhodné techniky pro 3D tisk farmaceutických tablet.

Shrnutí:

Tématikou reengineeringu a s ním spojeného modelování podnikových procesů se zabývá mnoho publikací a odborných prací, jak českých, tak světových autorů. Oproti tomu, technologie 3D tisku je v současné době teprve objevována, tudíž k vypracování této práce byly použity výhradně nejnovější odborné články, které se tématu z určitého hlediska dotýkají. Přestože je technologie 3D tisku čím dál více zmiňována jak v profesním, tak vědeckém světě, nevěnuje se jí překvapivě ani mnoho kvalifikačních prací. Ačkoli byla analýza pramenů vykonána pečlivě, nebyly nalezeny žádné zdroje, které by se zmiňovanou problematikou zabývaly ve stejném kontextu jako tato diplomová práce. Tematicky nejpodobnější práci představuje „*Implications of additive manufacturing on pharmaceutical logistics*“ od Jimenez (2016), ve které se autorka zabývá podobným tématem na teoretické úrovni.

1 Teoretický rámec

Rychlé tempo dnešní doby vyžaduje pružnou reakci podniků na neustálé změny, kterou lze zajistit především flexibilními procesy. V první části této kapitoly je nejprve odlišeno procesní řízení od řízení funkčního. Je věnován důraz na přesné vymezení a charakteristiky procesu, stejně jako na jejich dělení. Jelikož se zlepšování procesů stalo nezbytnou součástí procesního řízení umožňující dosáhnout převahy nad konkurencí, tato kapitola zmiňuje dva přístupy zlepšování, a sice postupnými kroky („Business Process Improvement“) a radikálním přetvořením procesů („Business Process Reengineering“). S ohledem na zaměření práce je více prostoru věnováno přístupu druhému, přičemž jsou zmíněny jeho principy a metodiky. V neposlední řadě je první část kapitoly věnována procesnímu modelování, konkrétně metodice MMABP, neboť je z ní vycházeno v praktické části práce.

Druhá část kapitoly se zabývá logistickými řetězci a jejich řízením. Je zde taktéž zmíněno řízení logistických řetězců ve farmaceutickém prostředí, neboť právě tomuto odvětví je věnována praktická část práce.

Třetí (a poslední) část první kapitoly se zabývá 3D tiskem, který slibuje revoluční změnu procesu výroby a přetransformování logistického řetězce. Technologie je nejprve představena a poté uvedena v kontextu farmaceutického odvětví. Nejvíce prostoru je věnováno 3D tisku léků malých molekul (tablet), jež je předmětem praktické části práce. Zmíněno je jak jeho využití a přidaná hodnota zákazníkovi, tak překážky jeho implementace, které v současné době nemohou být přehlíženy. Celá kapitola je zakončena vlivem zmiňované technologie při výrobě léků na logistický řetězec ve farmaceutickém odvětví.

1.1 Procesní řízení a modelování

Organizace představuje formální skupinu lidí se společným cílem, jež se svým chováním vymezuje vůči okolnímu prostředí (Paulusová, 2016). Zatímco Adam Smith (1776, s. 7–14) či Amitai Etzioni (1964) považují za základní charakteristiky úspěšné organizace precizní dělbu práce a centralizaci moci, Jeston a Nelis (2006, s. 11) vidí přínos především ve „zlepšování, řízení a kontrole základních podnikových procesů“. Jelikož se organizace musí vypořádávat s mnoha různorodými úkoly, k jejímu fungování a dosahování cílů je zapotřebí řádného plánování a koordinování činností.

Zmíněné pohledy dokládají existenci dvou odlišných přístupů řízení organizací, a sice funkčního a procesního. Při funkčním přístupu dochází k „dělbě práce mezi funkční jednotky vytvořené na základě dovedností či odborností“ (Grasseová a kol., 2008, s. 40), přičemž každá jednotka má svého odpovědného vedoucího. Práce funkční jednotky je pak dále dělena na nejjednodušší dílčí úkony, jež mohou být vykonávány i nequalifikovanými pracovníky. K první vlně rozmachu funkčního řízení došlo během 18. století, kdy již zmíněný Adam Smith ve svém díle „O původu bohatství národů“ (1776) poprvé popsal jeho principy. Smith zde upřednostňuje více specializovaných dělníků, jejichž úkony na sebe navazují a vedou k cíli krok po kroku, před menším počtem pracovníků

vykonávající úkony komplexnější. Svou myšlenku podkládá příkladem z malé továrny na výrobu špendlíků, kde se každý zaměstnanec specializuje pouze na jednu činnost, např. na zabrušování špičky či nasunutí hlavičky (Pressler, 2010). K druhé vlně rozmachu došlo ve 20. století společně s rozvíjející se hromadnou výrobou. Významnou osobností druhé vlny rozmachu se stal Henry Ford, jenž ve svých továrnách zavedl pásovou výrobu a automatizaci (Reischig, 2010). Každý pracovník je opět zodpovědný za konkrétní úkon, např. za osazování auta jedním kolem (druhé kolo měl na starosti kolega) či za očištění volantu. Při funkčním přístupu jsou striktně určeny postupy práce, jejichž nedodržení vede často k závažným postihům. Produkty z hromadné výroby musí být naprosto totožné a vyrobeny v předem naplánovaném čase. Jakékoli odchylky od standardu či časové prodlevy jsou tudíž nepřijatelné.

Zmiňovaný přístup vyhovoval požadavkům trhu dvou předchozích století, neboť v této době poptávka převyšovala nabídku a zákazník si nediktovat žádné podmínky. Rozhodujícím faktorem úspěchu byla cena produktu, přičemž se podniky zaměřovaly zejména na její snížení. Se změnou tržního prostředí 21. století začalo být funkčnímu řízení vytýkáno hned několik nedokonalostí. První významnou nevýhodou se zdá být optimalizace dílčích úkonů v rámci funkčních jednotek, jež neberou ohled na optimalizace výrobního procesu jako celku. Může se tak stát, že zvýšení efektivity konkrétní divize podniku zapříčiní výrazný pokles výkonnosti divize jiné, což povede ke snížení efektivity celé organizace. Tento aspekt je spojen s možnou loajalitou zaměstnanců pouze k jejich oddělení a nejevení zájmu o práci v odděleních ostatních. Další problém nastává s velkým množstvím divizí a vedoucích pracovníků na stejné úrovni, mezi kterými nemusí docházet k předávání potřebných informací. Často se stává, že zaměstnanci v oddělení „A“ nemají tušení o práci v oddělení „B“ a jejich práce může být duplikována. Obecně probíhá komunikace v rámci jednoho oddělení a poté směřuje vertikálně přes vedoucí divizí, kteří sdílí informace opět ve svých odděleních. Při takto složitém, zdoluhavém a netransparentním přenosu informací dochází k jejich ztrátě či změně.

O dnešní době lze hovořit jako o turbulentní, ve které nabídka převyšuje poptávku, přičemž klíčovou otázkou již není „jak vyrobit“, nýbrž „jak prodat“ (Pressler, 2010). Zákazník určuje, co se bude vyrábět, v jakém množství a v jakém časovém horizontu je očekáváno dodání produktu. Vlivem rychlého vývoje a globalizace trhů se o zákazníka vedou tvrdé boje. Ono turbulentní tempo doby vyžaduje pružnou reakci podniků na změny, tudíž by podniky měly usilovat o co největší provázanost všech činností, stejně jako o rychlou a účelnou komunikaci v celém podniku. Konkurenční výhodou již není cena, nýbrž přidaná hodnota pro zákazníka, velmi často v podobě splnění individuálních požadavků. Důraz podniků by tak měl spočívat v řízení činností, jež tuto přidanou hodnotu vytvářejí. Kromě uvedeného tento způsob řízení čím dál více zvyšuje poptávku po flexibilních zaměstnancích se schopností vykonávat různé úkony.

Nedostatky funkčního řízení spolu s výše popsanou změnou tržního prostředí vedly k přehodnocení strategie podniků, což vyústilo na začátku 90. let k velkému rozmachu procesního

řízení organizací (Business Process Management). Tento pojem definovalo mnoho autorů, jejichž vymezení si korespondují či se vzájemně doplňují. Některá vymezení jsou zde uvedena.

- „*Řízení podnikových procesů představuje metodiku hodnocení, analýzu a zlepšování klíčových obchodních procesů založených na potřebách a přáních zákazníků.*“ (Son a Kim, 2014 cit. podle Tuček 2016)
- „*Základem procesního řízení je rozvíjení a optimalizování chodu organizace tak, aby efektivně, účelně a hospodárně reagovala na požadavky zákazníka.*“ (Grasseová a kol., 2008, s. 42)
- „*Procesní řízení představuje systémy, postupy, metody a nástroje trvalého zajištění maximální výkonnosti a neustálého zlepšování podnikových i mezipodnikových procesů, které vycházejí z jasně definované strategie organizace a jejichž cílem je naplnit stanovené strategické cíle.*“ (Šmída, 2007, s. 30)
- „*Procesní řízení představuje ucelený systém řízení zahrnující řadu postupných kroků od určení vize a hodnoty pro zákazníky přes návrh, tvorbu a implementaci strategie až po nastavení jednotlivých procesů a měření jejich výkonnosti včetně vymezení kompetenčních modelů a hodnocení pracovníků.*“ (Váchal a kol., 2013, s. 455)

Ačkoli jsou všechna zmíněná vymezení výstižná, pro účely této práce je vhodné na procesní řízení nahlížet tak, jak jej definuje Řepa (2007, s. 24), a sice:

„Procesní řízení je neustálé sledování podnikových procesů a je-li to nutné, či vhodné, jejich přírůstkového zlepšování, či radikálního reengineeringu, to vše za účelem stálého zajišťování strategických cílů.“

Řada podniků se tak v dnešní době zaměřuje na definování procesů, klíčových indikátorů pro měření a sledování výkonu procesů či na trvalé a kontinuální zlepšování procesů celé firmy (Rosemann, 2014; Zairi, 1997) spíše než na dílčí výsledky jednotlivých oddělení. Grasseová (2008, s. 41) dodává, že při procesním přístupu není práce „*vykonávána separátně v oddělených funkčních jednotkách, ale naopak jimi protéká*“. Centrem pozornosti se tak stává proces jako ucelený sled činností, na který je hodno nahlížet systémovým (celistvým) pohledem. Drahotský a Řezníček (2003, s. 70) vyzdvihují výhodu v integraci a kompresi jednotlivých činností, jež mají za následek integraci jednotlivých pracovních úkonů do logických celků řešených procesními týmy. Využívá se principu 3S (samořízení, samokontrola, samoorganizace), v čemž zmínění autoři spatřují naprostou autonomii procesních týmů. V neposlední řadě autoři zmiňují delinearizaci práce, jejímž smyslem je souběžné provádění jednotlivých úkolů, nikoli jejich lineární posloupnost.

V takto řízené organizaci lze považovat organizační strukturu za plochý útvar, kde si jsou všichni zainteresovaní účastníci procesu vědomi jasného cíle, a společně k němu směřují (Tománek, 2001, s. 241). Jakékoli zadržování informací či vnitropodnikové boje jsou naprosto nepřijatelné.

Zaměstnanci jsou naopak vedeni k týmové práci napříč celým podnikem. Mendling a kol. (2017) dodávají, že transparentnost veškerých procesů a jejich jednotlivých činností by měla být dosažena řádnou dokumentací a šířením informací. K tomuto (stejně jako k celkové koordinaci řízení proces) mohou velmi přispět informační systémy, např. ERP (Enterprise Resource Planning).

1.1.1 Proces

Důležitým aspektem úspěšného procesního řízení se jeví znalost a popis veškerých probíhajících procesů v organizaci. Nestačí je ovšem pouze popsat, taktéž by měly být pravidelně měřeny dle předem stanovených ukazatelů, přičemž na základě získaných výsledků by mělo docházet k jejich kontinuálnímu zlepšování. Obecně lze procesem nazvat soubor vzájemně se ovlivňujících činností, jež transformují vstupy na výstupy. Stejně jako procesní řízení, i samotný proces vymezilo nespočet autorů. Některá vymezení jsou zde uvedena.

- „Proces je množina jedné nebo více propojených činností, společně přispívajících k dosažení podnikového cíle, obvykle ve vazbě na organizační strukturu, která definuje funkční role a vztahy.“ (Carda a Kunstová, 2003, s. 58)
- „Proces je souhrnem činností, transformujících souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používající k tomu lidi a nástroje.“ (Řepa, 2007, s. 15)
- „Proces je soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy.“ (Basl, Blažiček, 2008, s. 112)

Pro účely této práce se po malém zpřesnění jeví nejvhodnější vymezení od Šmídy (2007, s. 29), jenž proces definuje následovně:

„Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností a/nebo subprocesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou nebo více spolupracujícími organizacemi (podnikový/mezipodnikový proces), které spotřebovávají materiální, lidské, finanční a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka.“

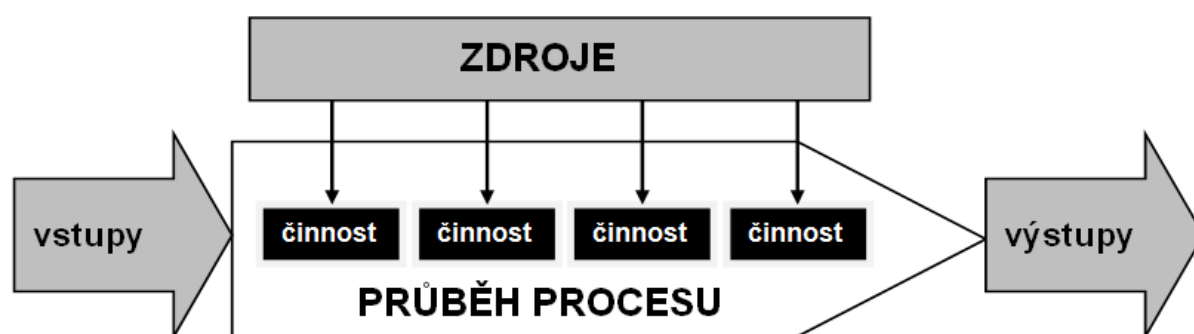
Přestože Šmídovo pojetí vystihuje podstatu procesu komplexním způsobem, je dobré upozornit na jistou nepřesnost, jež se v definici vyskytuje. Je zde zmiňován proces jako takový, nicméně vymezení se týká procesu podnikového. Mohlo by se zdát, že se jedná o synonyma, což ovšem není pravda. Jak upozorňuje Řepa (2007, s. 15) podnikový proces² je pouze typem procesu, ve kterém jsou vstupy transformovány na výstupy pomocí podnikových činností (výroba, vývoj SW, plánování, apod.) a kde jsou výstupy myšleny výrobky či služby pro zákazníka. Na druhou stranu Šmída ve svém vymezení vhodně zmiňuje překračování hranic jak organizačních oddělení, tak celé

² Klíčka (2011 cit. podle Řepa, 2007, s. 15) upozorňuje na nešťastný překlad „podnikového procesu“, jenž vznikl z anglického „business proces“. Domnívá se, že se překladem zaměňuje přidaná hodnota procesu za sounáležitost k organizační struktuře. Výstižnějším překladem by podle něj byl pojem „byznys proces“.

společnosti. Na tento aspekt upozorňují taktéž Smirnov a kol. (2012), jež si jsou vědomi komplexnosti a rozsáhlosti podnikových procesů v dnešním tržním prostředí. Dále definice poukazuje na důležitost hodnoty pro zákazníka dostávajícího se stále více do popředí zájmu podniků. S ohledem na charakter a zaměření této práce, bude v práci nadále hovořeno o podnikových procesech jen jako o procesech, tudíž Šmídovo vymezení se jeví adekvátní a výstižné.

Základní charakteristiky procesu

Jak ilustruje obrázek 1 (Grasseová a kol., 2008, s. 7), základními prvky všech procesů jsou vstupy, činnosti (+ zdroje) a výstupy.



Obrázek 1: Základní prvky procesů (Grasseová a kol., 2008, s. 7)

Vstup nejčastěji představuje hmotný či nehmotný výstup z předcházejícího procesu či od externího dodavatele³ (Rolínek, 2008, s. 107). Zde Grasseová a kol. (2008, s. 12) varují před záměnou vstupů se zdroji, jimiž lze rozumět hmotné i nehmotné „prostředky využívané k přeměně vstupů na výstupy. Mohou jimi být technologie, materiál, finanční prostředky, lidské zdroje, informace či čas“.

O činnosti je pak hovořeno jako o logickém sledu pracovních úkonů (operací) vykonávaných v rámci jedné organizační jednotky a přidávající pomocí zdrojů přidanou hodnotu vstupům. Na jejím výstupu se nachází jeden měřitelný produkt či služba (Svozilová, 2011, s. 15), přičemž Pavlík (2014) dodává, že se jedná o „vědomé a strukturované působení na vstupy za účelem jejich přeměny“. Souhrn činností by měl být v procesu dobře zdokumentovaný, neboť je žádoucí aby byl proces opakovatelný stále stejným (nebo přinejmenším podobným) způsobem. Zde je vhodné poznamenat, že každá činnost může být popsána jako proces, přičemž záleží na detailnosti, s jakou je na problematiku nahlíženo.

Celý proces je následně ukončen výstupem, který může představovat vstup pro proces následující (interní zákazník) či finální produkt předaný (externímu) zákazníkovi. V druhém případě by měl výstup představovat hodnotu pro zákazníka, jehož spokojenost se stává důležitým měřítkem efektivnosti celého procesu (Davenport, 1993, s. 7).

³ Může se však jednat i o hmotný či nehmotný vstup od samotného zákazníka, např. objednávka či stížnost.

Zmíněné prvky jsou považovány za nejdůležitější a společné všem procesům, nicméně nejsou zdaleka jediné. Další charakteristikou je bezesporu cíl a pro něj správně nastavené kvantitativní a/nebo kvalitativní metriky, podle nichž by mělo docházet k pravidelné kontrole a případné optimalizaci procesu. Dále je zapotřebí určit vlastníka procesu, který je zodpovědný za jeho efektivní fungování, dosahování cílů, monitoring, a v případě výskytu problému za jeho vyřešení. Jelikož proces může překračovat dimenzionální či dokonce podnikové hranice, je předpokládáno procesní řízení s plochou organizační strukturou zmíněnou na začátku této kapitoly. Klíčovým účastníkem je zákazník, bez něhož by proces postrádal smysl. Právě jemu je určen konečný výstup a vždy by od něho měla být vyžadována zpětná vazba. Dále by měl proces mít jasně stanovené hranice, jakou událostí začíná (tzv. spouštěcí událost) a jakým stavem končí.

Dělení procesů

Na procesy lze nahlížet z různých hledisek, od nichž se odvíjí jejich odlišné dělení. V roce 1993 definoval Porter (1993, s. 58) členění procesů na pět primárních a čtyři podpůrné. Mezi primární řadí např. řízení vstupních operací, výrobu či provoz. Podpůrnými aktivitami pak má na mysli např. technologický rozvoj či obstaravatelskou činnost.

Oproti tomu se Kryšpín (2005, s. 10) nebo Klimeš (2014, s. 18) přiklání na dělení procesů do tří kategorií, a sice na hlavní, řídicí a podpůrné. Hlavní (klíčové) procesy naplňují cíle podniku, přispívají k tvorbě zisku a přinášají přidanou hodnotu pro zákazníka (Průcha, 2014). Jak již bylo uvedeno, hlavní proces vždy překračuje hranice jednotlivých organizačních struktur uvnitř podniku a velmi často i hranice podnikové. Vstupem je zpravidla příchod objednávky od zákazníka a výstupem výsledný produkt/služba. Oproti tomu procesy podpůrné jsou určeny pouze pro vnitřního zákazníka, tudíž vytvářejí přidanou hodnotu pouze uvnitř společnosti. Tyto procesy samy o sobě negenerují tržby, nicméně podporují či zajišťují funkcionalitu procesů hlavních. Jelikož jsou velmi často outsourcovány, měly by být co nejstandardizovanější využitelné různými podniky jako služba. Příkladem mohou být řízení HR, provoz a údržba IT, účetnictví apod. V neposlední řadě řídicí procesy taktéž nevytváří zisk, ale jak již z názvu napovídá, pomáhají řídit chod organizace, např. pomocí tvorby strategie, plánování či řízení jednotlivých procesů. Jejich posláním je především práce s informacemi.

V návaznosti na řídicí procesy je vhodné uvést ještě dělení podle Řepy (2008), který uznává členění procesů pouze na hlavní a podpůrné. Dle zmiňovaného autora lze řídicí procesy, tak jak je definují Kryšpín s Klimešem, zařadit do podpůrných, neboť „*řídicí proces v kontextu procesního řízení je pojem buď nesmyslný (není možné jen řídit, stejně jako není možné jen ne(z)řízeně vykonávat), nebo přinejmenším informačně prázdný (všechny procesy jsou řídicí, smyslem popisu procesu je popsat řízení)*“. Řepa se dále domnívá, že „*tento pojem vyjadřuje tradiční „neprocesní“ přístup k řízení firmy, představit si totiž lze řídicí versus řízené pracovníky (což, v absolutním smyslu, do procesně řízené firmy nepatří), nikoliv však procesy*“. Pro potřeby této práce se Řepovo členění jeví jako nejsmysluplnější a v praktické části je z něj vycházeno.

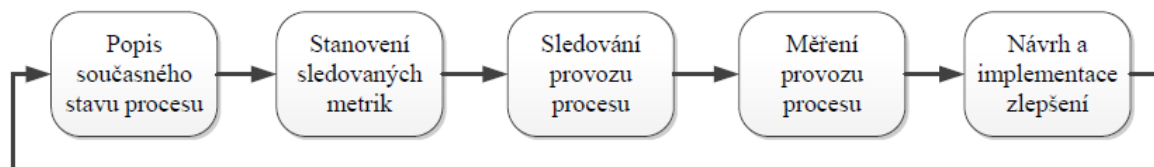
1.1.2 Zlepšování podnikových procesů

Pokud chce být podnik konkurenceschopný a úspěšný, měl by se, vzhledem k neustále se měnícímu tržnímu prostředí, zaměřit na kontinuální zlepšování svých procesů se snahou je co nejvíce optimalizovat. V dnešní době zákazník nežadá pouze just-in-time produkty, nýbrž celé just-in-time procesy (Šmída, 2007, s. 34), které musí být flexibilní k zákaznickým přáním a potřebám. Dochází k vyšší míře spolupráce mezi podnikem a zákazníkem, což si žádá procesy podniku nejen znát, nýbrž také kontrolovat či být jejich aktivním prvkem spoluvytvářející konečný produkt. Příkladem zde může být právě 3D tisk umožňující výrobu produktů dle preferencí konkrétního zákazníka. Stále více si přestávají konkurovat jednotlivé podniky a začínají si konkurovat hodnotové řetězce podniků. Organizace mezi sebou či se svými dodavateli budují pevné vztahy či vyvíjejí strategické aliance, pomocí nichž mohou spojovat své procesy a nabídnout zákazníkovi komplexní řešení.

Zlepšování procesů se tak stalo nezbytnou součástí procesního řízení umožňující dosáhnout převahy nad konkurencí. V zásadě mají podniky dvě možnosti jak k této problematice přistupovat. První přístup nabádá podniky k průběžným optimalizacím (již zaběhnutých) procesů („Business Process Improvement“), které vyžadují delší implementační čas a jejich rozsah je omezený na danou funkční oblast. Oproti tomu druhý způsob zahrnuje radikální (skokové) zavedení nových či zásadní přetvoření stávajících procesů („Business Process Reengineering“), jenž se jeví rychlejším, razantnějším, nicméně rizikovějším řešením. V následující části jsou oba přístupy blíže specifikovány, přičemž s ohledem na zaměření práce je více prostoru věnováno přístupu druhému – radikálnímu reengineeringu.

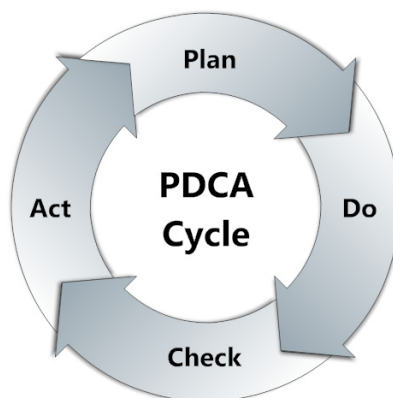
Business Process Improvement

Business Process Improvement (dále jen BPI) představuje zlepšování procesů podniku postupnými kroky. Podle Fialy a Ministra (2003, s. 54) se jedná doslova o „*postupnou inovaci procesů uvnitř firmy při respektování omezení, která mohou představovat existující organizační struktury a cíle firmy. To znamená zdokonalovat procesy prostřednictvím průběžné implementace identifikovaných „drobných“ zlepšení stávajících procesů*“. Základem BPI je počáteční pochopení stávajícího stavu procesu a stanovení metrik sledování. Výstupy ze sledování a měření provozu pak vedou k návrhu vylepšení procesů a jejich následné implementaci (Řepa, 2007, s. 16). Grasseová (2008, s. 93) dodává, že tento přístup zlepšování procesů nemá větší dopad na externí zákazníky či dodavatele, neboť se jedná o zlepšování čistě interních procesů podniku. Jak již název napovídá, BPI je ve své podstatě nekonečný. Jakmile dojde k implementaci změn, již by se mělo přemýšlet nad změnami nadcházejícími. Tato cyklická vazba je na obrázku 2 (Řepa, 2007, s. 16), jenž celý postup průběžného zdokonalování procesů ilustruje, znázorněna šipkou od implementace k popisu současného stavu.



Obrázek 2: Postup Business Process Improvementu (Řepa, 2007, s. 16)

Ačkoli metodik pro BPI existuje celá řada, v této práci jim není věnováno více pozornosti. Jako příklad je zde uvedena pouze metodika Demingův cyklus (neboli PDCA⁴), již lze považovat za nejznámější a jejíž čtyři fáze se staly základem metodik ostatních. To ostatně dokládá i schéma metodiky ilustrované na obrázku 3 (Bereskie a kol., 2017), kde si lze povšimnout značné podobnosti s obrázkem 2 ilustrujícím obecné kroky veškerých metodik BPI. Největším přínosem uvedeného schématu metodiky PDCA je zobrazení cykličnosti, které symbolizuje nikdy nekončící průběh postupného zlepšování procesů podniku.



Obrázek 3: Demingův cyklus (Bereskie a kol., 2017)

Reengineering procesů

Oproti předcházejícímu přístupu se reengineering nesnaží zavedené procesy postupně zlepšit, nýbrž radikálně změnit nebo zcela nahradit. Pro úplnost a správné pochopení terminologie je vhodné poznamenat, že literatura rozeznává tři stěžejní úrovně reengineeringu, a sice (Veber, 2000, s. 344–345):

- Work Process Reengineering (WPR) – změny konkrétního (dílčího) procesu, jež nezasahují do procesů jiných
- Business Process Reengineering (BPR) – změny ovlivňující celý podnik
- Total Business Reengineering (TBR) – změny ovlivňující nejen podnik, ale i jeho blízké okolí (např. dodavatele). Příkladem může být zavedení kanban⁵ systému pro doplňování zásob.

⁴ Zkratka PDCA značí počáteční písmena anglických sloves *plan*, *do*, *check*, *act* neboli *naplánuj*, *vykonej*, *zkontroluj* a *jednej*.

⁵ Kanban system souvisí s just-in-time přístupem. Jestliže dojde ke spotřebování materiálu/zboží na určitý level (reorder point), systém vydá signál dodavateli. K dodávkám tak dochází v momentě jejich skutečné potřeby.

Praktická část této práce se zabývá zavedením 3D tisku do procesů podniku, což by ve výsledku mohlo ovlivnit nejen samotný podnik, ale ve velké míře i dodavatele výrobních a obalových vstupů, stejně jako dodavatele služeb či business partnery (např. dopravce či poskytovatele skladů). Jedná se tedy o TBR. Velmi často se však v praxi druhá a třetí úroveň reengineeringu od sebe nijak neodlišují a přestože změna zasahuje i do okolí podniku, souhrnně je o této přeměně podnikání hovořeno jako o BPR. Pro zjednodušení bude i v této práci o reengineeringu nadále smýšleno jako o BPR (i když se ve své podstatě jedná o TBR).

Termín BPR se objevil již v roce 1984 (Bettley a Mayle, 2005 cit. podle Kubíková, 2016), nicméně k jeho největšímu rozmachu došlo v devadesátých letech především po vydání stěžejního díla Hammera a Champyho (1993). Autoři zde kritizují nesmyslnost optimalizace a automatizace činností nepřidávajících přidanou hodnotu zákazníkovi a ve svém pozdějším díle (1995, s. 36) upozorňují na „*podnikatelský problém spočívající v tom, že vstupujeme do jednadvacátého století s firmami, které byly konstruovány v devatenáctém století, aby dobře pracovaly ve století dvacátém*“. Již v té době si uvědomovali problémy funkčního řízení v dynamicky se měnícím tržním prostředí a představili BPR jako nový koncept řízení organizací. Jejich nadčasové vnímání je oceňováno především v současné době, kdy automatizovaná hromadná výroba přestává podnikům zaručovat konkurenceschopnost. Jack Welch, bývalý CEO General Electric, se k tomuto tématu nechal slyšet, že „*je-li tempo změn uvnitř podniku předstiženo tempem změn mimo podnik, blíží se jeho konec*“ (Šmída, 2007, s. 89).

V nynější době jsou čím dál více poptávány produkty přímo pro konkrétního zákazníka, který mimo jiné určuje i dobu dodání. Mimo to, rychle se měnící technologie vyžadují flexibilní procesy schopné pružné reakce na vývoj. Vhodnou podnikovou strategií se tak jeví zkracování a zrychlování výrobních cyklů, stejně jako celých logistických řetězců.

BPR má podle Benderse a van Veena (2001) obecně za cíl integrovat rozdělené obchodní funkce do procesů, snížit provozní i organizační náklady odstraněním zbytečných pracovních pozic a celkově zjednodušit a zefektivnit pracovní postup. Vybraná vymezení BPR jsou uvedena níže.

- „*Reengineering je zásadní obnova podnikání, která zpochybňuje existující doktríny, postupy a činnosti a inovativně přerozděluje kapitálové a lidské zdroje organizace do procesů, jež překračují hranice jednoho funkčního útvaru. Záměrem této zásadní obnovy je optimalizace konkurenční pozice organizace, hodnoty, kterou poskytuje jejím vlastníkům, a jejího přínosu pro společnost.*“ (Bennis a Mische, 1995)
- „*Reengineering je rychlý a radikální redesign (rekonstrukce) strategických hodnototvorných podnikových procesů – a systémů, postupů a organizačních struktur, které je podporují – za účelem optimalizace postupu prací a produktivity v organizaci.*“ (Manganelli a Klein, 1996)
- „*Jádro reengineeringu tkví v diskontinuálním myšlení, tzn. V nalezení průlomu v zastaralých pravidlech a základních předpokladech, které tvoří základ většiny operací.*“ (Carda a Kunstová 2003, s. 53)

- „Cílem reengineeringu je dosáhnout výkonového zlepšení předěláním procesů, maximalizováním jejich přidané hodnoty a minimalizováním všeho ostatního. Reengineering lze aplikovat na jednotlivé procesy nebo na celou organizaci.“ (Pawlewski 2010 cit. podle Cempel 2010)

S ohledem na potřeby a charakter této práce bude dále na BPR nahlíženo tak, jak jej definují jeho průkopníci Hammer a Champy (1995, s. 38):

„BPR je zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukce (redesign) podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jako jsou náklady, kvalita, služby a rychlost.“

Autoři k definici dodávají, že se jedná o odloučení od zavedených struktur a postupů. Podniky by si předně měly uvědomit, které procesy jsou nezbytné pro naplňování podnikových cílů a které přidávají hodnotu zákazníkovi. Ostatní procesy je vhodné odstranit. Přestože je výše uvedené vymezení poměrně stručné, obsahuje všechna čtyři klíčová slova charakterizující BPR, a sice *zásadní, radikální, dramatické a procesy*.

- Zásadní

Zásadní změna procesů vyžadující odpovědi na nejzákladnější otázky týkající se cílů a poslání podniku, stejně jako důležitosti jednotlivých procesů. BPR se nejprve zaměřuje na „*co*“ se má dělat a až poté na „*jak*“ se to má dělat.

- Radikální

Radikální pochází z latinského slova „*radix*“ značící kořen (zdroj). Reengineering překopává fungování podniku od kořene, přičemž se nezaměřuje pouze na povrchní úpravy procesů dílčích. Velmi často dochází k zavedení procesů zcela nových, přičemž by se nemělo opomínat ani na radikální změny manažerských přístupů, bez nichž by nebylo možné radikální změny procesů provádět.

- Dramatické

BPR by měl přispět k výkonovému zlepšení situace podniku o desítky až stovky procent, přičemž by měl být použit při potřebě výrazné změny velkého rozsahu.

- Procesy

Procesy zde značí orientaci na procesí řízení, jemuž je věnován začátek této kapitoly.

Dnešní tržní prostředí je utvářeno velmi dynamicky a organizace jsou z něj postupně vytlačovány třemi C, a sice zákazníkem (customer), konkurencí (competition) a změnou (change) (Hammer a Champy, 2000 cit. podle Řepa, 2007, s. 19). Přesycenost trhu má za důsledek klíčové postavení zákazníka v obchodních vztazích, o nějž podniky svádí boj s konkurencí. Ona konkurence je mimo jiné způsobena vysoce nastavenými standardy od nejproduktivnějších firem na trhu, kterých se nedá dosáhnout při původním způsobu podnikání. Organizace se již nezaměřují na „*jak vyrobit*“,

nýbrž „jak prodat“. Obě zmíněná C pak vedou k nevyhnutelné změně podniků, jež se snaží na trhu udržet. V dnešní turbulentní době tak došlo k zakořenění změny do procesů podniku a lze ji již považovat za standard. Jakkoli vynikající výrobek či služba rychle zastarává, tudíž k dlouhodobému úspěchu podniku vedou především pružné procesy, jimiž jsou produkty vytvářeny či poskytovány (Šmída, 2007, s. 89).

Principy reengineeringu

Hammer a Champy (1995 cit. podle Řepa, 2007, s. 22) vyzorovali určité podobnosti mezi podniky po změně konceptu řízení. Na základě výsledků podrobné analýzy pak vymezili základní principy charakteristické pro BPR nezávislé na zaměření organizace. Níže je uvedeno pět vybraných principů majících přímou spojitost s praktickou částí této práce.

- Několik prací je spojeno do jedné – syntéza rozdrobených činností vykonávaných velkým počtem lidí.
- Kroky procesu jsou vykonávány v přirozeném sledu – odstraněna linearita a sekvenčnost prací.
- Procesy mají variantní provedení – od standardizace se přechází k individuálním zakázkám.
- Práce se provádějí v místě, kde je to nejrozumnější – procesy překračují hranice organizačních jednotek či celých organizací.
- Organizace je schopna kombinovat výhody centralizace (úspory z rozsahu) a decentralizace (rozhodování na operační úrovni).

Dále jsou uvedeny některé principy doplněné Coulson-Thomasem (1994 cit. podle Řepa, 2007, s. 25), které jsou opět aplikovatelné na praktickou část této práce.

- Zaměření se na koncového zákazníka a přínos vyšší hodnoty pro něj.
- Eliminování aktivit, které nepřinášejí hodnotu, provádění aktivit paralelně, zrychlení odezvy a rozvoje.
- Zaměření se spíše na výstupy než na vstupy.
- Zavedení pracovních týmů a manažerů procesů.
- Posunutí pravomocí blíže k zákazníkovi a přerozdělení zodpovědnosti mezi organizaci, dodavatele a zákazníky.
- Udržení počtu klíčových procesů na minimum. Všechny tyto procesy by měly být směřovány k externímu zákazníkovi.
- Implementace kontinuálního zlepšování do realizovaných řešení.

V souladu s principy obou zmíněných autorů poukazuje Šmída (2007, s. 79) na vhodnost až nutnost propojení podnikových cílů se strategií, stejně jako na rozpoznání potřeby změny v organizaci. Pro BPR by vždy měly být vybrány ty procesy, jež mají dopad na koncového zákazníka a jejichž

změnu podnik ustojí. Neméně důležitá je taktéž důkladná komunikace se zaměstnanci, neboť bez jejich angažovanosti se jen těžko dosahuje požadovaných výsledků.

Metodiky reengineeringu

S rozvojem BPR se postupně dospělo k mnoha metodikám napomáhajícím zajistit schůdnou a efektivní radikální změnu procesů podniku. V tabulce 1 je uvedeno pět vybraných metodik, jež uvádí Cempel (2010) čerpající ze své předchozí publikace (2005). Zeleně jsou označeny metodiky relevantní pro praktickou část práce.

Tabulka 1: Srovnání metodik reengineeringu (Cempel, 2005 cit. podle Cempel 2010)

Autor	Zahájení	Výzkum a výběr optimálního řešení	Realizace	Kontrola a ohodnocení
M. Hammer & J. Champy	1. Uvedení do projektu 2. Identifikace procesů k reengineeringu 3. Výběr procesů 4. Porozumění vybraným procesům	5. Přetvoření procesů	6. Implementace	
R. L. Manganelli & M. M. Klein	1. Příprava 2. Identifikace 3. Vytvoření vize	4. Design řešení: a) z technického hlediska b) ze sociálního hlediska	5. Transformace	
N. M. Tichy & S. Sherman	1. Uvědomění si 2. Vytvoření vize	3. Design a rekonstrukce	4. Implementace	
T. H. Davenport	1. Vytvoření vize a cílů 2. Identifikace procesů 3. Pochopení a analýza procesů	4. Užití informačních technologií 5. Vytvoření prototypů nových procesů	6. Implementace	
I. Durlík	1. Nastavení úkolů projektu 2. Přípravení procesní mapy a určení rozsahu budoucí práce	3. Radikální redesign vybraných procesů 4. Simulace a hodnocení možností 5. Výběr nejlepší varianty	6. Implementace	7. Kontrola 8. Kontinuální zdokonalování

Metodiky se od sebe liší především svým zaměřením a/nebo rozsahem, přičemž jejich volba může výrazně ovlivnit úspěch či neúspěch zavedení BPR v konkrétní organizaci. Metodika duchovních zakladatelů Hammera a Champyho je často kritizována za opomíjení lidské dimenze. V devadesátých letech tak byl reengineering spojován se zeštíhlováním organizace především pomocí propouštění zaměstnanců. Lidé se začali o svá pracovní místa obávat a stali se rezistentními vůči jakýmkoli změnám. V současné době zaměstnanci se svými znalostmi a sociálními vazbami stojí v popředí BPR, čemuž ve své metodice věnuje pozornost např. Davenport. Vytváření vizí, nastavování cílů či odpor zaměstnanců ke změně však přesahují rámec této práce, čímž by se mohlo zdát, že metodika Hammera a Champyho je pro tuto práci plně dostačující. Davenport ovšem zmiňuje taktéž užití informačních technologií, jež vnímá jako nekonečný zdroj inovací, což v kontextu tématu této práce nelze opomíjet. Řepa (2012, s. 143) přiznává, že metodiku nelze brát jako dogma, ale vždy by měla být upravena podle prostředí, situace a cílů konkrétní organizace. Kombinace obou výše zmíněných metodik se tak jeví pro účely této práce jako nejvhodnější řešení. Tabulky 2 a 3 (Řepa, 2007, s. 38–39) vybrané metodiky blíže specifikují, přičemž zeleně jsou označeny fáze projektu, jichž se týká praktická část práce.

Tabulka 2: Metodika Hammera a Champyho (Řepa, 2007, s. 38)

Krok	Cíl
Uvedení do reengineeringu	Projekt je iniciován vrcholovým vedením. To stručně a pragmaticky popíše současnou situaci podniku jako východisko k nutné akci.
Identifikace podnikových procesů	Tento krok dá všeobecný přehled o procesech v podniku, jak se k sobě vzájemně mají a jak interagují s okolím. Jedním z hlavních výstupů kroku je grafické znázornění všech podnikových procesů.
Výběr podnikových procesů k reengineeringu	Cílem tohoto kroku je výběr takových procesů podniku, jejichž reengineering přinese zákazníkům podniku zvýšenou hodnotu. V tomto kroku doporučuje metodika vybrat ty procesy, jejichž přetvoření bude bezproblémové.
Poznání vybraných procesů	Smysl nespočívá ani tak v detailní analýze funkčnosti vybraných podnikových procesů, jako spíše v analýze jejich výkonu v porovnání s tím, co se od nich očekává v budoucnu (po reengineeringu).
Redesign vybraných podnikových procesů	Tento krok je autory metodiky považován za jádro tvůrčího přínosu. Je charakteristický užitím představivosti, vícerozměrným myšlením a „jistým druhem bláznovství“.
Implementace nových podnikových procesů	Tímto krokem je reengineering uzavřen. Metodika se implementací zabývá pouze na úrovni plánování projektu.

Tabulka 3: Metodika Davenporta (Řepa, 2007, s. 39)

Krok	Cíl
Vize a cíle	První krok se musí zaměřit na všechny potřebné akce, spojené s vizí organizace a cíli jejich procesů. Za důležitý cíl je považováno snížení nákladů, přičemž Davenport současně varuje před přílišnou orientací na náklady. Dosažení dalších důležitých cílů jako uspokojení zaměstnanců, snížení potřeby času a zlepšení výkonu procesů, totiž bývá přílišným důrazem na redukci nákladů značně omezeno.
Identifikace podnikových procesů	V tomto kroku jde o identifikaci podnikových procesů, které mají být předmětem změny. Davenport doporučuje reengineeringovému týmu zaměřit se na malý počet (nejlépe méně než 15) nejdůležitějších procesů, které tvoří jádro chování firmy – tzv. „core processes“.
Poznání a měření procesů	Třetí krok je zaměřen na studium přesného fungování a výkonu vybraných procesů. Zde se Davenportův přístup liší od přístupu Hammera a Champyho. Davenport má potřebu zajistit, aby během rekonstrukce (redesignu) procesů nebyly znovu „objevovány“ staré praktiky, a aby byly dostatečně a objektivně nastaveny potřebné srovnávací hodnoty výkonu nových procesů. V tomto kroku se proto nejedná pouze o modelování průběhu procesů, ale i o měření podstatných výkonových charakteristik.

Krok	Cíl
Informační technologie	Zde jsou studovány možnosti aplikace informačních technologií – nástrojů a aplikací na podporu nově konstruovaných procesů.
Prototypování procesů	Ještě před implementací nových procesů je v tomto kroku vytvořen jejich funkční prototyp. Je určen k tomu, aby se jednotliví lidé z organizace podrobně a prakticky seznámili s procesní změnou a měli možnost sami tvůrčím způsobem přispět ke změně – novými nápady, rozšiřujícími a upravujícími stávající návrh, a to i ve smyslu přizpůsobení procesů jejich praktickým potřebám a podmínkám.
Implementace procesů	Nakonec jsou v posledním kroku změny v procesech (resp. nové procesy jako celek) implementovány a testovány se všemi důsledky v organizaci. Tento krok považuje Davenport za klíčový pro úspěch celého projektu, jelikož předpokládá, že implementace procesů zabere přibližně dvojnásobek času kroků předchozích (minimálně jeden rok).

