

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STROJNÍ



**ANALÝZA PODNIKOVÝCH
PROCESŮ PRO NASTAVENÍ
INFORMAČNÍHO SYSTÉMU**

2022

**TOMÁŠ
VENTRUBA**

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Ventruba** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **437698**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Řízení průmyslových systémů**
Specializace: **Bez specializace**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Analýza podnikových procesů pro nastavení informačního systému

Název diplomové práce anglicky:

Analysis of Business Processes for Setting up an Information System

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod – zdůvodnění zadání, cíle a úkoly práce
2. Teoretická část – podnikové informační systémy, metody mapování podnikových procesů, procesy výrobních podniků
3. Praktická část – definování požadavků pro implementaci zvoleného informačního systému, tvorba procesních diagramů vybraných procesů, návrh dokumentace nastavení informačního systému dle vypracovaných procesních diagramů
4. Závěry a doporučení

Seznam doporučené literatury:

1. GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. Podniková informatika. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
2. ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
3. KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.
4. ERASMUS, Jonnro, Irene VANDERFEESTEN, Konstantinos TRAGANOS a Paul GREFEN. Using business process models for the specification of manufacturing operations. Computers in Industry. 2020, 123. ISSN 0166-3615.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D. ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Ing. Pavel Scholz ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Datum zadání diplomové práce: **31.03.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **22.07.2022**

Platnost zadání diplomové práce: **29.09.2023**

doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení o autorství

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, software, odborné konzultace) uvedené v práci.

V diplomové práci jsem použil údaje o postupech a nástrojích firmy Productoo s.r.o., která s jejich zveřejněním souhlasí.

V Praze dne

.....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Pavlu Scholzovi za vstřícnost s výběrem individuálního tématu, ochotu a praktické rady k celé tvorbě této práce. Dále děkuji firmě Productoo, že mi umožnila s ní spolupracovat na vytvoření této práce. Děkuji také Ing. Michalu Ventrubovi za cenné rady ohledně moderních metod zpracování informací.

Anotace

Cílem této diplomové práce je analýza podnikových procesů pro nastavení informačního systému. Podnik zabývající se vývojem a implementací informačního systému do výrobních podniků má za cíl rozšířit možnosti svého produktu pro více potenciálních zákazníků. Pro získání informací, jaká rozšíření mohou mít pro podnik největší přínos, je nezbytné seznámit se s tématy informačních systémů, podnikových procesů a metodami jejich mapování. Teoretické poznatky jsou následně použity pro sestavení procesních diagramů vybraných procesů výrobních podniků. Závěrem je provedeno porovnání vypracovaných diagramů se současnou verzí informačního systému, vyhodnoceny jeho nedostatky a zdokumentovány možnosti jejich doplnění.

Klíčová slova: Podnikové procesy, Modelovací standardy, Výrobní informační systém

Annotation

The aim of this thesis is the analysis of business processes for setting up an information system. A company engaged in the development and implementation of an information system in manufacturing enterprises aims to expand the possibilities of its product for more potential customers. In order to obtain information about which extensions can have the greatest benefit for the company, it is necessary to become familiar with the topics of information systems, business processes and their mapping methods. The theoretical knowledge is used for the compilation of process diagrams of selected processes of production enterprises. In conclusion, a comparison of the developed diagrams with the current version of the information system is carried out, its shortcomings evaluated, and the possibilities of their addition documented.

Keywords: Business processes, Modeling standards, Production information system

Použité zkratky

IS – Information System

IT – Information Technology

TPS – Transaction Processing System

VoIP – Voice over Internet Protocol

VPN – Virtual Private Network

BI – Business Intelligence

KPI – Key Performance Indicator

MIS – Management Information System

DSS – Decision Support System

EIS – Executive Information System

SIS – Strategic Information System

ERP – Enterprise Resource Planning

MES – Manufacturing Execution System

WMS – Warehouse Management System

APS – Advanced Planning System

OEE – Overall Equipment Effectiveness

MCE – Manufacturing Cycle Effectiveness

MRP – Material Resource Planning

SCM – Supply Chain Management

ASME - The American Society of Mechanical Engineers

ISO – International Organization for Standardization

BPMN – Business Process Management Notation

BPML – Business Process Management Language

WfMC – Workflow Management Coalition

UML – Unified Modelling Language

XML – Extensible Markup Language

BPMI – Business Process Management Initiative

IDEF – Integrated Definition

MTS – Make to Stock

MTO – Make to Order

ATO – Assemble to Order

CTO – Configure to Order

ETO – Engineer to Order

BOM – Bill of Materials

FIFO – First in First Out

LIFO – Last in Last Out

FEFO – First Expired First Out

SQL – Structured Query Language

PCB – Printed Circuit Board

MD – Man Day

Obsah

ÚVOD	8
TEORETICKÁ ČÁST	9
1 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY	9
1.1 <i>Dělení IS dle funkce</i>	10
1.2 <i>Dělení IS dle účelu použití</i>	20
2 METODY MAPOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ	25
2.1 <i>Podnikový proces</i>	25
2.2 <i>Mapování podnikových procesů</i>	26
2.3 <i>Typy procesních diagramů</i>	26
2.4 <i>Modelovací standardy</i>	31
3 PROCESY VÝROBNÍCH PODNIKŮ	40
3.1 <i>Dělení výrobních procesů</i>	40
3.2 <i>Výrobní principy</i>	44
PRAKTICKÁ ČÁST	52
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI PRODUCTOO	53
4.1 <i>Informační systém P4</i>	54
4.2 <i>Proces implementace systému P4</i>	57
5 SESTAVENÍ PŘEHLEDU VÝROBNÍCH PROCESŮ	60
6 DOKUMENTACE VYBRANÝCH VÝROBNÍCH PROCESŮ	63
6.1 <i>Zvolená metodika pro tvorbu procesních diagramů</i>	64
6.2 <i>Proces 3 – zakázková výroba diskrétních produktů</i>	64
6.3 <i>Proces 4 - zakázková výroba procesních produktů</i>	76
6.4 <i>Proces 9 – malosériová výroba diskrétních produktů na objednávku</i>	82
6.5 <i>Proces 15 - sériová výroba diskrétních produktů na sklad</i>	87
7 NÁVRH DOKUMENTACE CHYBĚJÍCÍCH OBLASTÍ SYSTÉMU P4	95
7.1 <i>Proces 3</i>	96
7.2 <i>Proces 4</i>	98
7.3 <i>Proces 9</i>	99
7.4 <i>Proces 15</i>	102
7.5 <i>Vyhodnocení nedostatků softwaru P4</i>	104
ZÁVĚR	106
CITOVANÁ LITERATURA.....	107
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	112
SEZNAM TABULEK.....	114
SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE.....	114
SEZNAM PŘÍLOH.....	114

Úvod

Výrobní podniky jsou v rámci konkurenčního prostředí nuceny stále více zefektivňovat své procesy. Mezi klíčové nástroje, které v tomto ohledu podnikům pomáhají, patří moderní informační systémy. Jedním z takových systémů je software P4 od české firmy Productoo, který umožňuje řízení výroby, její plánování a organizaci vnitropodnikové logistiky. K tomu, aby firma Productoo svůj systém mohla nabídnout většímu množství firem, a tím minimálně udržela nebo lépe posílila své konkurenční postavení, je zapotřebí analyzovat potřeby výrobních podniků na trhu a zajistit širší použitelnost tohoto informačního systému.

V návaznosti na potřeby firmy Productoo je cílem diplomové práce provést analýzu výrobních procesů a na jejím základě navrhnout možnosti zlepšení pro systém P4.

Teoretická rešerše se věnuje tématům podnikových informačních systémů, metodám mapování podnikových procesů a procesům výrobních podniků. Představeny jsou jednotlivé typy informačních systémů dělených dle jejich funkcí v podnicích a dle jejich účelu použití. V kapitole metod mapování podnikových procesů jsou představeny typy diagramů, a především uznávané standardy používané pro popis podnikových procesů a jejich principy. Kapitola s procesy výrobních podniků je pak zaměřena na specifika typizovaných procesů, které jsou využívány výrobními podniky.

Praktická část práce se věnuje sestavení procesních diagramů a analýze možností zvoleného informačního systému tyto procesy pokrýt. Jsou představeny vybrané procesy po dílčích sekcích a uvedeny příklady konkrétních výrobních podniků, které tyto procesy ve své praxi využívají. Vybrané procesy jsou blíže analyzovány s využitím procesních diagramů, které jsou sestaveny za použití jednoho z mapovacích standardů. Závěrem je provedeno porovnání možností zvoleného informačního systému s vypracovanými diagramy a navrženy postupy pro doplnění chybějících částí.

Teoretická část

Teoretická část práce má za cíl poskytnout přehled základních znalostí potřebných pro část praktickou. Z důvodu orientace diplomové práce na implementaci informačního systému do výrobních podniků jsou kapitoly v teoretické části zaměřeny nejdříve na informační systémy, dále pak na metody mapování procesů a na závěr na procesy využívané výrobními podniky.

1 Podnikové informační systémy

V rámci první kapitoly je uveden přehled informačních systémů pro střední a převážně velké podniky. Z důvodu zaměření práce na implementaci informačního systému do výrobního podniku, je důležité nejdříve analyzovat jaké typy informačních systémů jsou v současnosti podniky využívány. Cílem kapitoly je představit základní typy informačních systémů, seznámit s možnostmi použití těchto systémů v podnicích a získat obecný přehled nad touto tematikou.

Aby byly firmy celosvětově konkurenceschopné, je nutné, aby investovaly do optimalizace svých procesů. Pro zvyšování efektivity ve využívání podnikových zdrojů je zapotřebí nejdříve získat a poté zpracovat dostatečné množství informací, na základě kterých poté může podnik provádět své činnosti. Pro takové účely mimo jiné vznikly podnikové informační systémy (IS). Existuje velké množství informačních systémů. Dle [1] je za informační systém považována kombinace lidí, hardwaru, softwaru, komunikačních sítí, datových zdrojů a pravidel, které ukládají, získávají, transformují a přenášejí data v podniku.