Jak již bylo naznačeno, podnik by měl existující metodiky považovat spíše za inspiraci a vždy by si měl vytvořit metodiku vlastní dle individuálních potřeb. Neexistuje tak jediný přesný návod, jak k BPR přistupovat, nicméně vždy by měly být pokryty základní fáze projektu (Řepa, 2006, s. 51–52). Těmito fázemi jsou plánování projektu, zhodnocení a poznání současného stavu, globální návrh procesů, studie chystané změny, detailní návrh procesů, implementace, zavedení systému procesů a jeho postupné zlepšování.

Jelikož je praktická část práce zaměřena na logistický řetězec, je zde vhodné poznamenat i postup logistického reengineeringu tak, jak jej uvádí uznávaný profesor katedry logistiky Vysoké školy ekonomické v Praze Petr Pernica (1998, s. 143), a sice „*přizpůsobit zdroje definovaným cílům. V prvním kroku se stanoví cíle. Ve druhém kroku se cíle zpodrobní a kvantifikuje rozvoj. Ve třetím a čtvrtém kroku se provedou interní analýzy a externí benchmarking, jejichž výsledky se v pátém kroku vyhodnotí a v šestém kroku implementují.*“

Srovnání BPI a BPR

Popsané přístupy zlepšování podnikových procesů jsou více či méně použitelné v závislosti na prostředí daného podniku. Nelze říci, že by měl být jeden přístup upřednostňován před druhým, neboť každý podnik se nachází v jiné situaci a vyžaduje individuální přístup. Davenport (1993 cit. podle Řepa 2012, s. 160) taktéž nevidí zmiňované přístupy jako alternativy, nýbrž jako „*dvě vzájemně se doplňující fáze jednoho vývojového cyklu organizace*“. S tímto názorem se ztotožňují i Fiala s Ministrem (2003, s. 55), jež dodávají, že BPI a BPR nejsou „*totožnými, ale ani protichůdnými přístupy. Oba vedou organizaci ke zvolenému cíli stejným směrem, nicméně BPR rychleji za cenu vyššího rizika neúspěchu.*“ Postupným zlepšováním procesu lze dosáhnout naprosté optimalizace,

radikální změna zase může překonat bariéry dosavadního fungování. Neustálé vylepšování jednoho procesu však nelze provádět donekonečna a dříve či později se radikální změna stane nezbytným řešením, což dnešní rychlý vývoj technologií jedině potvrzuje (Řepa, 2007, s. 16). Pro úplnost lze hlavní rozdíly obou přístupů nalézt v tabulce 4 (Hussein a kol., 2013).

Tabulka 4: Rozdíly přístupů BPI a BPR (Hussein a kol., 2013)

	BPI	BPR
Doba zavádění	Krátká	Dlouhá
Rozsah	Úzký, v rámci jednotlivých funkcí	Široký, napříč funkcemi
Faktor úspěchu změny	Statistická kontrola	Informační technologie
Zapojení managementu	Zdola nahoru	Shora dolů
Úroveň rizika	Mírná	Vysoká
Druh změny	Kulturní	Hlavně kulturní a strukturální
Četnost změn	Jednou a/nebo kontinuálně	Jednou
Úroveň změny	Evoluční	Revoluční

1.1.3 Procesní modelování – metodika MMABP

Konkurenční tlak dnešní doby má za důsledek neustálé zlepšování podnikových procesů, jež si žádá jejich přesný popis, stejně jako popis jejich vzájemných interakcí a interakcí s vnějším okolím. K mapování procesů je nejčastěji využívána textová a/nebo grafická forma. Jelikož podnik zpravidla disponuje větším množstvím procesů, pouhé slovní popsání by se mohlo jevit nedostačujícím. Pouhé grafické znázornění by naopak mohlo postrádat přehlednost a ztížit pochopení. Nejlepší variantou se tak jeví kombinace obou forem, která je mimo jiné užita i v praktické části této práce.

Modelování značí činnost, při které dochází k vytváření modelů znázorňujících abstraktní obraz reality. Tyto modely mimo jiné umožňují lepší spolupráci a komunikaci mezi manažery a analytiky. Popisují aktuální stav, přičemž se zaměřují na (v daném kontextu) směrodatné vlastnosti a principy a abstrahují od vlastností nedůležitých. Dvě přesná vymezení modelu jsou zde uvedena.

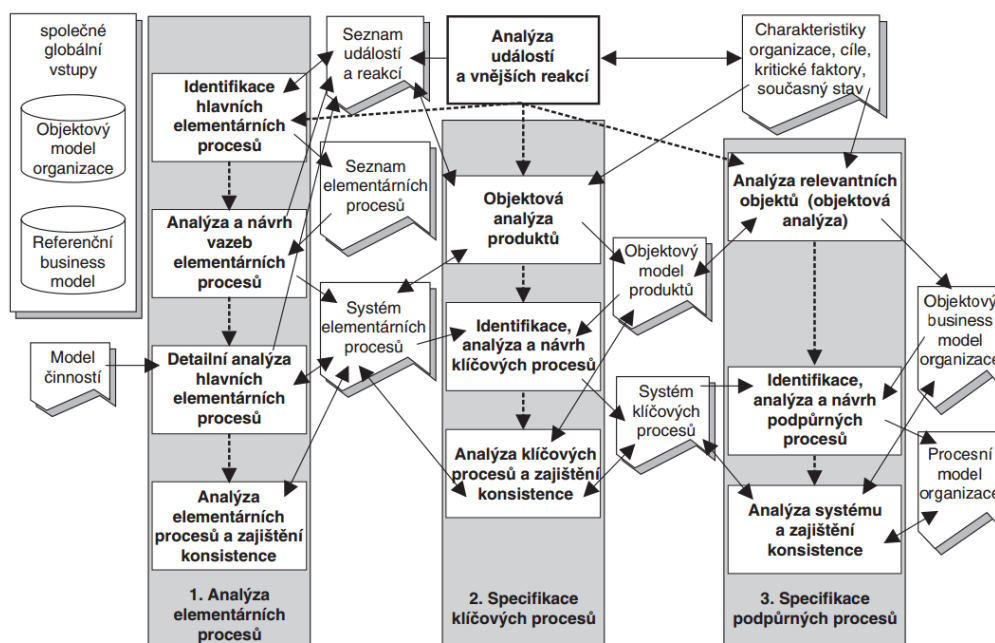
- Modelem je míněno „*zjednodušené zobrazení určitého jevu (systému) pomocí vhodných zobrazovacích prostředků znázorňujících pouze ty rysy, jež jsou podstatné z hlediska cíle, který při konstrukci modelu sledujeme*“. (Řepa, 2012, s. 70)
- „*Model je strukturovaný popis reality v grafické symbolické soustavě (objekty a vazby mezi objekty) s důrazem na jednoznačnost a přehlednost*.“ (Grasseová, 2008, s. 59)

Hlavním důvodem pro existenci principu abstrakce je rozsah a složitost modelované reality, neboť „*jakákoliv automatizace se týká velkého množství postupů a činností, jež jsou spolu ve vzájemných vztazích*“ (Řepa, 2006, s. 8). Úroveň abstrakce pak záleží na účelu modelování. Grasseová (2008, s. 70) dodává, že vždy je důležité si před samotným modelováním určit míru detailnosti jednotlivých modelů, aby nedošlo k soustředění se na zjevné vztahy a opomíjení těch důležitých.

Metodika MMABP

Grafické zobrazení reality si žádá jistou standardizaci v podobě notace základních prvků, k čemuž lze použít obecné nástroje k modelování systémů (např. UML), stejně jako nástroje určené přímo k modelování procesů (např. BPMN). Jak uvádí Řepa (2007, s. 195–197), vybraný nástroj modelování by měl umožnit jak statický, tak dynamický pohled, neboť oba pohledy popisují tutéž realitu z jiného úhlu pohledu.

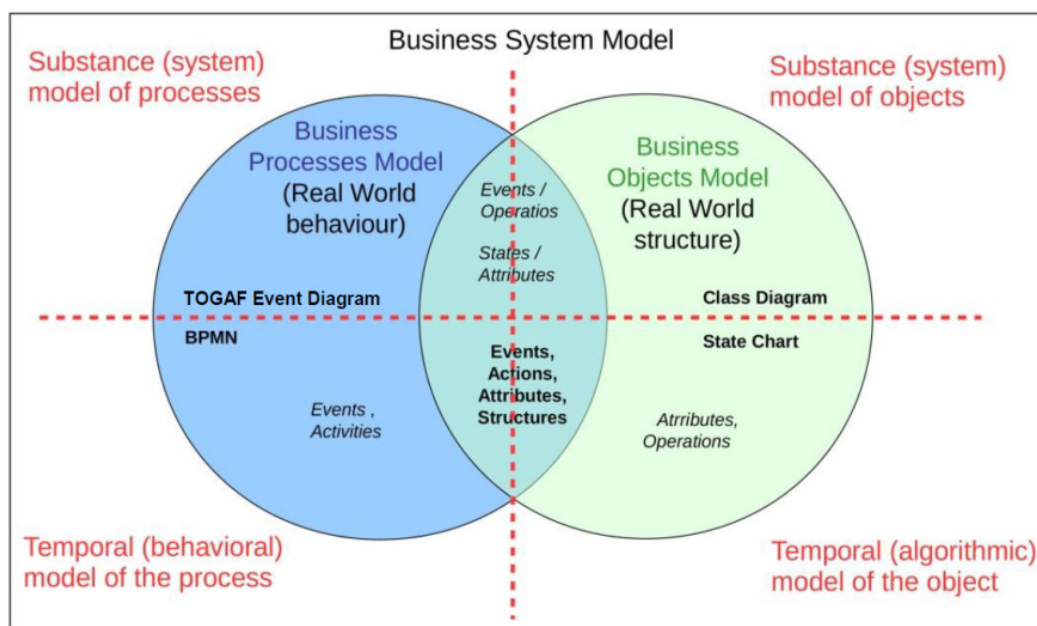
Metodika MMABP („Methodology for Modeling and Analysis of Business Process“), jež vznikla na katedře informačních technologií Vysoké školy ekonomické v Praze a jejímž autorem je prof. Ing. Václav Řepa, CSc., tato kritéria splňuje. Postup metodiky popisující vytvoření modelu organizace nezávisle na informačním systému lze rozdělit do tří až čtyř fází, a sice do „analýzy událostí a vnějších procesů, analýzy elementárních procesů, specifikace klíčových procesů a specifikace podpůrných procesů“ (Řepa, 2007, s. 199–208). První fáze je často nazývána fází nulovou. Jelikož poskytuje předpoklady pro zbylé tři fáze, jeví se z celé analýzy nejdůležitější. Jednotlivé fáze se pak skládají z několika kroků (obrázek 4, Řepa, 2007, s. 200), jejichž specifikace lze nalézt v publikaci Řepy (2007) vyzdvížené v rešerši zdrojů.



Obrázek 4: Fáze a kroky metodiky MMABP (Řepa, 2007, s. 200)

K popisu reality lze užít dvou typů modelů, a sice objektového a procesního. Objektový model popisuje statický pohled na realitu (její strukturu), popisuje tedy základní objekty systému, jejich vlastnosti a vzájemné vazby. Tomuto statickému pohledu jsou podřízeny i metody a algoritmy jednotlivých objektů, které jsou znázorněny v životním cyklu daného objektu (Řepa, 2007, str. 195). Procesní model naopak popisuje realitu dynamicky (její chování), přičemž znázorňuje specifické řazení akcí do věcných podnikových procesů a posloupnost těchto akcí od počátečního do koncového

stavu procesu (Řepa, 2007, str. 195). Jak je patrné z obrázku 5 (Svatoš a Řepa, 2016), oba pohledy se prolínají v událostech, akcích, stavech a atributech.



Obrázek 5: Schéma modelování business procesu (Svatoš a Řepa, 2016)

Při modelování by tak měl být brán zřetel na konzistentnost jednotlivých modelů, přičemž by z nich mělo být patrné, jaké události z procesního modelu ovlivňují stavy objektu během jeho životního cyklu. Pro procesní modelování reality je užívána globální procesní mapa a procesní diagram. Pro objektové modelování pak diagram tříd a diagram životního cyklu objektu. Jelikož praktická část práce z těchto modelů vychází, následuje jejich detailnější popis.


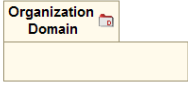




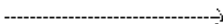
Globální procesní mapa

Globální procesní mapa (neboli globální model procesů) je vždy jen jedna a představuje náhled na klíčové a podpůrné procesy podniku, přičemž neopomíjí znázornit jejich vzájemné vztahy. Klíčový proces pokrývá celý obchodní cyklus a zajišťuje dosažení stanoveného cíle za pomoci procesů podpůrných. Cílem není podrobnost, nýbrž úplnost. Z modelu je patrné, jaké procesy lze sloučit do funkčních celků, jakými událostmi jednotlivé procesy začínají, jaká je jejich přidaná hodnota a jakými stavy končí (Řepa, 2012, s. 84–86).

Pro modelování se užívá např. notace Eriksson-Penker, jež vznikla jako specializace diagramu tříd jazyka UML⁶ (Řepa, 2012, s. 107). Následující tabulka 5 uvádí symboly notace, které jsou užity v praktické části práce.

⁶ UML = Unified Modeling Language je v softwarovém inženýrství univerzální modelovací jazyk, který poskytuje standardní způsob vizualizace, specifikace, navrhování a dokumentaci programovacího systému (Booch a kol., 2005)

Tabulka 5: Vybrané symboly notace Eriksson-Penker (Autorka, 2018)

Symbol	Popis
	Klíčový nebo podpůrný proces – lze je od sebe odlišit vzájemnými vazbami a délkou (klíčový proces je vždy nejdelší)
	Funkční celek – seskupení procesů do organizovaných celků
 Event	Událost – přichází z okolí procesu a startuje jeho činnost, může být ad-hoc nebo časovaná
 Product	Cílový stav procesu
 External Role	Outsurovaný podnikový proces
 External Actor	Externí subjekt, se kterým podnik komunikuje (např. zákazník)
	Informační tok

Procesní diagram

Procesní diagram představuje dynamický popis konkrétního procesu z globální procesní mapy. Proces může být členěn do podprocesů, nicméně je nutné zajistit jejich synchronizaci s procesy ostatními, neboť koncový stav jednoho procesu může být vstupním stavem procesu jiného (Řepa, 2012, s. 112). Procesní diagramy jsou dvojího typu. Detailní procesní diagram na úrovni aktivit se soustředí na posloupnost jednotlivých aktivit směřujících k vytyčenému cíli či jednomu z koncových stavů. Zde je vhodné poznamenat, že na aktivity lze často nahlížet opět jako na podprocesy skládající se z několika dílčích činností. Vždy záleží na subjektivním vnímání reality, neboť co se pro někoho zdá jako nedělitelná činnost, jiný by dokázal rozčlenit na více specifitějších částí. Detailní procesní diagram na úrovni procesních kroků pak zobrazuje synchronizaci procesu s okolím, přičemž se soustředí na požadavky, které vysílá do svého okolí a na reakce, jaké od okolí očekává (Svatoš, 2017). Jinými slovy, procesní krok představuje řetězec aktivit, jež lze v procesu vykonat bez přerušování externí událostí.

Základní notací pro modelování procesních diagramů je BPMN („Business Process Modeling Notation“), jejímž cílem je názorné zobrazení procesů podniku tak, aby byly čitelné jak pro vývojáře či business analytiku, tak pro laiky. Následující tabulka 6 obsahuje symboly notace použité v praktické části práce.

Tabulka 6: Vybrané symboly notace BPMN (Autorka, 2018)

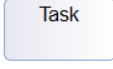
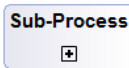










Symbol	Popis
	Aktivita – činnost, jejíž provedení mění stav významného objektu na další stav
	Procesní krok procesu – řetězec aktivit, jež lze vykonat bez přerušení
	Startující událost procesu
	Ad-hoc událost přicházející z okolí procesu v průběhu jeho činnosti
	Časovaná událost přicházející z okolí procesu v průběhu jeho činnosti
	Koncový stav procesu
	Sekvenční tok procesu pokračuje cestou, jejíž podmínka je splněna, nebo sloučení více cest bez čekání na určitý čas či zpětnou vazbu z okolí procesu
	Sekvenční tok pokračuje paralelními cestami, nebo čekání na dokončení všech souběžných cest – poté dochází ke zpracování jednou cestou
	Stav významného objektu – koresponduje se stavem v životním cyklu produktu, přičemž daný objekt je instancí třídy z diagramu tříd
	Množina údajů či surovin, které slouží jako zdroj pro provedení činnosti procesu
	Sekvenční tok
	Informační tok

Diagram tříd

Diagram tříd reprezentuje základní model jazyka UML a v metodice MMABP patří do modelu objektů. Popisuje statickou strukturu objektů reality, přičemž napomáhá pochopit jejich souvislosti a závislosti. Třídou je míněna „*abstrakce objektů se stejnými vlastnostmi, stejným chováním a stejnými vztahy k ostatním objektům*“ (Bruckner, 2012, str. 309). Třída tedy reprezentuje množinu instancí představující typ daného objektu. Jak lze vidět na obrázku 6, pod názvem třídy se nacházejí atributy představující vlastnosti, jež je pro daný objekt relevantní sledovat. Každý atribut je určitého typu např.

text, číslo, znak či datum (Řepa 2012, s. 96). V dolní části jsou pak znázorněny operace, které jsou s danými objekty spojené. Metodou je pak míněna implementace dané operace.

Zákaznické služby	
Kategorie : string	A:
Popis : string	A:
Začátek_služby : date	A:
Konec_služby : date	A:
Cena : integer	A:
Zahaj()	00
Ukonči()	00

Obrázek 6: Příklad třídy „Zákaznické služby“ (Autorka, 2018)

Pro vztahy mezi třídami existují čtyři typy vazeb (Řepa, 2012, s. 96–97), jejichž popis je uveden níže a grafické znázornění v tabulce 7.

- Asociace – obecný vztah, který může být typu 1:1, 1:M, M:N. V praktické části práce jsou užity následující značky:
 - * (0 nebo více)
 - 1 (právě jedna)
 - 1…* (jedna nebo více)
- Agregace – vztah celek – část. Příkladem je zde knihovna, jež se skládá z několika knih. Knihy ovšem mohou existovat i nezávisle na existenci knihovny.
- Kompozice – vyjadřuje závislost části na celku. Bez celku nedává část smysl a s jeho zánikem dochází i k zániku části. Příkladem může být podnik a jeho oddělení. Podnik se skládá z několika oddělení. Se zánikem firmy však zanikají i jednotlivá oddělení.
- Generalizace – jedná se o dědičnost, kdy potomek dědí atributy a operace svého rodiče (může k tomu mít však i své vlastní). Příkladem je vztah mezi třídami zaměstnanec a učitel. Zaměstnanec zde představuje abstraktní třídu, jejíž atributy a operace dědí učitel. Konkrétní osoba pak představuje instanci dané třídy učitel.

Tabulka 7: Grafické znázornění vazeb mezi třídami (Autorka, 2018)





Grafické označení vztahu	Název
—	asociace
◊—	agregace
◆—	kompozice
—▷	generalizace

Diagram životního cyklu objektu

Diagram životního cyklu objektu je dalším diagramem patřícím do objektového modelu zachycujícího realitu staticky (Řepa 2012, s. 101–103). Popisuje stavy objektu z diagramu tříd, kterými prochází (může procházet) v průběhu svého životního cyklu v systému (Řepa, 2006, s. 62) a možné přechody mezi nimi. Změna stavu může být vyvolána konkrétní událostí nebo uplynutím daného času. „Každý přechod mezi stavy je popsán dvojicí údajů, z nichž první vyjadřuje důvod přechodu (událost nebo podmínku) a druhý způsob jeho provedení (akci, metodu)“ (Řepa, 2006, s. 62). Pokud se nejedná o cyklický diagram, vždy má jeden počáteční a alespoň jeden koncový stav. Jinde než v koncovém stavu nemůže diagram skončit. Pokud by se tak stalo, znamenalo by to nekonzistentnost modelů. Obecně platí, že operace z diagramu tříd odpovídají operacím stavového diagramu a jednotlivé stavy objektů reflektují stavy z diagramu procesního.

Ačkoli tento diagram popisuje životní cyklus objektu, ve své podstatě se jedná o diagram životního cyklu všech objektů konkrétní třídy. Pokud není vnitřní dynamika objektu zajímavá, modelování životního cyklu není nutné. Následující tabulka 8 uvádí symboly diagramu užívané v praktické části práce.

Tabulka 8: Vybrané symboly diagramu životního cyklu objektu (Autorka, 2018)

Symbol	Popis
	Počáteční startovací bod (událost)
	Koncový stav objektu – životní cyklus objektu zde končí
	Stav objektu – zde objekt setrvává, dokud nejsou splněny podmínky pro přechod do stavu následujícího
	Přechod mezi stavy – udává, jaké podmínky musí nastat k vyvolání akce, která zapříčiňuje změnu stavu objektu

1.2 Logistické řetězce a jejich řízení

Provázanost jednotlivých logistických procesů a jejich podprocesů, jimiž proudí hmotné i nehmotné toky, představuje logistický řetězec⁷ (supply chain). Veškeré procesy, jež napomáhají produkt vyrobit a distribuovat blíže ke konečnému zákazníkovi, mají hodnototvorný charakter. Oproti tomu procesy, jimiž jsou např. překládka hotových výrobků či skladování velkých objemů hotových výrobků, žádnou hodnotu nepřidávají. Při řešení podoby logistického řetězce v podniku je velice důležité si ujasnit především strategická rozhodnutí týkající se počtu, umístění a kapacit výrobních závodů a distribučních center. Dále musí být brány v úvahu materiálové, datové a informační toky, jež by měly být co nejkratší a bez vyššího rizika přerušení, stejně jako pečlivý výběr dodavatelů (Varsei a Polyakovskiy, 2015).

Logistický řetězec dynamicky propojuje trh poptávky s trhy surovin a materiálů. Lze ho obecně rozdělit do čtyř částí, a sice do části zásobovací, výrobní, distribuční a reverzní. Zásobovací část řetězce zabezpečuje potřebné suroviny, materiál a náhradní díly pro výrobu. Dále řeší volbu dodavatelů, s nimi spojené vyřizování objednávek či přepravu materiálu do skladu, popř. rovnou do výroby. Výrobní část má na starosti samotnou výrobu, včetně řízení skladování meziproduktů. Distribuční část logistického řetězce pak zajišťuje distribuci vyrobených produktů k odběrateli, stejně jako balení hotových produktů či plánování poptávky. V neposlední řadě reverzní část řetězce představuje zpětný tok použitých výrobků, materiálů, obalů či reklamovaných produktů od spotřebitele na samotný začátek řetězce.

Subjektů logistického řetězce může být celá řada. Pernica (2005, s. 47) je vymezuje jako „*tvůrce logistické strategie a účastníky procesních logistických řetězců včetně poskytovatelů logistických služeb, spolu s poradenskými a projektovými firmami a s dodavateli aktivních a pasivních prvků a jejich systémů pro logistické řetězce*“. Příkladem tak mohou být dodavatelé, distributoři, obchodní společnosti, dopravci, zasilatelé, ale i zaměstnanci podniku. Ve zmíněném vymezení od Pernici jsou pasivními prvky míněny prvky, jež logistickým řetězcem pouze proplouvají bez větší přidané hodnoty, jako např. materiál, výrobky, obaly, odpad či informace. Aktivními prvky jsou naopak myšleny technické prostředky a zařízení pro manipulaci, přepravu, skladování a balení prvků pasivních.

⁷ Logistický řetězec by neměl být označován řetězcem dodavatelským, neboť pak nevystihuje jeho úplnou podstatu. Výrok Wanga a Koha (2010, s. 2), a sice že logistika může být chápána právě jako „*podmnožina řízení dodavatelského řetězce*“, je nepřesný, neboť, jak uvádí Jirsák, Mervart a Vinš (2012, s. 14) toto označení podle nich abstrahuje od velmi důležitého postavení konečných zákazníků. Lepší vymezení supply chainu se tedy jeví jako „*plně integrovaný logistický řetězec zasahující od dodavatelů našich dodavatelů po zákazníky našich zákazníků*“. Logistika tak může být chápána skutečně jako podmnožina, ale podmnožina supply chain managementu, neboli řízení integrovaných logistických řetězců.

1.2.1 Řízení logistických řetězců

Řízení logistických řetězců neboli „Supply Chain Management“ (dále jen SCM) znamená řízení mezipodnikových procesů a vztahů se všemi podnikovými partnery na strategické⁸ úrovni. Hlavním posláním je „dopravit správný produkt, ve správném množství, na správné místo, ve správném čase a s minimálními náklady“ (Neven, 1989 cit. podle Benotmane a kol., 2017). Účinný a správně nastavený SCM dokáže zvýšit firemní podíl na trhu, zlepšit vztahy se zákazníky či dosáhnout krátkodobých i dlouhodobých podnikových cílů, stejně jako zlepšit schopnost strategického rozhodování manažerů o hospodářském fungování podniku v příštích letech. Vybraná vymezení pojmu SCM jsou uvedena níže.

- Řízení logistických řetězců zahrnuje „řízení dodávky od základních surovin až po finální výrobek (a případnou recyklaci a opětovné použití). SCM se zaměřuje na to, jak firmy využívají procesy svých dodavatelů, technologie a schopnosti pro zvýšení konkurenční výhody. Je to filozofie managementu, který rozšiřuje tradiční rámce podnikatelské aktivity tím, že slučuje obchodní partnery se společným cílem optimalizace a efektivity.“ (Tan a kol., 1998 cit. podle Croom a kol., 2000)
- Podobně i Lambert a Cooper (2000) označují SCM jako „integraci všech klíčových obchodních procesů v dodavatelsko-odběratelském řetězci“.
- SCM je „integrace klíčových procesů od posledního uživatele (odběratele) přes dodavatele, kteří poskytují výrobky, služby a informace, které přidávají hodnotu zákazníkům a dalším stakeholderům“. (Lambert, 2008, s. 2)

Výše uvedené vymezení potvrzují, že se SCM snaží s „minimálními náklady na logistické procesy o vytvoření hodnoty pro zákazníka“ (Pernica, 2005, s. 237–238). Pro účely této práce se jeví vhodné vymezení od Vitaska (2013, s. 187), a sice:

Řízení logistického řetězce (SCM) zahrnuje „plánování a řízení všech logistických činností, přičemž zahrnuje koordinaci a spolupráci s podnikovými partnery, jimiž mohou být dodavatelé, zprostředkovatelé, poskytovatelé služeb (třetí strany) a zákazníci“.

Globalizace má za následek nekončící konkurenci na trhu produktů, které se od sebe mohou značně odlišovat právě poskytovanými logistickými službami. Dříve zastával zákazník v logistickém řetězci poslední pozici, přičemž výběr mohl činit z již hotových výrobků. S objednávaním zboží přes internet se zakázky zindividualizovaly a spouštěčem výroby je zákazníkova objednávka. Kupující jsou ovšem nuceni na doručení zásilky (dlouho) čekat a platit často nákladnou dopravu. Konkurenční výhodu tedy mají ty firmy, které jsou schopny doručit kvalitní produkt co nejrychleji, pokud možno co nejlevněji a s možností reklamace při zákaznickově nespokojenosti.

⁸ Strategická úroveň řízení je vykonávána nejvyššími manažery společnosti, jež řeší strategické plány v horizontu dvou až pěti let a celkově zabezpečují koordinaci chodu společnosti.

Podniky se dále musí vypořádávat se stále přísnějšími regulacemi v jednotlivých státech, rychlým vývojem technologií, konkurenčním tlakem či tlakem na snižování odpadů. Tyto požadavky vedou ke strategickému rozhodování, jak nejlépe zabezpečit flexibilitu logistického řetězce především správnou optimalizací podnikových procesů. Jak uvádí Dubey a Gunasekaran (2017), velice důležité je se zaměřit na výrobní procesy, reverzní logistiku, řízení vztahu se zákazníky a dodavateli, stejně jako na využití nových technologií. Jedná se tedy o zaměření se na celý logistický řetězec, na nějž by se mělo nahlížet globálně jako na celek, nikoli jako na individuální procesy.

1.2.2 Řízení logistických řetězců ve farmaceutickém prostředí

Ve farmaceutickém prostředí hraje rozvržení logistického řetězce opravdu významnou roli, neboť má na základě nejisté poptávky zajistit kapacitu výroby pro následujících několik let. Jelikož se regulační omezení neustále zvyšují, schopnost lokalizovat uzly integrovaného řetězce do geograficky výhodnějších oblastí může představovat výhodu, stejně jako komplikace. Pokud podnik, pro některý ze svých procesů využívá offshoring⁹ či se část jeho logistického řetězce nachází v zemích označovaných jako daňové ráje, může z toho těžit finančně. Na druhou stranu umístění v takovéto lokalitě může představovat velmi rozsáhlou distribuční síť s mnoha centrálními a regionálními sklady. Zatímco cena výroby v určitých lokalitách může být nízká, v globálním měřítku být nemusí. „V roce 2011 došlo na americkém trhu k předání léků výrobcem přímo koncovému zákazníkovi pouze v 6% z přibližně 140 000 receptů“ (Rossetti a kol., 2011 cit. podle Jimenez, 2016). Klasický model výroby tak vyžaduje přesné plánování, stejně jako striktní kontrolu a transparentnost informací, čehož lze dosáhnout pomocí rozsáhlých informačních systémů pokrývajících veškeré podnikové procesy. Jelikož logistický řetězec zahrnuje mnoho interních i externích subjektů, informovanost, sjednocenost a precizní řízení procesů hraje klíčovou roli.

Zmiňované prostředí je taktéž osobité v počtu kontrol kvality v logistickém řetězci. Kontroluje se dodaný materiál, produkt po výrobě, po balení i po distribuci. Jelikož je kvalita přímo spojena s loajalitou zákazníků, může výrazně ovlivnit příjmy podniku. Veškeré detekované nedokonalosti jsou ihned zaznamenávány, komunikovány a řešeny. Tabulka 9 vychází ze zprávy Ernst&Young (2015) a ukazuje příklady zanedbání kvality předních farmaceutických firem v nedávné době.

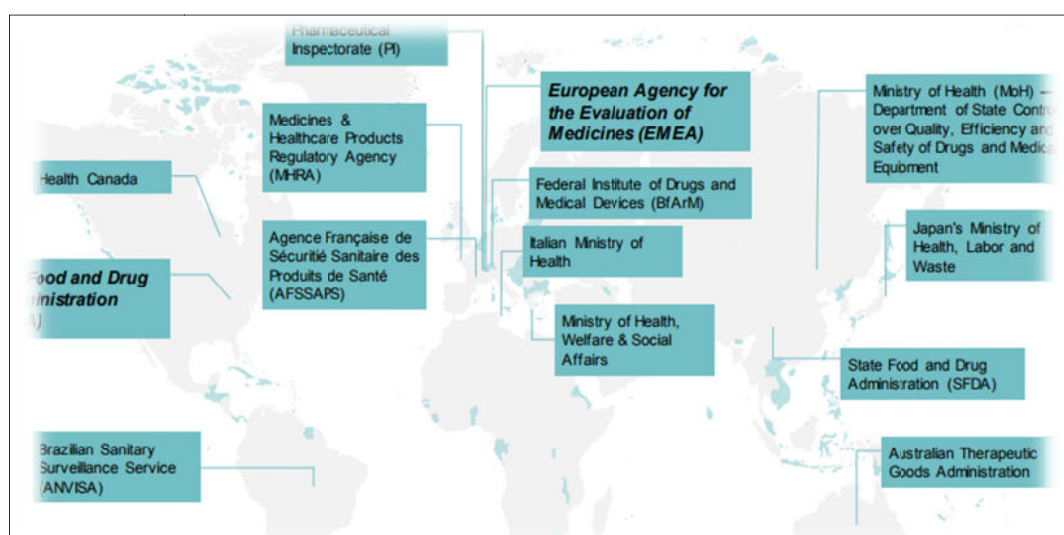
Tabulka 9: Důsledky zanedbání kvality v předních farmaceutických firmách (Ernst&Young, 2015)

Společnost	Důsledek zanedbání
Chiron	Ztraceno 48 milionů dávek vakcín proti chřipce
MSD	139 000 infarktů, z toho 30–40% fatálních
Novartis	Pomíchání tablet

⁹ Offshoring znamená situovat výrobu do míst s nižší mzdovou sazbou.

Většina farmaceutických produktů zahrnuje dvě složky, a sice primární aktivní složku API („Active Pharmaceutical Ingredient“) a sekundární neaktivní složku, která zajišťuje dlouhodobou stabilitu léku a/nebo poskytuje terapeutické zvýšení účinné složky. Obě se vyznačují časově náročnou výrobou a musí odpovídat kvalitativním kontrolám na více místech v celém řetězci. Není tak neobvyklé, že produkt stráví v logistickém řetězci až tři sta dní. Nepříjemným faktem pro plánování je i variabilita nároků na skladovací a manipulační podmínky jednotlivých produktů, které jsou jinak citlivé na vlhkost, teplotu či třes. V tomto prostředí je více než kde jinde žádoucí, aby podnik zabezpečil veškeré logistické procesy skutečně co nejrychleji bez zbytečných prostojů či pochybení, neboť by mohly vést k fatálním následkům. Každý lék má svou expirační dobu, jež musí být brána v potaz při plánování zásobování, výrobě, skladování i distribuci. Léky po záruční lhůtě nemohou být ze zákona prodávány, nicméně pokud by se tak stalo, prošlý lék by mohl pacienta ohrozit na zdraví. Dalším závažným aspektem je potřeba dostat lék k pacientovi včas. Pokud by nebylo ve slíbené lhůtě dodáno zboží, na jehož včasném podání závisí pacientův život, mohl by se podnik dostat do etických či právních sporů ústících ve finanční ztrátu.

Farmaceutický průmysl se od ostatních trhů liší mimo jiné i délkou platnosti patentů. Vyvinout nový lék trvá v průměru deset až dvanáct let, což při době trvání patentu dvacet let znamená osm let na výrobu a prodej¹⁰. Dále se tento trh musí potýkat s požadavky z různých stran. Zákazníci si přejí zboží obdržet co nejrychleji a pokud možno co nejlevněji. Na druhou stranu je tento trh čím dál více regulován ze strany státu. Regulace se týkají hlavně patentování, testování či bezpečnostních podmínek. Obrázek 7, převzatý ze zprávy Ernst& Young (2015), ukazuje, jaké kontrolní organizace v tomto trhu celosvětově působí. Nejdůležitější organizací pro US je FDA („Food and Drug Association“) a pro Evropu EMEA („European Agency for the Evaluation of Medicines“).



Obrázek 7: Hlavní světové regulační orgány ve farmaceutickém průmyslu (Ernst&Young, 2015)

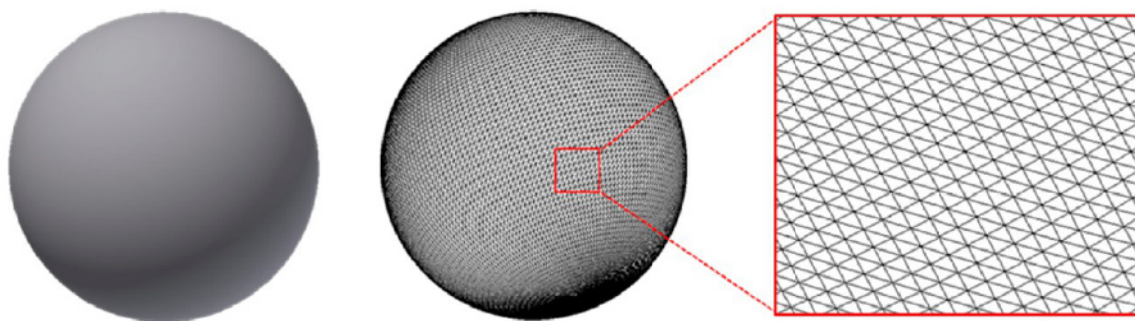
¹⁰ Zde je vhodné poznamenat, že léky po vypršení platnosti patentu jsou často napodobovány tzv. biologickými přípravky („biosimilars“) pro složité molekuly a generiky („generics“) pro jednoduché molekuly. Oba typy obsahují stejnou API jako originální lék, ale mohou obsahovat její jiné množství či přídavek jiné (pomocné) látky. Výrobci takovýchto léků se dostávají do jisté výhody, neboť API léku pouze převezmou a nevytvoří tolik financí na její vývoj a testování.

Jelikož přední výrobci léčiv působí ve farmaceutickém průmyslu v komplexních partnerských sdruženích, integrovaný globální logistický řetězec by tak měl zajistit přenos, uchování a transparentnost dat od prvního dodavatele až po koncového zákazníka. Data obsahují mimo jiné citlivé informace o vývoji léčiv, o veškerých pohybech materiálu, způsobu výroby či údaje o zákaznících. Rozrůstající se datový tok, stejně jako velká míra outsourcovaných procesů, přispívá k větší náchylnosti zneužití dat či k hackerským útokům, jimž podniky čelí každý den. Potenciální následky mohou mít obrovský dopad na výrobu, výši příjmů, důvěru zákazníků či na lidský život. V neposlední řadě špatné zabezpečení může vést k šíření padělaných látek (drog), jejichž počet se podle *institutu pro farmaceutickou bezpečnost („Pharmaceutical Security Institute“)* celosvětově zvýšil ze 196 v roce 2002 na 2 108 v roce 2012. *Aktuální odhady celosvětových nákladů na padělané drogy se pohybují kolem 75 miliard dolarů. Od roku 2019 bude platit nový předpis v EU, a sice že veškeré léky budou obsahovat bezpečnostní prvek, jenž pomůže zákazníkům ověřit jejich pravost* (Livingstone, 2017).

1.3 3D tisk

3D tisk, taktéž známý pod pojmem „aditivní výroba“ či „rapid prototyping“, je spojován s Charlesem Hullem, jenž tuto technologii představil v roce 1980 na University of Colorado. O šest let později, tedy v roce 1986, dostal patent na „stereolitografii“ představující jednu z výrobních metod této technologie (Hull, 1986 cit. podle Gross a kol., 2014). První patentovaná 3D tiskárna je pak připisována vědeckému týmu z MIT („Massachusetts Institute of Technology“), který byl v roce 1993 schopen pomocí tiskárny vytisknout součástky z plastu, kovu či keramiky (Sachs, 1993 cit. podle Gross a kol., 2014). Pro upřesnění terminologie je vhodné poznamenat, že ASME („American Society of Mechanical Engineers“) preferuje výraz aditivní výroba, neboť je podle nich mnohem výstižnější. Tento termín by ovšem mohl vyvolat ve farmaceutickém prostředí zmatení, neboť zde jsou aditivními procesy myšleny např. potahování tablet, plnění kapslí či laminace fólie (Norman, 2016). Z toho důvodu bude i v této práci nadále používán výhradně pojem 3D tisk.

Princip technologie spočívá v konstrukci modelu produktu v CAD¹¹ SW, jenž je následně exportován do formátu .STL¹² a odeslán tiskárně k výrobě. Každý produkt je virtuálně rozčleněn na několik trojúhelníkových dílků, jejichž vrcholové souřadnice jsou uloženy právě v STL souboru. Zatímco výstup z CAD programu popisuje geometrii a velikost konstruovaných dílů (Goole a Amighi, 2016), STL soubor obsahuje informace o povrchu, tloušťce, materiálu či teplotě výroby každého jednotlivého dílku objektu (Goyanes a kol., 2015). Při dodání potřebného vstupního materiálu to znamená umožnění výroby téměř jakéhokoli produktu. Obrázek 8 od Grosse a kol. (2014) ilustruje objekt vytvořený v CAD SW (levá část) a jeho exportovanou verzi do .STL formátu (pravá část).



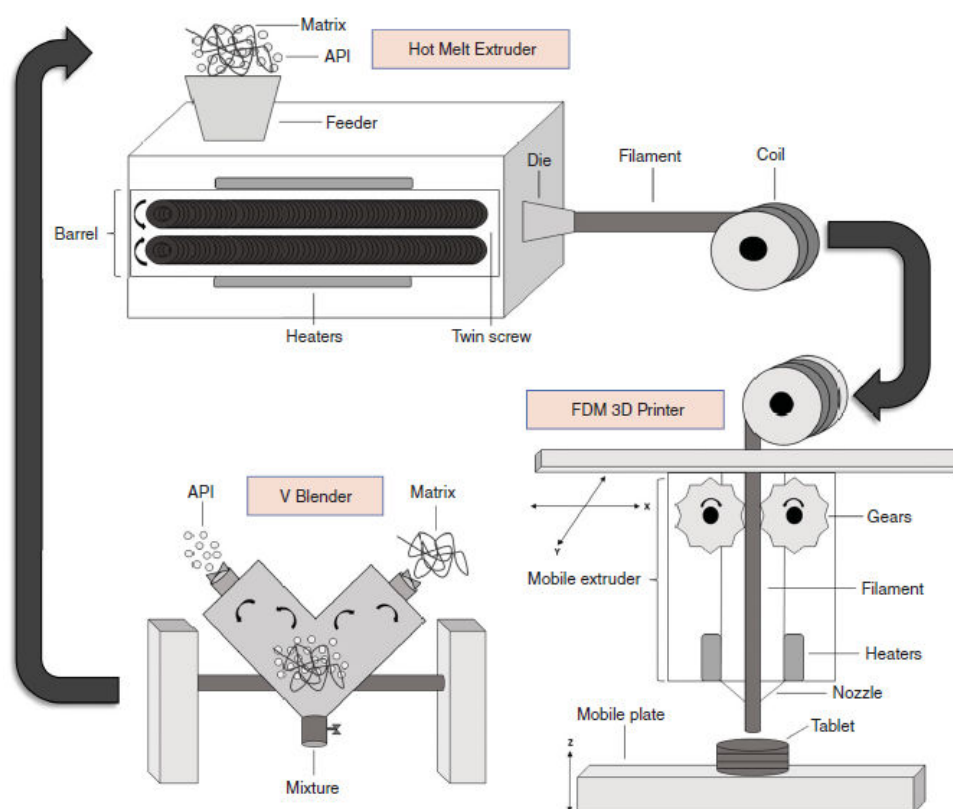
Obrázek 8: Ukázka modelu objektu v CAD SW (levá část) a v .STL souboru (pravá část)
(Gross a kol., 2014)

Jakmile jsou tiskárně odeslána data a dodán potřebný vstupní materiál, může být pomocí jedné z dnes již mnoha výrobních metod započata výroba. Ačkoli zmíněná „stereolitografie“ je hojně využívána např. k výrobě tkání či mikročástic (Arcaute a kol., 2010 cit. podle Martínez a kol., 2017),

¹¹ Computer-Aided Design Software

¹² STL značí zkratku pro „stereolitografii“ (Gross a kol., 2014)

její využití pro výrobu perorálních léků není tolik rozšířené. Relevantnější metodou se jeví FDM („Fused Deposition Modeling“), jenž jako vstupní materiál používá polymerová vlákna vyrobená metodou HME („Hot Melt Extrusion“). Při této metodě dochází ke smíchání a roztavení API a přídatných látek, jimiž jsou především polymerní matrice (pojiva) dobře rozpustné ve vodě, plastifikátory zvyšující plasticitu vláken či dezintegrační činidla. Po smíchání dochází k vytlačování směsi tenkou trysekou, jejíž průměr určuje průměr vytlačovaného vlákna. Samotná technologie FDM pak představuje poměrně nenákladné a dostupné řešení, při němž jsou vlákna představující „inkoust“ tiskárny odvíjena od cívky a pomocí ozubených kol natlačována do vyhřívaných trysek (Valíček, 2017). Zde vlivem tepla dochází k měknutí a/nebo tavení. Po překročení určité teploty jsou z trysek vlákna vytlačována na výrobní plošinu, kde dochází k jejich zchlazení a ztuhnutí (Goyanes a kol., 2015b cit. podle Verstraete, 2017). Konečná podoba produktu je dosažena nanášením jednotlivých vrstev polymerních vláken v osách x, y, z, přičemž trajektorie trysek jsou řízeny operačním SW. Celý proces výroby pomocí metod FDM a HME ilustruje obrázek 9 (Cunha-Filho a kol., 2017).



Obrázek 9: Schéma procesu 3D tisku produktu při užití technologií FDM a HME k výrobě polymerových vláken (Cunha-Filho a kol., 2017)

Příprava vláken před samotným tiskem zaručuje možnost upravení složení výsledného produktu bez zvýšení výrobních nákladů. Kritickým krokem k personalizaci léků, jež je předmětem praktické části této práce a je popisována níže, se jeví vytvoření takových materiálů, které by žádané vlastnosti vykazovaly (Kurzrock a Stewart, 2016). Většina materiálů se skládá z mnoha chemických

sloučenin, nicméně jejich vlastnosti jsou určeny vlastnostmi jednotlivých atomů. K roku 2013 (Ceder a Persson, 2013) byly za pomoci „tisíce kvantově-mechanických výpočtů a zkoumání vymezeny vlastnosti téměř 35 000 různých materiálů z anorganických látek dostupných v přírodě a několika tisíců materiálů teoretických“, jež jsou nyní předmětem intenzivních studií.

Využití 3D tisku ve farmaceutickém odvětví

Ačkoli technologie 3D tisku není úplně nová a v jiných odvětvích její užití rychle roste, ve farmaceutickém prostředí je její potenciál teprve objevován. V roce 2014 bylo na 3D tisk „vynaloženo 700 milionů dolarů, přičemž pouze 11 milionů dolarů (1,6%) na farmaceutické účely. V příštích deseti letech se však očekává nárůst nákladů této technologie na 8,9 miliard dolarů, přičemž 1,9 miliardy dolarů (21%) by mělo být vynaloženo právě pro farmaceutické účely“ (Schubert a kol., 2014).

V tomto odvětví byl 3D tisk poprvé využit na zubní implantáty a protetika na míru (Gross a kol., 2014), přičemž pozadu nezůstalo ani tkáňové inženýrství, jež jej využilo k výrobě nosných struktur (Cox a kol., 2015). V souvislosti s tím, došlo v únoru 2016 k představení ITOP tiskárny („Integrated Tissue-organ Printer“), jež je schopna vyrobit stabilní tkáňové konstrukce jakéhokoli tvaru (Kang a kol., 2016). U těchto tkání dochází nyní k výzkumu jejich kompatibility s lidským tělem v případě transplantace (Gross a kol., 2014). Jak dodává Sedláček (2014), v případě tisku tkání je oním inkoustem „buněčná hmota prokládaná hydrogelem. Skládáním na sebe takovýchto vrstev vzniká dočasná nosná konstrukce. Jakmile se buňky spojí, hydrogel se odstraní a zůstane organická buněčná struktura“ připravená pro transplantaci či k testování léčiv, čímž se výrazně snižuje počet pokusů na zvířatech.

V současné době je biotisk předmětem výzkumů mnoha laboratoří. Firma Organovo přišla na trh s vytištěnou jaterní tkání (Mearian, 2017), společnost Oxford Medical Devices vyrobila implantát nahrazující 75% plochy lidské lebky (Hewitt, 2013) a „americký tým Wake Forest Institute for Regenerative Medicine zase pracuje na postupu „in situ“ (na místě), kdy se kožní buňky natisknou pacientovi přímo na poranění. Tělo by pak mělo fungovat jako samostatný inkubátor a natištěné buňky samo kultivovat do výsledné celistvé tkáně“ (Sedláček, 2014). Jedním z velmi slibných využití 3D tisku ve farmaceutickém prostředí je taktéž tisk orgánů, jichž je z důvodu nekompatibility dárci s čekajícími pacienty nedostatek (Jimenez, 2016).

Dále je tato technologie v současnosti využívána při výrobě ortopedických pomůcek a protetik na míru. Lze vyrobit personifikované zubní protézy, naslouchátka či protetické náhrady končetin plnící jak svou primární funkci, tak i estetická přání jednotlivých pacientů. Tisk prototypů sloužících např. k plánování složitějších operací se již bere jako standard v mnohých nemocničních zařízeních (Juursema, 2015).

Ačkoli tímto výčet užití 3D tisku ve farmaceutickém prostředí ani zdaleka nekončí, dále bude věnován prostor především výrobě (perorálních) léků, jež jsou hlavním zaměřením praktické části práce.

1.3.1 3D tisk léků

V zemích, především těch se stárnoucí populací, žije mnoho pacientů trpících různými chronickými nemocemi, jež často vyžadují užívání různých léků několikrát denně (Kennedy a kol., 2014). Pacienti pak mohou mít problém s dodržováním pravidelného užívání, což vede k nežádoucím vedlejším účinkům. Navíc nynější přístup „stejný lék pro všechny“ není nejvhodnějším řešením, neboť každý jedinec se odlišuje věkem, genetikou, fyziologickými tělesnými podmínkami, reakcí na léky apod. (Meyer a kol., 2013). Jelikož jsou perorální tablety vyráběny hromadně např. pomocí komprese (Khaled a kol., 2014), jejich personifikace se jeví komplikovanou a často velmi nákladnou záležitostí. Teixeira (2017 cit. podle Cunha-Filho a kol., 2017) upozorňuje na nevhodnost až nebezpečnost rozdělování standardních lékových forem na menší díly, neboť v takovém případě může dojít k ohrožení stability léku a představovat pro pacienta nebezpečí. Tisíce lidí tak ve skutečnosti užívá nevhodné léky či jejich nevhodná množství. Schork v roce 2015 (Kurzrock a Stewart, 2016) přišel se znepokojujícími výsledky průzkumu, a sice že *„deset nejlepších léků v USA je účinných pouze mezi 4%–25% jedinci, jimž jsou předepsány“*. Tento nedostatek dnešní medicíny se jeví velmi závažným např. při léčbě onkologických onemocnění, při kterých je rozšiřování tumoru poháněno mnoha faktory závislými na konkrétním heterogenním prostředí pacienta (Wong a kol., 2009 cit. podle Kyobula a kol., 2017).

Personifikace léků je tak jedním ze stěžejních důvodů implementace 3D tisku do výroby léčiv. Množství API by mohlo být přizpůsobeno jedinci na míru s minimem úsilí a bez zvyšujících se nákladů na výrobu (Khaled a kol., 2014). Na základě vzorku krve či faktorů, mezi něž se řadí pohlaví, věk, stadium nemoci či např. aktuální stav pacienta, by doktor stanovil přesnou dávku API, jenž dotyčný potřebuje. Tuto informaci by pak odeslal výrobcí či lékárně (v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci), kde by došlo k tisku naprosto personifikovaného léku (Alomari, 2015).

Do jedné lékové formy by taktéž mohlo být sloučeno více API. Pod vedením Dr. Mohameda Albena Alhana byla na UCLan („University of Central Lancashire“) zkonstruována speciální 3D tiskárna používající nové tzv. lékové polymery, jež sloučení více API umožňují (Sedláček, 2014). Pokud pacient užívá více léků naráz, mohl by mu být vytištěn jeden komplexní lék („polypill“), přičemž uvolňování jednotlivých látek produktu by mohlo být přizpůsobeno např. v závislosti na metabolismu pacienta (Goyanes a Buanz, 2015 cit. podle Cunha-Filho a kol., 2017). Navíc lze pomocí této technologie vyrobit léky, u nichž dochází k obrovskému zrychlení rozpouštění v těle (Norman a kol., 2016), což se jeví velmi významnou vlastností např. při epileptických záchvatech (viz dále lék SPRITAM®).

Kromě již zmíněného, 3D tisk umožňuje skládat sekvenční vrstvy léku do objektů různých tvarů (Valíček, 2017). Pokud by měl pacient např. těžkosti s polykáním („dysfagii“), byl by mu lék tvarově přizpůsoben, zároveň by však bylo dodrženo potřebné množství API. Různá tvarovatelnost by mohla být oceněna taktéž dětskými pacienty, jež často podávané léky odmítají (ať již opět z důvodu nevhodné velikosti či že jim jednoduše nechutnají). Lék by tak mohl mít podobu jejich oblíbené postavičky či by mohla být přidána různá příchut'. Obrázek 10 zobrazuje různé podoby lékových forem zkonstruovaných pro výzkumné účely ve větší velikosti na University of Nottingham (Jimenez, 2016).



Obrázek 10: Různé podoby lékových forem přizpůsobených dětským pacientům (Jimenez, 2016)

V neposlední řadě by k vytištění léků mohlo docházet v případě potřeby a daleko blíže koncovému zákazníkovi, čímž by se výrazně zkrátila doba dodání. Nedošlo by tak k nadbytečné výrobě, jež bývá často doprovázena plýtváním zdrojů a zaskladňováním velkých objemů produktů. Tato výhoda se jeví velmi vítanou při výrobě nestandardních léků, při doručení na špatně přístupná místa či v případě přírodních katastrof a neočekávaných epidemií. Válečná místa by již nemusela být zásobována léky, nýbrž „pouze“ vstupními materiály, jejichž kombinací by šlo vyrobit více odlišných léků (Norman a kol., 2016). Urgan (2013) taktéž zmiňuje výhodu v omezené spotřebě vstupních zdrojů. Jelikož při 3D tisku není zapotřebí tolik přídavných látek udržujících tvar léku, „*tableta o hmotnosti např. 10 mg může být vytištěna s hmotností 1 mg*“.

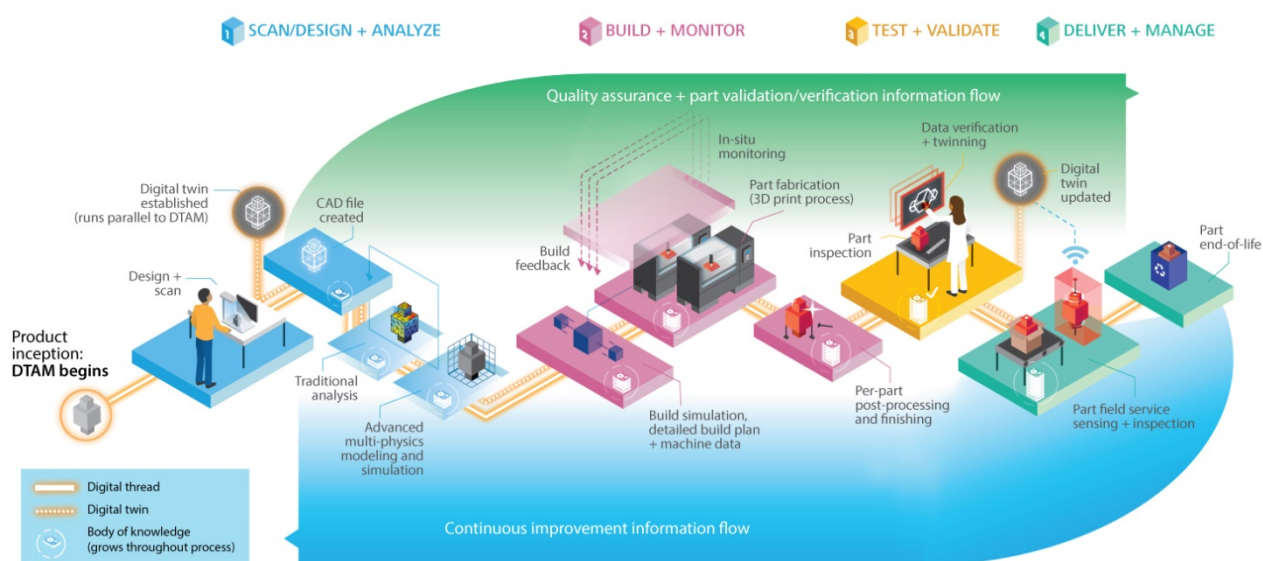
V roce 2015 byl americkou FDA („Food and Drug Administration“) schválen první lék vyráběný pomocí 3D tisku. SPRITAM® od firmy Aprelia Pharmaceuticals léčí u pacientů starších čtyř let epilepsii. Celý výrobní proces si nechala společnost ihned patentovat přibližně padesáti patenty (Morgan, 2017). Jelikož je personifikace léků prozatím hudbou budoucnosti, v nynější době se lék vyrábí ve čtyřech dávkách; 250 mg, 500 mg, 750 mg a 1000 mg (Valíček, 2017). Aprelia k výrobě užívá výrobní technologii ZipDose®, při níž dochází k vrstvení aktivních a neaktivních složek spojených vodou (Juursama, 2015). Tím se tableta stává vysoce porézní a umožňuje rozpuštění jedné dávky o hmotnosti 500 mg rovnou v ústech či s kapkou vody za méně než 12 sekund (Ramnarain, 2016). Použití Spritamu se tak mimo jiné jeví prospěšné pro všechny pacienty se ztíženým polykáním, stejně jako pro pacienty vyžadující účinnou látku vstřebat co nejdříve.

Překážky implementace

Technologie 3D tisku by mohla vyřešit mnoho problémů, jimž nynější farmaceutický sektor čelí. V současné době však nad touto technologií stále visí mnoho technických i regulačních otazníků. Nejkritičtější oblastí výzkumu se prozatím jeví již zmíněný omezený výběr dostupných termoplastických materiálů, pomocí nichž je možné polymerová vlákna vyrábět (Juursama, 2015). Jak uvádí Ursan (2013), složky „inkoustu“ musí být schopny „samovolného spojení, přičemž na sebe nesmí vázat jiné prvky tiskárny, které by mohly ovlivnit načasování uvolňování léčiva“. Během tisku dále dochází k tepelnému zpracování. Jelikož jednotlivé složky API mohou být různě citlivé na určitou teplotu, může dojít během výroby k jejich degradaci. Tato skutečnost se mimochodem v jedné studii potvrdila u 50% použitých vzorků (Goyanes a kol., 2015a cit. podle Martinez a kol., 2017).

Další překážku rychlého rozšíření tisku léčiv představují přísné regulace ve farmaceutickém prostředí. FDA v USA a EMEA v Evropě „pravidelně kontrolují domácí i zahraniční výrobní stanice za účelem dodržování platných předpisů“ (Morgan, 2017) a kvality vyrobených léků. FDA je nejvíce kritická především ke kombinaci různých API, u kterých nejsou zatím známy všechny důsledky interakce a jejichž rozptyl v těle je méně kontrolovatelný (Shang, 2016 cit. podle Jimenez, 2016).

V případě, že by k vytištění léků docházelo ve výrobním závodě výrobce, obrázek 11 (Coteleer a kol., 2016) ilustruje množství situací náchylných k potenciálnímu kybernetickému útoku.



Obrázek 11: Množství situací náchylných ke kybernetickému útoku po implementaci 3D tisku do výrobních procesů (Coteleer a kol., 2016)

Pokud by se výroba posunula v logistickém řetězci blíže koncovému zákazníkovi, riziko útoku by se mnohonásobně zvýšilo. Tato skutečnost by vyžadovala změnu kontrolních opatření, jejichž realizace v současné době není efektivně vyřešena. V prvé řadě by musel být řádně zajištěn systém přenosu dat, neboť případné nabourání systému hackery by mohlo znamenat nepředstavitelné

důsledky na zdraví pacientů (Le, 2013 cit. podle Jimenez, 2016). S tím souvisí zabezpečení kódu produktu proti falšování či výrobě neautorizovaných a/nebo nelegálních drog (Ventola, 2014). Ačkoli zmíněný lék SPRITAM® tuto technologii využívá, k samotné výrobě dochází v „přísně kontrolovaných zařízeních FDA. Léky jsou tak součástí stejně regulovaného logistického řetězce jako léky standardní“ (Morgan, 2017). Podle Dr. Alhnana z „University of Central Lancashire by léky musely být vyráběny pod dohledem osoby vlastníci licenci k provozování 3D tiskárny“ (Sanderson, 2015), tudíž rozšíření tiskáren až do domů koncových zákazníků nevidí v tomto odvětví jako reálnou možnost.

Nemalou překážkou se taktéž jeví vyřešení právních otázek ohledně zachování duševního vlastnictví společnosti. Jak již bylo dříve uvedeno, doposud byly farmaceutickým společnostem poskytovány patenty na dobu dvaceti let. Pokud by k tisku léků docházelo přímo v konkrétních lékárnách či nemocnicích, stále není objasněno, jak by bylo vyloučeno šíření tohoto léku mezi více pacientů než původně deklarovaných v objednávce. Hoy (2013) zde odkazuje na onen návrh vlastnit licenci k distribuci léčiv udělenou přímo konkrétním výrobcem (majitelem patentu). S ohledem na tuto problematiku vidí Reiser (2017) jistou podobnost se čtečkami elektronických knih, u nichž taktéž doposud nejsou vlastnická práva zákonem zcela vyřešena.

Dále je vhodné zmínit nynější vysoké ceny vstupních materiálů či samotných 3D tiskáren. Podle Vicariho (2014) dnešní nejpokročilejší tiskárny stojí více než milion dolarů a ceny materiálů určené pro 3D tisk jsou desetkrát až stokrát vyšší než ceny materiálů klasických. Je to způsobeno především tím, že většina výrobců 3D tiskáren používá řadu technologických¹³ i právních metod k omezení používání materiálů třetích stran. Naopak vyžadují používání vstupů konkrétních dodavatelů, jejichž ceny jsou nadhodnocené. Vicari (2014) zde vidí paralelu s inkoustovými tiskárnami, do nichž lze taktéž používat pouze inkoust určený výrobcem.

V neposlední řadě 3D tisk potřebuje delší čas potřebný k výrobě jedné tablety. V závislosti na konkrétním léku se doba výroby při současných podmínkách pohybuje kolem dvou hodin (Jimenez, 2016). Ačkoli je tento čas neustále stlačován, konvenčním postupům výroby, při kterých je vyrobeno až 15 000 tablet za minutu, nemůže v dohledné době konkurovat (Goole a Amighi, 2016).

1.3.2 Vliv na logistický řetězec

V současné době jsou logistické řetězce farmaceutických firem extrémně složité a rozptýlené do mnoha geografických míst. Vlivem globalizace jsou léky dodávány do celého světa, což na jednu stranu rozšiřuje produktové portfolio výrobce, na stranu druhou dochází ke zvyšování nákladů na distribuci a skladování. Jelikož současné trendy naznačují směřování výroby k personifikovaným produktům menších dávek, klasický model se tak, podle Sraie a kol. (2014) přestává jevit efektivním.

¹³ Patří sem např. kazety s materiály označené RFID technologií, jež jsou rozpoznány pouze tiskárnami konkrétního výrobce (Vicari, 2014).

Možnosti 3D tisku ve výrobě léků jsou teprve objevovány, tudíž přesné dopady implementace na logistické řetězce lze jen těžko posuzovat. Srari a kol. (2014) však s ohledem na dění v jiných odvětvích (např. v automobilovém či leteckém průmyslu) předpokládají, že dojde k ovlivnění téměř veškerých procesů od podání objednávky zákazníkem až po dodání produktu. Je ovšem nutné poznamenat, že ovlivnění konkrétních procesů podniku velmi záleží na postavení tiskárny v logistickém řetězci. V současné době se s ohledem na tisk léků berou v úvahu především tři alternativy (Jimenez, 2016). Zprvu by tiskárna mohla být použita jen jako prostředek k personifikaci a výroba by zůstala centralizována u výrobce. Zadruhé by docházelo k decentralizované výrobě ve specializovaných „obchodech (lékárnách)“ v lokalitách poptávky a třetí možností se jeví tisk léků přímo v (klasické) lékárně či nemocnici. Jednotlivým variantám se věnuje praktická část této práce.

Pro úplnost je zde přínosné doplnit ještě jednu v současné době zvažovanou variantu, a sice užití tzv. „chemputeru“ Lee Cronina, profesora na „Glasgow University“. Profesor za svůj přínos získal z kraje roku 2018 prestižní cenu „Inorganic Chemistry Lectureship¹⁴“. Se svým týmem se zabývá myšlenkou spojení anorganické chemie se širokou škálou multidisciplinárních témat, včetně umělé inteligence, chemických syntéz, 3D tisku hybridních materiálů a anorganických zařízení (Howell, 2018). V podstatě se snaží vytisknout různé léky z univerzální sady inkoustů, jež obsahuje aktivní i neaktivní látky. Tiskárna by na základě informací z .STL souboru (kódu produktu) odebírala z této univerzální sady jen žádané látky (a v předepsaném množství), přičemž by vyrobila naprosto unikátní produkt v místě a čase potřeby (Sanderson, 2015). Výhoda by spočívala v možnosti zakoupení univerzálního inkoustu zákazníkem, který by si pak již stahoval kódy léků z internetu (za jistý poplatek) a tiskl by si léky doma. Toto řešení se jeví přínosným mimo jiné z pohledu např. nemocnic ve válečných oblastech, kde se zásobováním pojí nespočet problémů.

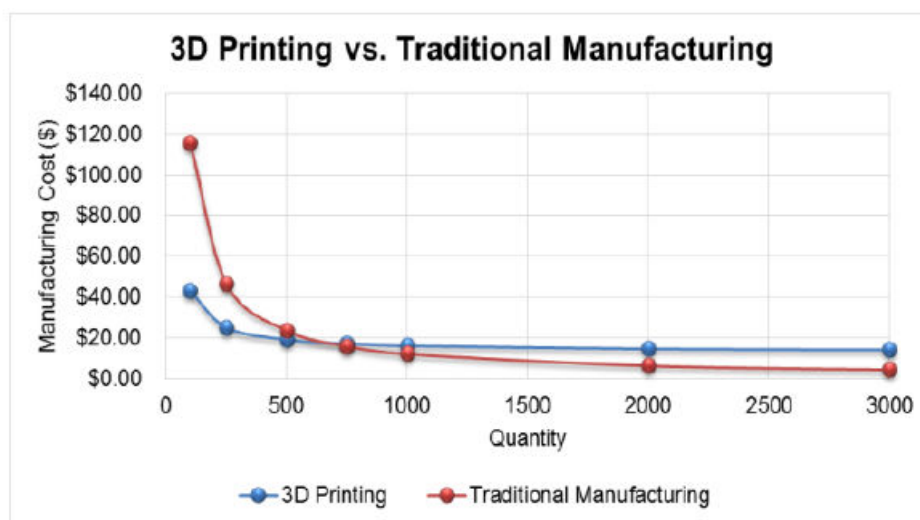
Ačkoli by si zmiňovaná metoda zasloužila hlubšího prozkoumání, vzhledem k složitosti právního a kvalitativního zabezpečení se o ní v nejbližší době neuvažuje (Sanderson, 2015; Hoy, 2013). Z toho důvodu není v této práci více rozebírána a prostor je věnován pouze variantám předchozím. Přestože jsou uvažované alternativy podrobně rozebrány v praktické části této práce, i zde je vhodné uvést dopady implementace, jež byly v nedávné době ve vybraných článcích zmiňovány nejčastěji.

V první řadě implementací 3D tisku do procesů podniku by došlo ke zkrácení řetězců. Tím by bylo zajištěno jednodušší plánování, prognózování, lepší dohled nad jednotlivými procesy i předávanými informacemi. Zvýšení viditelnosti a sledování zásilek je velice žádané už jen kvůli kontrole kvality léků, která je při klasickém modelu výroby vykonávána hned několikrát na různých místech řetězce (Pelzel, 2015 cit. podle Jimenez, 2016). Kromě toho se současný výrobní model skládá z mnoha činností vyžadující více různých strojů (často velmi nákladných). 3D tiskárna zvládne

¹⁴ Cena „Inorganic Chemistry Lectureship“ je od roku 2013 každoročně udělována jedincům prokazujícím kreativitu a dopad na výzkum anorganické chemie.

mnohé nahradit a vyrobit širokou škálu produktů, čímž šetří finance na pořízení a provoz těchto strojů, stejně jako na lidský kapitál k jejich obsluze. Zde je vhodné podotknout, že ačkoli tiskárna vyžaduje k nastavení parametrů a obsluze velmi často pouze jednu osobu, CAD SW na modelování objektů si žádá mnoho lidí s inženýrskými schopnostmi (Vicari, 2014). Podle Morrise (Wile, 2014) tak 3D tiskárny stávající zaměstnance nenahradí, jen se jim pravděpodobně změní náplň práce z manuální obsluhy linky na více technicky, intelektuálně či organizačně zaměřenou.

Personifikovaný produkt by mohl být pomocí 3D tiskárny vyroben v místě a čase potřeby, čímž by došlo k dramatickému snížení nákladů především na skladování hotových produktů. Vzhledem k tomu, že by nedocházelo k nadvýrobě, byly by ušetřeny jak samotné vstupní zdroje, tak finance vynaložené na recyklaci prošlých produktů. Výzkumná zpráva společnosti „*McKinsey Global Institute uvádí ekonomické výhody 3D tisku, jež by mohly do roku 2025 představovat až 550 miliard dolarů ročně*“ (Cohen a kol., 2014 cit. podle Jimenez, 2016). Bhasina a Bodla (2014) ve svém článku uvádějí snížení celkových nákladů logistických řetězců po implementaci 3D tisku o 50–90%. Autoři zde přiznávají obtížnost přesnějšího odhadu změny nákladů, neboť ceny tiskáren a především materiálů jsou nyní velmi vysoké a není jasné, jak se budou v příštích pěti až deseti letech vyvíjet. Velký důraz ovšem kladou na uvědomění si zmíněných ekonomických výhod pouze pro personifikované produkty, poněvadž jak ukazuje obrázek 12 (Bhasin a Bodla, 2014), při hromadné výrobě lze využít úspor z rozsahu, jež ekonomické výhody 3D tisku převyšují.



Obrázek 12: Srovnání nákladů na výrobu pomocí 3D tisku a tradičním způsobem (Bhasin a Bodla, 2014)

Zmíněná distribuce by byla s použitím 3D tisku přetransformována na předávání datových souborů přes internet, přičemž zabezpečení tohoto přenosu by hrálo ve farmaceutickém průmyslu obrovskou roli. S úbytkem distribuce by došlo taktéž k razantnímu zkrácení doby dodání, což by

ovlivnilo loajalitu a spokojenost zákazníků, stejně jako snížení hladiny CO₂ mající dopad na životní prostředí (Bosqué, 2015).

V neposlední řadě by tato technologie ovlivnila dosavadní partnerské vztahy v řetězci. Dnešní aliance mezi výrobcí léků a dodavateli materiálů by se tak pravděpodobně změnila na aliance mezi dodavateli materiálů a výrobcí tiskáren (Vicari, 2014), k čemuž, jak bylo zmíněno v předcházející podkapitole 1.3.1, v současné době již dochází.

2 Praktická část

Praktická část práce analyzuje dopady zavedení 3D tisku do procesů podniku, čímž poskytuje odpověď na hlavní výzkumnou otázku a tím naplňuje hlavní cíl práce. Nejprve je uvedeno současné využití 3D tisku v konkrétním podniku. Poté jsou v souladu s metodikou MMABP v programu Modelio 3.6 vytvořeny a řádně popsány modely současného logistického řetězce společnosti. Pochopení propojení a funkcionality podnikových procesů existující farmaceutické společnosti je nezbytné pro následné přetvoření modelů. Vytvořenými modely současné podoby logistického řetězce podniku však končí praxí ověřené informace a následující části kapitoly se již zmiňované společnosti netýkají.

Kapitola dále obsahuje modely podnikových procesů po implementaci 3D tisku. Nejprve je analyzována možnost umístění 3D tiskárny do výrobních procesů podniku, a poté přímo k zákazníkovi. Obě alternativy jsou opět doplněny modely vytvořenými v souladu s metodikou MMABP a řádně popsány. Na základě analýzy a porovnání těchto modelů je pak provedeno vyhodnocení zavedení technologie 3D tisku z různých hledisek. Zde je nezbytné znovu zopakovat, že uvedené modely a jejich popisy již nejsou nijak spojeny s konkrétní společností, a to i přesto, že byly s adekvátními zaměstnanci zmiňovaného podniku řádně diskutovány.

2.1 3D tisk v konkrétním podniku

Vybraná společnost patří k předním globálním poskytovatelům produktů a služeb v oblasti zdravotní péče. Ačkoli se personifikovaná medicína ve farmaceutickém průmyslu jeví obrovským krokem vpřed, v současné době podnik využívá 3D tisk pouze pro interní účely, které nejsou nikterak spojeny s výrobou produktů pro koncového zákazníka. Jak bylo uvedeno v podkapitole 1.3, výroba personifikovaných léků je prozatím ve fázi vývoje a v této společnosti tomu není jinak. V současné době se podnik zabývá především výzkumem, jak nejvíce tuto technologii využít pro zrychlení klinických studií nových léků.

Ve společnosti se nachází oddělení zabývající se implementací 3D tisku do různých podnikových činností. V případě, že má kdokoli ze zaměstnanců nápad na zlepšení pomocí zmiňované technologie, může toto oddělení kontaktovat a společně pak hledat vhodné řešení. Oddělení doposud obdrželo přes dvě stě jedinečných požadavků od více než devadesáti různých oddělení napříč všemi divizemi podniku. Příkladem budiž výroba neaktivních léků (placeba) pro testovací účely obalových materiálů. Vzhledem k jistým regulačním obavám bylo zapotřebí vyhodnotit různé způsoby balení pro různé země, přičemž počáteční odhad nákladů pro tuto akci představoval 34 000 USD. S využitím CAD SW a 3D tiskárny byli zaměstnanci konkrétní společnosti schopni vyrobit všech 7000 tablet během šesti dní za 3 600 USD (Interní zdroj, ©2017). Kromě ušetřených 30 000 USD byla technologie shledána prospěšnou ve velmi precizním provedení, ušetřeném času a flexibilitě.

Dalšími příklady využití 3D tisku v této společnosti jsou zdravotnické přístroje např. injekční pera, mikrojhly či dávkovače léků. Dále laboratorní vybavení např. míchací nádoby a titrační kalíšky. Technologie je používána taktéž v procesu balení, k marketingovým účelům či k výrobě prototypů. Výhoda může být shledána taktéž ve vytištění molekul léčiv v několikrát zvětšené 3D verzi, která slouží jak pro vědecké, tak vzdělávací účely. Kromě zmíněného může 3D tisk ušetřit společnosti nemalé finanční obnosy výrobou náhradních dílů téměř veškerých strojů na zakázku. V současné době společnost utratí ročně miliony dolarů za skladování a udržování takovýchto dílů (především od již nefigurujících dodavatelů).

2.2 Logistický řetězec konkrétního podniku

Logistický řetězec společnosti je velice rozsáhlý. Jedná se o koordinovanou propojenou síť informačních, materiálových a finančních toků, stejně jako organizací, lidí a aktivit po celém světě. Podnik si je vědom důležitosti flexibility procesů, stejně jako kvality jejich vstupů i výstupů. Právě proto se nesoustředí pouze na dodavatele a zákazníky, s nimiž přijde do styku. Společnost se zajímá o dodavatele dodavatelů, jejich spolehlivost a reference. Stejně je tomu i na opačném konci řetězce. Ačkoli jsou zákazníky společnosti především distributoři, velkoobchody a lékárny, v zájmu společnosti jsou pacienti a zvířata, jimž jsou produkty určené.

Podnik disponuje dvěma klíčovými procesy, a sice *výzkumem a vývojem* (dále jen R&D) a *poskytováním produktů*. Jelikož se R&D vymyká zaměření této práce, pozornost je zaměřena pouze na proces *poskytování produktů*. Dále je vhodné poznamenat, že ačkoli hraje *plánování* v tomto podniku (vzhledem ke komplexnosti řetězce) klíčovou roli pro plynulý chod organizace, s ohledem na zaměření práce je zde popsáno jen krátce. Ze stejného důvodu není zahrnuto ani v jednotlivých modelech, přestože svou povahou veškeré procesy ovlivňuje.

2.2.1 Plánování

Společnost operuje na více než sto trzích převážně ve čtyřech geografických regionech, přičemž je ve spojení s více než osmdesáti distributory. Spolupracuje s mnoha dodavateli a partnery po celém světě a koordinuje výrobu jak v interních, tak v přibližně sto padesáti outsourcovaných výrobních závodech (Interní zdroj, ©2017). Podnik si uvědomil důležitost řádně integrovaného logistického řetězce, tudíž synchronizuje veškerá data a umožňuje k nim přístup z různých částí řetězce za účelem podpory lepších obchodních rozhodnutí¹⁵.

Z pohledu plánování („demand planning“) je díky tomuto přístupu společnost schopna generovat prognózy na nadcházející tři až pět let v souladu s požadavky jednotlivých trhů a ekonomickou situací, stejně jako s historickými daty. Společnost se ve svých analýzách stále více

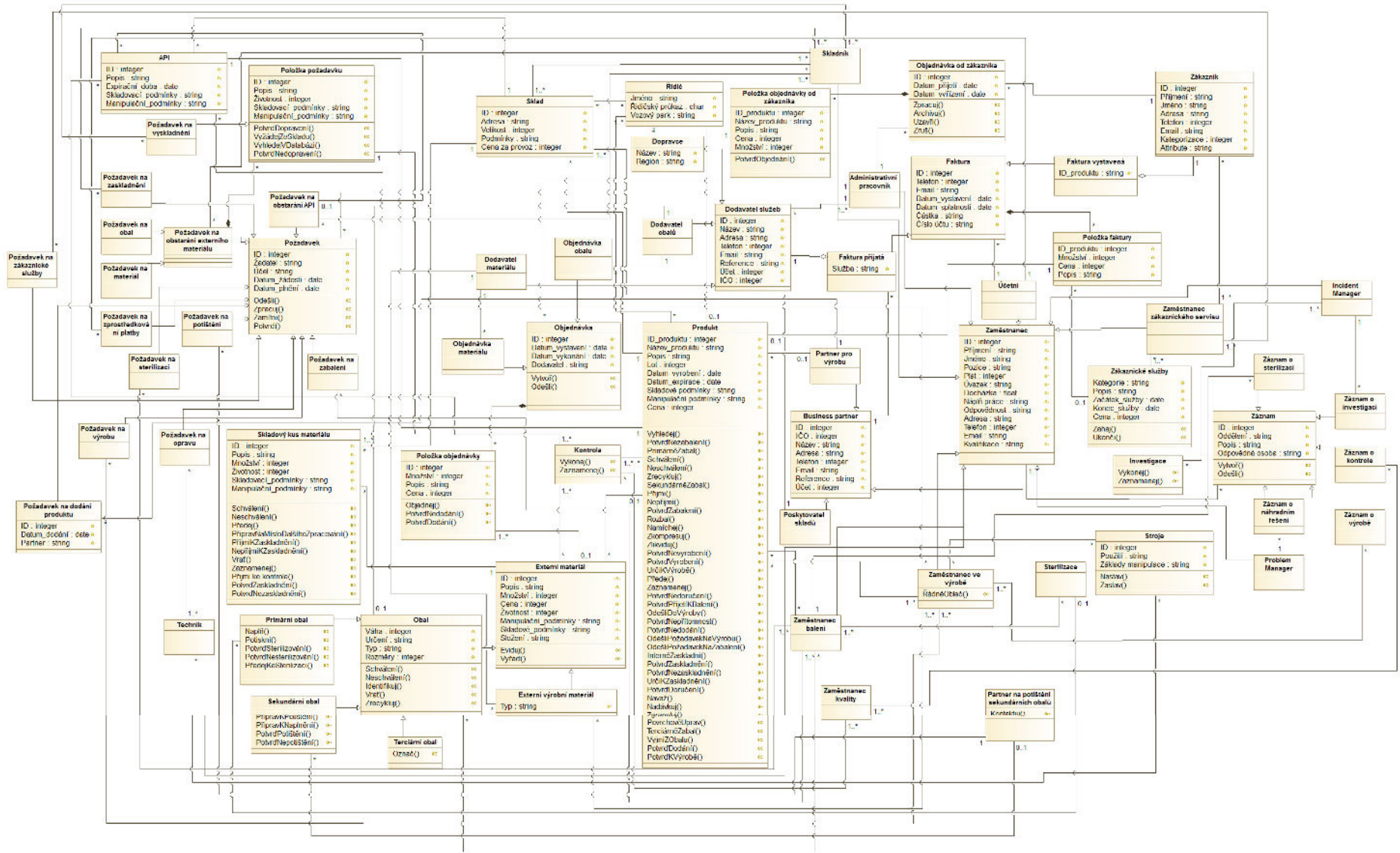
¹⁵ Tento přístup je mimo jiné podpořen výsledky výzkumu poradenské společnosti McKinsey & Company (Lopez, 2017), jenž došel k přesvědčení, že dobře (resp. špatně) fungující SCM ve farmaceutickém průmyslu má na svědomí až 35% zisků (ztrát), neboť právě ve farmaceutickém sektoru je až šestinásobné riziko zastaralosti zboží a až několikanásobně delší doba dodání nového produktu než v odvětví jiných.

přibližuje poptávce, čímž mimo jiné pomáhá zajistit efektivnější využívání zdrojů. Analýzy přispívají k plánování zásob v různých částech řetězce tak, aby nedocházelo k zbytečným nedostatkům či naopak nadbytkům. Zde lze vidět výhodu v globální viditelnosti dat napříč celým logistickým řetězcem, neboť pro plánování je velice důležitá znalost kritických zdrojů v jednotlivých částech řetězce. V oddělení nákupu se řeší především lhůty a kapacity dodavatelů. Výroba se soustředí na dobu výroby, kapacitu jednotlivých výrobních míst či pracovní dobu zaměstnanců. Skladování pak řeší výši zásob, kapacitu skladů či kapacitu pro manipulaci s materiálem. Přestože je distribuce plně outsourcovaným podpůrným procesem, společnost potřebuje znát informace o dostupnosti dopravních prostředků, kapacitách garáží a přístavů. V případě potřeby totiž může upravit jiné činnosti procesu tak, aby byl neustále zajišťován plynulý chod bez zbytečných prostojů.

Plánování zásob („supply planning“) pak celý logistický řetězec vyvažuje vytvářením požadavků na zásobování a přesuny zásob mezi jednotlivými závody či sklady.

2.2.2 Diagram tříd

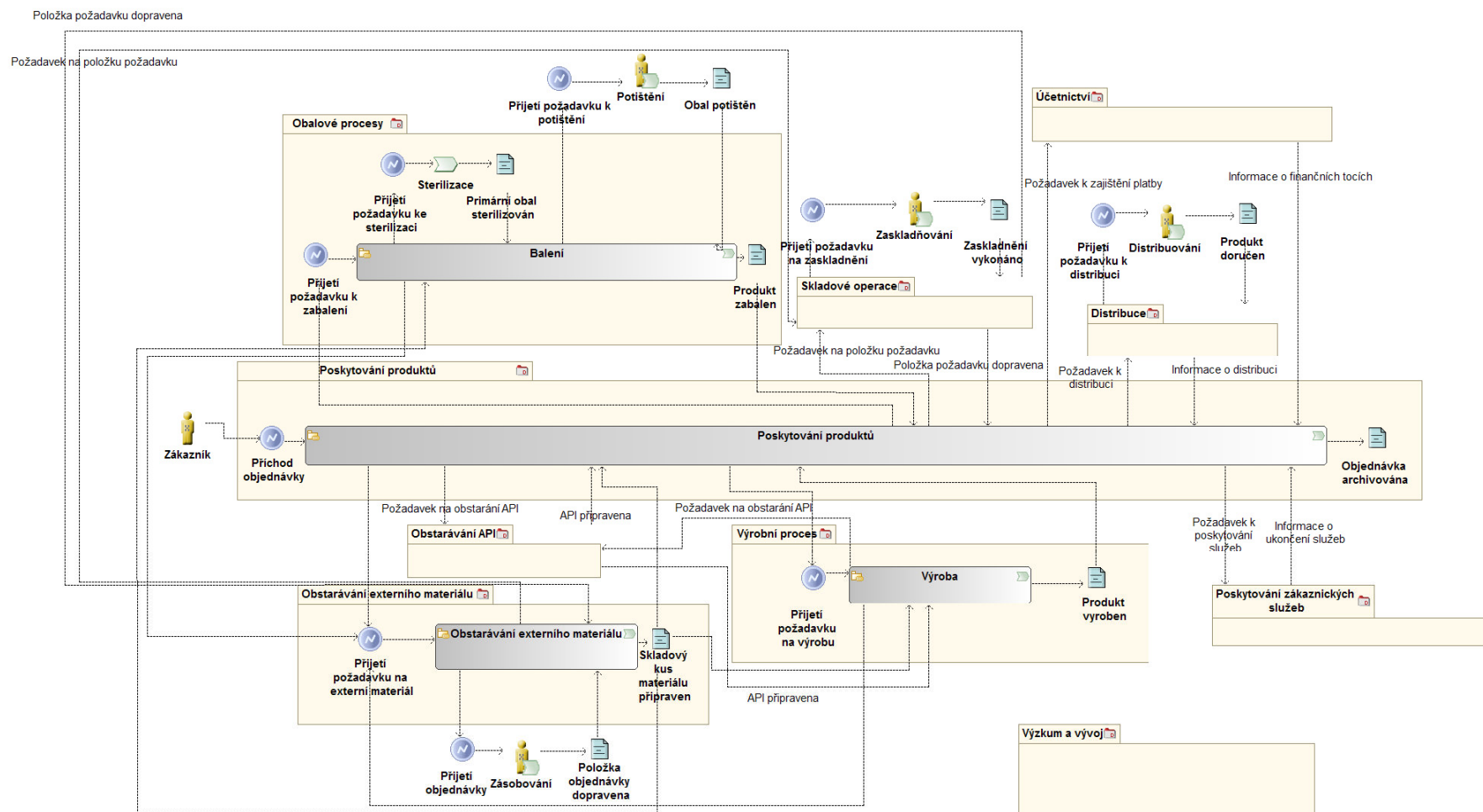
Jak bylo uvedeno v teoretické části práce (podkapitola 1.1.3), diagram tříd popisuje statickou strukturu objektů zkoumané části reality, přičemž napomáhá pochopit jejich souvislosti. Obrázek 13, jehož zvětšenou verzi obsahuje příloha A, ilustruje tento diagram pro logistický řetězec uvažovaného podniku. Přestože diagram obsahuje pouze nejrelevantnější třídy zkoumaného výseku reality, je značně obsáhlý. Pokud by byla některá třída vynechána, ostatní modely by mohly postrádat logiku a výsledek by byl nekonzistentní. Tato skutečnost jen dokládá rozsáhlost a komplexnost logistického řetězce podniku. S tím souvisí i nezachycení veškerých atributů tříd, neboť nejsou pro konkrétní účely důležité a jejich zaznamenání by vedlo k větší nepřehlednosti modelů. Obdobně ani výčet operací není vyčerpávající a jsou zaznamenány pouze operace nejrelevantnější. Z obrázku je patrné, že třída „Produkt“ je středem pozornosti podnikových procesů, což vyplývá již z podstaty podnikání uvažované společnosti. V diagramu je rozlišeno devět různých zaměstnanců, přičemž nejvíce vytíženými interními zaměstnanci jsou pracovníci výroby a balení.