V určité podobě jsou informační systémy dnes používány téměř všemi podniky, ačkoliv se v některých případech jedná pouze o jednoduché tabulkové nástroje pro správu účetnictví. Z důvodu rozsahu problematiky se budu v rámci této práce zaměřovat převážně na komplexnější informační systémy určené pro potřeby středních a velkých podniků. [2]

Používané informační systémy jsou dnes plně integrovány do struktur podniků a na jejich funkci je většina firem zcela závislá. Lidé využívají tyto systémy pro vzájemnou komunikaci i v rámci podniku, a většina administrativní práce se odehrává právě v těchto systémech. Správně fungující informační systémy umožňují nejen získávání a přenos dat, ale také jejich vyhodnocování a převod na využitelné informace, které poté slouží pro tvorby prognóz, plánování, koordinaci, rozhodování a operační řízení organizace. [1]

Veškeré současné podniky využívají informační systémy pro přehled nad podnikovými činnostmi, od plánování přes například logistiku až po řízení výroby a management kvality. Na základě těchto informací může mít management podniku silný podpůrný

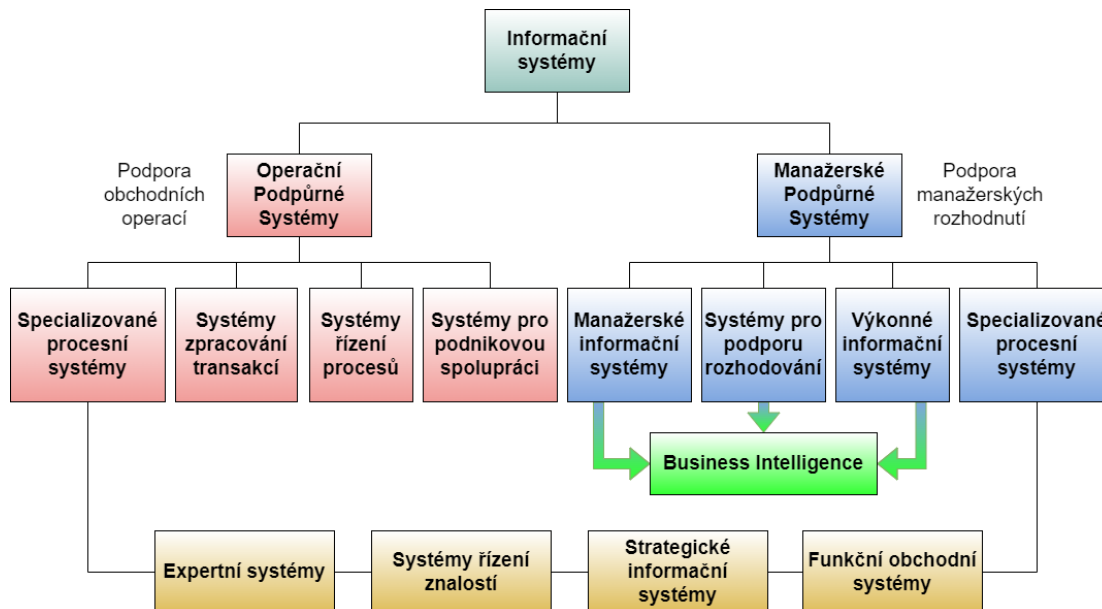
nástroj pro analyzování problémů, rozhodování, zobrazení komplexních struktur a definování kritických entit v podniku a jeho okolí. [1]

V následujících kapitolách jsou představeny informační systémy dle dvou možných rozdělení. První rozdělení IS seznamuje čtenáře s funkcemi, které informační systémy v podnicích zastávají. Druhé dělení alokuje tyto funkce do ucelených typů systémů, které jsou podniky využívány. Výhodou tohoto rozdělení je komplexnější pohled na možné přínosy IS podnikům bez omezování se na jejich obecně známé skupiny.

1.1 Dělení IS dle funkce

S množstvím a různorodostí podniků a jejich potřeb je úzce spojeno i množství informačních systémů a jejich funkcí. Na základě účelu, pro který je daný informační systém určen můžeme informační systémy dělit (Obr. 1) na operační (podporující operační řízení podniku) nebo manažerské (podporující rozhodovací procesy). Operační systémy lze dále dělit na transakční procesní systémy, systémy pro kontrolu procesů a kolaborační systémy. Manažerské podpůrné systémy se dříve dělily na manažerské informační, rozhodovací a výkonné informační systémy, avšak v dnešní době jsou již tyto systémy častěji nahrazovány cloudovými¹ Business Intelligence nástroji. [1] [3]

S ohledem na zaměření diplomové práce, jsou dále detailněji představeny jednotlivé skupiny informačních systémů dle rozdělení na Obr. 1.



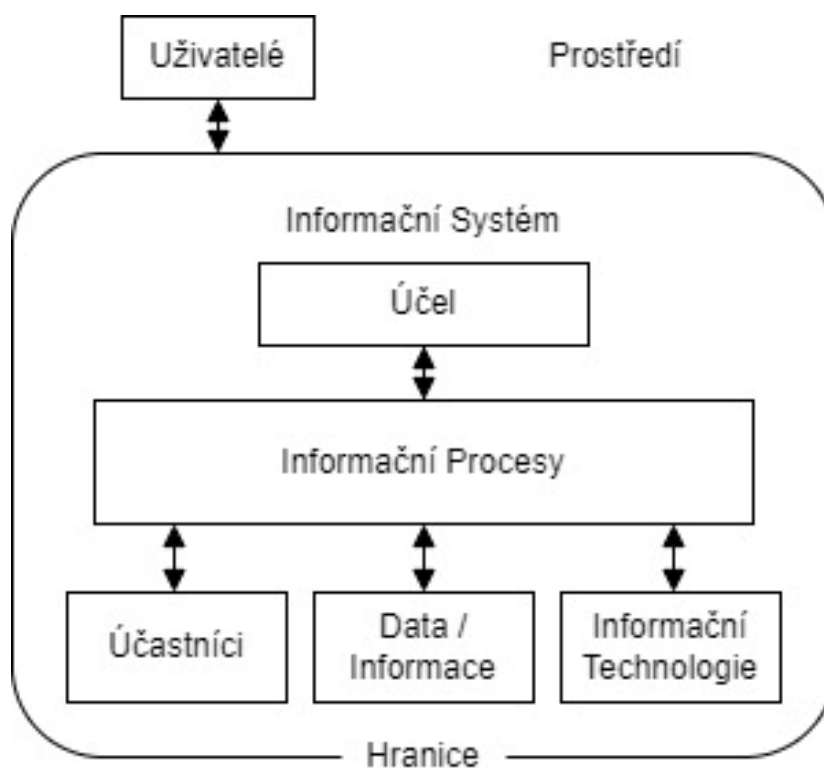
Obr. 1: Struktura členění informačních systémů dle [1].

¹ Cloudové řešení představuje datový sklad, který není fyzicky umístěn v prostorách podniku, který jej využívá, ale úložiště je poskytováno jako služba se vzdáleným přístupem.

1.1.1 Systémy zpracování transakcí

Systémy zpracování transakcí (TPS²) jsou základními systémy sloužícími na operační úrovni podnikových procesů. Jedná se o systémy, které provádějí a zaznamenávají každodenní operace sloužící k běžné činnosti podniku. Takovéto systémy se nacházejí na hierarchicky nejnižší pozici mezi ostatními systémy, jelikož neposkytují větší přidanou hodnotu než pouhé přesuny informací, což nijak nesnižuje jejich nenahraditelnost. [1]

Transakční systémy sbírají a ukládají obchodní data o transakcích (Obr. 2) a případně provádějí jednoduché rozhodovací činnosti související s těmito procesy (nejedná se pouze o zaznamenávání dat ale i jednoduché operace s nimi). Příkladem aktivit transakčních systémů může být zaznamenávání údajů o používání platebních karet, výběry z bankomatů či provádění rezervací. [4]