Obrázek 13: Diagram tříd logistického řetězce podniku (Autorka, 2018)

2.2.3 Hlavní proces poskytování produktů

Globální procesní mapu hlavního procesu *poskytování produktů*, jež zobrazuje komunikaci s procesy podpůrnými, ilustruje obrázek 14.



Obrázek 14: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)

Celý proces začíná přijetím objednávky od zákazníka, po jejímž zpracování a zahájení *zákaznických služeb* dochází nejprve ke zkontrolování, zda se produkt nachází na skladu hotových výrobků či nikoli. Pokud se produkt mezi zásobami nenachází, je na základě typu produktu, místa a data doručení, stejně jako kapacity a lokality výrobních závodů rozhodnuto, zda bude výroba uskutečněna interně či za pomoci externích partnerů¹⁶. V případě rozhodnutí o interní výrobě je nejprve určen konkrétní výrobní závod. Zde hraje roli lokace zákazníka, stejně jako výrobní kapacity.

Jelikož se produkt skládá z aktivní látky API, látek neaktivních (excipientů) a následně několika obalů, je nejprve zapotřebí jejich obstarání. Proces *obstarávání externího materiálu* (viz podkapitola 2.2.4) zajišťuje veškeré neaktivní látky potřebné k výrobě a materiál k balení. Proces *obstarávání API* pak zajišťuje samotnou aktivní látku produktu, která se připravuje pomocí chemických syntéz či jiných chemických reakcí. Ve valné většině případů se tak děje v úplně jiných závodech připomínajících spíše rafinérie. API podstupuje téměř stejné procesy jako finální produkt, a sice obstarávání externího materiálu, výrobu, balení, skladování či distribuci. Ačkoli může podnik kupovat API od úplně jiných společností (a v určitých případech se tak skutečně děje), staví výrobu aktivních látek produktů do čela své podnikové strategie. Přestože je tento podpůrný proces velmi důležitý, po implementaci 3D tisku nebude nijak ovlivněn, tudíž se odklání od záměru práce a s ohledem na jeho komplexitu mu dále není věnována větší pozornost.

Pokud by API nebo jiný materiál nebyly připraveny k dalšímu zpracování a společnost by neměla možnost jejich zajištění jiným způsobem, objednávka by byla zrušena. V opačném případě dochází k *výrobě* produktu (viz podkapitola 2.2.5). Pokud během výroby nastanou neočekávané komplikace, díky nimž není možno produkt vyrobit, opět dochází ke zrušení objednávky. Jestliže během výroby komplikace nenastanou, dochází k procesu *balení* (viz podkapitola 2.2.6). V případě, že by k zabalení z nějakého důvodu nemohlo dojít a neexistovalo by náhradní řešení v adekvátním čase, produkt by byl zrecyklován a objednávka zrušena. Tato možnost se však vzhledem k preciznosti plánování a kooperaci procesů společnosti zdá krajně nepravděpodobnou.

Ve farmaceutickém průmyslu jsou zvýšené nároky na striktní dodržování hygieny a kvality. Sledují se činnosti veškerých procesů, jejich vstupy, meziprodukty i výstupy. Jakékoli zanedbání by mohlo vést k fatálním následkům. Ačkoli je řádná kontrola součástí každého výše zmíněného podpůrného procesu, po zabalení produktu následuje odevzdání náhodného vzorku ke komplexní kontrole, která se zaměřuje na mechanické i fyzické vlastnosti produktu. Při nalezení odchylky od žádaného stavu dochází k recyklaci a opětovnému vyrobení či rozbalení a znovu zabalení v závislosti na zjištěné závadě. V případě schválení jsou produkty převezeny do interních meziskladů, kde stráví pokud možno co nejkratší čas. O použití konkrétních meziskladů je rozhodnuto v závislosti na skladových kapacitách. Některé prostory jsou vlastněny přímo podnikem, jiné outsourcovány.

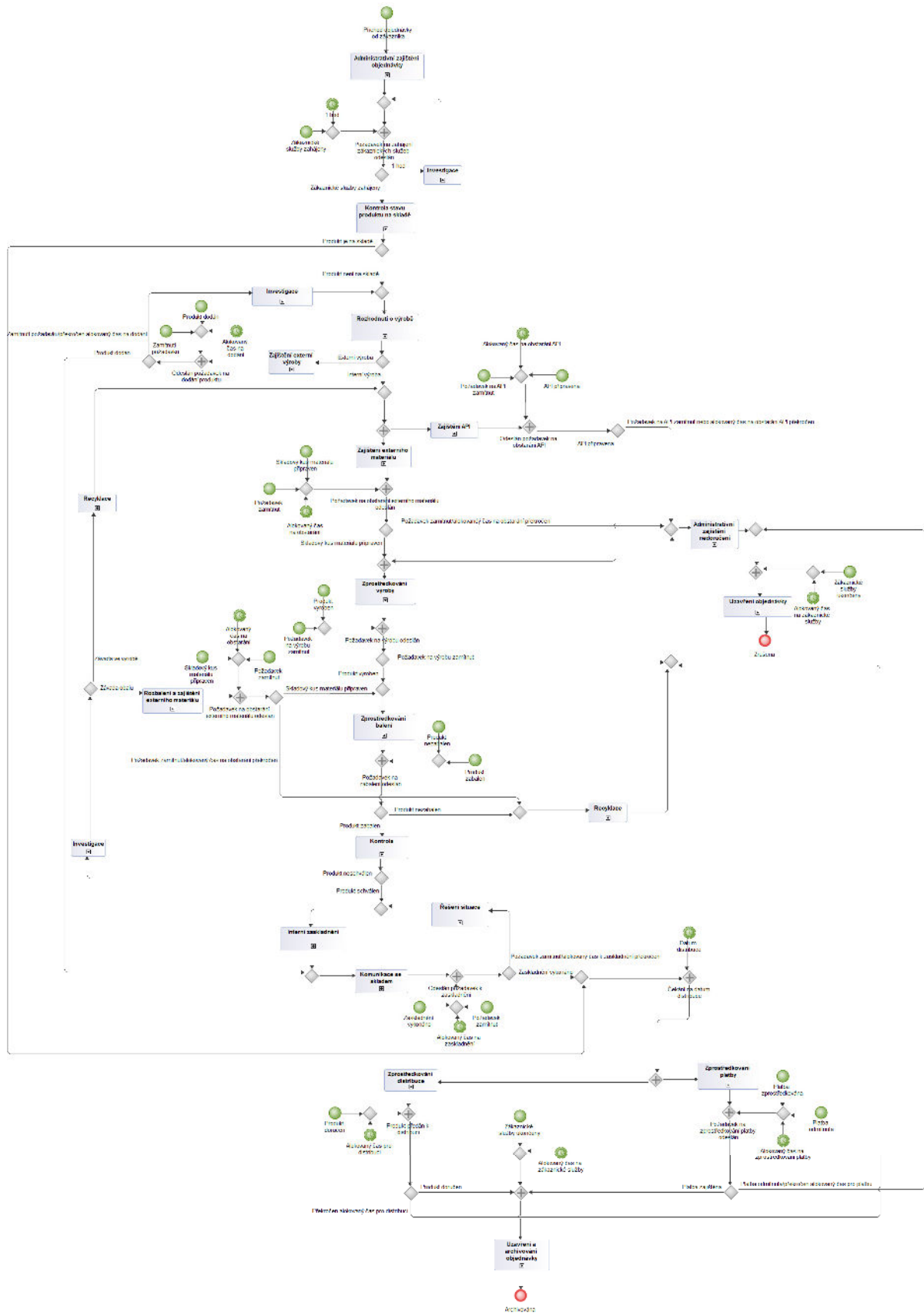
¹⁶ Společnost část své výroby outsourcuje s tím, že partnerům obstarává potřebný materiál (především aktivní látky). Společnost tak má neustále pod kontrolou složení produktu, za nějž ve výsledku ručí.

Následuje podpůrný proces *skladování* produktů na delší časový horizont, který je již plně outsourcovaný. Pokud by nastala možná, ač velmi nepravděpodobná situace v podobě nemožnosti uskladnění, ihned by následovala investigace příčiny a nalezení náhradního řešení. V případě přeplněnosti skladů by se nabízelo řešení v podobě dočasného uskladnění v interních meziskladech.

Po uskladnění produktu se hlídá datum distribuce v závislosti na požadovaném datu dodání zákazníkovi. Proces *distribuce* je zajišťován výhradně externími partnery. Často je využíváno zasilatelských služeb společnosti DHL zajišťující kompletní přepravu včetně plombování produktů v ucelených přepravních jednotkách i celého dopravního prostředku. Podnik nemusí řešit, zda je produkt dopravován jedním oborem dopravy či jich je využito více. Zaplatí za přepravu jednomu partnerovi a dále se zajímá pouze o to, zda produkt dorazil k zákazníkovi v pořádku či nikoli.

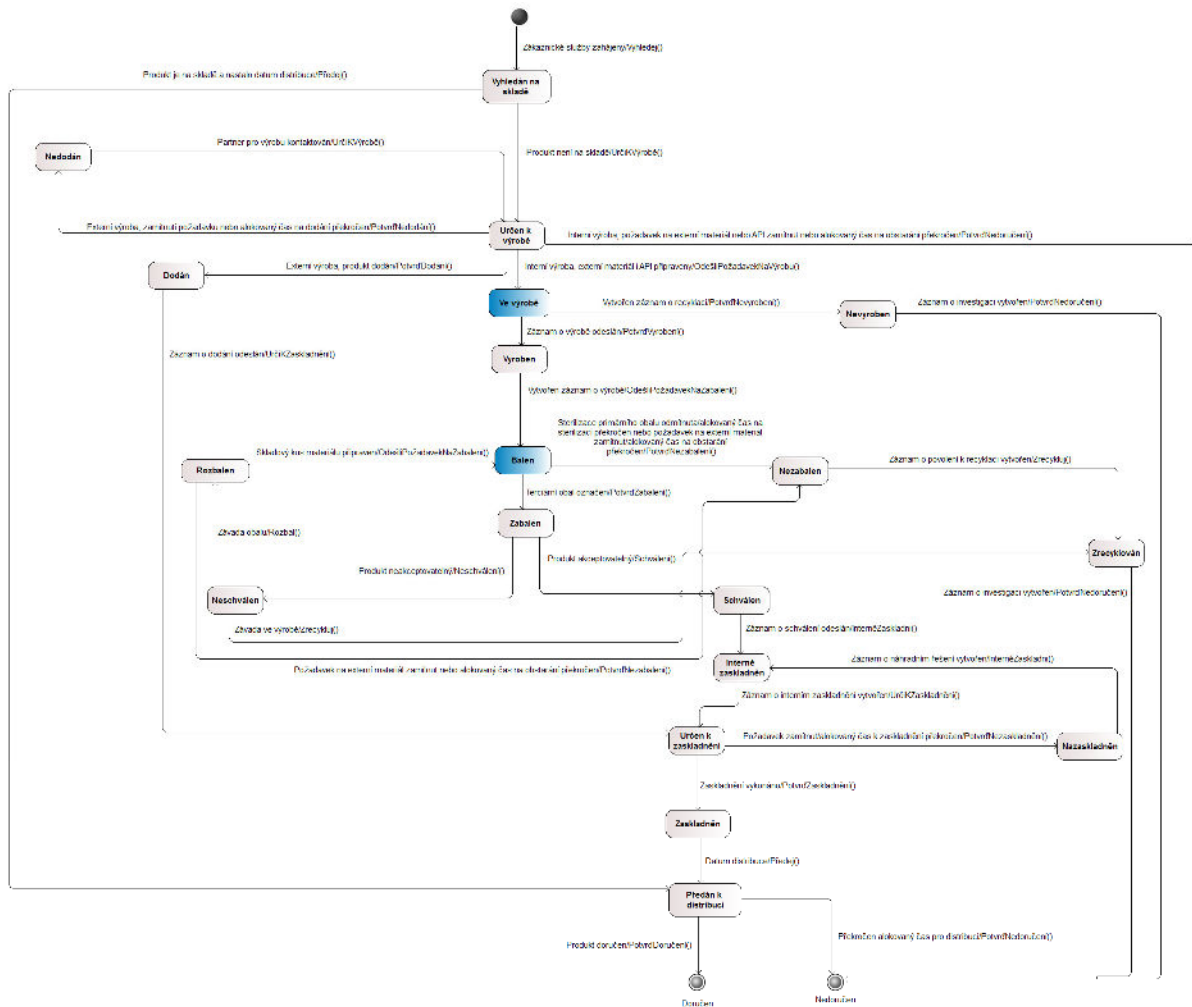
Ve stejném čase jako k procesu distribuce dochází i k *zajištění platby*. Jak již bylo zmíněno, převážná část zákazníků společnosti jsou distributoři, lékárny a velkoobchody, jež odebírají zboží ve velkém množství. Společnost tak zprostředkovává platbu prostřednictvím vystavení faktury. Současně v této části logistického řetězce přicházejí na řadu i zákaznické služby s poskytováním „post services“, během kterých je ve valné většině případů zákazníkovi nabídnuto školení či předání podrobnějších informací o daném produktu. Kromě zmíněného řeší zákaznické služby i vyřizování případných reklamací či komunikaci se zákazníkem v případě prodlení dodání.

Po ukončení zákaznických služeb (či po překročení alokovaného času na jejich čerpání), doručení produktu a zajištění platby dochází k uzavření objednávky a jejímu následnému archivování. BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu je obsahem přílohy B. Následující obrázek 15, jehož zvětšenou verzi obsahuje příloha C, zobrazuje BPMN diagram na úrovni procesních kroků, v němž lze lépe spatřit situace, během nichž se při poskytování produktů čeká na nějakou externí událost.



Obrázek 15: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)

Jak již bylo zmíněno, produkt přímo či nepřímo ovlivňuje dění každého procesu. Obrázek 16 reprezentuje jeho životní cyklus od vyžádání na skladě až po doručení či nedoručení zákazníkovi. Pro přehlednost je diagram životního cyklu v této práci rozdělen do tří částí, které ve skutečnosti představují jeden komplexní životní cyklus objektu „Produkt“. Stavy „ve výrobě“ a „balen“ (v diagramu označeny modře) jsou podrobněji rozpracovány dále. Nutno poznamenat, že mezi všemi částmi je zaručena konzistentnost a jedná se o pouhé vizuální zjednodušení diagramu celého životního cyklu objektu.



Obrázek 16: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (Autorka, 2018)

2.2.4 Podpůrný proces obstarávání externího materiálu

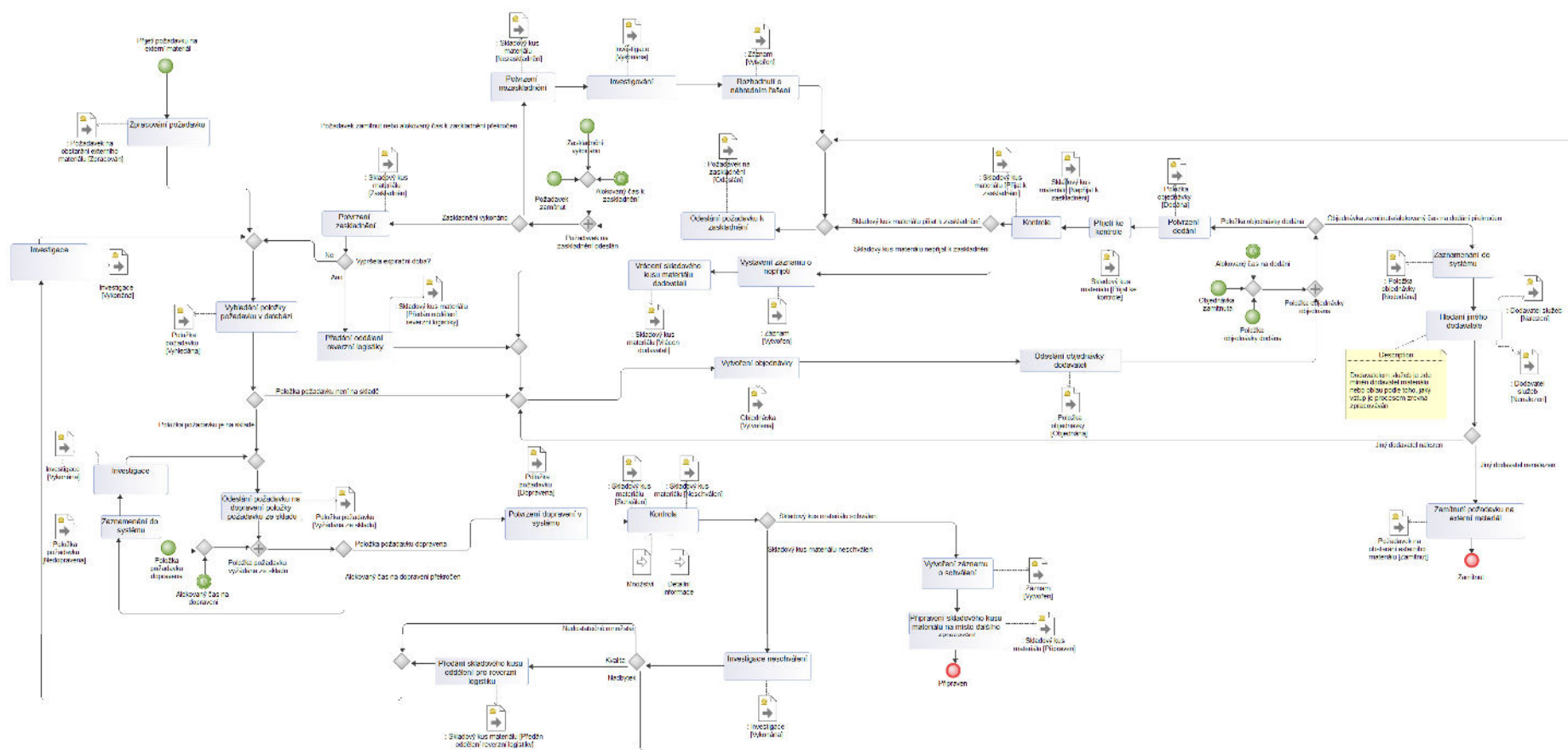
Obstarávání externího¹⁷ materiálu představuje podpůrný proces zajišťující materiál do výroby a k balení. Předně se jedná o přídavné neaktivní látky (pojiva, plniva, apod.), primární, sekundární či terciární obaly, náplně do tiskařských strojů nebo ochranné pomůcky zaměstnanců. Dále dochází k obstarávání veškerých příbalových letáků, jež se přidávají k produktům během sekundárního balení.

Jakmile je přijat a zpracován požadavek na určitý materiál (ve své podstatě skladový kus materiálu – viz dále), dochází ke kontrole jeho stavu v integrované databázi skladů. V závislosti na výrobním závodu je vybrán nejbližší sklad, v němž se poptávaný materiál nachází. Pokud se na skladě nenachází, dochází k vytvoření a odeslání objednávky lokačně výhodnému dodavateli. U méně častých léků dochází k tvorbě objednávky materiálu v případě potřeby, neboť k samotné výrobě produktu dochází až na základě poptávky (pull princip). Naopak u nejběžnějších léků či obalových materiálů dochází k objednávání v pravidelných intervalech (často na základě kanban systému). Pokud je tedy materiál objednan dopředu, čeká na své užití ve skladu. Zde je hlídána jeho expirační doba, stejně jako předepsané skladovací podmínky.

Pokud by dodavatel nebyl schopen materiál dodat a společnost by nenašla žádného jiného vyhovujícího dodavatele, požadavek na obstarání materiálu by byl zamítnut a objednávka produktu zrušena. Pokud však dodavatel materiál dodá, vždy je před zaskladněním zkontrolován. V případě nepřijetí by byl dodavateli společně s odůvodněním vrácen a došlo by k vytvoření objednávky nové. Naopak v případě schválení je materiál uskladněn, popř. převezen rovnou do konkrétního výrobního závodu. Jak již bylo zmíněno, ve farmaceutickém průmyslu by každé zanedbání mohlo znamenat komplikace, tudíž dopravený materiál do výroby či k balení je v této fázi znovu zkontrolován. Důraz je kladen na přesné množství, kvalitu i datum spotřeby. V případě nadbytku se vrací zpátky k zaskladnění. Nadbytečnému přepravování se podnik snaží vyvarovat hned z několika důvodů. Jednak okupování místa v dopravním prostředku ovlivňuje jeho váhu, a tím spotřebu paliva, především však nadměrný převoz může způsobit změnu vlastností látek, což je v případě léků více než nežádoucí. Pokud se kontrolou zjistí odchylka od žádané kvality, ať už chemických či mechanických vlastností, dopravený materiál je předán oddělení pro reverzní logistiku, které se stará o recyklaci, likvidaci či jeho navrácení dodavateli. Poté dochází k opětovnému vyhledání konkrétního materiálu v databázi, stejně jako v případě dodání nedostatečného množství. Pokud kontrola žádné nedostatky neshledá, dojde k připravení materiálu k dalšímu zpracování na místo určení.

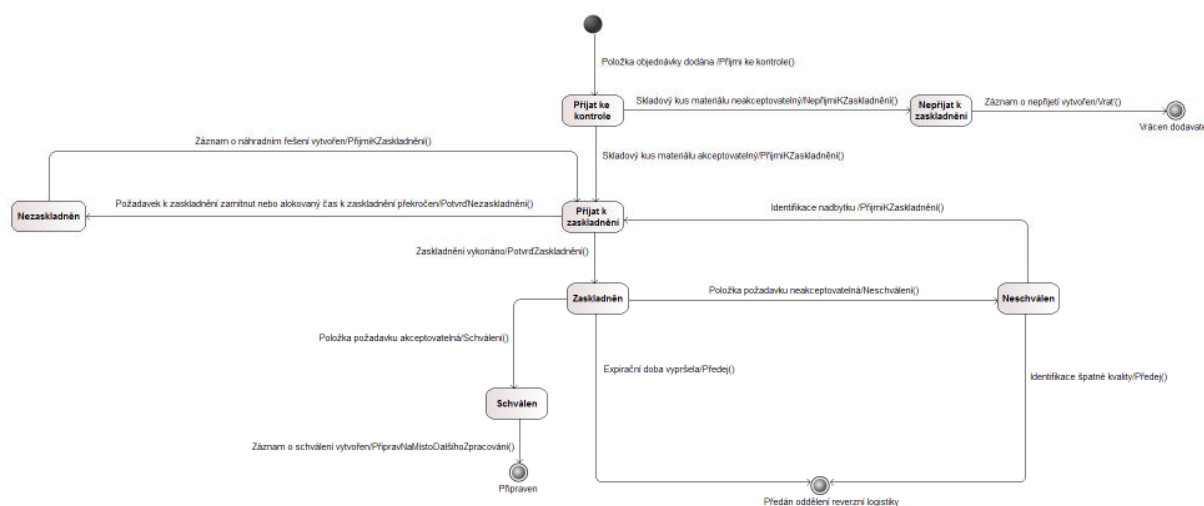
BPMN diagram na úrovni aktivit zmiňovaného procesu ilustruje obrázek 17, BPMN diagram na úrovni procesních kroků pak obsahuje příloha D.

¹⁷ Do výroby přichází i interní materiál v podobě vyrobené API.



Obrázek 17: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „obstarávání externího materiálu“ (Autorka, 2018)

Výše uvedený diagram, stejně jako diagram tříd, zmiňuje skladový kus materiálu. Jedná se o konkrétní kus dodaného (externího) materiálu, který může být v podobě výrobního materiálu nebo obalu a který dále vstupuje do procesu výroby či balení. Jak bylo zmíněno, na začátku procesu *obstarávání externího materiálu* dochází k rozhodnutí, zda se materiál nachází na skladě či nikoli. Diagram tříd tuto skutečnost reprezentuje třídou „Požadavek na obstarání externího materiálu“, jejímž rodičem je třída „Požadavek“ a která je kompozičně svázána s třídou „Položka požadavku“. „Položka požadavku“ má pak přímou vazbu právě s třídou „Skladový kus materiálu“. V případě, že se daný objekt na skladě nenachází, dochází k jeho objednání přes třídu „Objednávka“. Její kompozičně spojená „Položka objednávky“ je spojena s abstraktní třídou „Externí materiál“ mající přímou vazbu na zmiňovaný „Skladový kus materiálu“. Na obrázku 17 si tak lze povšimnout především těchto tří objektů: „Položka požadavku“, „Skladový kus materiálu“ a „Položka objednávky“. Následující obrázek 18 ilustruje diagram životního cyklu skladového kusu materiálu, neboť je ze zmiňovaných objektů nejzajímavější.



Obrázek 18: Diagram životního cyklu objektu „Skladový kus materiálu“ (Autorka, 2018)

2.2.5 Podpůrný proces výroba

Společnost se soustředí na výrobu léčiv jak malých, tak velkých molekul. Malé molekuly jsou všechny chemicky syntetizované léky a jejich struktura je známá. Oproti tomu velké molekuly zahrnují širokou škálu biologických produktů, jako jsou vakcíny, krevní složky, alergeny, somatické buňky, tkáně či rekombinantní terapeutické proteiny (Interní zdroj, ©2017). Ve srovnání s léčivými malými molekulami mohou být činnosti jejich výrobního procesu mnohem různorodější zahrnující např. přípravu buněčné kultury, kultivaci či kvašení. S ohledem na zaměření práce jim ovšem není věnováno více pozornosti a v modelech je zachycena a níže popsána pouze výroba léčivých molekul malých.

Jakmile předešlé podpůrné procesy obstarají, zkontrolují a připraví veškerý potřebný materiál a API na místo dalšího zpracování, je vyslán požadavek k výrobě. Nejprve dochází k řádnému oblečení zaměstnanců do speciálního úboru a nastavení strojů. Poté dochází k vážení a následnému dávkování aktivní látky a látek neaktivních (obrázek 19, Interní zdroj, ©2017), k čemuž dochází ve vyhrazených místnostech. Tyto činnosti jsou kritickými částmi procesu, neboť na určitý produkt je množství materiálu přesně stanoveno a nesmí být podceněno ani překročeno.

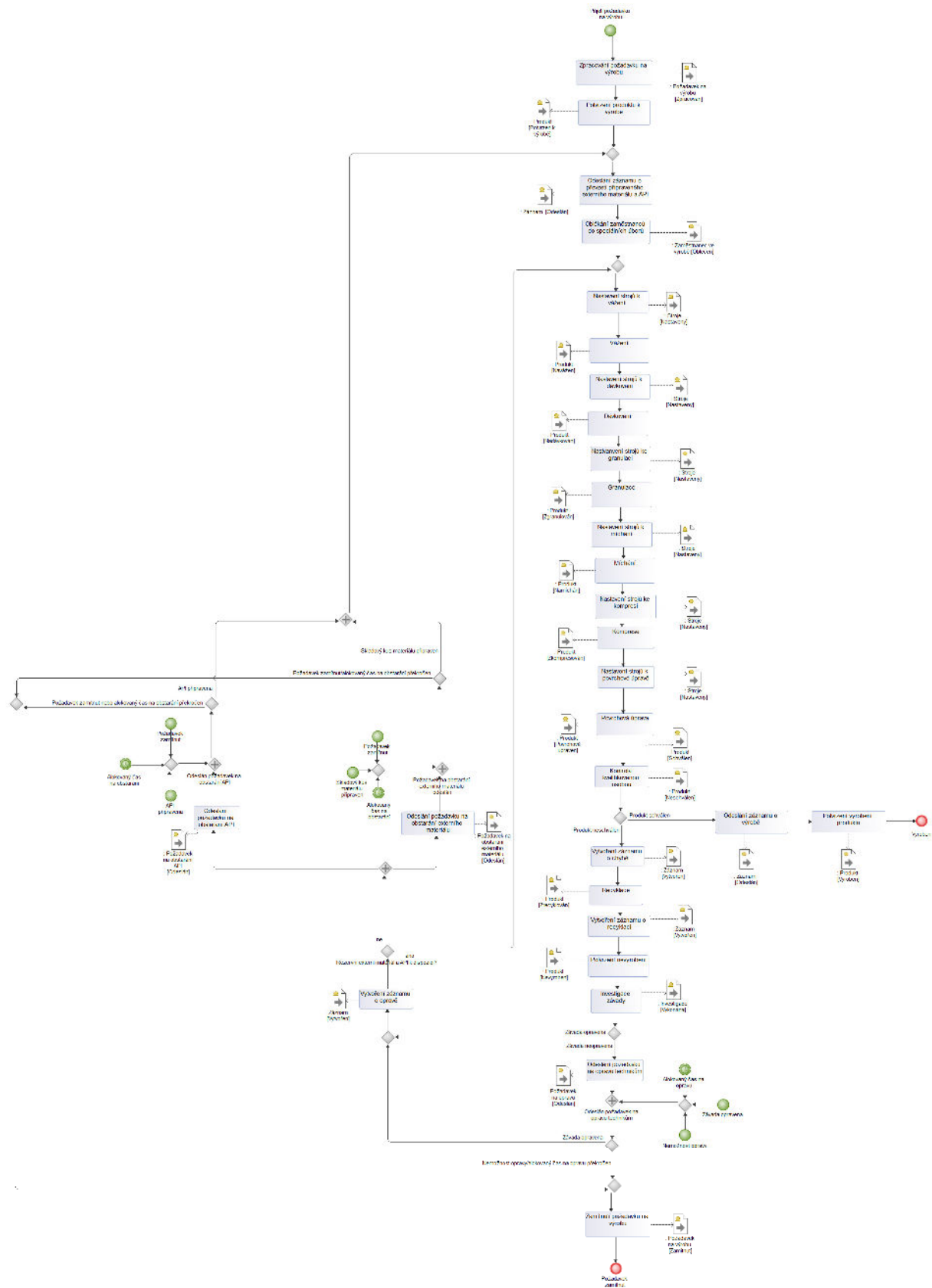


Obrázek 19: Vážení a dávkování materiálu
(Interní zdroj, ©2017)

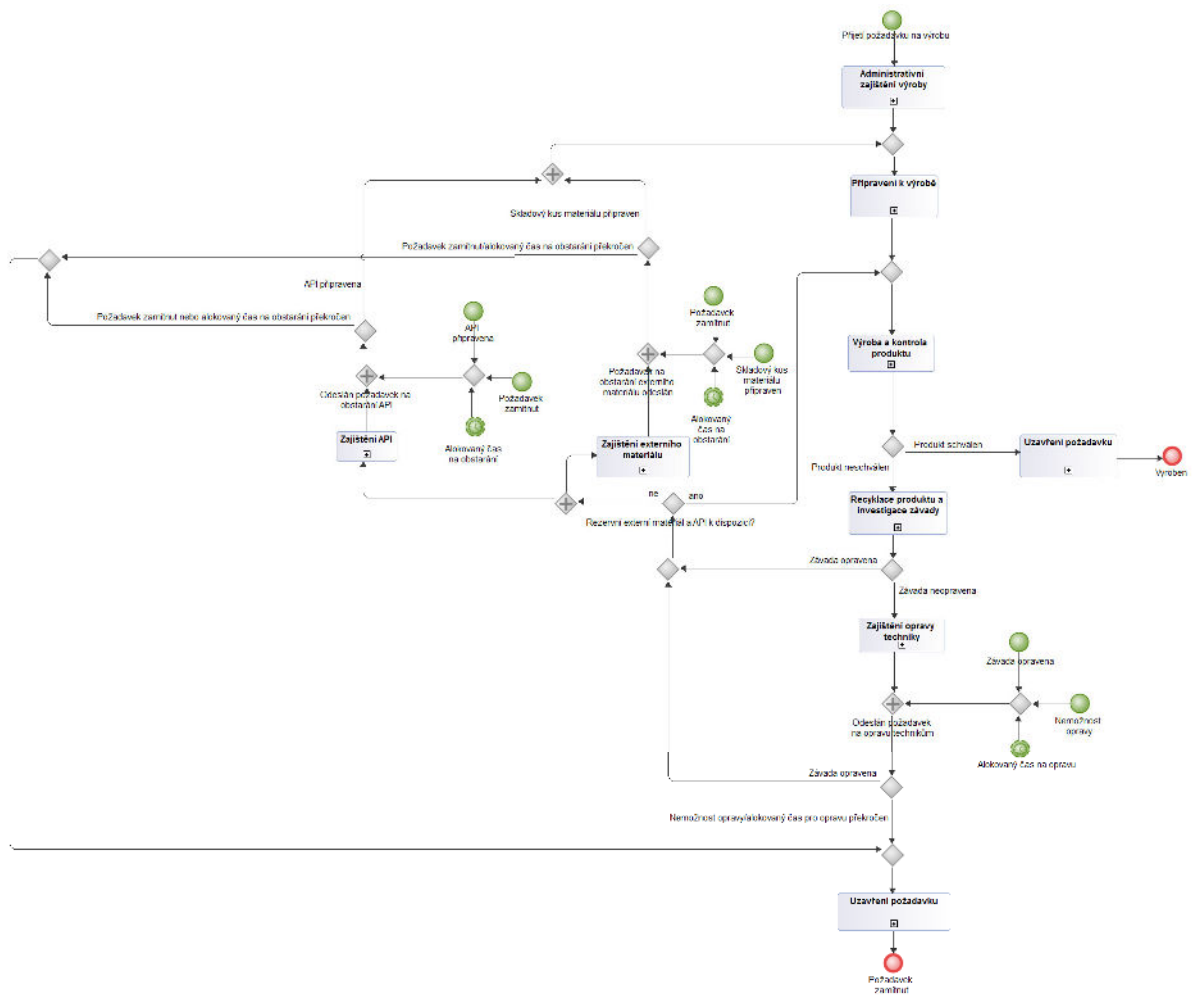
Dalším krokem je pak suchá či vlhká granulace, při níž se z částic (většinou) práškových surovin vytváří více částicové entity zvané granule. Mezi částicemi jsou vytvářeny vazby, přičemž spojení je dosaženo stlačením či užitím pojivového činidla. Důkladným promícháním pak vznikne homogenní směs, ve které je léčivo rovnoměrně rozmístěno. Kritickými parametry této činnosti jsou rychlost a doba míchání, jež se liší v závislosti na vyráběném produktu.

Po smíchání dochází ke kompresi tablet, kterou lze rozdělit do čtyř fází. Nejprve se granule přenesou do určené pozice pro kompresi. Následuje měření, při němž se přenos zkontroluje a odstraní se přebytečné granule z kompresního stroje. Samotná komprese pak probíhá sražením horní a dolní raznice, přičemž působením tlaku dochází k vytvoření tablet. Nakonec jsou tyto tablety odebrány a předány k povrchové úpravě, kterou je např. potažení. Při zpozorování jakékoli drobné vady ihned dochází k zastavení výroby a následuje opravení závady. Každá výrobní dávka je pak kontrolována kvalifikovanou osobou, na jejímž souhlasu závisí uvolnění vyrobených produktů k balení a k následné distribuci. Kontrolována je především kvalita, váha a bezpečnost produktu, dále pak postup výroby či správnost zaznamenaných dat. V případě neschválení výrobní dávky následuje recyklace vadných produktů a investigace závady. Pokud se jedná o banální záležitost v podobě přenastavení strojů, je tak učiněno a výroba se po zajištění veškerého externího materiálu a API opakuje. Závažnější závady jsou co nejdříve řešeny techniky či IT pracovníky. V případě nevyřešení závady nelze produkt vyrobit, čímž dochází k zamítnutí požadavku na výrobu a následnému zamítnutí celé objednávky (viz podkapitola 2.2.3). Naopak v případě schválení produktu je potvrzeno vyrobení a produkt je předán k balení. Nutno podotknout, že procesy výroby a primárního balení probíhají paralelně, velmi často na jedné výrobní lince či minimálně ve stejné budově.

BPMN diagram na úrovni aktivit ilustruje obrázek 20. Na následujícím obrázku 21 zobrazujícím BPMN diagram na úrovni procesních kroků pak lze spatřit, že samotná výroba produktu představuje jeden procesní krok, jež lze vykonat bez přerušení externí událostí.

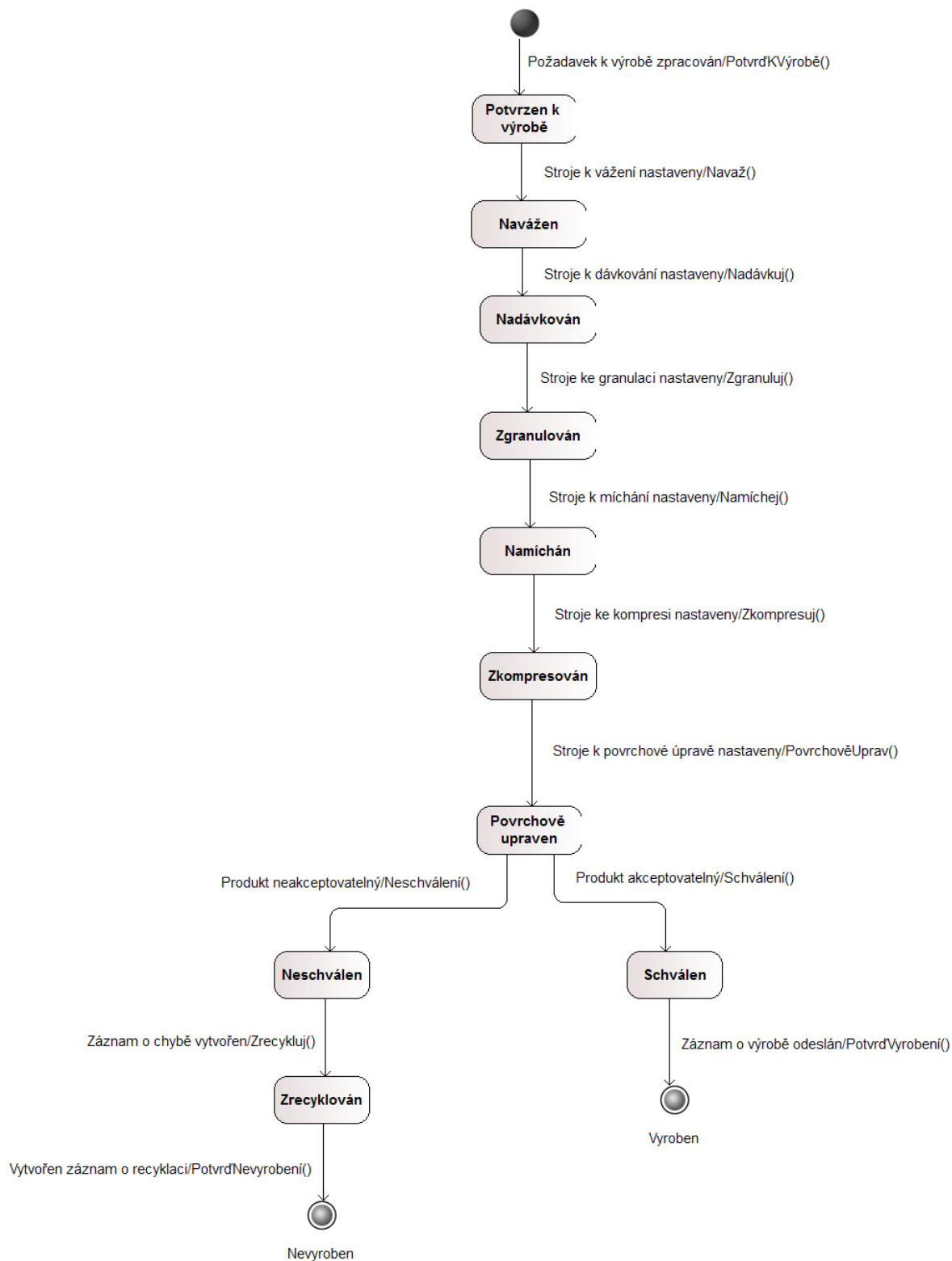


Obrázek 20: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „výroba“ (Autorka, 2018)



Obrázek 21: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „výroba“ (Autorka, 2018)

Obrázek 22 ilustruje životní cyklus objektu „Produkt“ ve stavu „ve výrobě“, jenž je dílčí částí životního cyklu produktu z podkapitoly 2.2.3.



Obrázek 22: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (stav „ve výrobě“)
(Autorka, 2018)

2.2.6 Podpůrný proces balení

Po přijetí a zpracování požadavku k balení se nejprve rozliší přijatý materiál, přičemž bývají dodávány obaly primární, sekundární a terciární. Primární obalový materiál přichází do kontaktu se samotným produktem. Dva nejpoužívanější typy, a sice lahvičky a tzv. „blister cards“, jsou ilustrovány na obrázku 23 (Rentex, ©2014; Vulcan, 2018). Obalové materiály sekundární jsou pak nejčastěji krabičky, do kterých se primárně zabalené produkty umísťují. V neposlední řadě obaly terciární obsahují několik sekundárně zabalených produktů, přičemž jejich úlohou je zajištění jednodušší manipulovatelnosti a stohovatelnosti.



Obrázek 23: Příklady primárních obalů (Rentex, ©2014; Vulcan, 2018)

Po přijetí primárních obalů nejprve dochází k rozhodnutí o nutnosti sterilizace. V zásadě se sterilizují především (skleněné) lahvičky, v případě „blister cards“ ke sterilizaci nedochází. Pokud by došlo k situaci, že by byla sterilizace nutnou součástí procesu a z nějakého důvodu by ji nebylo možno vykonat (a nenašlo by se žádné náhradní řešení), obal by byl vrácen zpět na sklad, nezabalený produkt zrecyklován a objednávka zrušena. Jak již bylo zmíněno v podkapitole 2.2.3, taková možnost se ovšem jeví krajně nepravděpodobnou.

Pokud není sterilizace shledána nutnou, či došlo k jejímu řádnému provedení, dochází k nastavení strojů a samotnému primárnímu balení do nepotištěných obalů. Následuje kontrola, přičemž v případě zjištění jakýchkoli odchylek od žádaného stavu dochází k zastavení strojů, vyjmutí produktu z obalu a recyklaci primárního obalu. V případě, že jsou přítomny rezervní primární obaly, dochází po přenastavení strojů k opětovnému zabalení. V opačném případě se nejprve potřebný obalový materiál zajistí a poté opět dochází k rozhodnutí o jeho sterilizaci.

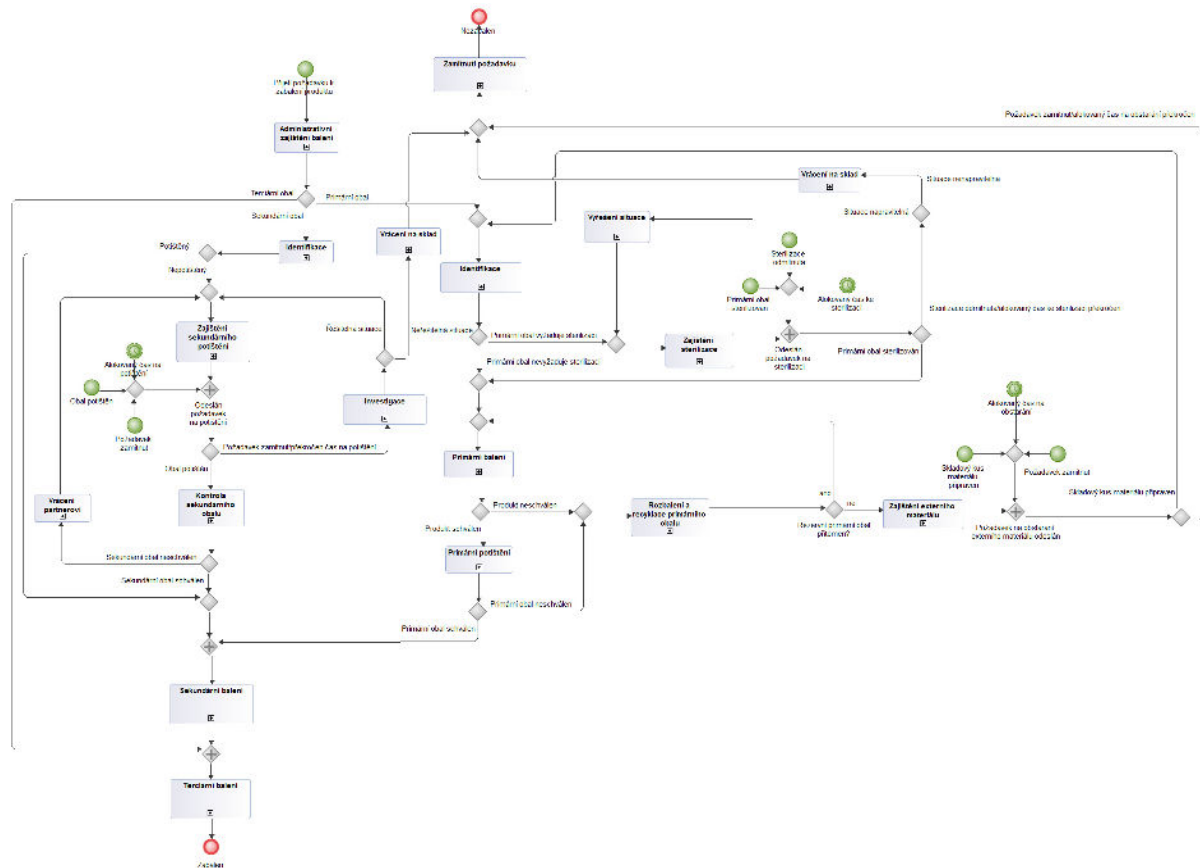
V případě schválení produktu dochází k potištění primárního obalu. Jelikož se primární potištění liší v závislosti na druhu produktu či trhu dodání, lze zde shledat výhodu v potištění ex post, jež může být operativně měněno. Zaměstnanci jen přenastaví tiskařské stroje podle potřeby. Podnik tak objednává daleko méně druhů primárních obalů, než v případě dodávání obalů již potištěných. Následuje kontrola potisku, přičemž v případě objevení závady dochází k zastavení strojů, recyklaci primárního obalu a po zajištění obalového materiálu opět k primárnímu balení.

Během všech zmíněných činností týkajících se primárního balení dochází k připravení obalů sekundárních, které jsou dodávány již potištěny či k jejich potištění dochází za pomoci externí firmy přímo ve výrobním závodu. Zaměstnanci společnosti pak jen zkontrolují stav potisku a v případě spokojenosti čekají na dodané (primárně zabalené) produkty. V případě nespokojenosti jsou obaly partnerovi vráceny a potištění opětovně vyžádáno. Pokud by k potisku nemohlo z nějakého důvodu vůbec dojít, produkt by nebyl zabalen, čímž by následně došlo k jeho recyklaci a zrušení celé objednávky. I zde platí, že taková možnost se jeví velmi nepravděpodobnou.

Po převzetí primárně zabalených produktů a potišťených sekundárních obalů následuje nastavení strojů a samotné sekundární balení. U některých produktů umísťují zaměstnanci primárně zabalené produkty do krabičky manuálně, u jiných jsou vkládány pomocí strojů. Vždy je k produktu přiložen příbalový leták či jiné dodatkové předměty a následuje další vizuální kontrola.

Při neschválení produktu dochází k jeho rozbalení, recyklaci sekundárního obalu, přenastavení strojů a opětovnému sekundárnímu zabalení. Naopak pokud je vše v pořádku, dochází k terciárnímu balení, při kterém je zabaleno více (sekundárně zabalených) produktů do jedné štítkem označené přepravní jednotky, jež je nejčastěji ukládána na palety.

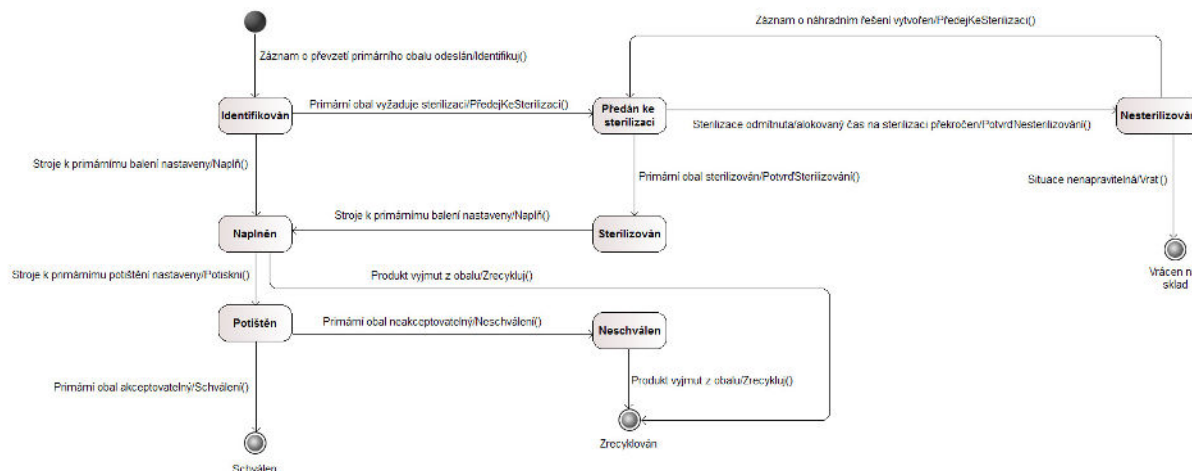
BPMN diagram na úrovni procesních kroků představuje obrázek 24, jehož zvětšenou verzi obsahuje příloha E. BPMN diagram na úrovni aktivit je součástí přílohy F.



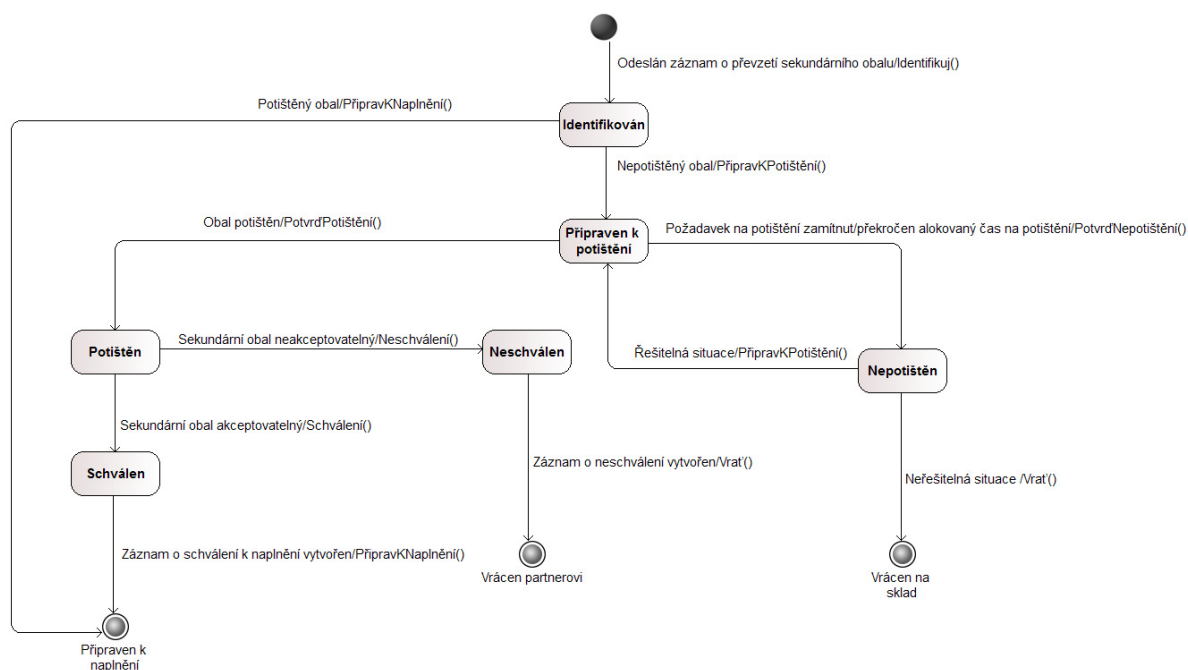
Obrázek 24: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018)

V procesu balení vystupují především tři klíčové objekty, a sice „Produkt“, „Primární obal“ a „Sekundární obal“. Z obrázku 25 lze vyvodit dva kritické momenty během životního cyklu primárního obalu, konkrétně stavy „předán ke sterilizaci“ a „potišťen“. Z obou zmíněných stavů může obal po splnění určitých podmínek přejít do jednoho z koncových stavů, který se odchyluje od koncového stavu žádaného. Kritickým momentem sekundárního obalu (obrázek 26) je samotné potišťení třetí stranou, které v případě odmítnutí či špatného potišťení znamená komplikaci a prodlevu

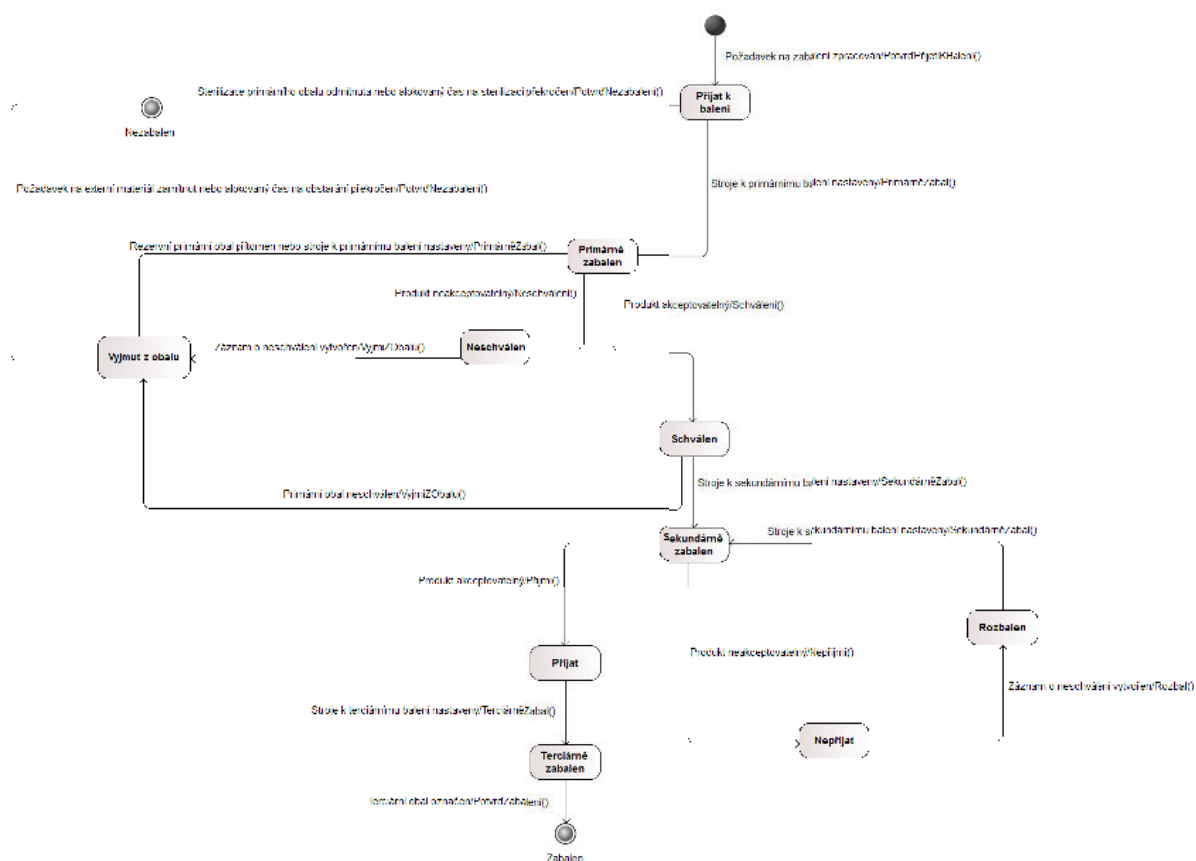
procesů následujících. Obrázek 27 pak ilustruje dílčí část diagramu životního cyklu objektu „Produkt“ (konkrétně stav „balen“) z podkapitoly 2.2.3.



Obrázek 25: Diagram životního cyklu objektu „Primární obal“ (Autorka, 2018)



Obrázek 26: Diagram životního cyklu objektu „Sekundární obal“ (Autorka, 2018)



Obrázek 27: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (ve stavu „balen“)
(Autorka, 2018)

2.3 Logistický řetězec po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku

Jedním ze zvažovaných řešení implementace 3D tisku do výroby personalizovaných léků je využívání tiskárny přímo ve výrobním závodě podniku. Tato část práce zmiňovanou variantu analyzuje, přičemž vytvořené modely a jejich popisy již nijak nesouvisí s konkrétním podnikem.

Pokud by byl 3D tisk používán pouze jako nová výrobní technologie, proces *obstarávání externího materiálu* by nebyl nijak ovlivněn. Z toho důvodu není v této části zmiňován.

2.3.1 Plánování

Po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku by se zjednodušila především prognóza poptávek na nadcházející období. Jelikož tato technologie umožňuje vyrábět až na základě poptávky, společnost by nemusela plánovat zásoby, stejně jako kapacity (mezi)skladů umístěných v různých částech řetězce. Na druhou stranu je tato technologie obecně pomalejší metodou výroby, což by muselo být při plánování bráno v potaz. Skutečná výzva v plánování se ovšem jeví před samotným započítáním výroby. Jelikož by byl každý produkt unikátní, bylo by nejprve zapotřebí vytvořit jeho tisknutelný kód v CAD SW. Zde by mohl nastat problém s přesným plánováním výrobních kapacit tiskáren, neboť by nebylo dopředu známo, jak komplexní modely finálních produktů budou muset

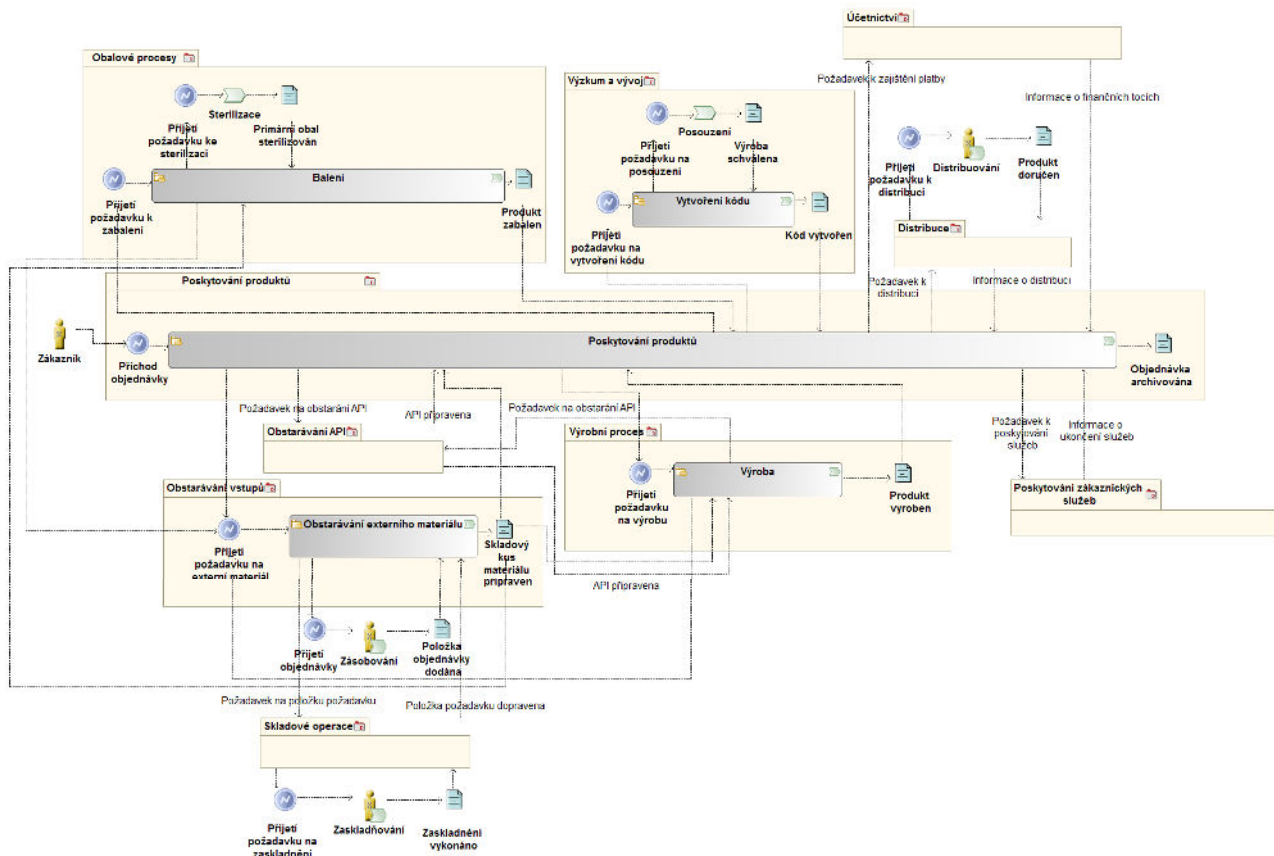
inženýři vytvářet. Jednalo by se tak skutečně o odhady, které by mohly (ale nemusely) způsobit prodloužení ve vyřízení objednávek dalších.

2.3.2 Diagram tříd

V diagramu tříd by po implementaci 3D tisku do výroby došlo k vytvoření několika nových tříd, jako např. „3D tiskárna“, „Kód produktu“, „SW inženýr“, „Požadavek na vytvoření kódu“ či „Požadavek na opravení kódu“. Kromě zmíněného by byla třída „Produkt“ ochuzena o určité operace. Ve výsledku by se však tento diagram od diagramu tříd při standardní metodě výroby výrazně nelišil. Z toho důvodu není v této části více rozebírán, pro úplnost je však obsahem přílohy G.

2.3.3 Hlavní proces poskytování produktů

Globální procesní mapu hlavního procesu *poskytování produktů* po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku obsahuje následující obrázek 28.



Obrázek 28: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Po přijetí a zpracování objednávky od zákazníka by byly nejprve zahájeny *zákaznické služby*. Jelikož by zákazník mohl žádat výrobu specifického produktu, ať už konkrétního tvaru, množství či sloučení více API do jedné tablety, v rámci procesu *vyvážení kódu* by nejprve bylo posouzeno, zda je produkt možné vyrobit. V současné době se jeví kritickou oblastí výzkumu omezené množství materiálů. Neschůdné jsou však i některé kombinace látek, které jsou spolu v kontradikci a nemohou

být užívány naráz (tímto by však mohlo být zlepšeno monitorování užívaných kombinací léčiv). Pokud by byl produkt shledán jako výroby schopný, objednávka by byla předána SW inženýrům, kteří by ve spolupráci se zaměstnanci R&D vytvořili unikátní kód. Kolaborace je zde žádána především z důvodu zmíněných kontradikcí jednotlivých API, které by samotní SW inženýři nemuseli správně posoudit.

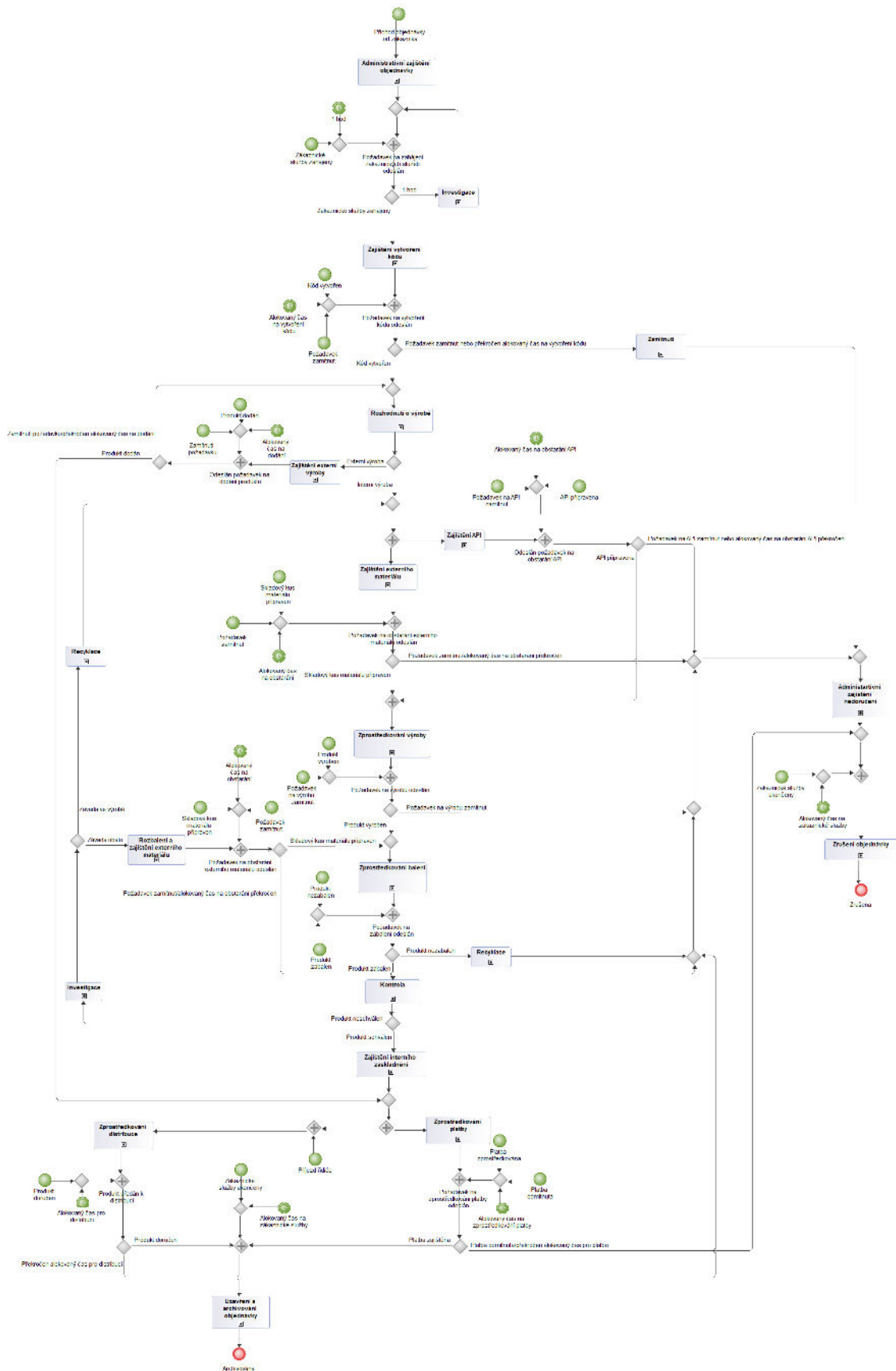
V případě nevytvoření unikátního kódu by byl produkt zamítnut a objednávka zrušena. V opačném případě by následovalo rozhodnutí o interní či externí výrobě a následovalo by *obstarání API a externího materiálu*. Jak již bylo zmíněno, podpůrný proces obstarávání API by se nijak nezměnil. Ve skutečnosti by se výrazněji nezměnila ani podstata procesu obstarávání materiálu, jen by mohlo dojít ke změně dodavatelů. Jak bylo zmíněno v teoretické části práce, někteří výrobci tiskáren uzavřeli dohody s konkrétními dodavateli, jejichž kazety s materiálem jsou označeny RFID čipy. Na jiný materiál tiskárna nereaguje. Uživatelé takovýchto typů tiskáren jsou tak nuceni objednávat pouze od konkrétních dodavatelů. Tato skutečnost v některých případech znamená zvýšení ceny materiálu, především však představuje riziko v případě nespolehlivého či velmi vzdáleného dodavatele.

Pokud by z nějakého důvodu nemohla být API či některý s externích materiálů připraven k dalšímu zpracování, objednávka by byla zrušena. V opačném případě by došlo k *výrobě* (podkapitola 2.3.4) a *balení* produktu (podkapitola 2.3.5). Po zabalení (stejně jako v případě hromadné výroby) by následovala komplexní kontrola náhodného vzorku, jejíž neschválení by značilo opakování výroby či balení v závislosti na nalezené nedokonalosti.

Při neshledání závady bránící předání produktu zákazníkovi by byl produkt dočasně a na co nejkratší dobu uskladněn v interních meziskladech. Outsourcované skladové služby by byly při tomto postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci zredukovány na nutné minimum či zcela vypovězeny. Jelikož by docházelo k výrobě až na základě poptávky, nedocházelo by k uskladňování na delší časový úsek.

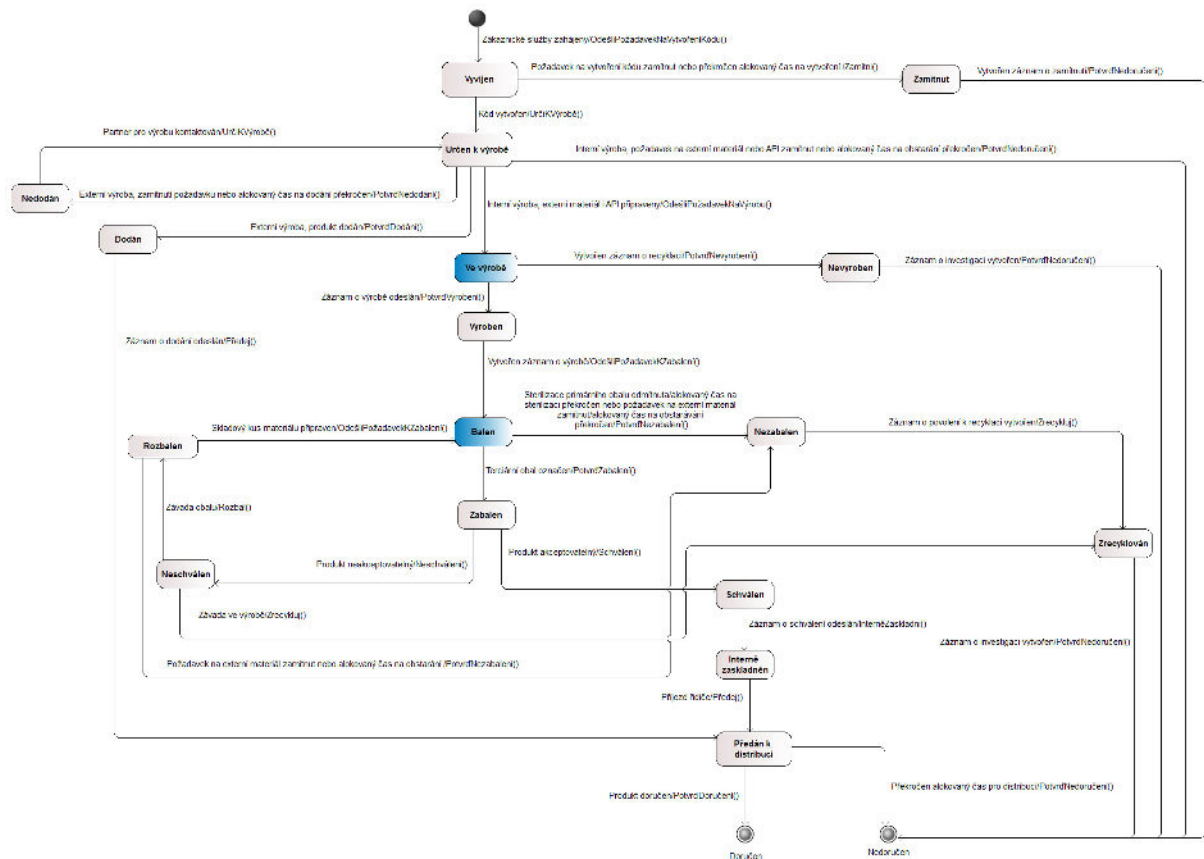
V interních meziskladech by produkt čekal na příjezd řidiče a samotnou *distribuci*, jejíž organizace by mohla být s ohledem na naprosto personifikované produkty složitější. Dále by ve stejném okamžiku docházelo k realizaci *zprostředkování platby*. I zde platí, že v případě nedoručení či nezaplacení by následovala investigace a zrušení objednávky. V opačném případě (doručení a zaplacení) by pokračovalo čerpání zákaznických služeb v podobě nabízení školení či marketingových produktů nebo případného vyřizování reklamace. Po ukončení či vypršení alokovaného času na čerpání těchto služeb by byla objednávka uzavřena a archivována.

BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku je obsahem přílohy H. Následující obrázek 29 pak zobrazuje BPMN diagram na úrovni procesních kroků.



Obrázek 29: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Na obrázku 30 lze spatřit diagram životního cyklu produktu při využívání 3D tisku jako nové technologie výroby podniku. Kritickým stavem se jeví první stav „vyvíjen“, během něhož se rozhoduje o finálním složení a/nebo podobě vyrobeného léku. I v tomto případě je diagram rozdělen do tří částí, jež ve skutečnosti představují jeden komplexní životní cyklus objektu „Produkt“. Stav „ve výrobě“ a „balen“ (v diagramu označeny modře) jsou podrobněji rozpracovány dále.



Obrázek 30: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

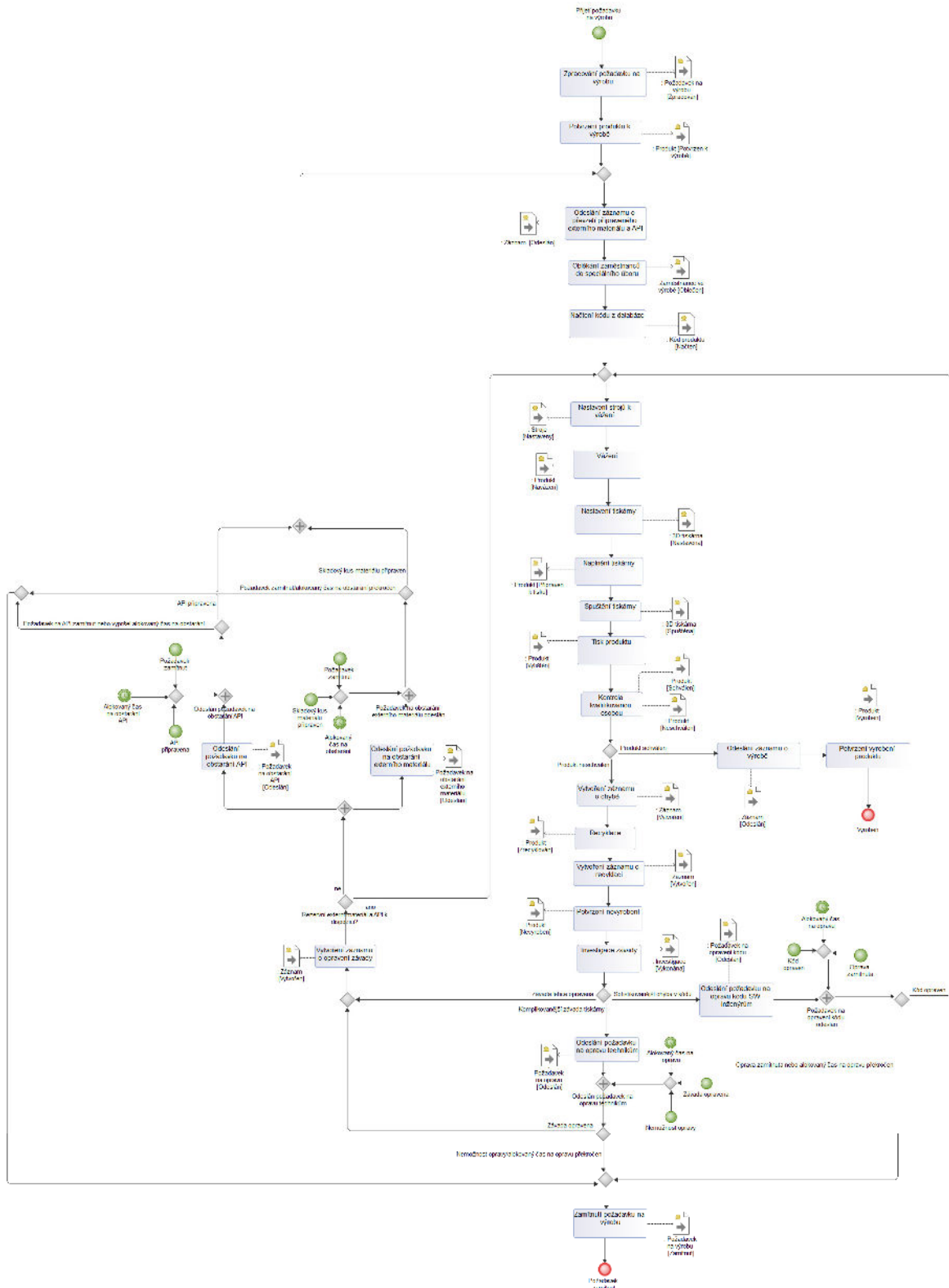
2.3.4 Podpůrný proces výroba

Po úspěšném připravení API, neaktivních látek a vytvoření kódu by byl vyslán požadavek do výrobního závodu k započítí výroby. Jak již bylo nejménou zmíněno, ve farmaceutickém odvětví hrají kvalita a hygiena důležitou roli, tudíž by i v tomto případě zprvu došlo k oblečení zaměstnanců do speciálních úborů. Jelikož by měl vytvoření tiskového kódu a jeho následné potvrzení v databázi na starosti hlavní proces, zde by již došlo k pouhému načtení kódu. Na základě získaných informací by byly nastaveny stroje k vážení aktivních i neaktivních látek, samotné vážení provedeno a po nastavení a naplnění tiskárny by byl produkt připraven k finálnímu vytištění. Poté by jen zbývalo spustit tisk a čekat než bude lék vytištěn.

Po ukončení výroby by docházelo ke kontrole tablety. Při jejím neschválení by došlo k recyklaci a následovala by investigace závady. Při jednoduše opravitelné závadě by došlo k jejímu okamžitému opravení a po zajištění potřebné API a externího materiálu by byl tisk opakován.

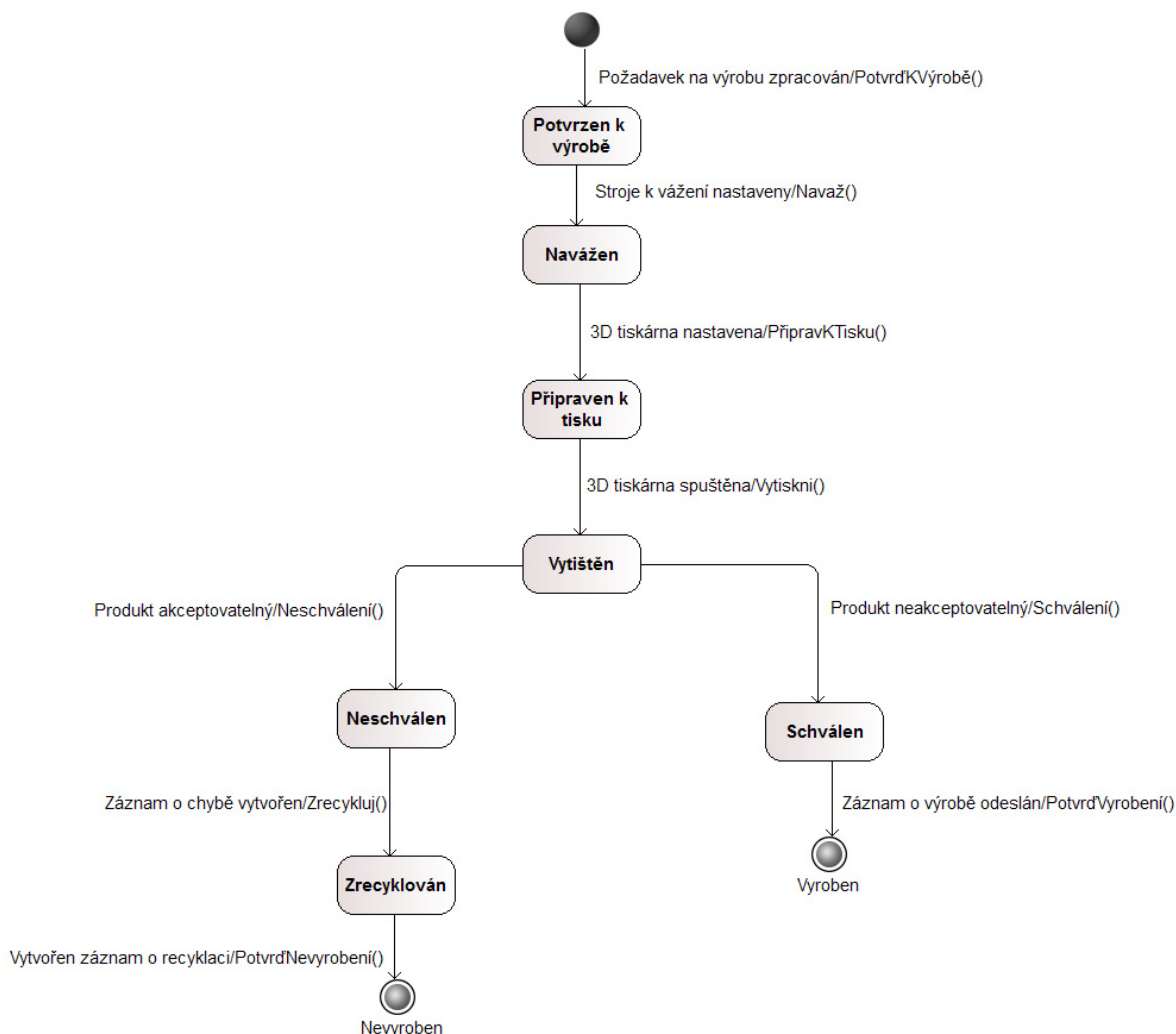
V případě sofistikovanější chyby v kódu by byli požádáni SW inženýři k jejímu opravení, po kterém by opět následovalo opakování výroby. Pokud by došlo k závadě tiskárny, byli by k opravě povoláni technici. Při neopravitelné technické závadě by byl požadavek na výrobu zamítnut a následně celá objednávka zrušena. V opačném případě by následovalo opakování výroby.

Obrázek 31 ilustruje BPMN diagram na úrovni aktivit, BPMN diagram na úrovni procesních kroků se nachází v příloze I.



Obrázek 31: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „výroba“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Obrázek 32 ilustruje dynamický přechod stavů produktu, které jsou v (celkovém) diagramu životního cyklu produktu souhrnně označeny stavem „ve výrobě“. Z obrázku je na první pohled patrné, že by byla výroba značně zjednodušená.