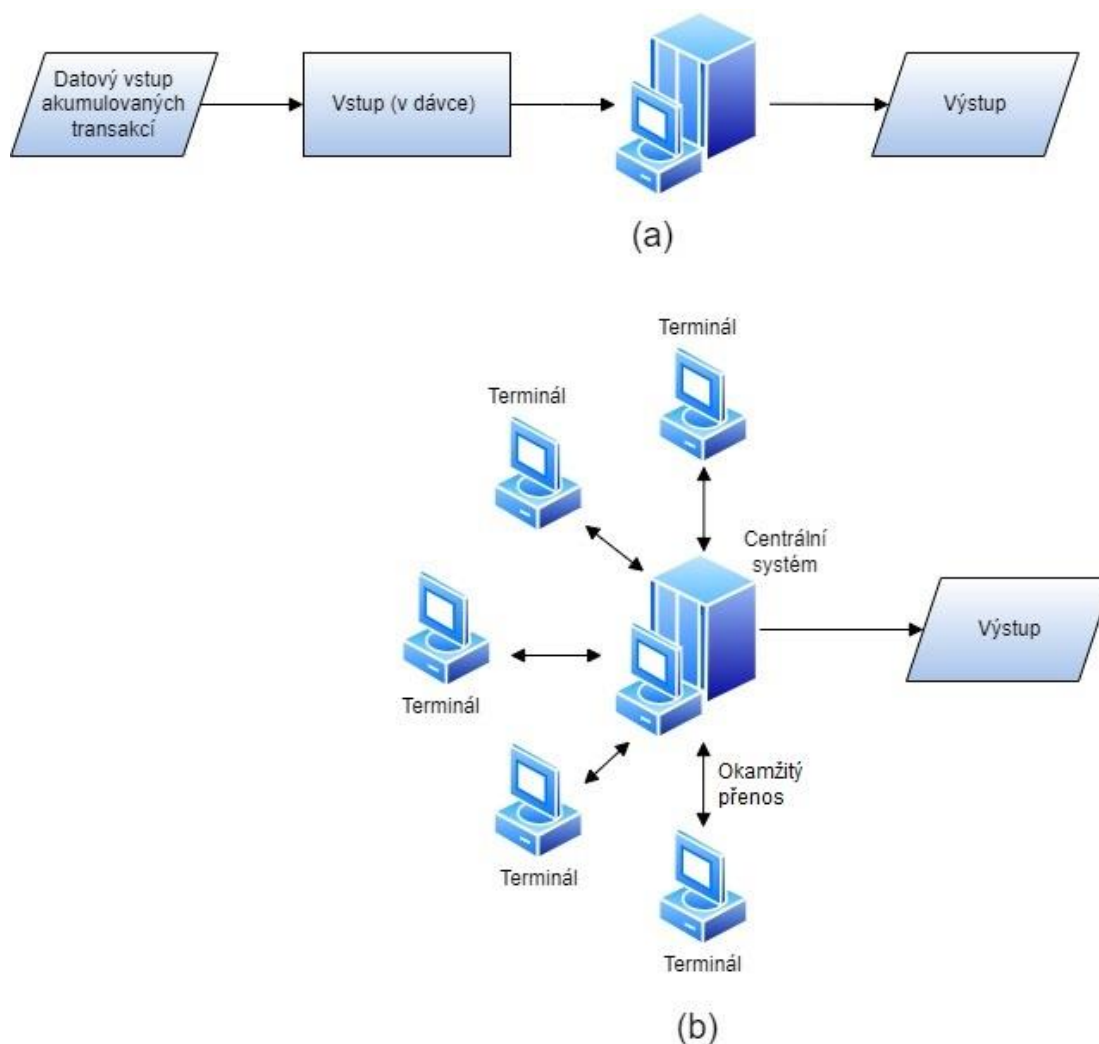


Obr. 2: Architektura Transakčního Informačního Systému. Přepracováno dle [4].

Transakční přenosy jsou dvojího typu: dávkové (a) a okamžité (b) (Obr. 3). (a) Dávkové přenosy probíhají tak, že jsou data nejdříve nasbírána a uložena, ale jejich vyhodnocování probíhá později. Příkladem může být fakturační proces, kdy je nejdříve obdržena a uložena faktura do systému a její vyhodnocení a zpracování probíhá v periodických cyklech. (b) Okamžité transakční procesy jsou sbírány, ukládány a vyhodnocovány okamžitě. Příkladem okamžitého transakčního procesu jsou automatické kontroly součástí kamerového systému, kdy jsou zjištěny údaje o rozměrech, je

² Z anglického Transaction Processing Systems

uložen záznam do systému a je provedeno okamžité vyhodnocení, zda součást splňuje kvalitativní požadavky. [4]



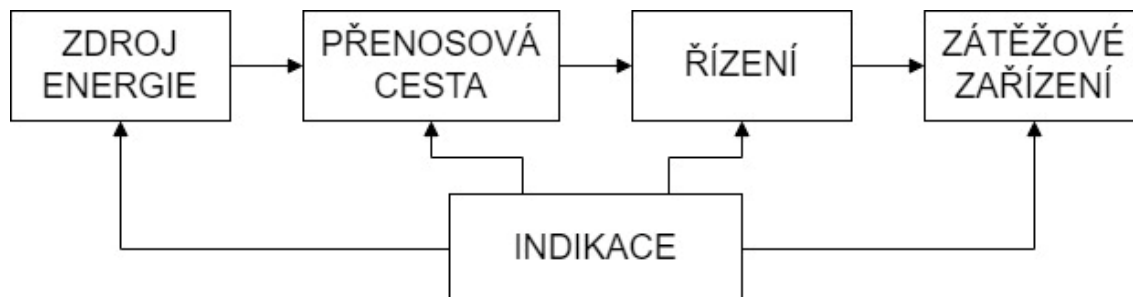
Obr. 3: (a) Dávkový transakční přenos; (b) okamžitý transakční přenos. Přepřacováno dle [4].

1.1.2 Systémy řízení procesů

Monitorování a kontrolu nad fyzickými procesy mají na starosti systémy řízení procesů. Do těchto systémů mohou vstupovat data z výrobních zařízení. Na základě získaných dat poté informační systém v reálném čase tyto výrobní procesy řídí a upravuje. Takovéto systémy jsou využívány napříč výrobním či zpracovatelským průmyslem od podniků vyrábějících finální produkty až po těžbařské společnosti. [1]

Impulzem ke vzniku systémů řízení procesů byl přesun průmyslu z manuálně vykonávaných činností ve výrobě k využívání automatizovaných procedur. Výsledky zavedení systémů pro řízení procesů bylo často zlepšení výstupní kvality výrobků, ekonomičtější produkce, snížení nákladů na platy manuálních pracovníků, a zároveň zvýšení potřeby kvalifikovanější obsluhy. [5]

Jakožto systém s přímým ovlivňováním fyzického světa – napojení na výrobní zařízení – je hlavními činnostmi systému pro řízení procesů sběr dat ze senzorů, jejich vyhodnocování a exekuce odpovídajících reakcí, skrze správně usměrněné využití energie. Tyto činnosti lze tedy rozdělit do následujících skupin: zdroj energie, přenosová cesta, řízení, zatížení a indikace (Obr. 4). [5]



Obr. 4: Základní schéma systému řízení procesů. Přepřacováno dle [5].

Zdroj energie je zodpovědný za převod energie do potřebného elementu, kterým může být například světlo, teplo a chemická či mechanická energie. Přenosová cesta zodpovídá za doručení potřebné energie od zdroje do potřebné lokace. Řízení určuje, zda a v jaké míře má být doručená energie využita. Systém zatížení obsahuje ty prvky, které vykonávají činnost a spotřebovávají energii. Poslední skupinou je indikace, která zobrazuje stav jednotlivých částí systému. Všechny tyto popsání části jsou obsaženy v systému řízení procesů, který jednotlivým skupinám dává řád a smysl. [5]

1.1.3 Systémy pro podnikovou spolupráci

Jedny z nejrozšířenějších informačních systémů jsou systémy pro podnikovou spolupráci (také nazývány jako kancelářské automatizační systémy). Tento typ systémů umožňuje kontrolovat a řídit toky informací v podniku, což umožňuje či zlepšuje komunikaci mezi podnikovými pracovními skupinami a jejich produktivitu. Využití těchto systémů má největší přínosy v kancelářských procesech podniků, kde tyto systémy umožňují komunikaci ať již písemnou (emaily, chat) či multimediální (audio a video hovory, sdílení multimediálních souborů) a přenosy souborů, díky čemuž je umožněno a zrychleno rozhodování a v konečném důsledku také řízení podniku. [1]

Využití systémů pro podnikovou spolupráci se ještě více rozšířilo v posledních letech potřebou zajistit komfortní spolupráci zaměstnanců z jejich domovů či jinak vzdálených lokací. Od původního využití systémů pouze pro umožnění komunikace a sdílení souborů se do procesu zakomponovaly také komplexnější funkční nástroje (jako jsou zajištění bezpečnosti informací či usnadnění schvalovacích procesů). Systémy pro podnikovou spolupráci zaštiťují tři hlavní oblasti. [6]

- **Audio Vizuální kolaborace:** nástroje pro videokonference většího množství účastníků, digitální zadávání a sledování postupu práce, cloudové výpočetní nástroje umožňující spolupráci uživatelů z různých míst světa na jednom rozsáhlém projektu.
- **Hostovaná řešení kontaktního centra:** řešení uzpůsobená na míru podniku dle jeho velikosti a potřeb. Často se jedná o nástroje podporující zákaznický kontakt a outsourcing těchto činností na externí dodavatele.
- **VoIP a VPN zabezpečení:** VoIP je technologie pro přenos digitalizovaného hlasu pomocí internetového připojení a VPN umožňuje vzdálené připojení na podnikovou informační síť. Obě tyto technologie (přenos hovorů přes internet a vzdálené připojení zaměstnanců na firemní síť) znamenají potenciální bezpečnostní riziko. Z toho důvodu je jejich implementace do komplexního informačního systému důležitým krokem pro zvýšení bezpečnosti dat v podniku, stejně tak jako usnadnění jejich použití pro uživatele.

1.1.4 Business Intelligence

Dalším typem informačních systémů jsou nástroje Business Intelligence (zkráceně BI). Ve výrobních podnicích se lze stále setkat se systémy manažerskými, rozhodovacími a výkonnými, avšak v odvětvích, která v oblasti práce s daty posouvají hranice nejvíce (jako je finanční či farmaceutický sektor) se již přechází na cloudové Business Intelligence nástroje. [3]

Nástroje business intelligence vycházejí z toho, že pro odpovědná rozhodnutí manažerů na jakékoli pozici v podniku je zapotřebí mít k dispozici správné informace. Tyto informace musejí být vždy podloženy daty. Podniky, usilující o takovýto typ managementu, vynakládají velkou část svých zdrojů na sběr veškerých dat, která mohou alespoň vzdáleně souviset s jejich činnostmi a výkony. Velké množství získaných dat umožňuje vytvářet cílené analýzy právě pomocí BI nástrojů. Výstupem business intelligence jsou poté reporty obsahující grafy, trendy a další klíčové ukazatele (dále jen KPI³) podporující informovaná rozhodnutí managementu. [3]

Jelikož je tato práce zaměřena na informační systémy ve výrobních podnicích, jsou na následujících stránkách blíže představeny manažerské, rozhodovací a výkonné systémy. Jedná se nyní již o starší systémy, se kterými se lze ovšem stále setkat ve velkém množství výrobních firem a je proto nutné se těmito systémy také zabývat. Současné směřování odvětví práce s daty ovšem možnosti těchto systémů postupně nahrazuje pokročilejšími BI řešeními, která jsou univerzálnější a také škálovatelnější na větší

³ Pojem a zkratka vycházející z anglického Key Performance Indicator – KPI reprezentuje nejčastěji číselný údaj, který má v dané oblasti významnou vypovídající hodnotu. V oblasti výroby může být tímto číslem například ukazatel drsnosti Ra, v oblasti financí a investic zas čistá současná hodnota (ČSH) a v oblasti řízení výroby hodnota OEE (bude vysvětleno v dalších kapitolách).