Obrázek 32: Dílčí diagram životního cyklu objektu „Produkt“ (stav „ve výrobě“) po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka 2018)

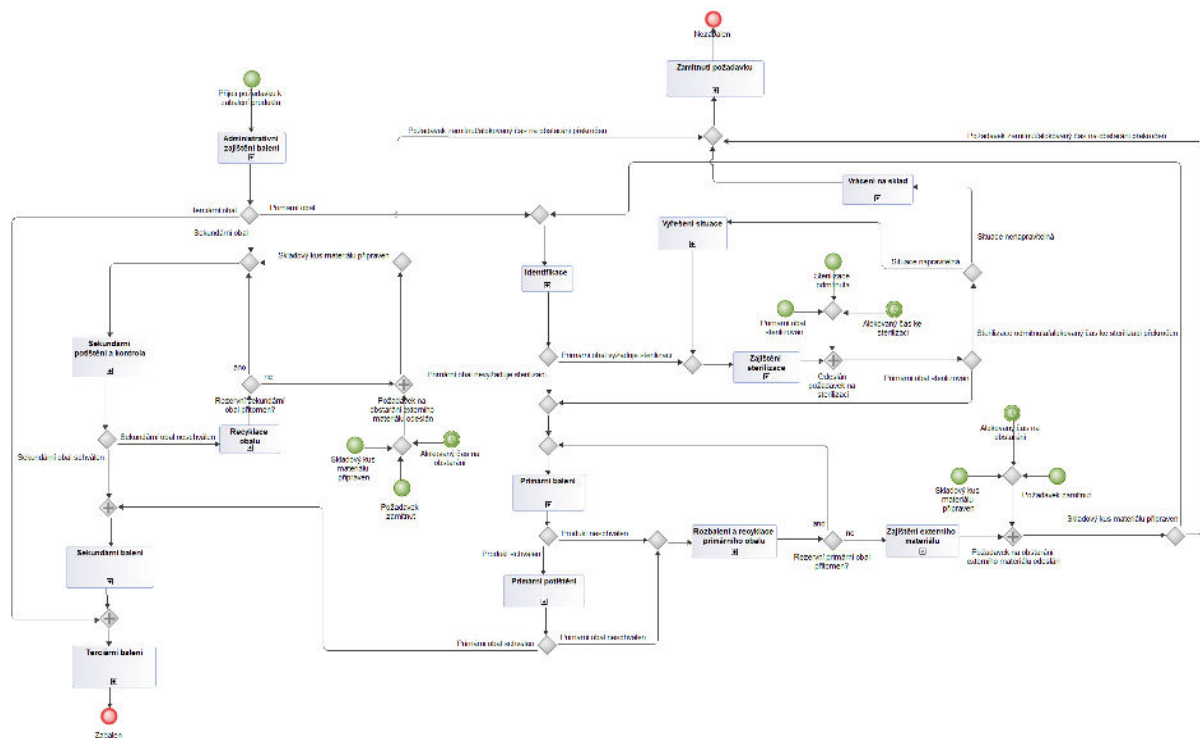
2.3.5 Podpůrný proces balení

Proces balení by začínal stejně jako v případě standardní výroby. Po přijetí a zpracování požadavku by se na základě dodaného externího materiálu rozhodlo o činnostech následujících. Co se týče primárního obalu, k žádné výraznější změně by nedošlo. Taktéž by bylo rozhodnuto o sterilizaci, která by v případě potřeby byla vykonána. Následovalo by primární balení zakončené kontrolou. Pokud by nebyl produkt schválen, byl by zrecyklován a po obstarání nových obalů znovu zabalen. Malým rozdílem by se zde jevilo nastavení strojů před primárním potiskem každého produktu. Jelikož by se jednalo o personifikované léky, bylo by jim nasnadě přizpůsobit i potisk. K primárnímu potisku však dochází i při klasické výrobě v rámci procesů podniku, tudíž by se nejednalo o větší komplikaci.

Signifikantnější změna by se ovšem týkala potíštění sekundárních obalů, ke kterému by po implementaci 3D tisku docházelo interně. Pokud by tato činnost zůstala outsourcována, lze si představit organizační komplikace v podobě velkého množství přenášených dat a pravděpodobně by došlo i ke zvýšení ceny za službu. Při insourcingu by naopak docházelo k nastavení tiskařského stroje před potíštěním každé krabičky na základě potřeby, což by ušetřilo nejen čas a peníze, především by to snížilo počet potenciálních reklamací.

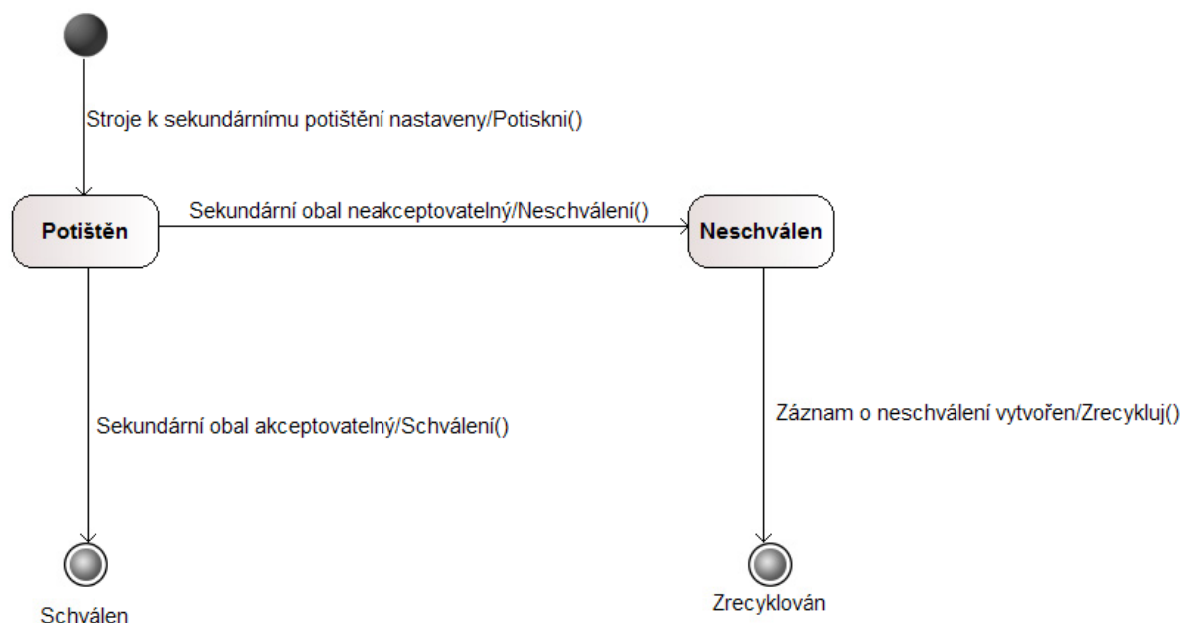
Následovala by kontrola potisku. V případě neschválení by byl obal zrecyklován a po zajištění nového materiálu by bylo potíštění opakováno. Poté by již proces pokračoval standardně sekundárním a terciárním zabalením.

BPMN diagram na úrovni procesních kroků je obsahem obrázku 33, BPMN diagram na úrovni aktivit pak obsahem přílohy J.



Obrázek 33: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Jak bylo zmíněno, po implementaci 3D tisku by prošel největší změnou v procesu balení sekundární obal, k jehož potíštění by pravděpodobně docházelo interně. Obrázek 34 tuto změnu dokládá, přičemž si lze bezesporu povšimnout výrazného zkrácení vnitřní dynamiky obalu v jeho životním cyklu.



Obrázek 34: Diagram životního cyklu objektu „Sekundární obal“ po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

2.4 Logistický řetězec po implementaci 3D tiskárny u zákazníka

Druhé uvažované umístění 3D tiskárny v logistickém řetězci je přímo u zákazníka. Málokdy se stává, že by byl zákazníkem přímo pacient, jemuž jsou léky určeny. Zákazníkem je zde míněn distributor, velkoobchod či lékárna. V tomto kontextu lze uvažovat především dva scénáře řešení.

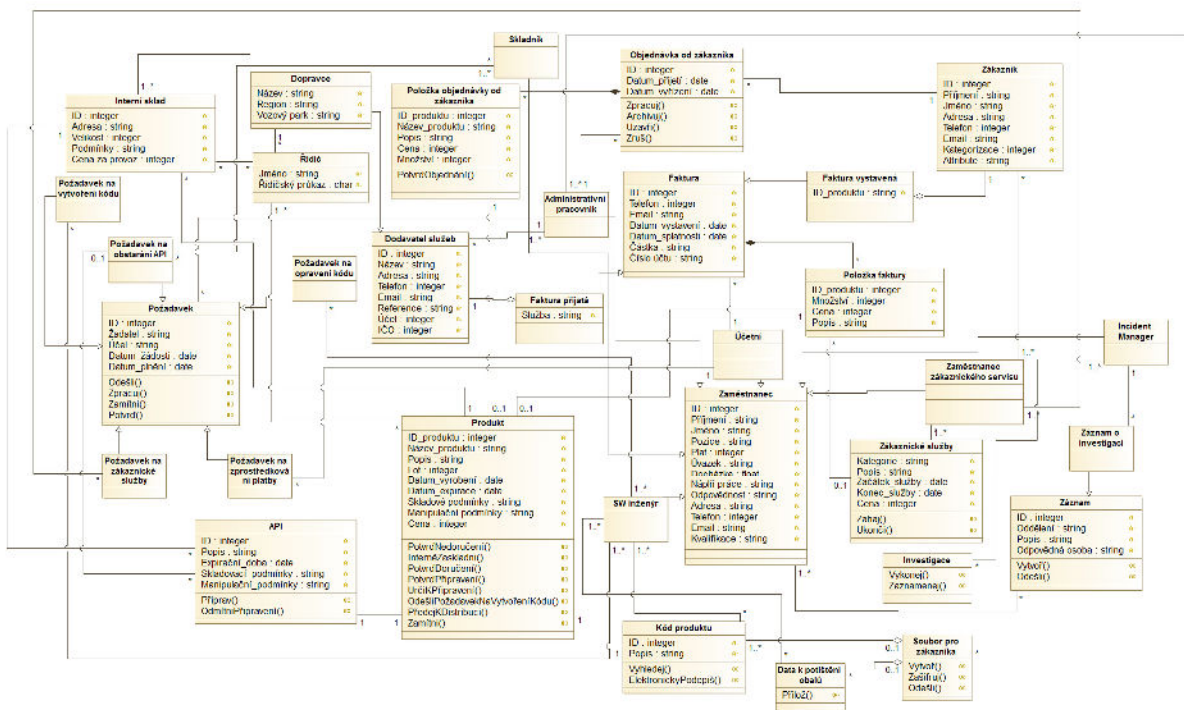
První variantou se jeví vybudování speciálních „obchodů“ (lékáren), do kterých by přišel pacient s receptem od lékaře a kde by mu byl produkt vytištěn. Při této variantě by mohlo k vytištění léků docházet za účasti pověřené osoby z FDA či EMEA, čímž by byla lépe monitorována kvalita léků, stejně jako ztíženo potenciální padělání. Docházelo by i k lepší kontrole výroby, jež by mohla být vykonávána pouze osobou vlastníci licenci k provozování 3D tiskárny. Nemaou výhodou se zde jeví i centralizovaný tisk léků více farmaceutických výrobců. Mohlo by tak docházet k zásobování neaktivními látkami ve větším množství. Nižší cena materiálu by mohla ovlivnit i cenu finálního produktu. Druhé zvažované řešení je umístění tiskárny v (klasické) lékárně či nemocnici. S touto variantou je ovšem spojeno více překážek implementace, které byly zmíněny v podkapitole 1.3.1.

I když se obě zmíněné varianty od sebe výrazně liší a jistě by bylo zajímavé jejich porovnání především z právního či regulačního hlediska, s ohledem na zaměření této práce není předmětné, jaká varianta by byla realizována. Důležité je, že by výrobce nenesl odpovědnost za výrobu ani balení a z pohledu podniku by se uvažovaný subjekt („obchod“, lékárna, nemocnice) stavil k výrobcí léčiv do pozice zákazníka. Následující modely dokládají výraznou změnu podnikových procesů, jež by s implementací 3D tiskárny u zákazníka byla neodmyslitelně spjata. Jelikož by při tomto řešení vymizely podpůrné procesy *obstarávání externího materiálu, výroba a balení*, nejsou v této části

uvedeny. Z obdobného důvodu není věnován prostor ani *plánování*, jež by bylo omezeno na plánování distribuce a obstarávání API, která by byla vyráběna na základě pull principu.

2.4.1 Diagram tříd

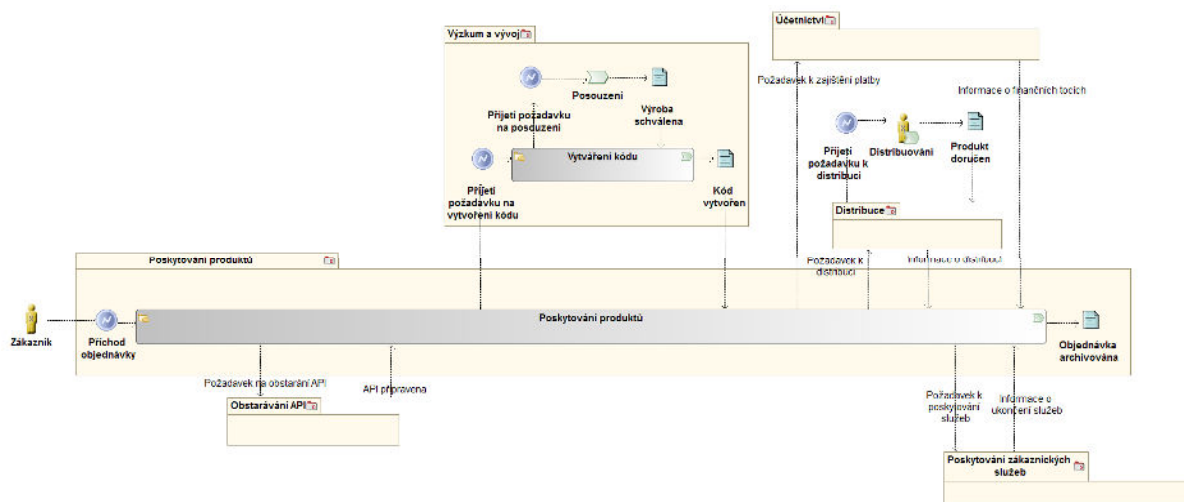
Diagram tříd klasické výroby a po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku by se od sebe příliš nelišily. Po implementaci 3D tisku u zákazníka je však změna očividná. Na obrázku 35, jehož zvětšenou verzi obsahuje příloha K, lze spatřit úbytek mnoha tříd např. „3D tiskárna“, „Externí materiál“, „Business partner“ či „Zaměstnanec ve výrobě“ a „Zaměstnanec balení“. Nemalou změnou by prošla i třída „Produkt“, u které by bylo množství operací razantně sníženo. Na druhou stranu by došlo při tomto řešení k přidání třídy „Data k potištnímu obalu“, která se v žádném z předchozích řešení nenacházela.



Obrázek 35: Diagram tříd po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018)

2.4.2 Hlavní proces poskytování produktů

Změna hlavního procesu *poskytování produktů* po realizaci tohoto řešení je na první pohled viditelná již z globální procesní mapy (obrázek 36).



Obrázek 36: Globální procesní mapa hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)

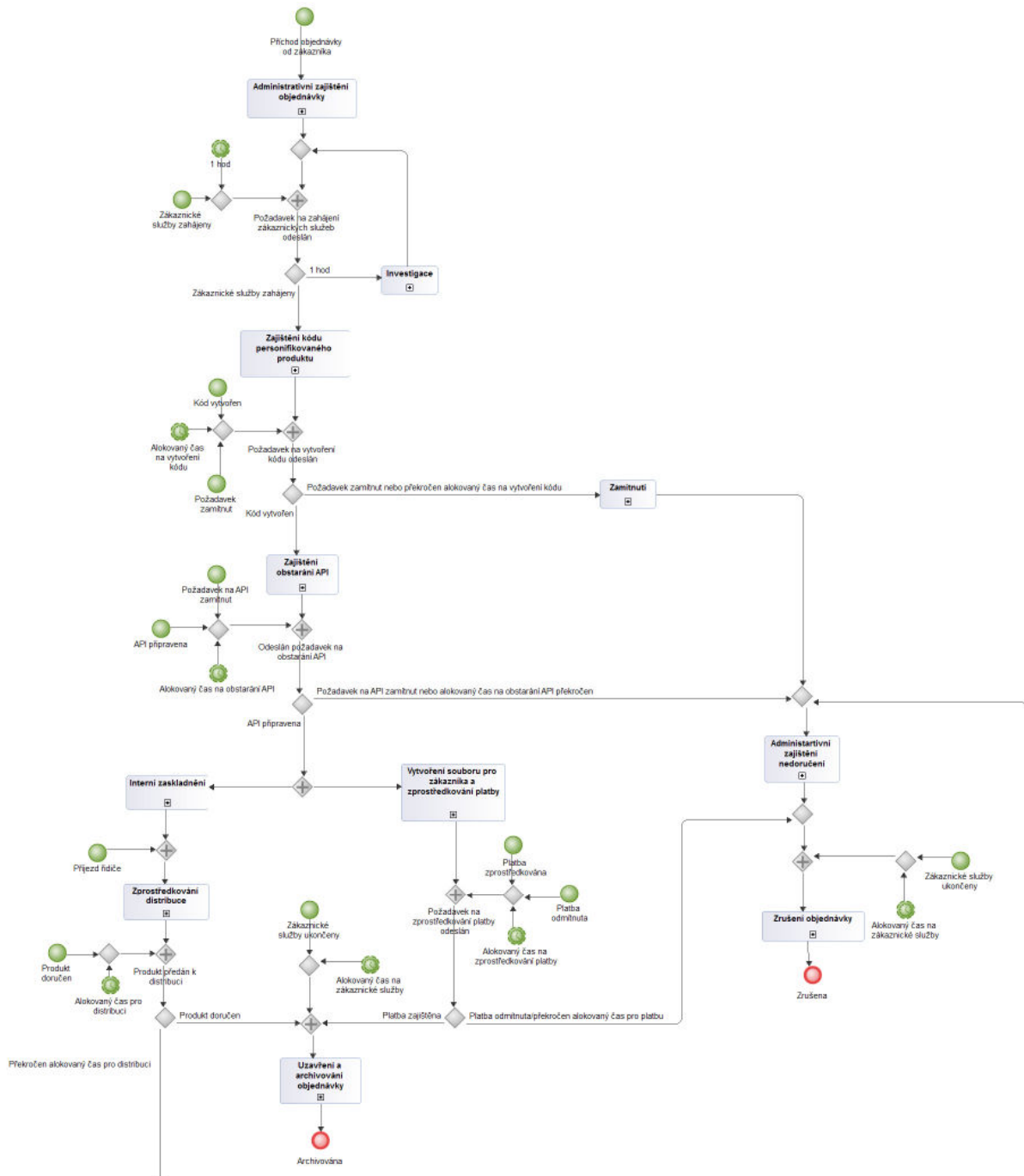
Po přijetí a zpracování objednávky od zákazníka by opět byly nejprve zahájeny *zákaznické služby*. Jak bylo zmíněno v teoretické části práce (podkapitola 1.3.1), při tomto řešení by mohl nastat problém s šířením léku mezi více pacientů, než byl původně deklarovaný v objednávce. Řešením se nabízí pevně spjaté množství poskytované API s určitým kódem. V případě recyklace některého z výtisků by následovalo doobjednání kódu a API opět na daný počet výtisků. Nutno poznamenat, že se tento problém jeví mnohem závažnějším v případě, že by docházelo k předzásobením jednotlivými aktivními látkami a k jejich následnému míchání na základě potřeby přímo u zákazníka (např. v nemocnici). O toto řešení se v podstatě snaží Dr. Lee Cronin a jeho „chemputer“ (viz podkapitola 1.3.2). Zákazník by objednával pouze jakousi „kostru kódu“, která by byla parametrizovatelná, a nezávisle na ní by docházelo k objednávání jednotlivých aktivních látek. Jelikož „kostra kódu“ konkrétního léku by byla stále stejná, v současné době není známo, jak by byl kontrolován počet výtisků, aby výrobci léčiv netratili. Z důvodu mnohých nejasností zde není tato varianta uvažována a objednávkou je zde myšlen požadavek na vytvoření unikátního kódu produktu a s ním dodání potřebného množství API.

Následovalo by samotné *vytvoření kódu*, přičemž by bylo nejprve rozhodnuto, zda je žádaný produkt vůbec možné pomocí této technologie vyrobit. Zkoumány by byly nejen fyzikální či mechanické vlastnosti, nýbrž také dříve zmíněné potenciální kontradikce mezi jednotlivými aktivními látkami. Po vytvoření kódu by bylo *obstaráno* žádané množství (popř. kombinace) API, její dočasné uskladnění v interních skladech a po příjezdu řidiče by následovala *distribuce*. Mezitím by došlo k vytvoření souboru pro zákazníka, jehož součástí by byl elektronicky podepsaný kód, data k potisku

sekundárního obalu a příbalový leták. Zabezpečený soubor by pak byl odeslán zákazníkovi společně s fakturou k zaplacení produktu.

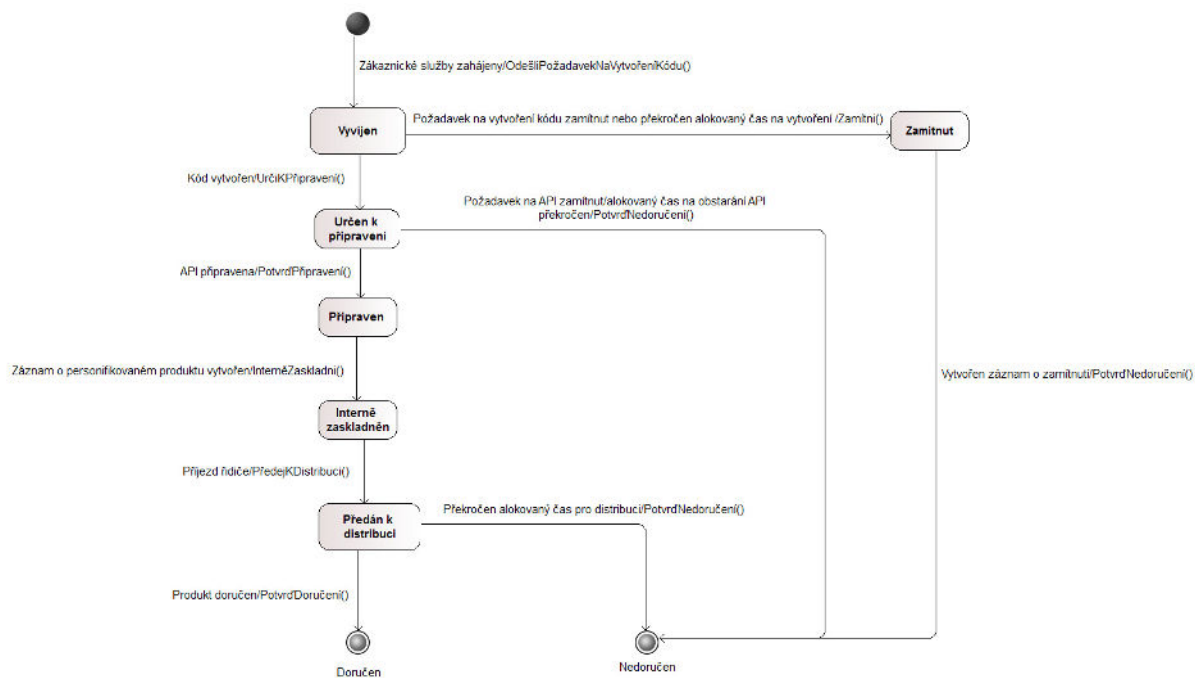
Po doručení, zaplacení produktu a ukončení zákaznických služeb by byla objednávka uzavřena a archivována. Naopak v případě nedoručení a/nebo nezaplacení by po ukončení zákaznických služeb (do kterých mimo jiné spadá i vyřízení případné reklamace) následovalo zrušení objednávky.

BPMN diagram na úrovni procesních kroků ilustruje obrázek 37. BPMN diagram na úrovni aktivit je součástí přílohy L.



Obrázek 37: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018)

V souladu s výše uvedeným, produktem je při tomto řešení míněn unikátní kód a potřebné množství aktivní látky. Následující obrázek 38 ilustruje diagram životního cyklu objektu „Produkt“, v němž se kritickým momentem jeví stav „vyvíjen“. V této fázi dochází k vytvoření kódu personifikovaného léku. Pokud by z nějakého důvodu k vytvoření kódu nemohlo dojít, produkt by byl zamítnut, což by logicky znamenalo jeho nedoručení.



Obrázek 38: Diagram životního cyklu objektu „Produkt“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018)

3 Dopady zavedení nové technologie do procesů podniku v závislosti na postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci

Ovlivnění jednotlivých podnikových procesů po zavedení 3D tisku velmi záleží na umístění tiskárny v logistickém řetězci. Podnik by mohl 3D tisk využívat jen jako novou technologii centralizované výroby, či by mohlo docházet k decentralizované výrobě u zákazníka. Tato kapitola odpovídá na HVO, přičemž shrnuje dopady zmiňovaných variant na procesy podniku, varianty mezi sebou porovnává a diskutuje jejich případnou realizaci.

Zde je vhodné připomenout, že z důvodu absence reálných dat se nejedná o praxí ověřené závěry. Dopady implementace vychází z vytvořených modelů, vykonaných rozhovorů se zainteresovanými lidmi a rešerší nejnovějších dostupných zdrojů.

3.1 Logistický řetězec po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku

Implementace 3D tisku do výrobních procesů podniku by znamenala především zjednodušení (resp. samotné umožnění) výroby personalizovaných léků. Přestože k výrobě unikátních produktů dochází ve velmi ojedinělých případech již nyní, výroba představuje velice nákladnou, zdlouhavou a složitou záležitost zahrnující mnoho aktivit, technických prostředků a zainteresovaných subjektů. Cena se tak může vyšplhat skutečně vysoko. Pokud by byly varianty standardní výroby a výroby s užitím 3D tisku ve výrobním závodě posuzovány z hlediska zjednodušení logistického řetězce jako celku, lze z globálních procesních map spatřit jen nepatrné rozdíly. Na základě vytvořených BPMN modelů však lze spatřit v jednotlivých procesech změny výraznější.

Při standardním postupu výroby léků dochází k produkci na základě predikcí. Po zavedení 3D tisku by byl na první místo v řetězci zařazen zákazník se svou objednávkou, jenž by samotnou výrobu a následné dodání inicioval. Tato skutečnost by zvýšila efektivitu řetězce, ve kterém by zůstalo *skladování* pouze na vstupní straně řetězce (skladování externího materiálu). Nezanedbatelný rozdíl po implementaci této alternativy lze tak spatřit v redukci outsourcovaných skladů a zásob hotových produktů a s tím spojených odpisů prošlých léků.

Dále by vznikl nový podpůrný proces *vytváření kódu* personalizovaného produktu, jenž by spadal pod R&D. Ačkoli se práce tomuto druhému hlavnímu procesu nevěnuje, jeho zmínění je zde na místě, neboť by se změna dotýkala i procesu *poskytování produktů*. Zatímco při klasické metodě jsou oba hlavní procesy téměř autonomní bez společných vazeb, po implementaci 3D tisku by bylo zapotřebí jejich neustálé kooperace. SW inženýři by byli schopni namodelovat jakýkoli lék, nicméně by bylo zapotřebí profesionální asistence zaměstnanců R&D k posouzení kontradikcí a bezpečného množství jednotlivých API v léku.

Nejsignifikantnější změnu by ovšem zaznamenal podpůrný proces *výroba*. Počet jednotlivých činností by se značně zredukoval a náklady podniku by se snížily. Ačkoli jsou diagramy na úrovni

procesních kroků hromadné výroby a výroby s 3D tiskem u výrobce téměř totožné, po implementaci zmiňované technologie by byly v životním cyklu objektu „Produkt“ zredukovány tři významné stavy, a sice „zgranulován“, „namíchán“ a „zkompresován“. Pro dosažení každého tohoto stavu je při standardní formě výroby zapotřebí speciální (často velmi nákladné) techniky. Na druhou stranu by se zavedením 3D tisku znatelně prodloužila doba výroby, čímž by byla ovlivněna doba dodání produktu k zákazníkovi. Nelze ovšem zapomenout, že je zde hovořeno o možnosti výroby personifikovaných produktů, které pro zákazníka představují přidanou hodnotu a jejichž realizace je při současném modelu výroby téměř nemožná.

Výhodu 3D tisku lze taktéž spatřit v možném vytištění unikátní značky či kódu přímo na produkt, čímž by mohla být zjednodušena verifikace produktu. Bylo by však zapotřebí zajistit zabezpečený přístup k tiskárnám, k nimž by měl zřejmě přístup jen člověk s tiskařskou licenci¹⁸. Dále by bylo nezbytné zabezpečit a monitorovat přenos dat, o což by se staral, ač detailněji nezmiňovaný, nicméně velmi potřebný, podpůrný proces IT. Několikrát opakovaná kontrola produktu v celém logistickém řetězci by zůstala stejná. Jediná změna by se odehrála v procesu výroby, kde by ke kontrole již nedocházelo v průběhu výroby, ale až po kompletním vytištění tablety.

V procesu *balení* by se změna týkala potištní sekundárního obalu, které by probíhalo interně. Na jednu stranu by došlo k ušetření financí za outsourcingu této služby, na stranu druhou by bylo zapotřebí investovat do tiskařských strojů a zaměstnanců, kteří by je obsluhovali. Z pohledu procesu balení se tedy 3D tisk příliš výhodným řešením nejeví. Současně by se ztížila i organizace distribuce, neboť by bylo nutné rozlišovat produkty pro konkrétní koncové zákazníky (pacienty) na rozdíl od zajišťování „pouze“ přesného množství určitého typu léku (přímému) zákazníkovi.

3D tisk není levnou záležitostí a v současné době představuje dražší řešení než výroba hromadná (především kvůli omezenému výběru tisknutelných materiálů). Stálo by však za provedení studie, jaká je přesná výše nákladů na výrobu léku včetně nákladů na následnou léčbu, jež je často z důvodu užívání nevhodného léku (či nevhodného množství API) nezbytná. Porovnání této souhrnné částky s cenou výroby personifikovaného produktu by mohlo přinést zajímavé závěry.

3.2 Logistický řetězec po implementaci 3D tisku u zákazníka

V případě zavedení 3D tisku u zákazníka by došlo k výraznému zredukování podnikových procesů, a tím k celkovému zeštíhlení podniku. Modely v podkapitole 2.4 ukazují, že by se podstata podnikání a i prodáváný produkt zcela změnily. Jak ilustruje globální mapa, vymizely by procesy *obstarávání externího materiálu*, *výroba*, *balení* a *skladování*. Podnik by se soustředil především na *obstarávání aktivních látek*, jejich *distribuci* a *vytváření kódů* personifikovaných produktů. Zmiňovaný produkt by se již neskládal z vyrobeného léku, primárního, sekundárního, terciárního obalu a příbalového letáku. Vzhledem k mnoha právním a regulačním nejasnostem ohledně kombinování jednotlivých aktivních

¹⁸ Jejich obstarání by mimochodem přibylo do činností podnikových procesů.

látek přímo u zákazníka je ve vytvořených modelech produktem míněn digitální kód léku a k němu příslušné množství API připravené výrobcem.

Zredukování „dotyků“ na produkt v logistickém řetězci očividně ilustroval diagram životního cyklu. Tato skutečnost by snížila počet potenciálních závad produktu při jeho cestě logistickým řetězcem, což by bylo spojeno s výrazným snížením počtu jednotlivých kontrolních řízení, k nimž nyní dochází hned několikrát napříč celým logistickým řetězcem.

Jelikož by obstarávání neaktivních látek a/nebo materiálu k balení přešlo na zákazníka, ceny materiálu (a tím i ceny finálních produktů) by se mohly z důvodu lokálního řešení snížit, což je v současné chvíli ovšem pouhá spekulace. Tento model představuje výrobu naprosto personifikovaného produktu v čase (a částečně i místě) potřeby s minimálními náklady (podniku) a přívětivější ekologickou stopou než model standardní. Kombinuje centralizovanou výrobu na „sklad“ (API) s decentralizovanou výrobou na zakázku (finální produkt). Toto postavení 3D tiskárny by tedy znamenalo především snížení nákladů podniku a vyšší míru flexibility celého logistického řetězce podniku. Na druhou stranu je zde velice důležité brát v úvahu veškeré překážky a stinné stránky implementace, jež jsou diskutovány v následující podkapitole.

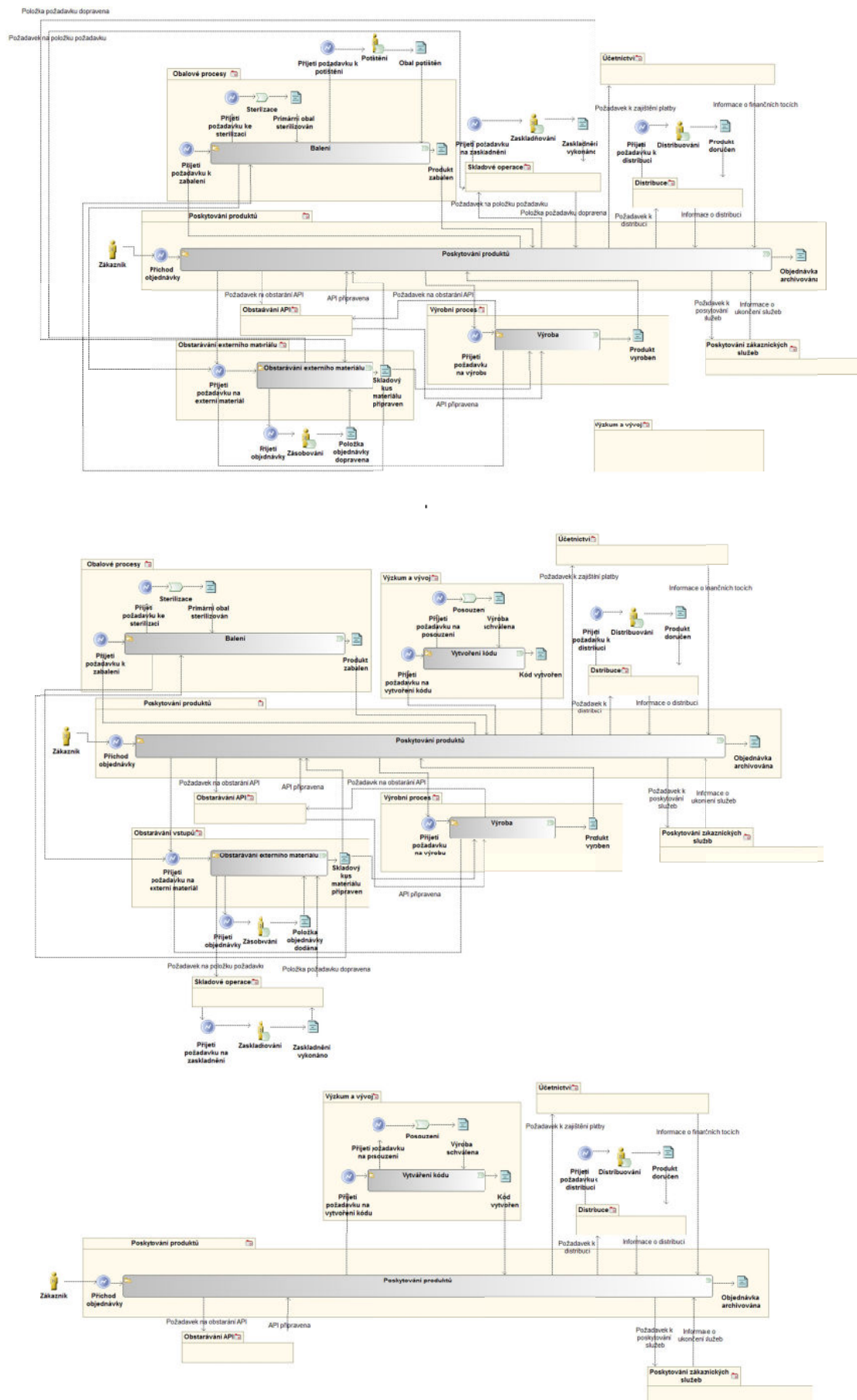
3.3 Srovnání variant, diskuze

3D tisk je ukázkovým příkladem radikálního reengineeringu, neboť by jeho zavedení do procesů podniku ovlivnilo nejen samotný podnik, ale také dodavatele (byl by poptáván jiný druh externího materiálu), přímé zákazníky, i konečné pacienty. Zde je vhodné připomenout stěžejní definici Hammera a Champyho (1995, s. 38), a sice že BPR znamená „zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci (redesign) podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jakými jsou náklady, kvalita, služby a rychlost“. Definicí zmiňované **zásadní přehodnocení** a **radikální rekonstrukci** podnikových procesů dokládá tabulka 10, která uvádí změnu procesů v závislosti na postavení 3D tiskárny v logistickém řetězci. Očividnou změnu pak jen potvrzuje obrázek 39, na kterém jsou pro lepší vizualizaci zobrazeny globální procesní mapy všech uvažovaných variant výroby.

Tabulka 10: Srovnání existence procesů spjatých s implementací 3D tisku v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci (Autorka, 2018)

Procesy	Standardní forma výroby	3D tisk u výrobce	3D tisk u zákazníka
Poskytování produktů	✓	✓	✓
Obstarávání externího materiálu	✓	✓	×
Zásobování	✓	✓	×
Skladování na vstupní části log. řetězce	✓	✓	×
Skladování na výstupní části log. řetězce	✓	×	×
Balení	✓	✓	×
Sterilizace primárních obalů	✓	✓	×

Procesy	Standardní forma výroby	3D tisk u výrobce	3D tisk u zákazníka
Potiskování sekundárních obalů	✓	×	×
Výroba	✓	✓	×
Vytváření kódu	×	✓	✓
Posouzení kódu	×	✓	✓
Distribuce	✓	✓	✓
Samostatné funkční celky			
Obstarávání API	✓	✓	✓
Účetnictví	✓	✓	✓
Poskytování zákaznických služeb	✓	✓	✓



Obrázek 39: Srovnání globálních procesních map v pořadí: standardní forma výroby, 3D tisk u výrobce, 3D tisk u zákazníka (Autorka, 2018)

Podle teorie se BPR nejprve zaměřuje na „co“ se má dělat a až poté na „jak“ se to má dělat, což je v případě 3D tisku léků jednoznačně splněno. Cíl implementace se zdá být jasný, cesta k němu však již méně. Se zavedením 3D tiskárny by došlo k více či méně radikální úpravě procesů v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci. V případě 3D tisku u zákazníka by se koncept podnikání a i samotný obchodovatelný produkt zcela změnily. Místo finálního produktu by byly prodávány pouze aktivní látky a digitální kód.

Nejdůležitějším *dramaticky* ovlivněným měřítkem výkonnosti by se stala *služba*. Z hromadné produkce tzv. „jednoho léku pro všechny“ by se stala výroba naprosto personifikovaného produktu, což by představovalo zvýšení léčebného účinku a naopak snížení účinků nechtěných. Konečnému zákazníkovi (pacientovi) by byl poskytnut lék, jenž by mu byl přizpůsoben nejen z hlediska lékařských, ale také tvarových, vizuálních či chuťových potřeb a přání.

Zvažovaná technologie 3D tisku by byla dále spjata s *dramatickým* snížením *nákladů* podniku. Jelikož by nedocházelo ke skladování finálních výrobků, ušetřilo by se za skladové prostory, stejně jako za náklady z držení zásob či odpisů prošlých léků. 3D tisk by byl spjat s výrobou na základě požadavku, tudíž by i v případě zavedení tiskárny u výrobce bylo ušetřeno na zásobách externího materiálu. Nezanedbatelnou část nákladů v současné době tvoří technika a mzdy zaměstnanců. Jak bylo možno vidět z detailních procesních diagramů na úrovni aktivit, po implementaci 3D tisku do výroby by se v porovnání se současnou hromadnou výrobou snížil počet činností vykonávaných zaměstnanci ve výrobě. Aktivity vykonávané zaměstnanci v procesu balení by se zavedením 3D tiskáren u výrobce zvýšily o zajišťování potíštění sekundárních obalů, nicméně stále by bylo potřeba na tuto činnost méně zaměstnanců než v případě standardního zajištění výroby. Náklady na techniku a mzdy zaměstnanců by se tak se zavedením uvažované technologie taktéž snížily. V případě posunutí výroby a balení k zákazníkovi až mnohonásobně.

Ze stavových diagramů v předešlých kapitolách je patrné, že by se implementací technologie 3D tisku výrazně snížil počet „dotyků“ na produkt (především po implementaci tiskárny u zákazníka). Tím by v řetězci došlo k efektivnějšímu a jednoduššímu koordinování činností a řetězec by byl flexibilnější z hlediska vyrábění většího portfolia produktů a rychlejší reakce na změny okolí.

Na druhou stranu zde vyvstává otázka, zda se technologie 3D tisku jeví při dnešních možnostech vhodným řešením pro výrobu léků. Jak bylo uvedeno v teoretické části práce, zavedení této technologie není z právního ani regulačního hlediska ve farmaceutickém odvětví jednoduchou záležitostí. Při zpracování této práce však vyvstaly na povrch i některé otázky ohledně výkonových ukazatelů samotného logistického řetězce podniku.

Zprvce by se snížila spolehlivost výroby. Jelikož by se jednalo o personifikovaný lék, který by obsahoval jiné než standardní množství aktivní látky (a/nebo kombinaci více API), bylo by zde větší nebezpečí nemožnosti vyrobení. Posouzení bezpečnosti vyrobeného léku by muselo probíhat na

profesionální úrovni a muselo by být vždy odsouhlaseno pověřenou osobou z FDA/EMA. Agilita řetězce by byla ovlivněna **delší dobou výroby**, paradoxně i v případě, že by se výroba přesunula k zákazníkovi. Jelikož by byl každý produkt řešen na individuální úrovni a každá objednávka by byla spojena s tvorbou unikátního kódu, lze usuzovat, že by se celkový čas dodání produktu v porovnání s hromadnou výrobou prodloužil.

Další oblastí s nejistým zlepšením po zavedení 3D tisku se jeví **kvalita** produktu. V současné době dochází po vývoji a testování nového léku k jeho schválení FDA/EMA. Při naplňování daných standardů výroby, které jsou velmi striktně hlídány, tak lze předpokládat jistou úroveň kvality. Pokud by mělo docházet ke kontrole každého léku tak, jak je kontrolován nynější nový produkt, doba dodání by se zaručeně značně prodloužila. Na druhou stranu, pokud by k takovéto komplexní kontrole a testování nedocházelo a schválení by proběhlo jen na základě odsouhlasení oné pověřené osoby z FDA, kvalita produktu by mohla být ohrožena (a tím i zdraví pacienta).

Ožehavým tématem je samotná spokojenost zákazníka. Jelikož je v této práci na problematiku nahlíženo z pohledu výrobního podniku, je zde zákazníkem míněn speciální „obchod“, nemocnice nebo lékárna. Konečný zákazník (pacient) může spatřit v 3D tisku výhodu (přidanou hodnotu) v personifikaci produktu, na základě které takovéto léky může začít vyžadovat. Ve výsledku však neřeší, zda byl lék vytištěn u výrobce či přímo v lékárně nebo nemocnici. Kritérii jeho spokojenosti se jeví nákup naprosto personifikovaného produktu při co nejkratší době a místu dodání a pokud možno při nejnižších nákladech. Spokojenost (přímého) zákazníka je pak ovlivněna samotným postavením 3D tiskárny v logistickém řetězci.

Pokud by se 3D tiskárna nacházela ve výrobním závodě podniku, přenos kódu tištěného produktu by probíhal v rámci intranetu společnosti, tudíž by hrozilo menší riziko kybernetického útoku či úmyslného padělání léků. S tím souvisí i větší ochrana „know-how“ výroby daného léku, které by nebylo vystaveno externím činitelům. Kromě uvedeného se tato varianta jeví schůdnějším řešením i z hlediska přísných regulací FDA nebo EMA. Kontroly dodržování výrobních předpisů a/nebo finálních produktů by probíhaly přímo ve výrobních závodech společnosti. Z pohledu podniku se však výhodnějším řešením z hlediska zlepšení výkonových metrik logistického řetězce jeví implementace 3D tisku u zákazníka. Řetězec by se výrazně zkrátil, stal by se efektivnějším, flexibilnějším, transparentnějším a agilnějším. Náklady by se dramaticky snížily a kvalita produktů zvýšila, neboť by na straně podniku nebylo nebezpečí nevyrobení z důvodu potenciálních technických závad tiskáren.