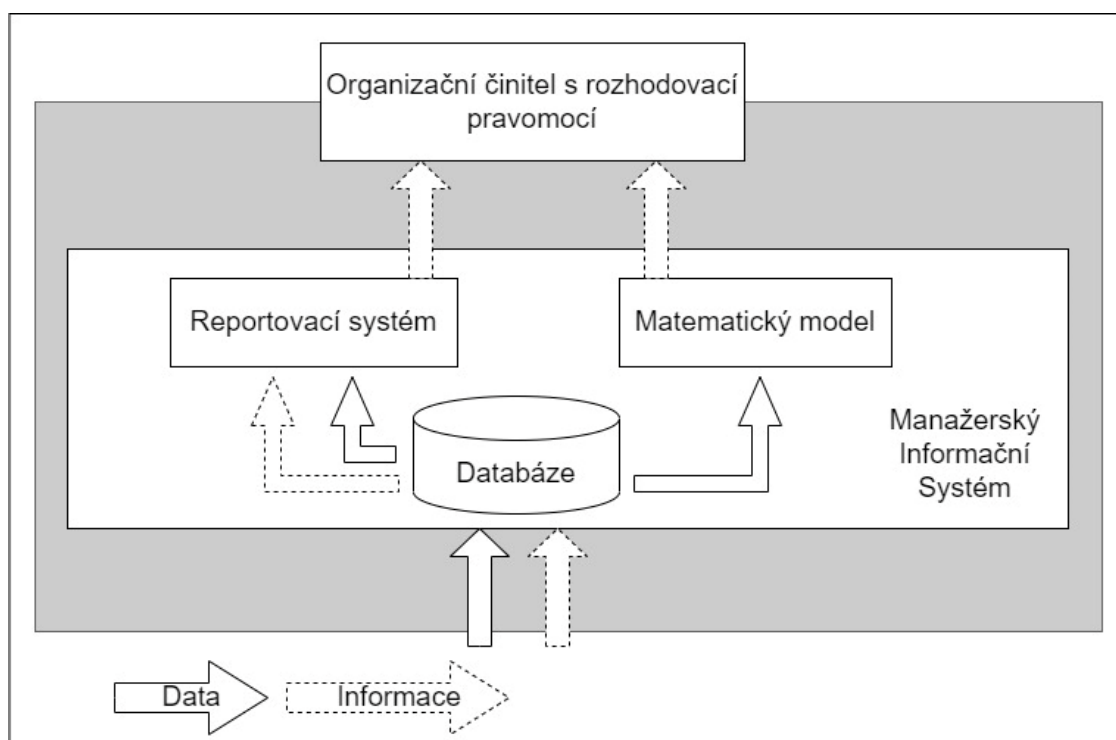
množství dat a lze očekávat, že i ve výrobním sektoru budou dále uvedené systémy postupně nahrazeny. [3]

▪ Manažerské informační systémy

Manažerské informační systémy (MIS⁴) mají na starosti využívání dat ze systémů, které jsou níže ve struktuře informačních systémů podniku a poskytování odpovědným osobám potřebné kontrolní reporty. Činností takového systému je tedy získání dat z jiných systémů (například TPS) a převedení těchto dat do podoby ucelených informací. Výstupem jsou tedy podklady pro rozhodování nižšího a středního managementu v podobě reportů, grafů, změn trendů a dalších. [1]

Informace poskytnuté manažerským informačním systémem popisují stav podniku, nebo jeho část, v minulých obdobích, v současnosti a zároveň jaký může být stav podniku v budoucnosti. Zpracované informace jsou generovány v podobě periodických reportů či matematických simulací. [7]

Struktura tohoto typu systémů je popsána v obrázku (Obr. 5). Základem systému je databáze obsahující informace získané z jiných systémů (jako jsou například systémy řízení procesů či transakční systémy a mnohé další). Jádro samotného manažerského systému tato data zpracovává buď do podoby reportů, nebo v pokročilejších případech provádí matematické simulace pro odhadování budoucího stavu. [7]



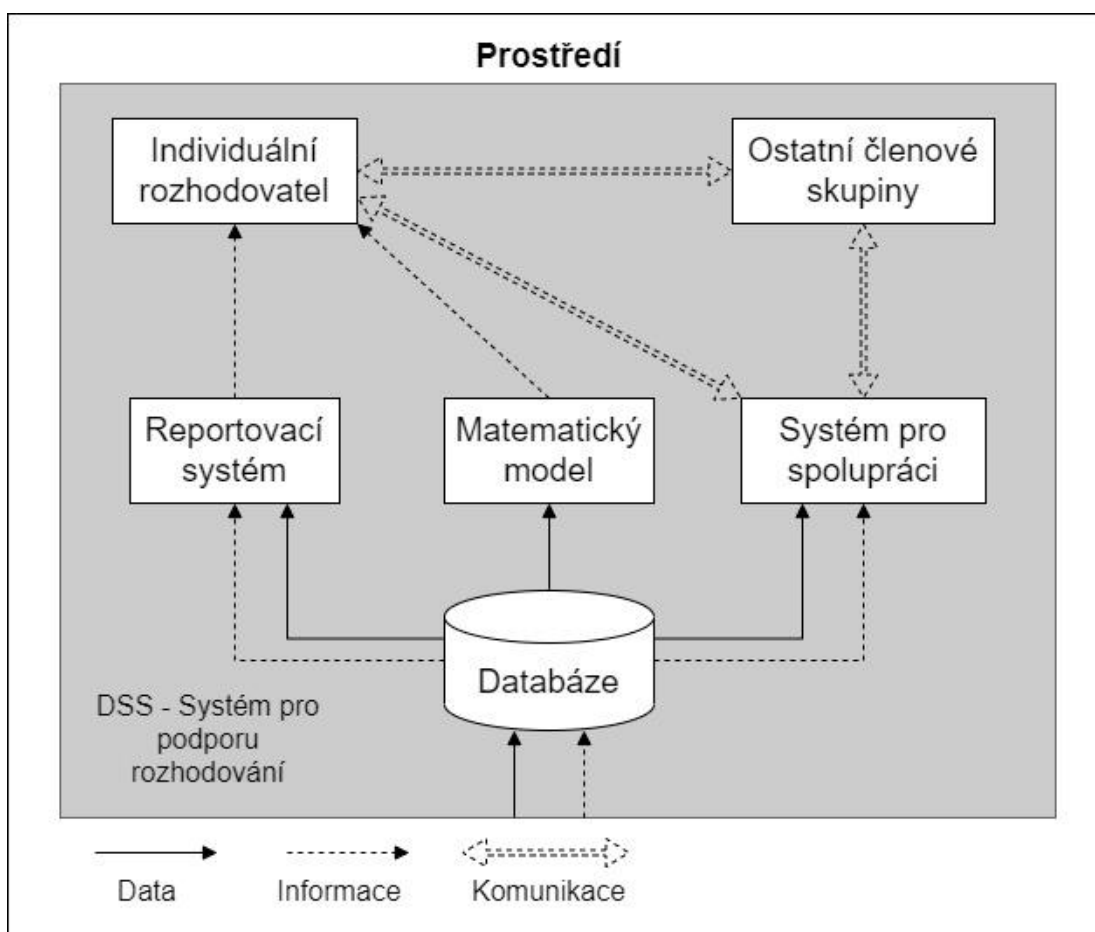
Obr. 5: Schéma manažerského informačního systému. Přepřacováno dle [7].

⁴ Z anglického Management Information Systems

▪ Systémy pro podporu rozhodování

Systémy pro podporu rozhodování (DSS)⁵ jsou softwary, které jsou specificky navrženy tak, aby pomáhaly všem manažerským pozicím v rozhodování. Tyto systémy mohou využívat manažeři jak v běžném provozu, tak i v situacích, kdy nastanou špatně definované nebo semi-strukturované problémy, pro které není dostatek podkladů na jednoznačné rozhodnutí. [1] Jejich cílem je poskytovat managementu odpovědi na různé otázky týkající se stavu podniku. [3]

Stejně jako je manažerský informační systém postaven na databázi, nad kterou stojí reportovací a simulační procesy, tak je tomu i v případě systémů pro podporu rozhodování. Rozhodovací systémy jsou ovšem rozšířeny o kolaborační složku⁶ (často součást systému pro podnikovou spolupráci z kapitoly: 1.1.3), která přidává možnost kolaborace na rozhodovacích scénářích dalším členům organizace (Obr. 6). [7]

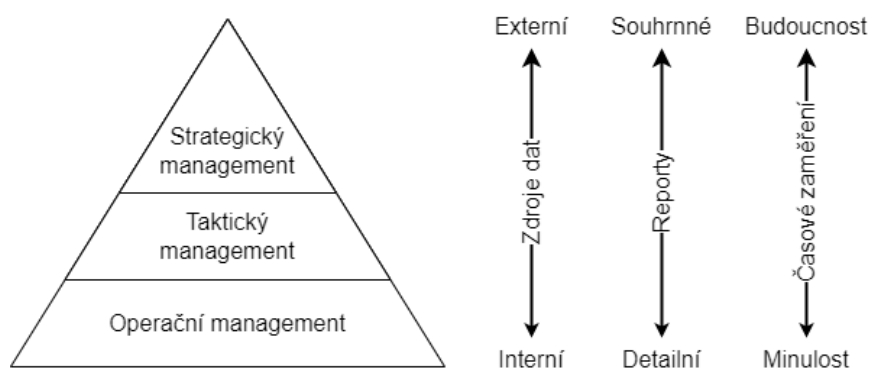


Obr. 6: Schéma systému pro podporu rozhodování. Přepřacováno dle [7].

⁵ Také občas nazývány jako Systémy pro podporu řešení problémů, v anglickém jazyce jako Decision Support Systems – DSS.

⁶ Z anglického Groupware – Collaborative software, systémy pro spolupráci.

Databáze přijímá data z dalších systémů podniku i vnějších zdrojů, aby bylo dostupné co největší možné množství informací pro matematické modely. Další složkou je reportovací software. Tento podprogram je určen k vytváření reportů ze získaných dat, které mají předem definované metodiky, jak databázová data vyhodnocovat a do jaké podoby je utřídit. [7] Důležitou částí je matematický model, který provádí simulace nad získanými daty a snaží se, co nejjednodušším způsobem, reprezentovat vyhodnocené výstupy. Obrázek níže (Obr. 7) znázorňuje zaměření výstupů DSS pro různé úrovně managementu. Poslední částí systému pro podporu rozhodování je kolaborační napojení. Díky tomuto rozšíření mohou do nastavování simulačních scénářů zasahovat uživatelé z různých oblastí najednou, a zajistit tak dostatečnou vypovídající hodnotu informací plynoucích z výstupů simulací. [7]



Obr. 7: Výstupy DSS pro různé úrovně managementu. Přepřacováno dle [7].

Rozhodovací informační systémy mohou mít mnoho způsobů architektury. Některé z těchto systémů obsahují kromě simulačních modelů také znalostní systémy⁷ či mohou být koncipovány do jednotlivých modulů, což umožňuje rychlejší vývoj a testování jejich jednotlivých částí. [7]

▪ Výkonné informační systémy

Výkonné informační systémy (EIS⁸) poskytují rychlý a přehledný přístup k interním i externím informacím, které jsou často prezentovány v grafické podobě. Tyto systémy sdružují důležité informace z širokého spektra jiných systémů (MIS, DSS a dalších systémů dle potřeby managementu). Tyto souhrnné informace jsou poté vyhodnocovány za pomoci grafů a jiných vizuálních přehledů, s možností detailního rozpadu do základních dat, pokud je potřeba. Takovéto přehledy slouží seniornějším manažerským pozicím jako výchozí podklady pro strategické a taktické rozhodování. Výstupní informace z Výkonného informačního systému by měly poskytovat dostatečně abstraktní údaje o stavu celého podniku. Oproti Manažerským informačním systémům (MIS) ucelují

⁷ Take známé jako Expertní systémy, Viz. kapitola 1.1.5

⁸ Z anglického Executive Information Systems

informace jdoucí z většího množství zdrojů a formulují je do abstraktnějšího přehledu. [1]

1.1.5 Specializované procesní systémy

Do kategorie specializovaných procesních systémů spadají typy IS, které mají již mnohem užší využití vzhledem k jejich zaměření. Hlavní doménou těchto systémů bývají pokročilé algoritmy pro strojové vyhodnocování informací. Mezi tyto systémy patří expertní systémy, znalostní systémy, strategické informační systémy a funkční obchodní systémy.

▪ Expertní systémy

Expertní systémy získávají na důležitosti až v posledních letech. S nástupem strojového učení a později i s algoritmy umělé inteligence umožňují expertní systémy vycházet ze znalostních systémů a zastupovat funkci expertního konzultanta. Takovéto systémy vycházejí z rozsáhlých databází znalostních systémů a dokážou poskytnout uživateli rady, jejichž relevance je závislá na rozsahu znalostní databáze, na které jsou postaveny. [1]

▪ Systémy řízení znalostí

Znalostní systémy anebo také Systémy řízení znalostí jsou informační systémy, které umožňují vytváření, strukturování a šíření obchodních znalostí ve struktuře podniku. Takovýto systém podporuje zaměstnance a manažery při vytváření rozhodnutí na jakékoli úrovni hierarchie a při správném použití dokážou podporovat celkový růst podniku, stejně jako způsobilost jeho zaměstnanců. [1]

Pojmy expertní a znalostní systémy bývají často nesprávně zaměňovány. Z hlediska funkcí se znalostní systémy zaměřují na ukládání a strukturování informací do snadno přístupné databáze. Expertní systémy na základě fuzzy algoritmů samy vyhodnocují požadavky uživatele a překládají mu nejpravděpodobnější odpovědi na jeho otázky.

▪ Strategické informační systémy

Hlavním cílem strategických informačních systémů (SIS⁹) je získání strategické výhody podniku oproti jeho konkurenci. Systémy využívají informační technologie v souvislosti s produkty, službami anebo podnikovými procesy k tomu, aby analyzovaly podnik vůči jeho konkurenci. Tyto systémy umožňují členit, procesovat a využívat informace, které podniky vytvářejí a získávají. Na tyto informace jsou poté systémy aplikovány metriky

⁹ Z anglického Strategic Information Systems

a analyzační nástroje k tomu, aby rozpoznaly příležitosti pro růst a vytyčily oblasti pro zlepšení. [1]

1.1.6 Funkční obchodní systémy

Funkční obchodní systémy jsou svými funkcemi zaměřeny na oblast obchodu. Takto mohou být systémy rozděleny dle jejich oblasti na prodejní a marketingové, výrobní, finanční a účetnické a informační systémy lidských zdrojů. [1]

▪ Prodejní a marketingové informační systémy

Informační systémy pro marketing a prodej jsou odpovědné za podporu oblastí podnikových produktů a služeb. Pro oblast marketingu je potřeba identifikovat zákazníky pro poskytované produkty či služby, případně vyhodnotit zákaznické požadavky. Z pohledu prodeje je zapotřebí spravovat kontakt se zákazníky, zajišťovat prodejní procesy, vyřizování objednávek a poskytovat související služby zákazníkům. Tyto systémy tedy zajišťují podporu v oblastech marketingového mixu, stanovování cen, předpovídání prodejů a určování směru vývoje nových produktů. [1]

▪ Výrobní informační systémy

Výrobní informační systémy mají za cíl využít informačních technologií k tomu, aby byl výrobní proces co nejefektivnější, poskytoval co nejvyšší požadovanou kvalitu a v důsledku toho snižoval výrobní náklady. Systém vychází z principu, kdy jsou materiál, vybavení, data, procesy a informační technologie považovány za vstupy a výrobní a informační procesy pro tvorbu produktů za výstupy. [1]

▪ Finanční a účetní informační systémy

Typy finančních systémů jsou využívány pro správu podnikových zdrojů z pohledu financí. Účetní informační systémy mají za cíl co nejvíce automatizovat procesy vkládání a odesílání účetních operací generovaných podnikovými procesy. Účetní operace se zpracovávají v elektronické podobě takovým způsobem, aby se informace daly snadno zobrazit pro potřeby finančního managementu a pro generování účetních uzávěrek podniku. Finanční informační systémy vychází z dat poskytovaných účetními systémy a vyhodnocují data do podoby manažerského účetnictví. Výstupy těchto systémů jsou poskytovány finančním manažerům podniku. [1]

▪ Informační systémy lidských zdrojů

Informační systémy lidských zdrojů podporují aktivity jako je identifikace potenciálu zaměstnanců, uchovávání komplexních záznamů o současných zaměstnancích a rozvíjení zaměstnaneckých dovedností. [1]

1.2 Dělení IS dle účelu použití

Informační systémy mohou být děleny nejen podle jejich funkce (viz kapitola 1.1), ale častěji je možné se setkat s jejich dělením na základě obecně zavedených skupin, jako jsou například ERP systémy, pod které spadá hned několik systémových funkcí popsaných v předešlé kapitole. Z tohoto důvodu budou v následující kapitole představeny informační systémy dle jejich použití v podnicích, především těch výrobních. Informační systémy představené v následující kapitole jsou systémy ERP, MES, WMS a APS.

1.2.1 ERP – Řízení zdrojů podniku

Systémy pro řízení zdrojů podniku (dále jen ERP¹⁰) jsou modulární typy systémů, které jsou integrovány do většiny podnikových procesů. Jedním z hlavních cílů ERP systémů je podpora současného procesně orientovaného řízení podniků, stejně jako standardizace těchto procesů napříč oblastmi uvnitř podniku. Hlavními vlastnostmi těchto systémů je schopnost sjednocování, automatizace a integrace podnikových dat a procesů napříč podnikovou strukturou v reálném čase. Největší světové podniky vynakládají velké množství svých zdrojů na implementaci nových ERP řešení či jejich zlepšování, stejně jako přidávání rozšiřujících modulů¹¹ a propojování s dalšími systémy. [8]

Velká část podniků, které zavádějí ERP systém do svého nástrojového portfolia, nechává upravit tyto systémy na základě jejich interních procesů. Mnoho z těchto podniků časem ovšem mění své procesy právě na ty, které jsou definovány ve standardních ERP systémech. Tyto změny podnikových procesů se dějí převážně z důvodu snadnějších aktualizací ERP systému a také jelikož se většinou jedná o standardizované procesy nejlepší praxe¹² odzkoušené velkým počtem dalších podniků po celém světě. V neposlední řadě, proč upravovat podnikové procesy na procesy definované v ERP systémech jsou rozsáhlé náklady na přizpůsobení ERP systému. [8]

Do ERP systému vstupují 2 druhy dat – master data a transakční data. Master data představují informace, které jsou dlouhodobé a dávají systému kontext. Udávají odpovědi na otázky kdo, co, kdy a jak a zároveň udávají informace, jak se data mají seskupo-