Na druhou stranu by tato varianta znamenala mnoho právních a regulačních omezení, především však dodatečné (ne zrovna marginální) investice pro (přímého) zákazníka. Zaprvé by musel obstarat samotné tiskárny a zajistit dodavatele externího materiálu. Ačkoli by zde pravděpodobně nebyl problém se skladováním (výroba by byla uskutečňována na základě poptávky a produkty ihned distribuovány), zákazník by musel obstarat balení vytištěných produktů. Dále, jak již bylo nejdříve zmíněno, by samotnou výrobu mohla vykonávat pouze osoba s tiskařskou licenci a musela by být

zajištěna kontrola pověřenou osobou FDA/EMA. Navíc je nutné si uvědomit, že aktivní látka produktu (či jejich kombinace) by při současných možnostech byla vždy vyráběna a dodávána výrobcem, tudíž toto řešení nenaplnuje důležitý potenciál 3D tisku, který spočívá ve zrychlení doby dodání. Vždy by byla zaslána objednávka výrobcí léků (resp. výrobcí kódů a poskytovateli aktivních látek) a čekalo by se na vytvoření kódu a obdržení API. Jediná výhoda této alternativy se jeví v levnějších cenách neaktivních látek, které by byly obstarávány na lokální úrovni. Skutečnost, že do tiskárny nelze užít jakýkoli materiál a je zapotřebí využít služby konkrétních dodavatelů, jejichž ceny jsou v dnešní době opravdu vysoké, však nelze přehlížet. Z uvedeného lze soudit, že tato varianta by byla zákazníky pravděpodobně odmítána.

Trochu odlišnou situaci naznačují výzkumy zabývající se kombinací aktivních látek až u (přímého) zákazníka (viz výzkum Dr. Lee Cronina a jeho „chemputer“). Ačkoli tato varianta nebyla v procesních modelech zahrnuta, je zde vhodné ji zmínit. V takovémto případě by se totiž mohl „obchod“, nemocnice či lékárna předzásobit jednotlivými aktivními látkami, k jejichž míchání a parametrizování digitálního kódu by docházelo až v čase potřeby. Zmiňované řešení by tak znamenalo dramatické snížení doby dodání, stejně jako možnost přizpůsobit lék nejaktuálnějšímu stavu pacienta. Ačkoli by byla cena produktu pravděpodobně stále vyšší než v případě hromadné produkce, (přímý) zákazník by mohl spatřovat konkurenceschopnost v poskytování opravdu nadstandardních služeb pro pacienty. Tímto by byly splněny všechny čtyři definicí vymezované klíčové charakteristiky reengineeringu, včetně zdokonalení zmiňovaných měřítek výkonnosti.

Kombinace API u zákazníka se však při nynějším nevyřešení právních otázek ohledně duševního vlastnictví nejeví výhodným řešením pro výrobce. Jelikož by pacient potřeboval stále stejnou „kostru kódu“, jež by byla v nemocnici či lékárně parametrizována až na základě aktuálního stavu pacienta, doposud není jasné, jak by se zaručil výtisk pouze objednaného množství léku. Je zde nebezpečí, že by si (přímý) zákazník jednou koupil kód specifického produktu a pak by jen dokupoval API na základě potřeby. Výrobní podnik by tak mohl začít tratit. Zde by se nabízelo řešení v omezené platnosti kódu na určitý počet výtisků, což je ovšem pouhé teoretické řešení. V neposlední řadě by byl tento model výroby spjat s vyšším rizikem kybernetického útoku, jež by mohl způsobit nepředstavitelné komplikace.

Shrnutí:

Hlavní potenciál 3D tisku léků malých molekul představuje výroba naprosto personifikovaných produktů. Jeden lék pro všechny by byl nahrazen unikátním lékem pro konkrétního pacienta, jenž by mu byl přizpůsoben složením, tvarem či např. chutí. Využívání této technologie by ovšem znamenalo zpomalení doby výroby, nemožnost garantovat vyrobení žádaného produktu, složitější kontrolu kvality či např. větší riziko kybernetických útoků.

Pokud by byly jednotlivé varianty umístění 3D tiskárny posuzovány z pohledu zjednodušení logistického řetězce podniku, poté by se vhodnějším řešením jevílo přenechání výroby na zákazníkovi

s tím, že by si výrobce ponechal výrobu unikátní API léku. Pokud by byly jednotlivé varianty posuzovány z pohledu (přímého) zákazníka, poté by se nabízelo zavést 3D tiskárnu k zákazníkovi pouze za předpokladu možnosti kombinovat aktivní láky u zákazníka. Z pohledu koncového zákazníka (pacienta) se zmiňované varianty od sebe nijak neodlišují do té doby, dokud (stejně jako v předešlém případě) nebude k dispozici možnost kombinovat aktivní látky blíže zákazníkovi. Tím by se razantně zkrátila doba dodání a přidaná hodnota pro pacienta by ještě více vzrostla.

Obě zmiňované varianty umístění tiskárny v logistickém řetězci jsou dosti protichůdné a vybrání vhodné varianty bude záležet především na legislativní úpravě, regulačních omezeních, dostupnosti vstupních materiálů do tiskáren a možnostech (přímého) zákazníka. K tomu, aby byla umožněna hromadná výroba personifikovaných produktů, bude zapotřebí rychlejších a propracovanějších tiskáren, stejně jako zlevnění a diverzifikování tisknutelných materiálů. Nicméně s ohledem na možnost vyrábět personifikované léky, a tím zlepšit kvalitu lékařské péče, se lze domnívat, že se využíváním této technologie bude zabývat stále více výzkumných týmů, čímž se vývoj ještě více zrychlí. Implementace 3D tisku do procesů podniku (včetně vyřešení překážek nastíněných v této práci) je tak možná blíže, než si lze nyní představit. Není vyloučeno, že speciální (přímý) zákazník podstoupí risk a zainvestuje do 3D tiskáren co nejdříve. Tento krok by se totiž mohl zdát vhodným našlápnutím k rychlejšímu zavedení a zautomatizování užívání zmiňované technologie v době, kdy bude možné kombinovat různé API kdekoli a kdykoli nezávisle na výrobcí.

4 Vliv modelování na zkoumanou problematiku

Vytvořené modely předně potvrdily principy reengineeringu uvedené v teoretické části práce. Detailní procesní diagramy na úrovni aktivit doložily spojení několika činností do jedné (např. v procesu *výroba*) a poukázaly na redukci počtu osob potřebných k vykonávání takovýchto činností. V případě zavedení 3D tisku u zákazníka by došlo k procesnímu překročení hranic organizace, stejně jako ke kombinaci centralizace (*výroba API*) a decentralizace (*výroba finálního produktu*) procesů. Pravomoci by byly v logistickém řetězci posunuty blíže k zákazníkovi a došlo by k přerozdělení zodpovědností. Zavedením 3D tisku by podnik udržoval své klíčové procesy na minimu, přičemž by všechny směřovaly k externímu zákazníkovi.

Logistické řetězce farmaceutických společností často představují provázanou síť velkého množství procesů, jimiž proudí hmotné i nehmotné toky. Jelikož by netransparentnost řetězce mohla způsobit prodloužení doby dodání, speciálně ve farmaceutickém prostředí hraje popis a pochopení procesů, včetně jejich vzájemných vztahů, velkou roli. Vizuální dokumentace tak představuje prostředek pro efektivnější komunikaci mezi různými subjekty, kteří by se implementací 3D tisku do procesů podniku zabývali. Na základě správně vytvořených modelů by mohlo dojít k eliminaci případných nedorozumění či zjednodušení pochopení zkoumané problematiky.

V současné době není technologie 3D tisku k výrobě léků využívána (kromě léku SPRITAM®). Modelování v této práci umožnilo nastínit jaké procesy a jakým způsobem by byly implementací ovlivněny v závislosti na umístění 3D tiskárny v logistickém řetězci. Díky uvedeným diagramům lze lépe spatřit stinná místa, na která je nutno se při implementaci technologie zaměřit (příkladem zde může být zajištění insourcingu potišť sekundárních obalů v případě zavedení 3D tisku do výroby).

Bez důkladného popisu a pochopení procesů by mohla implementace technologie znamenat nemalé komplikace. Uvedené diagramy by mohly pomoci takovýmto situacím předejít, přičemž je důležité poznamenat, že se jednotlivé diagramy soustředí na podstatné procesy, objekty a jejich vztahy a abstrahují od těch (pro danou problematiku) nepotřebných. Je zde evidentní jisté zjednodušení reality napomáhající lepší orientaci a pochopení základních souvislostí v logistickém řetězci. Modely jsou vždy ovlivněny představivostí a subjektivním vnímáním reality ze strany autora, což se potvrdilo i v této práci. Uvedené diagramy by tak neměly být brány jako základní stavební kámen pro vytváření strategií a detailních plánů. Naopak mají spíše představovat vodítko, kterým směrem by se měly ubírat myšlenky manažerů a na co se při implementaci zaměřit jako první. Slouží tedy jako podklad pro kladení správných otázek, neboť jak řekl Turkey (Pelánek, 2017), *„je daleko lepší mít přibližnou odpověď na správnou otázku, než přesnou odpověď na špatnou otázku“*.

V neposlední řadě je důležité poznamenat, že ačkoli se modelování jeví jako vhodný prostředek pro vizualizaci, pochopení a zjednodušení zkoumané oblasti, vždy je zapotřebí k němu doplnit komentář. Pokud by byly v práci uvedeny pouze diagramy, mohlo by se zdát, že umístění

tiskárny u zákazníka se jeví výhodným řešením pro všechny zainteresované subjekty. Především kapitola s diskuzí však dokazuje, že rozhodování o umístění tiskárny je daleko složitější a je zapotřebí brát v úvahu i aspekty, jež v modelech nefigurují.

Závěr

Práce byla zaměřena na dopady implementace nové technologie do procesů podniku. První kapitola představovala teoretický rámec, ve kterém bylo nejprve vysvětleno procesní řízení a modelování. Jelikož se práce zabývala reengineeringem, tento pojem byl zde objasněn a byly uvedeny jeho principy a metodiky. Dále byla popsána metodika modelování podnikových procesů MMABP, z níž bylo vycházeno v praktické části práce. Kapitola se poté věnovala logistickým řetězcům, jejich řízení a technologii 3D tisku v kontextu farmaceutického odvětví. Tímto byl naplněn první dílčí cíl, a sice vymezení teoretického rámce dané problematiky.

Druhá kapitola analyzovala dopady zavedení nové technologie do procesů podniku v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci, čímž zjišťovala odpověď na hlavní výzkumnou otázku: „Jaké dopady by byly spojeny se zavedením nové technologie do procesů podniku?“. Nejprve byly vytvořeny a důkladně popsány modely současného modelu výroby léků konkrétní farmaceutické společnosti, čímž byl naplněn druhý dílčí cíl práce. Následně byly modely podnikových procesů přetvořeny nejprve po zavedení 3D tisku do výrobních procesů podniku a poté u zákazníka. Třetí a čtvrtý dílčí cíle práce tak byly taktéž naplněny.

Třetí kapitola uvedla dopady zmiňovaných alternativ implementace 3D tisku, porovnávala je mezi sebou a diskutovala jejich případnou realizaci. Tím byl naplněn poslední dílčí cíl práce a byla zodpovězena hlavní výzkumná otázka, a tudíž splněn hlavní cíl práce. Z analýzy problematiky je zřejmé, že zavedení 3D tisku do výroby léků by představovalo především přidanou hodnotu pro koncového zákazníka (pacienta). Možnost výroby zcela personifikovaných léků by s sebou přinesla zkvalitnění lékařské péče, neboť by docházelo k výrobě léků na základě individuálních potřeb a ne na principu „jeden lék pro všechny“. S tím by byl spojen úbytek potenciálních nechtěných vedlejších účinků, jež jsou v současné době léčeny opět dalšími léky.

Dnešní výrobní model je sice rychlejší a levnější varianta garantující dodání objednaného (nepersonifikovaného) léku, nicméně zahrnuje neefektivní skladování vyrobených produktů, které teprve čekají na své objednání. Podnik tak vynakládá nemalé finanční prostředky na provozování skladů, stejně jako na odpisy prošlých léků. Pokud by byl 3D tisk implementován do výrobních procesů podniku, došlo by k redukci tohoto skladování a ke snížení nákladů s ním spojených. Na druhou stranu 3D tisk není levnou záležitostí a v současné době představuje dražší řešení než výroba hromadná (především kvůli omezenému výběru tisknutelných materiálů a skutečnosti, že dodavatelé uzavírají s výrobci tiskáren dohody a vytváří spojenecké aliance). Největší změna by nastala ve výrobním procesu, který by se dramaticky změnil a k jeho vykonání by byl zapotřebí nižší počet zaměstnanců a odlišných výrobních strojů než nyní. Taktéž proces balení by prošel obměnou, neboť k potištění sekundárních obalů by z důvodu unikátnosti docházelo v rámci podnikových procesů. Dále by došlo k vytvoření nového procesu, a sice k vytváření kódů personifikovaných produktů, který by spadl pod R&D a úzce spolupracoval s hlavním procesem poskytování produktů.

S 3D tiskem u zákazníka by došlo k celkovému zeštíhlení podniku, přičemž logistický řetězec by byl významně přetransformován. Nechoázelo by ke skladování vyrobených produktů, k obstarávání externího materiálu, výrobě a ani k balení. Předně by se zjednodušilo plánování a logistický řetězec by se tak stal efektivnějším, transparentnějším, flexibilnějším a především méně nákladným než v ostatních zmiňovaných variantách výroby. Podnik by se soustředil především na obstarávání aktivních látek, jejich distribuci a vytváření kódů personifikovaných produktů. Nad touto alternativou umístění 3D tiskárny však visí v současné době mnoho nevyřešených otázek (především právní a regulační omezení), které by mohly celý proces implementace významně zbrzdit. V úvahu se taktéž musí brát spokojenost (přímého) zákazníka, který by implementaci 3D tiskárny na své straně pravděpodobně upřednostňoval pouze v případě možnosti míchání aktivních látek přímo u něj.

Nejpravděpodobnější scénář se tak v nejbližší době jeví v implementaci 3D tiskárny do výrobních procesů podniku, při které by významnou změnou prošly procesy výroba a skladování. Ostatní procesy by zůstaly velmi podobné či totožné. Při této variantě by byla snáze zajištěna kontrola výroby a ochrana proti kybernetickým útokům. Zda bude v delším časovém horizontu docházet k centralizované výrobě API u výrobce a decentralizované výrobě finálního produktu u (přímého) zákazníka nebo rovnou k decentralizované výrobě u zákazníka, bude však záležet na rychlosti vyřešení zmiňovaných bariér implementace a ochoty (přímého) zákazníka do nové technologie investovat čas, úsilí a především nemalé finanční prostředky.

V neposlední řadě byl v práci zmíněn vliv modelování na zkoumanou problematiku. Jelikož vytvořené modely dopomohly k vizualizaci zmiňovaných alternativ výroby léků, mohly by v budoucnu posloužit ke komunikaci mezi různými subjekty, které by se implementací 3D tisku do procesů podniku zabývaly.

Možná rozšíření práce

V této práci nebyla věnována dostatečná pozornost procesu obstarávání aktivních látek. Rozšířením práce by tak mohlo být jeho zanalyzování a případná optimalizace. Dále vzhledem k absenci reálných dat nebylo možné přesně vyhodnotit změnu výkonových ukazatelů procesů. Dalším rozšířením se tak jeví přesné vyhodnocení ukazatelů po skutečné implementaci technologie do procesů podniku nebo v souvislosti s lékem SPRITAM®. Jelikož tato práce může být vnímána jako mezioborová, jejíž závěry zasahují do více oblastí, zajímavým rozšířením se taktéž jeví řešení a vyhodnocení právních a regulačních omezení implementace zmiňované technologie v závislosti na postavení tiskárny v logistickém řetězci. V neposlední řadě by se námětem rozšíření mohl stát průzkum vlivu zavedení 3D tisku na pracovní pozice v podniku.

Zdroje

- [1] ALOMARI, M., MOHAMED, F. H., BASIT, A. W., GAISFORD, S., 2015. *Personalised dosing: Printing a dose of one's own medicine*. International Journal of Pharmaceutics. 494(2), 568-577. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2014.12.006. ISSN 03785173.
- [2] BASL, J., BLAŽÍČEK, R., 2008. *Podnikové informační systémy*, 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 288 s. ISBN 978-80-247-2279-5.
- [3] BENDERS, J., van VEEN, K., 2001. *What's in a fashion? Interpretative viability and management fashions*. Organization, 8(1), 33-53. DOI: 10.1177/135050840181003.
- [4] BENNIS, W., MISCHE, M., 1997. *The 21st century organization: reinventing through reengineering*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers. ISBN 0787909394.
- [5] BENOTMANE, Z., BELALEM, G., NEKI, A., 2017. *A Cloud Computing Model for Optimization of Transport Logistics Process*. Transport and Telecommunication Journal [online]. 18(3), - [cit. 2017-10-29]. DOI: 10.1515/ttj-2017-0017. ISSN 1407-6179. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/ttj.2017.18.issue-3/ttj-2017-0017/ttj-2017-0017.xml>.
- [6] BERESKIE, T. M., RODRIGUEZ, J., SADIQ, R., 2017. *Drinking Water Management and Governance in Canada: An Innovative Plan-Do-Check-Act (PDCA) Framework for a Safe Drinking Water Supply*. Environmental Management [online]. [cit. 2018-03-01]. DOI 10.1007/s00267-017-0873-9. Dostupné z: <https://sci-hub.tw/10.1007/s00267-017-0873-9>.
- [7] BETTLEY, A., MAYLE, D., TANTOUSH, T., 2005. *Operations management: a strategic approach*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. ISBN 978-1-4129-1902-9.
- [8] BHASIN, V., BODLA, M. R., 2014. *Impact of 3D printing on global supply chains by 2020*. Engineering Systems Division. DOI: <http://hdl.handle.net/1721.1/92106>.
- [9] BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I., 2005. *The unified modeling language user guide*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley. ISBN 0321267974.
- [10] BOSQUÉ, C., 2015. *What are you printing? Ambivalent emancipation by 3D printing*. Rapid Prototyping Journal. 21 (5), 572-581, DOI: <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0128>.
- [11] CARDA, A., KUNSTOVÁ, R., 2003. *Workflow – Nástroj manažera pro řízení podnikových procesů*, 2. Vyd. Praha : Grada Publishing. 156 s. ISBN 80-247-0666-0.
- [12] CARDA, A., KUNSTOVÁ, R., 2003. *Workflow: nástroj manažera pro řízení podnikových procesů*. 2. rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Gradas. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-0666-0.
- [13] CEDER, G., PERSSON, K., 2013. *How Supercomputers Will Yield a Golden Age of Materials Science*. Scientific American [online] [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.scientificamerican.com/article/how-supercomputers-will-yield-a-golden-age-of-materials-science/>.

- [14] CEMPEL, W., A., 2010. *Logistic Process Reengineering: A Case Study* [online] [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: http://journals.bg.agh.edu.pl/TOTAL/2010/TLM_2010_01.pdf.
- [15] COTELEER, M., TROUTON, S., DOBNER, E., 2016. *3D opportunity and the digital thread: Additive manufacturing ties it all together*. Deloitte Insights [online]. [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/3d-opportunity/3d-printing-digital-thread-in-manufacturing.html?id=us:2em:3na:dup3060:awa:cons:031716>.
- [16] COX, S. C., THORNBY, J., A., GIBBONS, G., J., 2015. *3D printing of porous hydroxyapatite scaffolds intended for use in bone tissue engineering applications*. *Materials Science and Engineering C* 47, 237–247. DOI: 10.1016/j.msec.2014.11.024.
- [17] CROOM, S., ROMANO, P., GIANNAKIS, M., 2000. *Supply chain management: an analytical framework for critical literature review*. *European Journal of Purchasing & Supply Management* [online]. 6(1), 67-83 [cit. 2017-10-24]. DOI: 10.1016/S0969-7012(99)00030-1. ISSN 09697012. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701299000301>.
- [18] CUNHA-FILHO, M., ARAÚJO, M. J, GELFUSO, G. M., GRATIERI, T., 2017. *FDM 3D printing of modified drug-delivery systems using hot melt extrusion: a new approach for individualized therapy*. *Ther Deliv.* 8(11), 957-966. DOI: 10.4155/tde-2017-0067.
- [19] DAVENPORT, T. H., 1993. *Process innovation: reengineering work through information technology*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, x, 337 p. ISBN 08-758-4366-2.
- [20] DENZIN, N., 1989. *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. London : Prentice-Hall, 235 s., ISBN 0137743815.
- [21] DHOOMA, J., BAKER, P., 2012. “An Exploratory Framework for Energy Conservation in Existing Warehouses.” *International Journal of Logistics Research and Applications* 15 (1): 37–51.
- [22] DRAHOTSKÝ, I., ŘEZNÍČEK, B., 2003. *Logistika, procesy a jejich řízení: procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 334 s. ISBN 80-722-6521-0.
- [23] DUBEY, R., GUNASEKARAN, A., 2017. *Sustainable supply chain management: framework and further research directions*. *Journal of Cleaner Production* (142). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.117>.
- [24] ERNST&YOUNG, 2015. *Supply Chain Operations: Pharma Training Session*. Prague. Dostupné z: Interní školicí dokument.
- [25] ETZIONI, A., 1964. *Modern Organizations*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall. ISBN 9780135960493.
- [26] FICHTINGER, J., RIES, J. M., GROSSE, E. H., BAKER, P., 2015. “Assessing the Environmental Impact of Integrated Inventory and Warehouse Management.” *International Journal of Production Economics*, 170(Part C), 717–729.

- [27] GOOLE, J., AMIGHI, K., 2016. *3D printing in pharmaceuticals: A new tool for designing customized drug delivery systems*. International Journal of Pharmaceutics 499(1-2), 376-394. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2015.12.071. ISSN 03785173.
- [28] GOYANES, A., CHANG, H., SEDOUGH, D., a kol., 2015. *Fabrication of controlled-release budesonide tablets via desktop (FDM) 3D printing*. International Journal of Pharmaceutics. 496(2), 414-420. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2015.10.039. ISSN 03785173.
- [29] GOYANES, A., WANG, J., BUANZ, A. a kol, 2015. *3D Printing of Medicines: Engineering Novel Oral Devices with Unique Design and Drug Release Characteristics*. Molecular Pharmaceutics. 12(11), 4077-4084. DOI: 10.1021/acs.molpharmaceut.5b00510. ISSN 1543-8384.
- [30] GRASSEOVÁ, M., DUBEC, R., HORÁK, R., 2008. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. vyd. 1. Brno: Computer Press, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.
- [31] GRAVIER, M., 2016. *3D Printing: Customers Taking Charge of the Supply Chain*. Industry Week [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.industryweek.com/supply-chain/3d-printing-customers-taking-charge-supply-chain>
- [32] GROSS, B. C., ERKAL, J. L., LOCKWOOD, S. Y., 2014. *Evaluation of 3D Printing and Its Potential Impact on Biotechnology and the Chemical Sciences*. Analytical Chemistry. 86(7), 3240–3253. DOI: 10.1021/ac403397r.
- [33] HAMMER, M., CHAMPY, J., 1995. *Reengineering - radikální proměna firmy: manifest revoluce v podnikání*. 3. Vyd. Praha: Management Press. 212 s. ISBN 80-85603-73-X.
- [34] HEJDUK, J., 2017. *Použití MMABP pro návrh dashboardů* [online]. Praha [cit. 2018-01-24]. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/71851_pouziti_mmabp_pro_navrh_dashboardu. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická Praha.
- [35] HELEBRANT, P., 2015. *Modelování business procesů v investičním bankovníctví* [online]. Praha [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/53001_procesne_rizena_organizace. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická Praha.
- [36] HENDL, J., 2005. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. vyd. 1. Praha: Portál, 405 s. ISBN 80-7367-040-2.
- [37] HEWITT, J., 2013. *Oxford Performance Materials Now Able to 3D Print 75% New Skulls*. Orthopedic Surgery [online] [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.medgadget.com/2013/03/oxford-performance-materials-prints-75-new-skull-for-patient.html>.
- [38] HOWELL, B., 2018. *Lee Cronin Wins 2018 Inorganic Chemistry Lectureship*. ACS Publications [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://axial.acs.org/2018/03/15/inorganic-chemistry-lectureship/>.

- [39] HOY, M. B., 2013. *3D Printing: Making Things at the Library*. Medical Reference Services. 32(1), 93-9. DOI: 10.1080/02763869.2013.749139.
- [40] Interní zdroj, 2017. *Life of the pill* [online] [cit. 2017-12-7]. Dostupné z: Interní dokument.
- [41] JESTON, J., NELIS, J., 2006. *Business process management: practical guidelines to successful implementations*. Amsterdam: Elsevier. ISBN 0750669217.
- [42] JIMENEZ, L. E., 2016. *Implications of Additive Manufacturing on Pharmaceutical Logistics: On the road to Personalized Medicine* [online]. Delft, The Netherlands [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:4182e86b-c223-440a-b024-739dae6c34e8>. Master Thesis. Delft University of Technology.
- [43] JUURSAMA, J., 2015. *It's finally here: 3D-printed pills and technology in pharma* [online] [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <http://www.pharmafile.com/news/499162/it-s-finally-here-3d-printed-pills-and-technology-pharma>.
- [44] KANG, H. W., LEE, S. J., KO, I. K., a kol., 2016. *A 3D bioprinting system to produce human-scale tissue constructs with structural integrity*. Nature Biotechnology. 34, 312–319. DOI: 10.1038/nbt.3413.
- [45] KENNEDY, B. K., BERGER, S. L., BRUNET, A., a kol., 2014. *Geroscience: Linking aging to chronic disease*. Cell, 159(4), 709-713. DOI: 10.1016/j.cell.2014.10.039.
- [46] KHALED, S. A., BURLEY, J. C., ALEXANDER, M. R., ROBERTS, C. J., 2014. Desktop 3D printing of controlled release pharmaceutical bilayer tablets. *International Journal of Pharmaceutics*. 461(1–2), 105-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.11.021>.
- [47] KISLINGEROVÁ, E., 2010. *Manažerské finance*. 3. vyd. Praha: C. H. Beck. Beckova edice ekonomie. ISBN 8074001946.
- [48] KLIČKA, L., 2011. *Efektivita standardů procesního modelování* [online]. Praha [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/29853_standardy_modelovani_arizeni_podnikovych_procesu. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická.
- [49] KLIMEŠ, C., 2014. *Modelování podnikových procesů* [online]. Ostrava [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www1.osu.cz/~zacek/mopop/mopop.pdf>.
- [50] KRYŠPÍN, L., 2005. *Ekonomika procesně řízených organizací*. Praha: Oeconomica. 53 s. ISBN 8024509652.
- [51] KUBÍKOVÁ, R., 2016. *Procesní řízení ve vybraném MSP* [online]. České Budějovice [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://theses.cz/id/amfch9/DP-_Romana_Kubkov_2016__EP.pdf.
- [52] KURZROCK, R., STEWART, D., J., 2016. *Click chemistry, 3D-printing, and omics: the future of drug development*. Oncotarget. 7(3), 2155-8. DOI: 10.18632/oncotarget.6787.
- [53] KYOBULA, M., ADEDEJI, A., ALEXANDER, M. R., a kol., 2017. *3D inkjet printing of tablets exploiting bespoke complex geometries for controlled and tuneable drug release*.

- Journal of Controlled Release. 261, 207-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.06.025>.
- [54] LAMBERT, D. M., 2008. *Supply chain management: processes, partnerships, performance*. Sarasota, Fla.: Supply Chain Management Institute. ISBN 978-0-9759949-3-1.
- [55] LAMBERT, D., COOPER, M., 2000. *Issues in Supply chain Management*. Industrial Marketing Management. Vol. 29 (issue 1). Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/46956763/Issues-in-Supply-Chain-Mangement-Lambert-and-Cooper-2000->.
- [56] LIVINGSTONE, J. R., 2017. *Securing the Pharma Supply Chain: Current Challenges and Key Steps* [online]. [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <http://www.pharmexec.com/securing-pharma-supply-chain-current-challenges-and-key-steps>.
- [57] LOPEZ, E., 2017. *Why Merck & Co. turned to supply chain integration to save costs* [online]. [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <https://www.supplychaindive.com/news/merck-co-supply-demand-planning-manufacturing-integration/436496/>.
- [58] MANGANELLI, R. L., KLEIN, M. M., 1996. *The reengineering handbook: a step-by-step guide to business transformation*. New York: AMACOM. ISBN 9780814479230.
- [59] MARTINEZ, P. R., GOYANES, A., BASIT, A. W., GAISFORD, S., 2017. *Fabrication of drug-loaded hydrogels with stereolithographic 3D printing*. International Journal of Pharmaceutics. 532(1):313-317. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2017.09.003.
- [60] MEARIAN, L., 2017. *3D-printed partial liver transplants targeted for 2020*. Computerworld [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.computerworld.com/article/3184834/healthcare-it/3d-printed-partial-liver-transplants-targeted-for-2020.html>.
- [61] MENDLING, J., BAESSENS, B., BERNSTEIN, A., FELLMANN, M., 2017. *Challenges of Smart Business Process Management: An Introduction to the Special Issue*, Decision Support Systems, doi: 10.1016/j.dss.2017.06.009.
- [62] MEYER, U. A., ZANGER, U. M., SCHWAB, M., 2013. *Omics and drug response*, in: Annu Rev Pharmacol Toxicol. 53(475-502). DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-010510-100502.
- [63] MORGAN, S., 2017. *3D Printing: Is It the End-All, Be-All Healthcare Solution?* [online] [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.intouchsol.com/blog/3d-printing-is-it-the-end-all-be-all-healthcare-solution>.
- [64] NORMAN, J., MUDARAWA, R. D., MOORE, CH. M. V., KHAIRUZZAMAN, A., 2016. *A new chapter in pharmaceutical manufacturing: 3D-printed drug products*, Advanced Drug Delivery Reviews. 108, 39-50. DOI: 10.1016/j.addr.2016.03.001.
- [65] PAULUSOVÁ, A., 2016. *Analýza systému organizace a řízení konkrétní firmy a návrhy na změny* [online]. Praha [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: https://is.bivs.cz/th/23907/bivs_b/BC-Paulusova.doc. Bakalářská práce. Bankovní institut vysoká škola Praha.

- [66] PAVLÍK, J., 2014. *Zlepšování podnikových procesů* [online]. Brno [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/321690/esf_m/DP_Pavlik_verejna.txt. Diplomová práce.
- [67] PELÁNEK, R., 2017. *Modelování: obecné principy* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://www.fi.muni.cz/~xpelaneK/IV109/slidy/modelovani.pdf>.
- [68] PERNICA, P., 1998. *Logistický management: teorie a podniková praxe*. Praha: Radix. ISBN 80-86031-13-6.
- [69] PERNICA, P., 2005. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Praha: Radix, 1698. ISBN 80-860-3159-4.
- [70] POLITIS, Y., GIOVANIS, A. and BINIORIS, S., 2014. *Logistics Service Quality and its Effects on Customer Satisfaction in the Manufacturing Companies' Supply Chains*. Journal of Modelling in Management, vol. 9, no. 2. pp. 215 ProQuest Central. ISSN 17465664.
- [71] PORTER, M. E., 1993. *Konkurenční výhoda*. 1.vyd. Praha: Victoria publishing. 626 s. ISBN 8085605120.
- [72] PRESSLER, R., 2010. *Procesní mapování a modelování jako nástroj pro zlepšování procesů* [online]. Brno [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/137734/esf_m/. Diplomová práce. Masarykova univerzita.
- [73] PRŮCHA, O., 2014. *Reengineering procesů ESN VŠE Praha: Buddy System a jejich podpora informačním systémem*. [online]. Praha [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <https://vskp.vse.cz/eid/44202>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická.
- [74] RAMNARAIN, R., 2016. *3D-Printed Drug Delivery and Applications for Improved Pa-tient Compliance*. Pharmacy & Pharmacology International Journal. 4(6). DOI: 10.15406/ppij.2016.04.00099. ISSN 23796367.
- [75] REISER, C., 2017. *How 3D Printing Can Alter the Supply Chain*. Logistics Viewpoints [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://logisticsviewpoints.com/2017/03/01/how-3d-printing-can-alter-the-supply-chain/>.
- [76] REISCHIG, Z., 2010. *Reengineering vybraných procesů v organizaci* [online]. Praha [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/33zd5f/?lang=cs;furl=%2Fid%2F33zd5f%2F;so=nx>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická Praha.
- [77] RENTEX, 2018. *Lékovka na kapky či olej* [online] [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://lekovka10ml.cz/>.
- [78] RIES, J. M. GROSSE, E. H., FICHTINGER, J., 2016. „*Environmental impact of warehousing: a scenario analysis for the United States*, International Journal of Production Research”, DOI: 10.1080/00207543.2016.1211342
- [79] ROLÍNEK, L. a kol., 2008. *Procesní management: vybrané aspekty*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. 160 s. ISBN 978-80-7394-148-2.

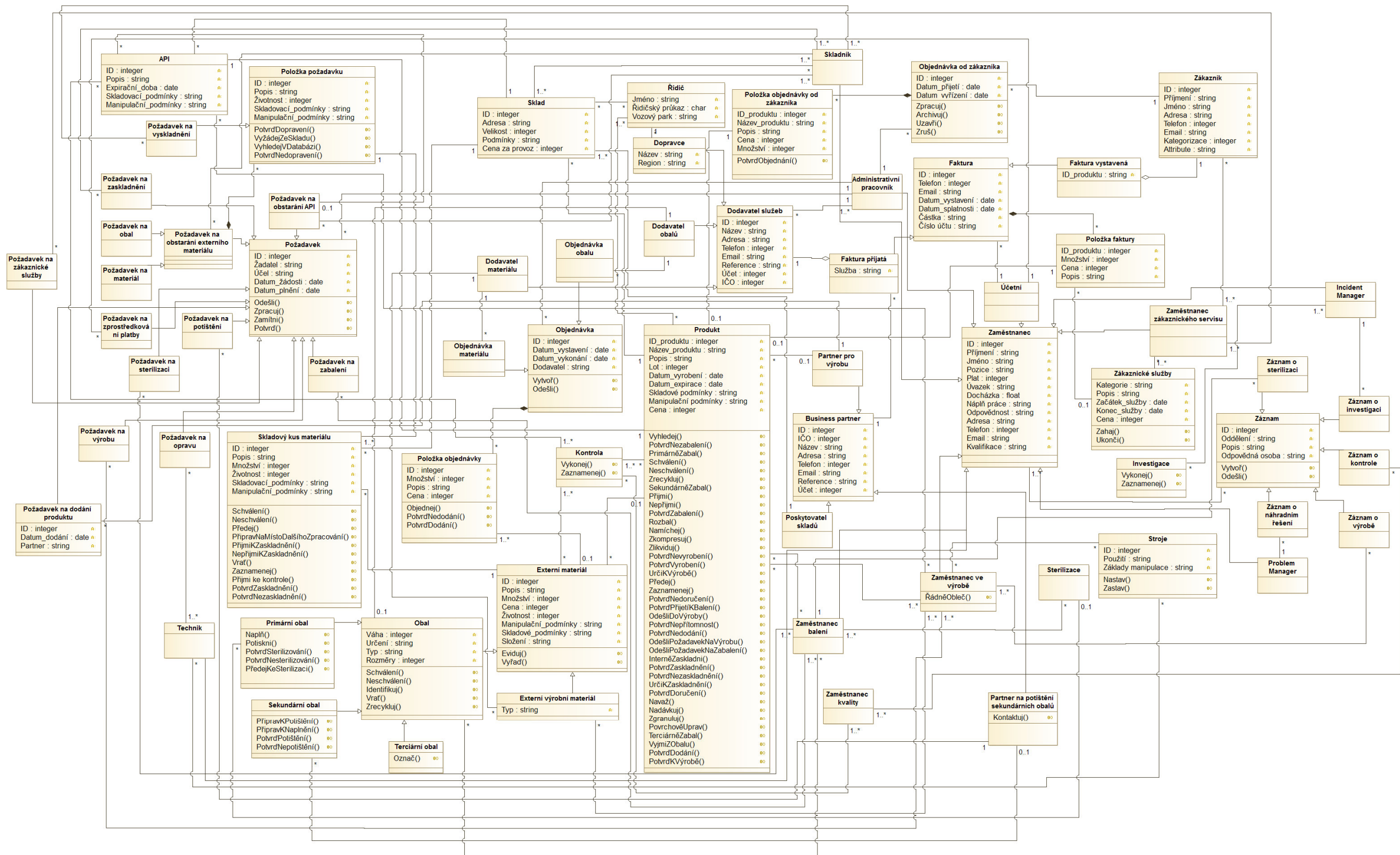
- [80] ROSEMANN, M., 2014. *Proposals for future BPM research directions*. Proceedings of the 2nd Asia Pacific Business Process Management Conference, 1–15.
- [81] ŘEPA, V. a kol., 2006. *Metodika vývoje IS s pomocí nástroje Power Designer* [online] [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://zcu.arcao.com/kiv/psds/Metodika_vyvoje_IS_06_2006.pdf.
- [82] ŘEPA, V., 2012. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.
- [83] ŘEPA, V., 2007. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [84] ŘEPA, V., 2008. *Řízení procesů versus procesní řízení*. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z [www: http://bpm-tema.blogspot.com/2008/04/procesy.html](http://bpm-tema.blogspot.com/2008/04/procesy.html).
- [85] SANDERSON, K., 2015. *3D printing: the future of manufacturing medicine? Pharmaceutical journal*. [online] [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.pharmaceutical-journal.com/news-and-analysis/features/3d-printing-the-future-of-manufacturing-medicine/20068625.article>.
- [86] SCOTT, C., 2017. *Organovo's 3D Printed Liver Tissue Shows Extended Survival and Function in Animal Test Subjects*. 3DPrint.com [online] [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <https://3dprint.com/174905/organovo-liver-tissue-function/>.
- [87] SEDLÁČEK, K., 2014. *3D tisk: od experimentů do běžné praxe*. Technický týdeník: Medicínská technika [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/medicinska-technika/3d-tisk-od-experimentu-do-bezne-praxe_28576.html.
- [88] SCHUBERT, C., LANGEVELD, van, M. C., DONOSO, L. A., 2014. *Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs*. The British journal of ophthalmology. 98(2), 159-61. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-304446.
- [89] SMIRNOV, S. H., REIJERS, A., WESKE, M., NUGTEREN, T., 2012. *Business process model abstraction: a definition, catalog, and survey*. Distrib Parallel Databases [online]. © Springer Science+Business Media, 30:63(99) [cit. 2018-02-20]. DOI 10.1007/s10619-011-7088-5.
- [90] SRAI, J. S., BADMAN, C., KRUMME, M., a kol, 2015. *Future Supply Chains Enabled by Continuous Processing—Opportunities and Challenges*. Journal of Pharmaceutical Sciences. 104(3), 840-849 DOI: <https://doi.org/10.1002/jps.24343>.
- [91] SVATOŠ O., ŘEPA V., 2016. *Working with Process Abstraction Levels*. In: Řepa V., Bruckner T. (eds) Perspectives in Business Informatics Research. BIR 2016. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 261. Springer, Cham. ISBN 978-3-319-45320-0. ISSN 1865-1348. DOI: 10.1007/978-3-319-45321-7.
- [92] SVATOŠ, O., 2017. *Globální a detailní analýza*. Přednášky kurzu 4IT415 – LS 2016/17.

- [93] SVOZILOVÁ, A., 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [94] ŠKAPA, R., KLAPALOVÁ, A., 2011. *Řízení zpětných toků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 105 s. ISBN 978-80-210-5691-6.
- [95] ŠMÍDA, F., 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada Publishing. ISBN 987-80-247-1679-4.
- [96] ŠVADLENKOVÁ, P., 2012. *Optimalizace procesů distribuční společnosti* [online]. Praha [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://vskp.vse.cz/eid/33593>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická Praha.
- [97] TOMÁNEK, J., 2001. *Sborník managementu změn a reengineeringu: [sborník článků, přednášek a studií]*. Praha: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-722-6428-1.
- [98] TUČEK, D., 2017. *New Strategy for Business Process Management – Quantitative Research in Czech Republic*. International Advances in Economic Research [online]. 23(1), 131-132 [cit. 2018-02-19]. DOI: 10.1007/s11294-016-9613-9. ISSN 1083-0898. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11294-016-9613-9>.
- [99] URSAN, I., CHIU, L., PIERCE, A., 2013. *Three-dimensional drug printing: A structured review*. J Am Pharm Assoc. 53, 136–144. DOI: 10.1331/JAPhA.2013.12217.
- [100] VÁCHAL, J., VOCHOZKA, M., 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [101] VALÍČEK, J., 2017. *Využití tiskových a nanosových technik pro přípravu léků* [online]. Pardubice, [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/69480/ValicekJ_Vyuziti_tiskove_TS_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [102] VANDÍRKOVÁ, J., 2016. *Procesně řízená organizace* [online]. Praha [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/53001_procesne_rizena_organizace. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická Praha.
- [103] VARSEI, M., POLYAKOVSKIY, S., 2015. *Sustainable supply chain network design: A case of the wine industry in Australia*, Omega, <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.11.009>.
- [104] VEBER, J. a kol., 2000. *Management: základy, prosperita, globalizace*. 1. vyd. Praha: Management Press. 700 s. ISBN 8072610295.
- [105] VENTOLA, C. L., 2014. *Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses*. Journal List P&T. [online] 39(10), 704–711. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4189697/>.
- [106] VERSTRAETE, G., SAMARO, A., GRYPONPRE, W., 2017. *3D printing of high drug loaded dosage forms using thermoplastic polyurethanes*. International Journal of

- Pharmaceutics. 536(1), 318-325 [cit. 2018-03-09]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2017.12.002>.
- [107] VICARI, A., 2014. *3D Printing: Emerging Materials, Applications, and Business Models. Advanced manufacturing insight* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://advancedmanufacturinginsight.com/archived-articles/item/3d-printing-emerging-materials-applications-and-business-models>.
- [108] VITASEK, K., 2013. *Supply Chain Management: Terms and Glossary* [online]. 222 s. [cit. 2017-10-24]. Dostupné z: http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921.
- [109] VULCAN, 2018. *Embalagens – Rígidos / Vinitherm Pharma* [online] [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://vulcan.com.br/produtos/embalagens/vinitherm-pharma/>.
- [110] WANG, L., KOH, S., c2010. *Enterprise networks and logistics for agile manufacturing*. New York: Springer. xix, 406 p., ISBN 978-1-84996-243-8.
- [111] WILE, R., 2014. *This Technology Could Have The Biggest Impact On American Jobs Since Offshoring*. Business Insider [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.businessinsider.com/how-3d-printing-will-affect-manufacturing-jobs-2014-8>.
- [112] ZAIRI, M., 1997. *Business process management: a boundary less approach to modern competitiveness*. Business Process Management Journal, 3(1), 64–80.