¹⁰ Z anglického Enterprise Resource Planning

¹¹ Snaha integrace co největšího množství funkcionalit pod jediný systém má za následek, že doplňkové moduly často pro ERP zahrnují stejné, nebo alespoň podobné možnosti jako systémy MES, WMS a APS. Z důvodu komplexity těchto systémů se ovšem zatím nedosáhlo stavu, kdy by mohl být jediný systém použit na veškeré potřeby podniku. Pravděpodobně nejdále v tomto směru je jeden z nejrozšířenějších IS pro velké podniky, systém od firmy SAP. Ten nabízí jednotlivé moduly pro plánování výroby, řízení skladů a další možnosti řízení podniku. Častým argumentem podniků, proč není SAP využíván napříč celým podnikem je jeho vysoká cena a rigidita systému. *Poznámka autora*

¹² Z anglického pojmu best-practise, který je používán k pojmenování obecně uznaného nejlepšího postupu, jak danou činnost či proces provádět.

vat do jednotlivých kategorií a hierarchií. Druhým typem jsou transakční data – krátkodobá, která představují informace o požadavcích, pohybech a změnách stavu. Tyto dva druhy dat si lze představit na příkladu ve výrobním systému, kdy přijde objednávka od zákazníka na výrobu X kusů produktu (transakční informace) a systém dle informací o vlastnostech materiálu a výrobních linkách ví jak, za jak dlouho a kde (master data) lze produkt vyrobit. [9]

1.2.2 MES – Výrobní informační systém

Výrobní informační systém¹³ je používán pro monitorování a zaznamenávání výrobních procesů v celé jejich šíři, od surového materiálu vstupujícího do podniku po finální výrobek. Poskytuje informace v reálném čase o stavu výroby, díky kterým je možné provádět aktuální výrobní rozhodnutí a zlepšovat výrobní procesy a často i přímo ovlivňovat samotná zařízení ve výrobním procesu. [9]

Systémy pro monitorování a exekuci výroby jsou chápány jako systémy střední úrovně v rámci architektury informačních systémů. Přejímají master a transakční data z ERP systému. Master data nesou informace o vlastnostech materiálů, standardní době provádění jednotlivých výrobních operací a další informace potřebné k výrobě. Transakční data udávají například množství kusů, které je potřeba vyrobit v rámci aktuální výrobní zakázky. Dle master dat zpracovávají transakční data, aby vyhověla jejich požadavkům. Kombinace těchto dat vytváří dohromady informaci o tom, jak dlouho zabere výroba konkrétní výrobní zakázky¹⁴. [9]

Další činností, kterou může MES systém vykonávat, je poskytování informací o výrobě k tomu účelu, aby se na základě nich daly optimalizovat výrobní procesy, zlepšovat kvalita a zefektivňovat výroba jako celek. Každý podnik si stanovuje, jaké informace jsou relevantní pro jeho potřebu na základě individuálních procesů podniku, ale obecně jsou nejvíce používány klíčové výkonnostní ukazatele (KPI) OEE¹⁵ a MCE¹⁶ (vysvětlení pojmů dále). [10]

Analýza chování výrobního systému je vyjádřena ukazatelem OEE. Dle [10] ukazatel vyjadřuje podíl plánovaného výrobního času, který je nutný pro výrobu dílu, bez zohlednění rozpracované výroby. Jiný zdroj [11] popisuje koeficient OEE jako ukazatel výrobních ztrát, které jsou způsobené prostoji, opravami nebo poruchami strojů. Výpočet OEE popisuje vzorec (1). [10]

¹³ Z anglického Manufacturing Execution System

¹⁴ Vyhodnocení délky výroby výrobní zakázky je činnost související s plánováním výroby. Součástí MES systémů bývají dnes základní nástroje pro tvorbu výrobního plánu v krátkodobém horizontu – maximálně v řádu několika výrobních směn. Střednědobé až dlouhodobé plánování poskytují systémy APS.

¹⁵ Z anglického Overall Equipment Effectiveness.

¹⁶ Z anglického Manufacturing Cycle Effectiveness.

$$OEE = C_t \cdot C_p \cdot C_q = \frac{\sum_j [F_{t_j} - D_j]}{\sum_j [F_{t_j}]} \cdot \frac{\sum_j [T_i \cdot O_i]}{\sum_j [F_{t_j} - D_j]} \cdot \frac{\sum_i [T_i \cdot (O_i - Def_i)]}{\sum_i [T_i \cdot O_i]} \quad (1)$$

C_t = dostupnost

C_p = efektivita

C_q = kvalita

j = počet zařízení

F_{t_j} = fond času práce jednotky zařízení (doba trvání směny zařízení)

D_j = čas neaktivity zařízení během směny (včetně plánovaného)

i = počet vyrobených kusů za směnu

T_i = takt dokončení výrobku

O_i = vyrobené množství kusů za směnu

Def_i = počet zmetků za směnu

$\sum_j [F_{t_j} - D_j]$ = čas dostupný pro výstup na jednotku zařízení

$\sum_j [T_i \cdot O_i]$ = množství času vynaloženého na výrobu

$\sum_i [T_i \cdot (O_i - Def_i)]$ = množství času pro výrobu bezvadného produktu

Druhým ukazatelem, který popisuje proces výroby je koeficient MCE. Tento koeficient vyjadřuje dle [10] poměr pracnosti technologických operací, které jsou prováděny při zpracování výrobků k době setrvání těchto výrobků v odpovídajících výrobních zařízeních. Jiný zdroj [12] popisuje MCE ukazatel jako podíl výrobního času vynaloženého na činnosti s přidanou hodnotou. Tento ukazatel se vypočítá dle vzorce (2). [10]

$$MCE_{ik} = \frac{T_{ik} \cdot O_{ik}}{\sum_j F_{t_j}} \quad (2)$$

O_{ik} = vyrobené množství kusů za směnu v oblasti k

T_{ik} = takt výroby v oblasti k

F_{t_j} = fond času práce jednotky zařízení (doba trvání směny zařízení)

Podnik může využít informace získané MCE koeficientem k odstranění činností bez přidané hodnoty. Tím lze snížit náklady a zkrátit dobu potřebnou k výrobě produktu. Oba výsledky poskytují konkurenční výhody, jelikož je možné snížit ceny při zachování vysokých zisků a zároveň nabídnout svým zákazníkům rychlejší obraty. [12]

Z těchto vzorců vyplývá, že koeficient OEE charakterizuje hustotu zatížení zařízení a koeficient MCE je charakteristikou dynamiky materiálového toku. MES systémy tedy napomáhají nejen k monitorování a řízení aktuálního stavu výroby, ale také poskytují cenné informace pro budoucí rozhodování a zlepšování výrobních procesů. [10]

1.2.3 APS – Pokročilé plánování výroby

Systémy ERP poskytují odpovědným osobám informace o požadovaném množství výrobků a na jakých výrobních linkách je lze vyrábět. Systém MES umožňuje přidělovat konkrétní výrobní zakázky na jednotlivé linky a zároveň sledovat průběh výroby. Přesto v těchto dvou systémech chyběla možnost komplexnějšího plánování výroby při zahrnutí v potaz mnoha možných vlivů a parametrů. Z těchto důvodů se časem vyvinuly systémy pokročilého plánování (dále jen APS¹⁷). V dnešní době bývají základní funkce APS začleněny jak do ERP, tak i MES systémů. V obou případech se většinou jedná o krátkodobé plánování v horizontu několika dnů až týdnů. Hlavní přidanou hodnotou APS je možnost střednědobého až dlouhodobého plánování, často s možnostmi matematických odhadů vývoje potřeb výrobků na základě údajů z trhu. [13]

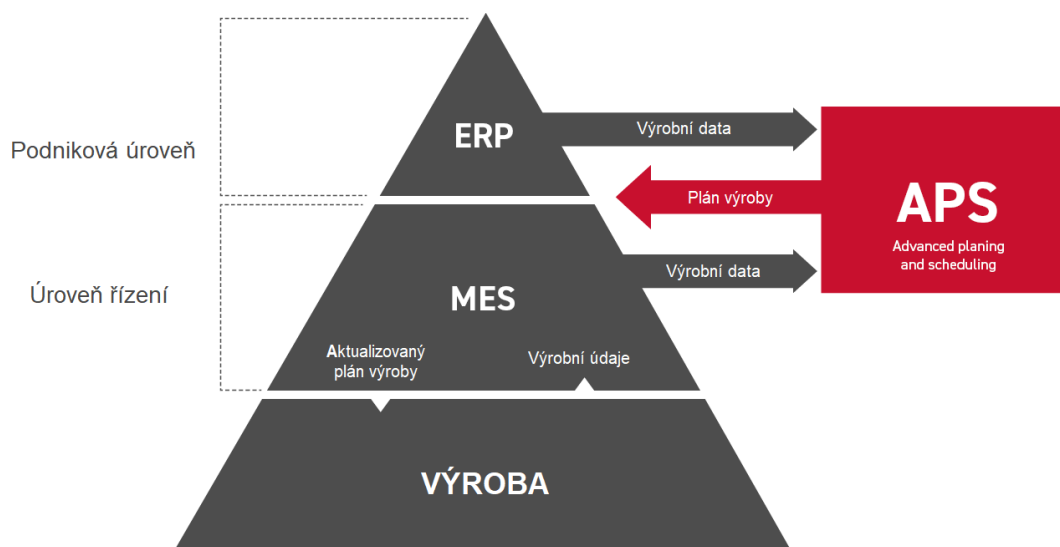
Systémy APS vznikly postupným vývojem systémů MRP¹⁸ v návaznosti na stále rostoucí požadavky komplexity funkcionalit. Systémy MRP se poté postupem času rozdělily na současné ERP a APS systémy. Hlavními přínosy APS systémů jsou možnosti optimalizace výrobních plánů a toků materiálu výrobou, přičemž velmi rychle odhalují úzká místa ve výrobě. Mnohé současné systémy těchto typů nejsou omezeny pouze na data zadaná jedním podnikem, ale bývají integrovány do struktury dodavatelsko-odběratelského řetězce (dále jen SCM¹⁹) a tím získávají informace přímo ze zdroje potřebných informací, kterými jsou zákaznické požadavky na odběr a stav dodavatelských zásob v reálném čase. [14]

Významnou funkcionalitou APS systémů je možnost simulací různých plánovacích scénářů výroby předtím, než jsou aplikovány. APS jako takový nenahrazuje ERP či MES systémy, spíše je doplňuje jako velmi přínosný mezičlánek v architektuře informační struktury výrobního podniku (Obr. 8). [14]

¹⁷ Z anglického Advanced Planning and Scheduling.