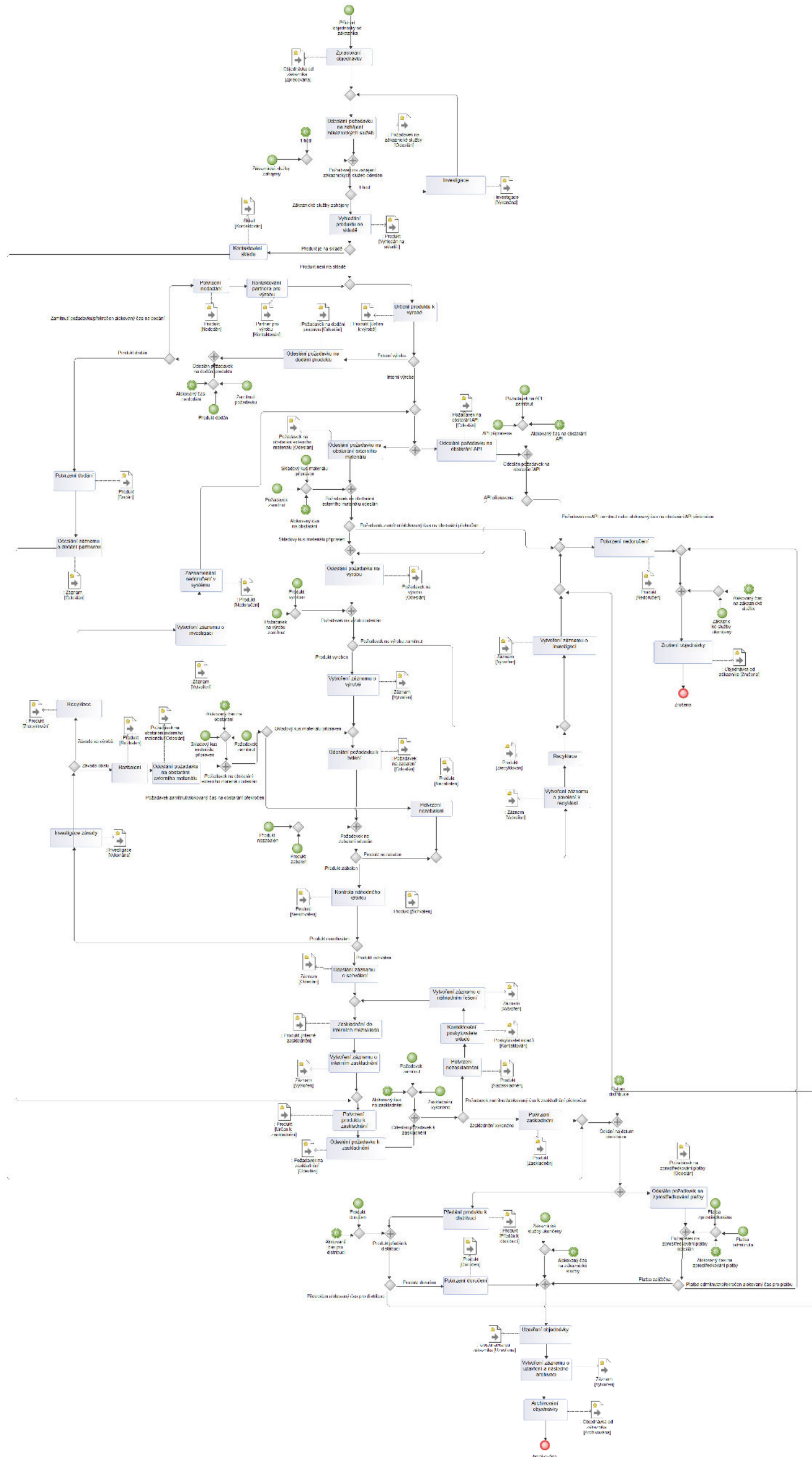
Přílohy

Příloha A: Diagram tříd logistického řetězce podniku



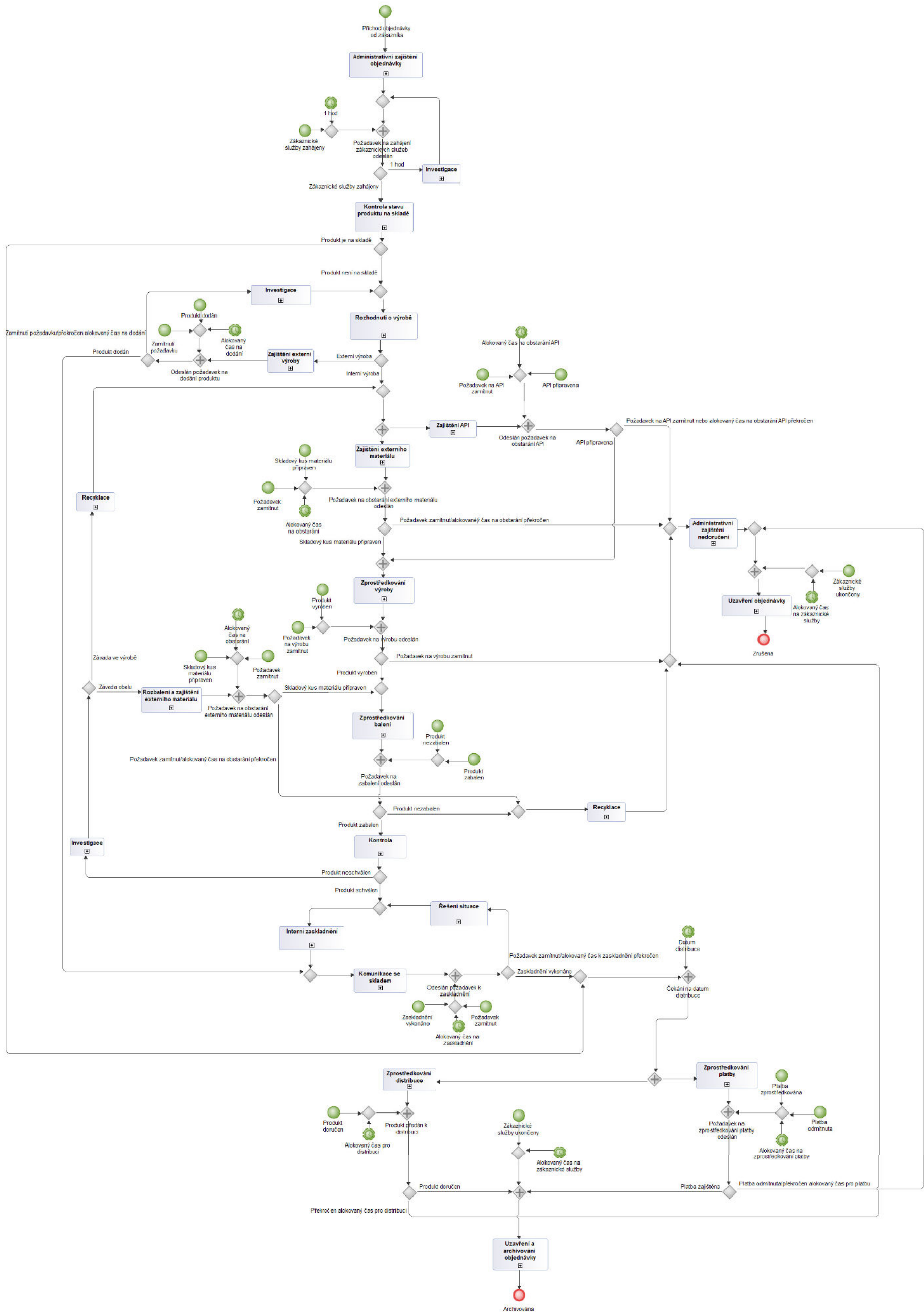
Obrázek 40: Diagram tříd logistického řetězce podniku (Autorka, 2018)

Příloha B: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“



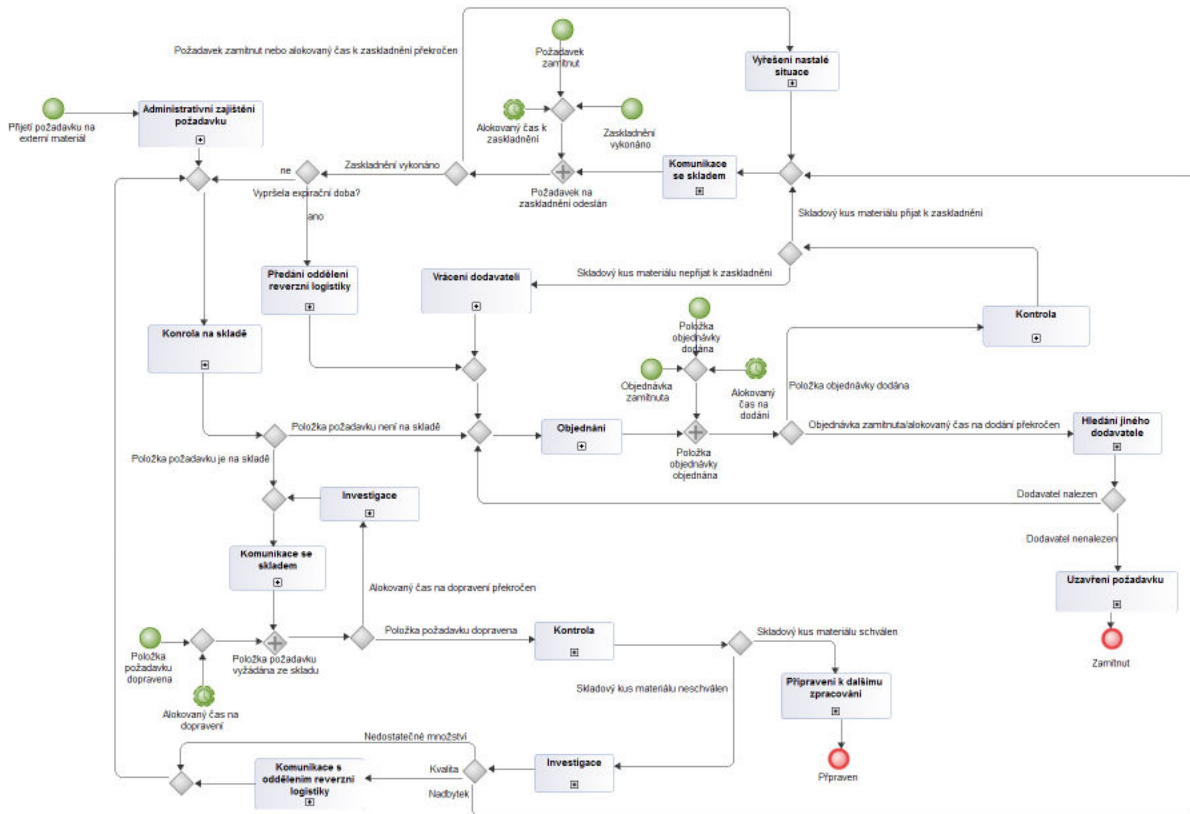
Obrázek 41: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)

Příloha C: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“



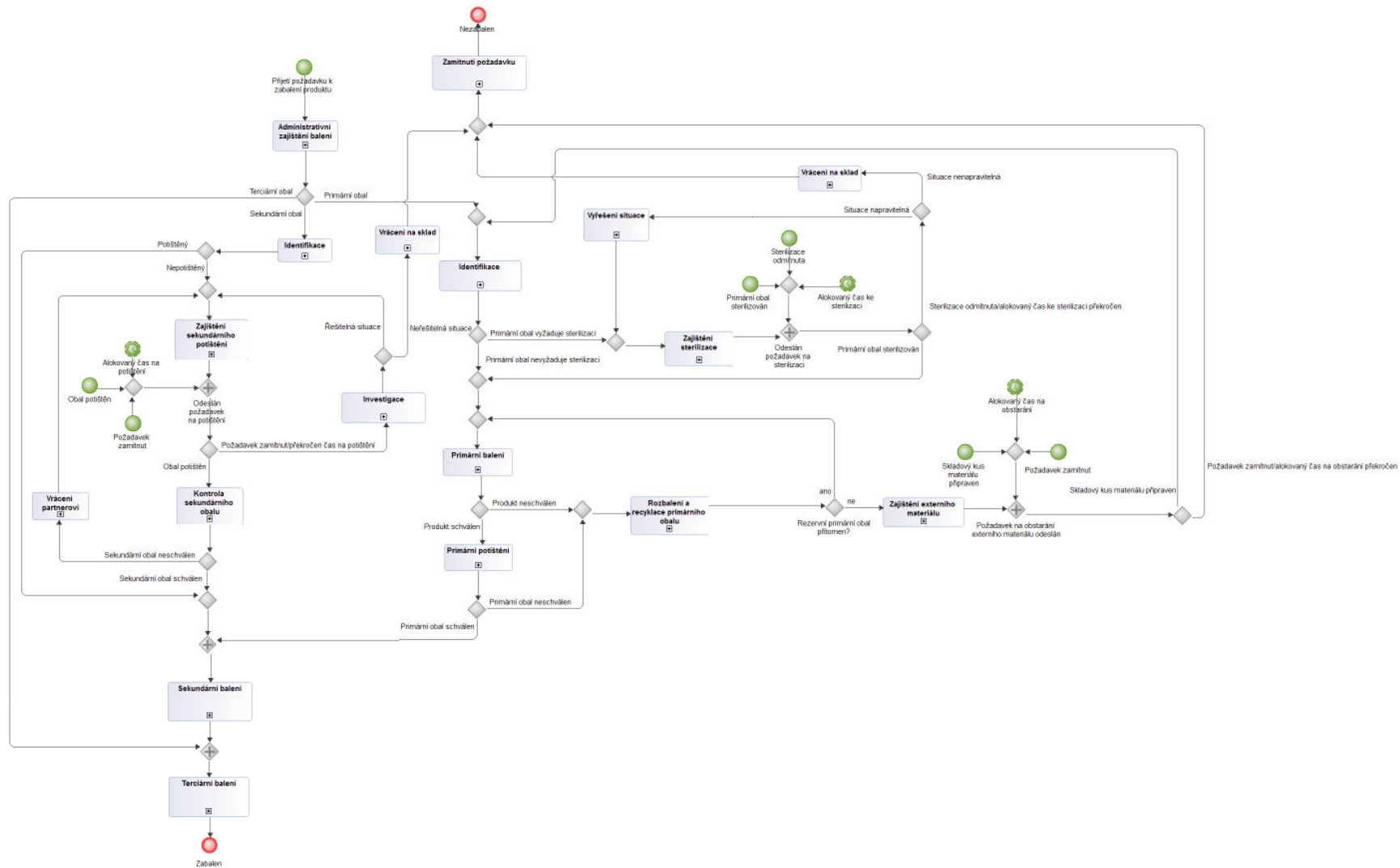
Obrázek 42: BPMN diagram na úrovni procesních kroků hlavního procesu „poskytování produktů“ (Autorka, 2018)

Příloha D: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu *obstarávání externího materiálu*



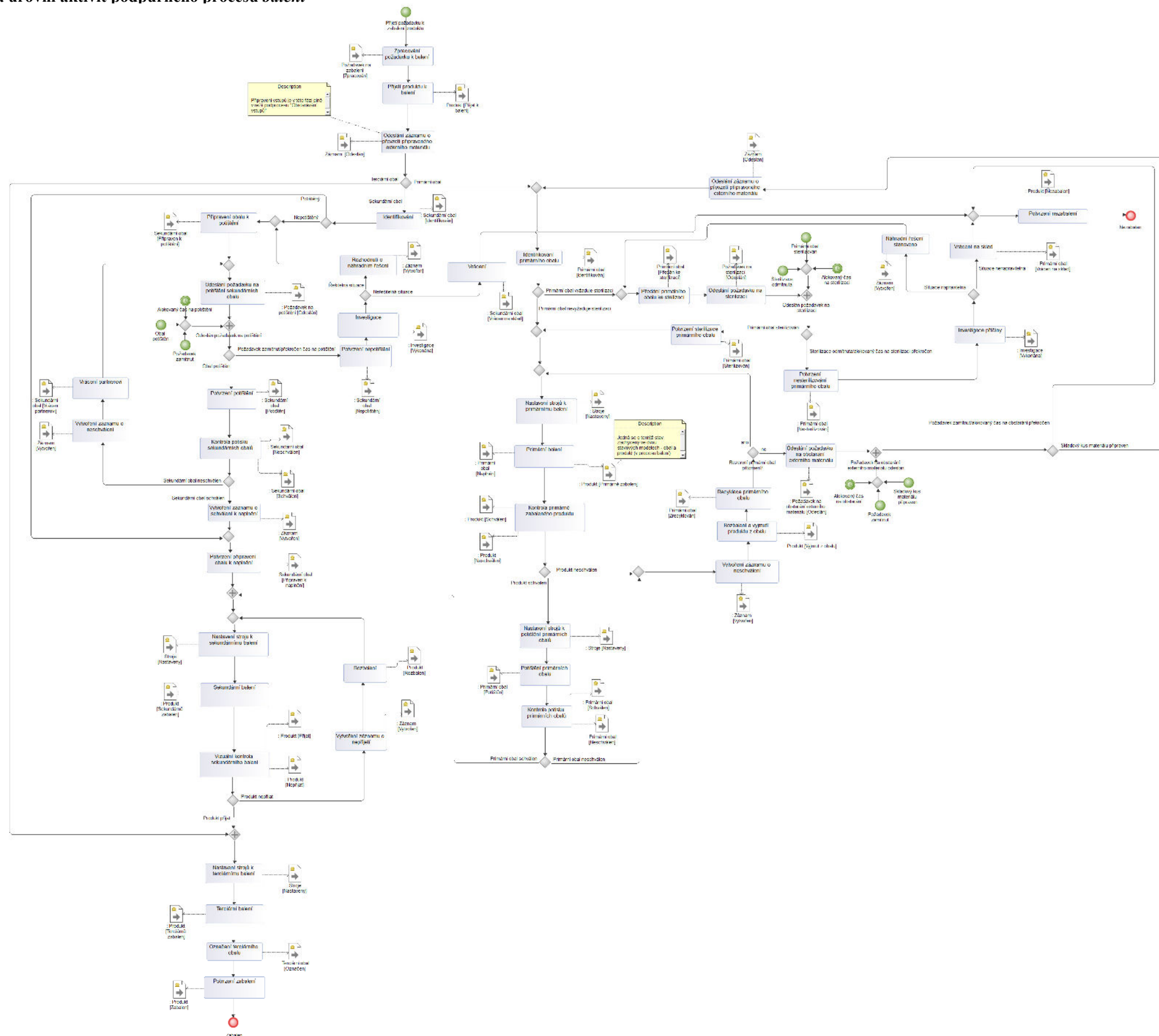
Obrázek 43: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „obstarávání externího materiálu“ (Autorka, 2018)

Příloha E: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu *balení*



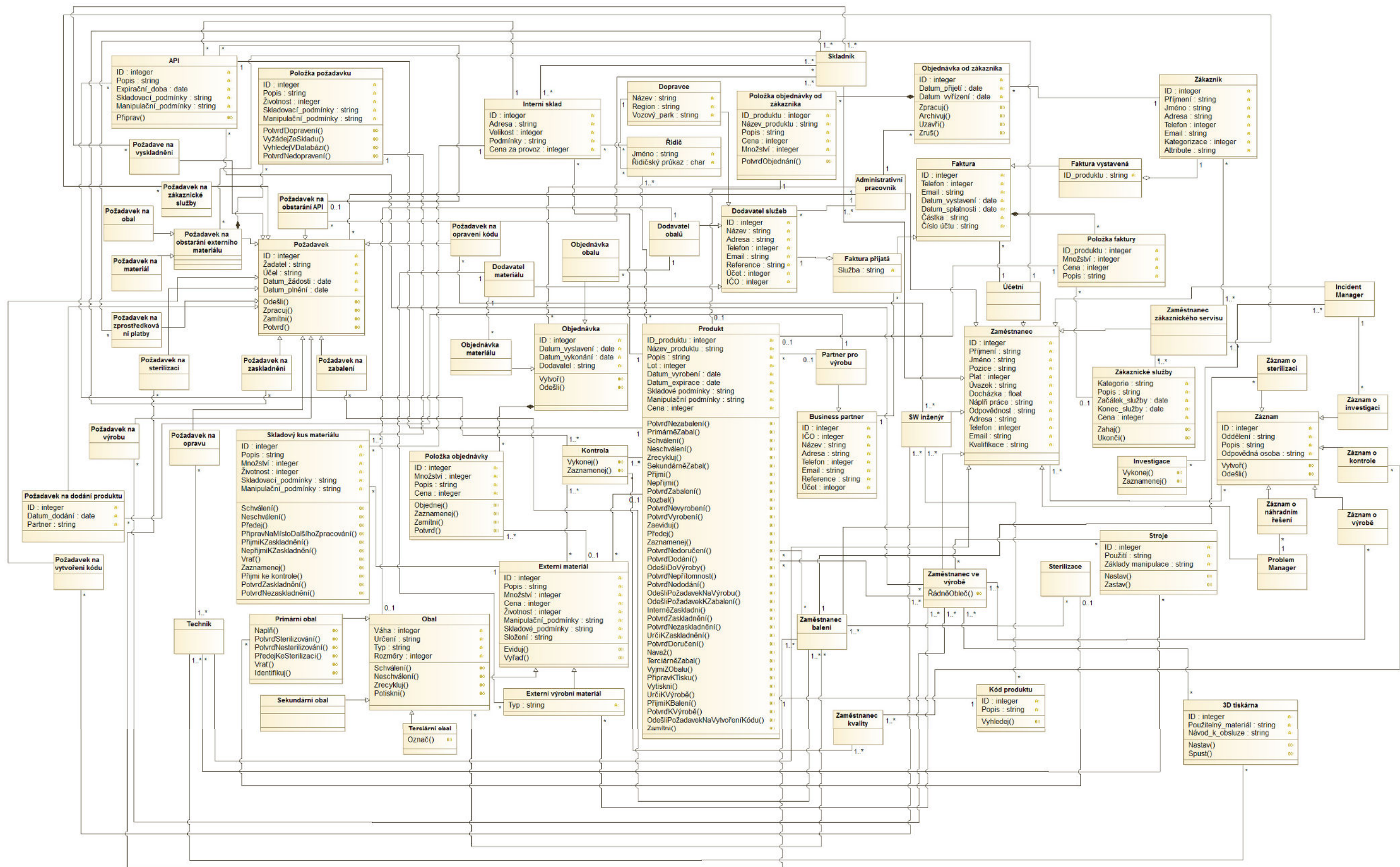
Obrazek 44: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018)

Příloha F: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu *balení*



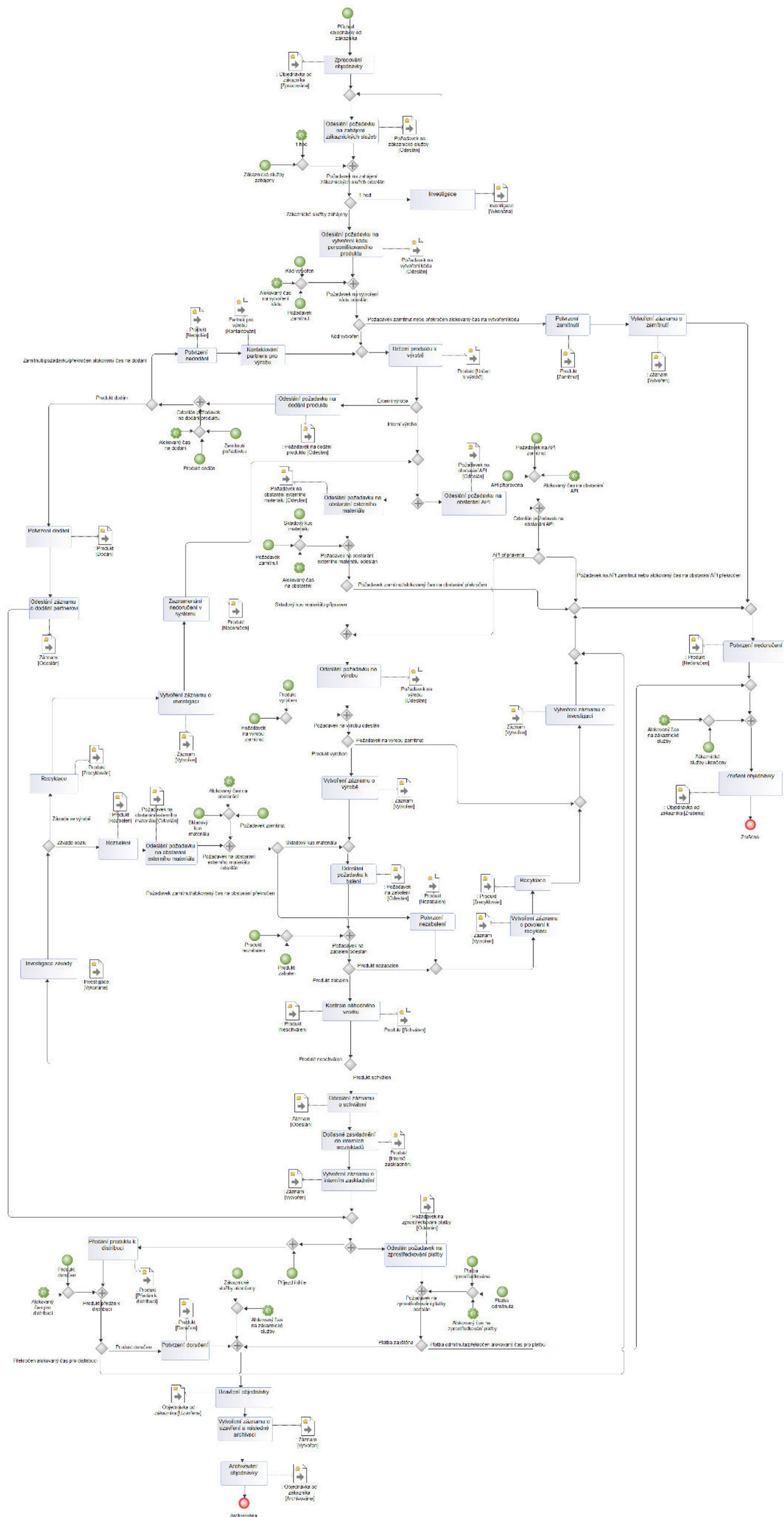
Obrázek 45: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „balení“ (Autorka, 2018)

Příloha G: Diagram tříd logistického řetězce po implementaci 3D tiskárny do procesů podniku



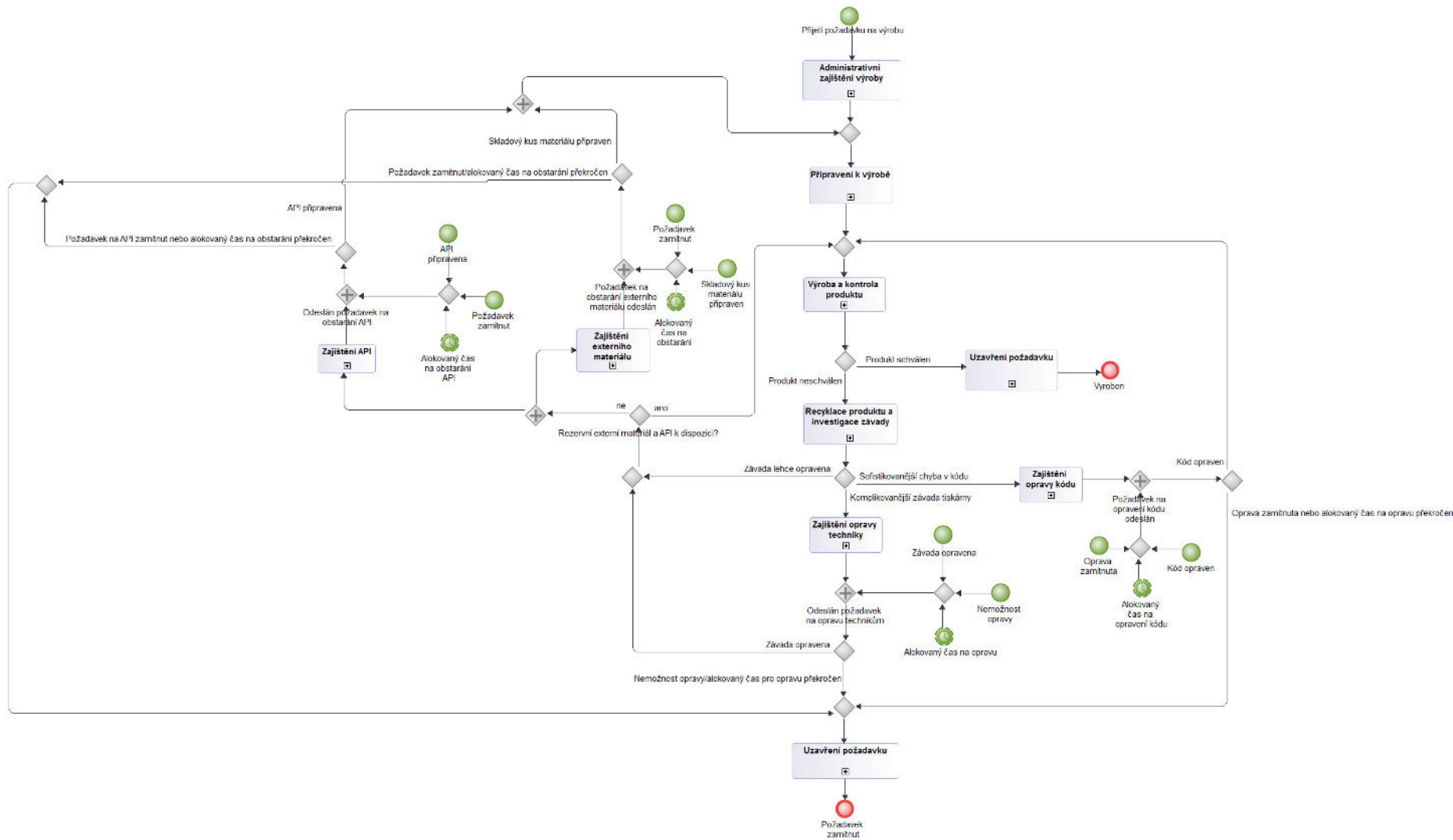
Obrázek 46: Diagram tříd logistického řetězce po implementaci 3D tiskárny do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Příloha H: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku

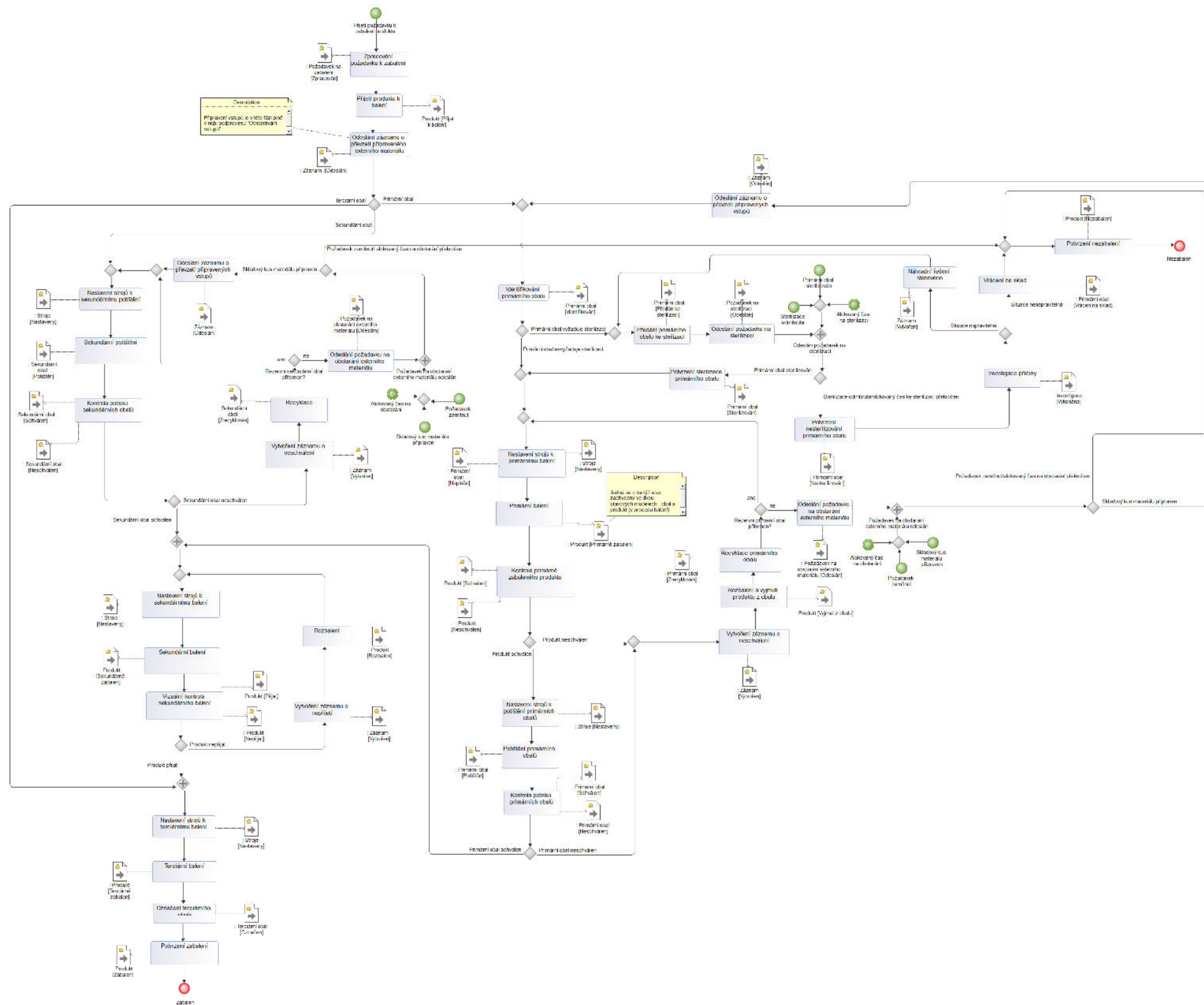


Obrázek 47: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu po implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Příloha I: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu výroba při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku

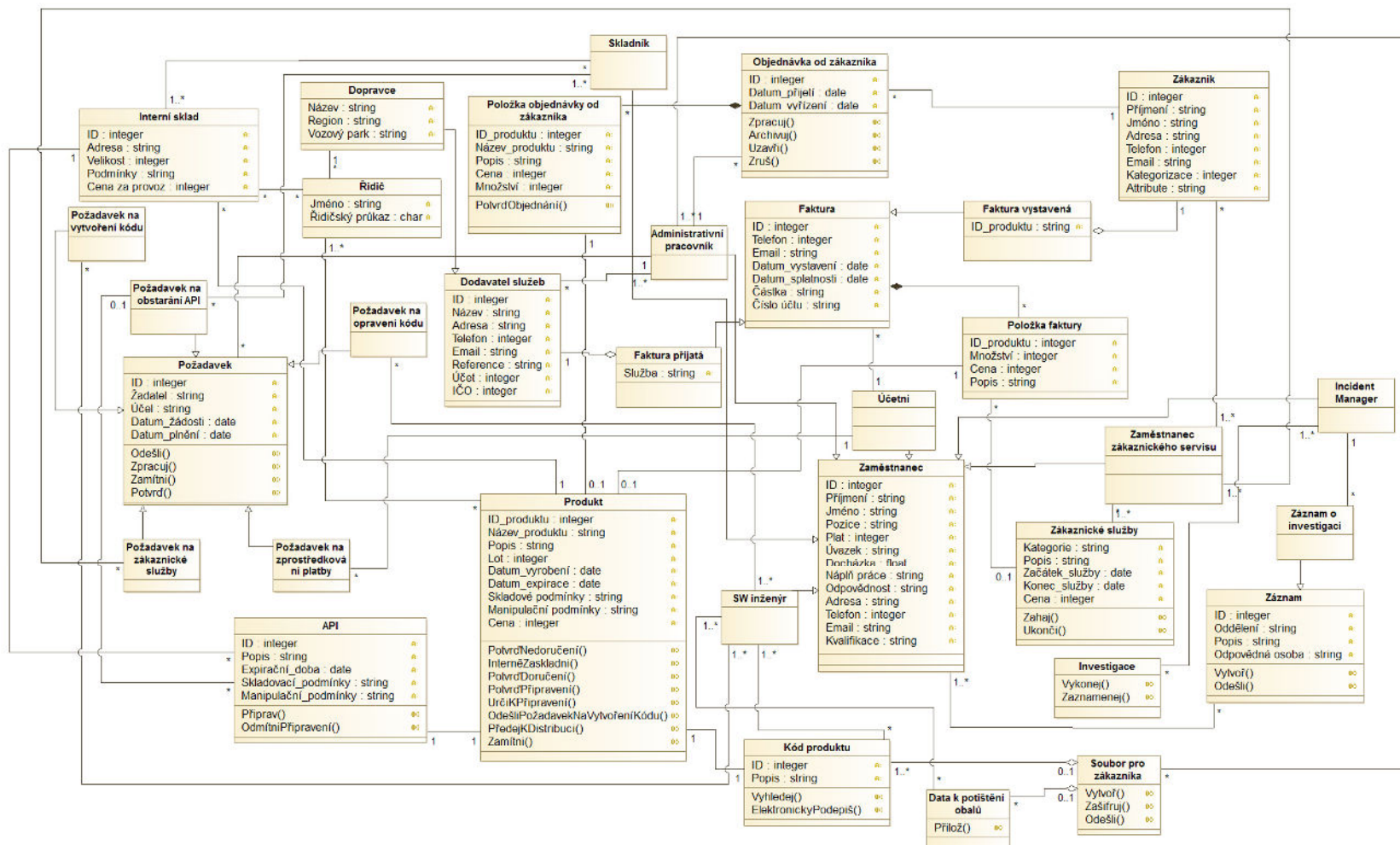


Obrázek 48: BPMN diagram na úrovni procesních kroků podpůrného procesu „výroba“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Příloha J: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu *balení* při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku

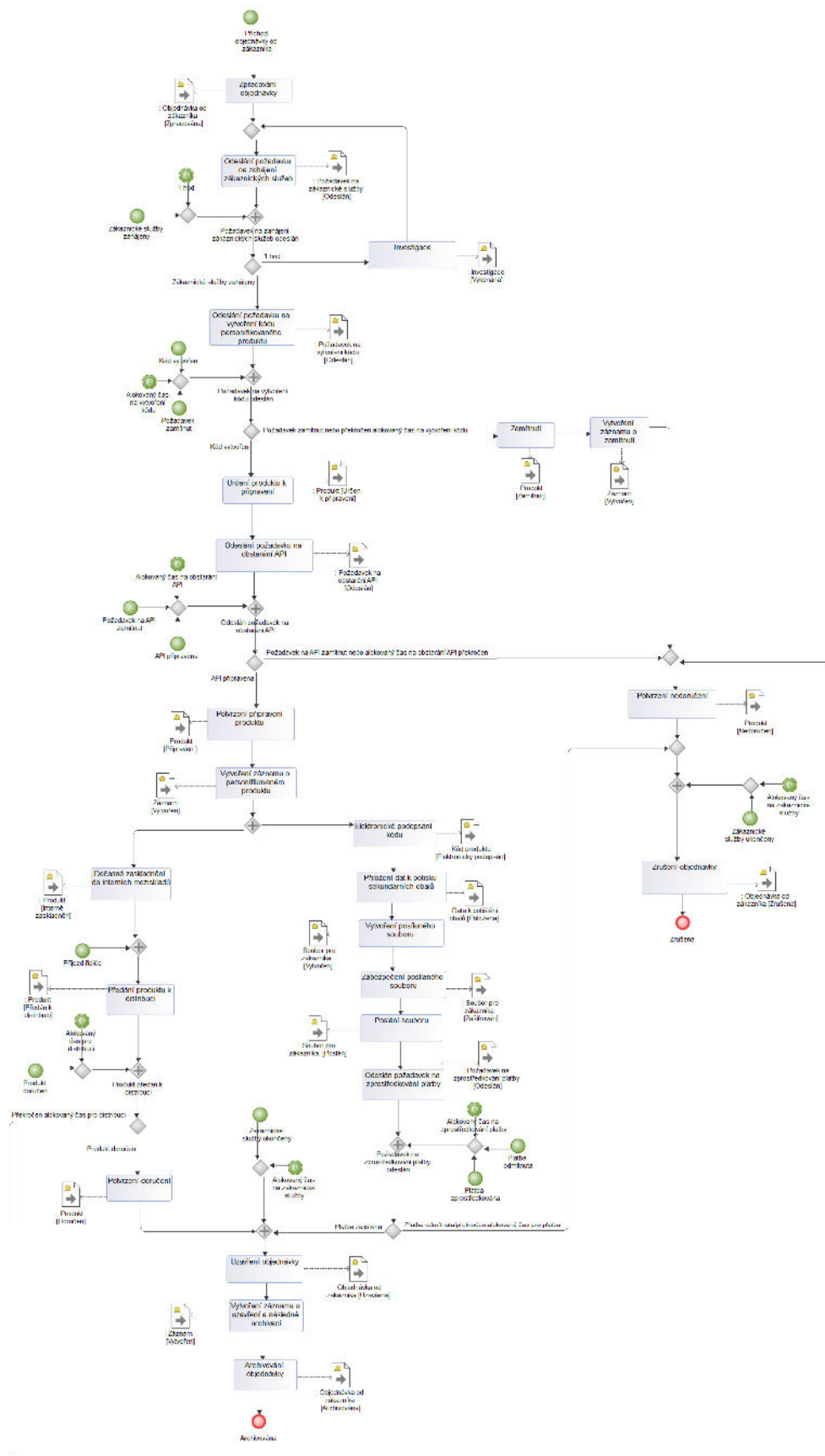
Obrázek 49: BPMN diagram na úrovni aktivit podpůrného procesu „balení“ při implementaci 3D tisku do výrobních procesů podniku (Autorka, 2018)

Příloha K: Diagram tříd logistického řetězce podniku po implementaci 3D tisku u zákazníka



Obrázek 50: Diagram tříd po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018)

Příloha L: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku u zákazníka



Obrázek 51: BPMN diagram na úrovni aktivit hlavního procesu „poskytování produktů“ po implementaci 3D tisku u zákazníka (Autorka, 2018)