¹⁸ Z anglického Material Resource Planning

¹⁹ Z anglického Supply-Chain Management



Obr. 8: Pozice APS systému v architektuře Informačních Systémů výrobních podniků. Dle [15].

1.2.4 WMS – Systém pro řízení skladů

Dalším široce používaným informačním systémem je systém pro řízení skladů (dále jen WMS²⁰). Systémy WMS jsou určeny pro řízení celého velkoobjemového skladového provozu v reálném čase. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby optimalizovaly dohled nad manipulací a skladováním produktů. [16]

WMS systém umožňuje rychlý příjem a výdej zboží na sklad, definuje externí dodavatele nebo jinak specifikuje původ zboží. Dalšími funkcemi je kontrola materiálů z hlediska kvality i množství a automaticky volí vhodné skladové místo k uložení. Systém dále specifikuje expediční lokace v podniku pro odchozí objednávky. [16]

Přínosy využívání WMS systémů jsou zvýšení obratu společnosti skrze rychlejší vyhledávání a umístování materiálu na sklad, automatické kontroly skladového množství a dohled nad kvalitativními požadavky materiálů. [16]

Jednotlivé funkcionality, které obsahují WMS systémy mohou být: [16]

- Optimalizace využití skladových prostor
- Zkrácení času na objednání a dodání zboží
- Zlepšování kvality služeb poskytovaných výrobcí
- Snížení množství chyb díky pokročilé kontrole a rychlému řešení problémů mezi výrobcí a obchodníky
- Vysoká flexibilita při výměně dat se systémy třetích stran
- Snadnější přístup k datům
- Efektivní řízení provozu skladu

²⁰ Z anglického Warehouse Management System

- Podpůrný nástroj při přípravě expediční dokumentace a automatizaci expedičního procesu.

Mnoho ERP systémů nabízí moduly pro řízení skladů jako součást jejich funkcionalit, ale tyto moduly nebývají tak komplexně pojaté jako samostatně stojící WMS systémy. Zatímco ERP skladové moduly nabízí přehled nad stavy zásob, chybí zde flexibilita v dostupnosti dat v reálném čase, automatické procedury pro alokování přijímaných materiálů na optimální pozice a celkové optimalizované řízení skladových procesů. [16]

2 Metody mapování podnikových procesů

Druhá kapitola teoretické části diplomové práce je věnována metodám, kterými lze popisovat a mapovat podnikové procesy. Úvod kapitoly zaměřen na definici podnikových procesů a oblasti mapování těchto procesů. Následuje část věnovaná typům procesních diagramů, které jsou používány pro grafický popis procesů. Na závěr kapitoly jsou uvedeny modelovací standardy jakožto nástroje pro modelování podnikových procesů.

Zavádění informačních systémů do podniku je úzce spjato s porozuměním toho, jak podnik funguje převážně po stránce jeho vnitřních procesů. V následující kapitole je pozornost zaměřena na metody, jakými lze popisovat – mapovat podnikové procesy. Pro porozumění této oblasti je zapotřebí nejdříve definovat co je považováno za podnikové procesy, co reprezentují a jakým způsobem jsou využívány. [17]

V okamžiku, kdy jsme schopni rozpoznat podnikové procesy, je naším cílem je popsat pomocí standardizovaných metod. Jednotlivé metody, jakými lze podnikové procesy popisovat se liší dle typů samotných procesů a dle entit²¹, jaké proces využívá. Výstupem této kapitoly je seznámení se standardizovanými metodami sloužícími k mapování podnikových procesů, popisu jejich použití a případných limitací jakým metody čelí. [17]

2.1 Podnikový proces

Pro porozumění tomu, co reprezentují podnikové procesy, mohou pomoci používané definice. První definice, která popisuje podnikové procesy, je převzata od Václava Řepy ze zdroje [17] a zní následovně: „*Podnikový proces je souhrnem činností transformující souhrn vstupů do souhrnu výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy používající k tomu lidi a nástroje.*“ Další definicí, která pochází od stejného autora, pouze z jiného zdroje, je: „*Podnikový proces je zpravidla myšlen jako objektivně přirozená*

²¹ Entitami jsou myšleny informační systémy, výrobní zařízení a další objekty – virtuální i fyzické, které do procesů vstupují.

posloupnost činností, konaná s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách.“ [18]

2.2 Mapování podnikových procesů

Porozumění procesu podniku a dovednost jej srozumitelně popsat je nezbytným krokem pro jeho případné zlepšení či změnu. Z důvodu velkého množství různých podob procesů, používaných systémů a entit vzniklo v historii mnoho rozdílných způsobů, jak procesy popisovat. I v současné době je velmi obtížné se zorientovat mezi jednotlivými modelovacími a popisnými nástroji, které se z velké části zaměřují pouze na úzké skupiny použití, odpovídající většinou dané oblasti, ve které vznikly. [19]

Hlavní oblast, která jako první dospěla k potřebě popisu procesů je oblast výroby, následovaná informačními technologiemi. První zmínky o mapování procesů přišly z Americké Asociace Strojních Inženýrů²² v roce 1921, kde byl představen první „vývojový diagram procesu“. Tento první nástroj popisu procesů vznikl za účelem „nalezení jediné optimální cesty, jak provádět práci“. Velmi brzy byla tato myšlenka přijata jako standard a v roce 1947 byla stanovena první jednotná sada znaků sloužící k popisu procesů. [19]

Následným vývojem a praxí se začalo modelování procesů využívat pro nacházení a analýzu procesů, které přidávají hodnotu a zároveň identifikaci neefektivních míst výroby. Tyto první modelovací nástroje byly statické a sloužily jako jednoúčelové metody pro vyhodnocení stavu a často trvalo několik dní jeden takový proces zaznamenat. [19]

S nástupem informačních technologií se první zkušenosti s tvorbou procesů prokázaly jako velmi přínosné, jelikož s rozvojem informačního světa a jeho složitosti byla potřeba dokumentování informačních procesů velmi citelná. V současné době jsou k dispozici softwarové nástroje pro tvorbu procesních diagramů, které je umožňují vytvářet v mnohem kratším čase a často s možnostmi integrace těchto systémů do manažerských systémů, díky čemuž lze vytvářet procesní diagramy přímo z aktuálních dat každého podniku. [19]

2.3 Typy procesních diagramů

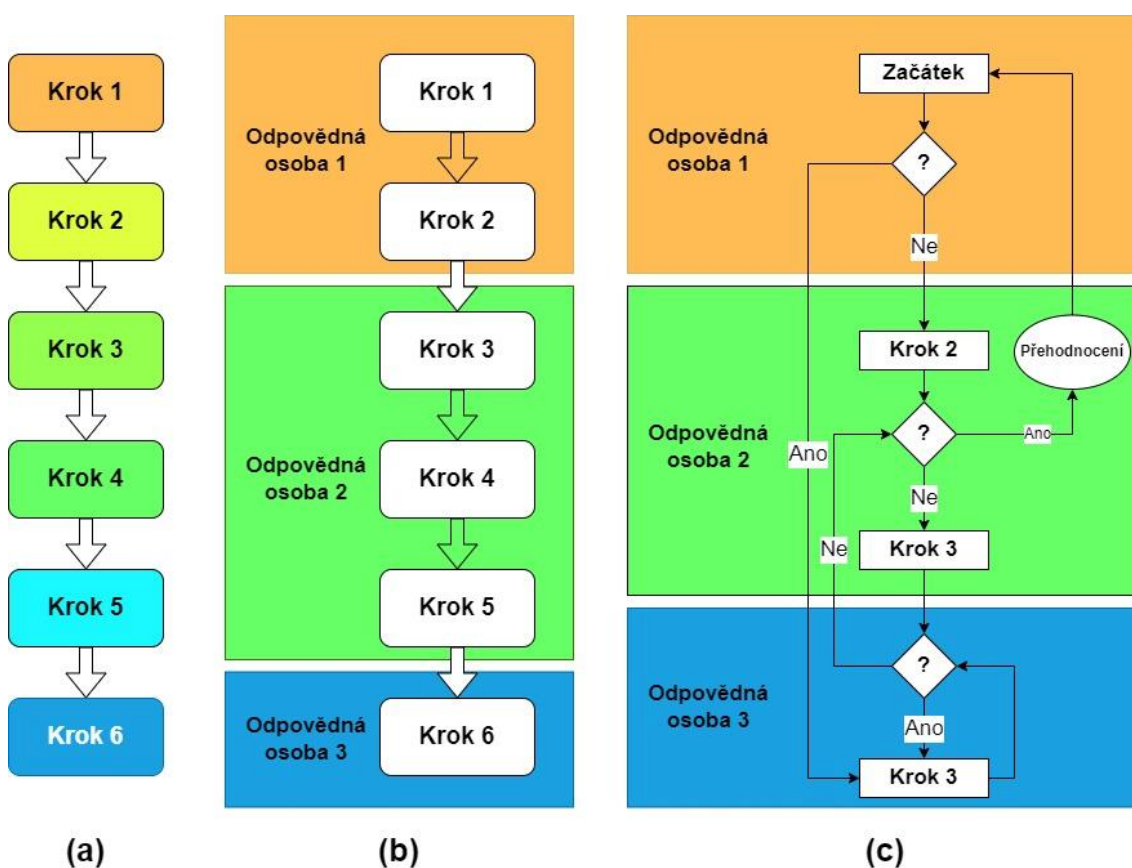
Existuje mnoho metodik a postupů, jak lze procesy zaznamenávat a každý z těchto způsobů je vhodný na jiné případy. Jejich využití se bude odlišovat dle rozsahu popisovaných procesů, potřebného detailu dokumentace, množství prvků procesu a jejich potřebných interakcí. Dále budou uvedeny nejčastější mapovací nástroje pro podniko-

²² Z anglického The American Society of Mechanical Engineers - ASME

vé procesy, kterými jsou vývojové diagramy, plavecké dráhy, stavové diagramy, diagramy toků dat a mapování toku hodnot. [19]

▪ Vývojový Diagram²³

Jedná se o typ grafické ilustrace procesu, kdy lze rozlišovat tři základní typy vývojového diagramu – (a) shora dolů, (b) vývojový diagram nasazení a (c) podrobný vývojový diagram (Obr. 9). Vývojové diagramy shora dolů znázorňují návaznosti procesu sdružené do jednoho celku. Vývojové diagramy nasazení vycházejí z typu shora dolů, ale jsou rozšířeny o alokování jednotlivých fází procesu daným vykonavatelům či uživateli. Podrobné vývojové diagramy následně rozšiřují diagramy nasazení o podrobnější zobrazení detailů procesu a jeho logických propojení. [19]



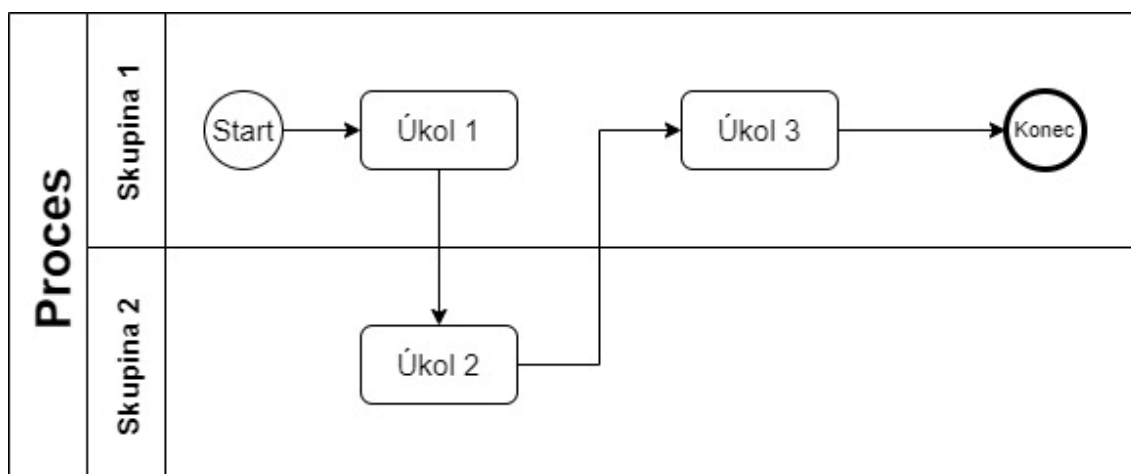
Obr. 9: Základní typy vývojového diagramu: (a) shora dolů, (b) vývojový diagram nasazení, (c) podrobný vývojový diagram. Přepřacováno dle [19].

Výhodou vývojových diagramů je přehledný zápis procesu, který je snadno čitelný i pro laického čtenáře. Nevýhodou je naopak absence rozlišení odlišných stavů entit v procesu.

²³ V anglickém jazyce známé jako Flowcharts

▪ Schémata plaveckých drah²⁴

Diagramy plaveckých drah (Obr. 10) jsou také známy pod pojmem křížových funkčních map. Jejich hlavní využití je v popisu odpovědností dílčích kroků v procesu. [19]



Obr. 10: Použití plaveckých drah pro popis procesu. Přepracováno dle [19].

Tento typ diagramů umožňuje detailní popsání zodpovědností použitím metafor plaveckých drah. Může být použito vertikální i horizontální zobrazení drah, dle potřeby konkrétního procesu. Jednotlivé dráhy reprezentují osoby, týmy, oddělení či jednotlivé systémy. V drahách jsou umístěny dílčí procesy a činnosti dle jejich místa zodpovědnosti. Kroky procesu jsou propojovány různými druhy spojení, dle typu interakce. Standardně je diagram koncipován pro logiku procesu směřujícího zleva doprava (shora dolů v případě vertikálního diagramu). [20]

Hlavní přínosy znázornění procesů ve formě plaveckých drah je jednoznačné alokování zodpovědností za jednotlivé fáze procesu. Nevýhodou může být složitější znázornění procesu, vyžadující dovysvětlení pro laického čtenáře diagramu.

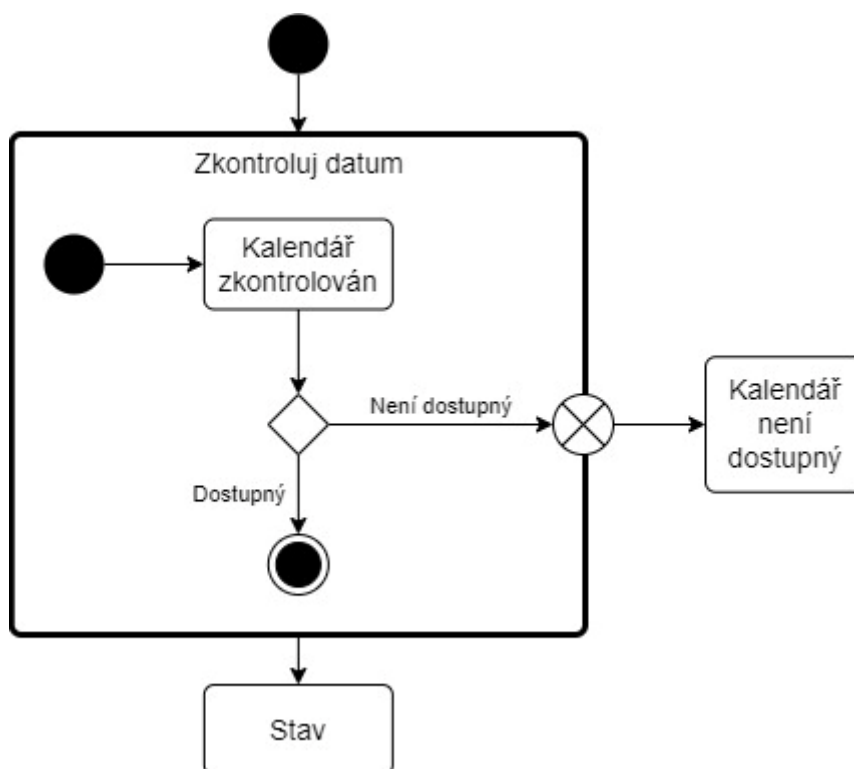
▪ Stavový diagram²⁵

Stavový diagram se používá k reprezentaci stavu systému nebo části systému v konečných časových okamžicích. Jedná se o diagram popisující chování pomocí přechodů konečných stavů. Použití tohoto typu diagramu je především pro modelování dynamického chování procesu v reakci na čas a měnící se vnější podněty. Každý krok procesu má svůj stav, přičemž pro přehlednost se nemodelují veškeré kroky procesu, pouze ty, které mají tři nebo více možných stavů. [21]

²⁴ V anglickém jazyce známé jako Swimlane Diagrams

²⁵ V anglickém jazyce známé jako State Diagram

Ukázka použití stavového diagramu pro kontrolu kalendáře (Obr. 11).



Obr. 11: Příklad stavového diagramu pro kontrolu kalendáře. Přepracováno dle [22].

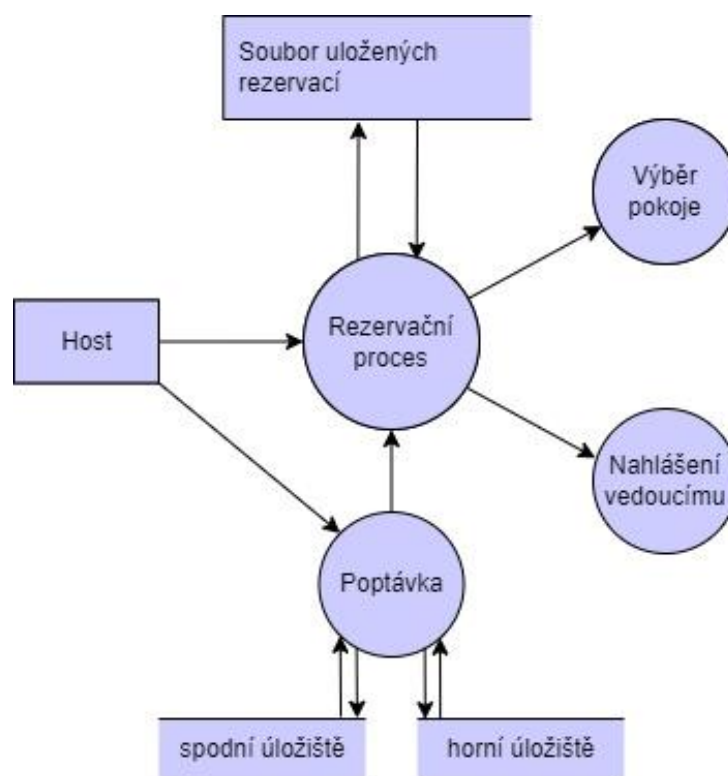
Jedná se o přínosný nástroj především pro softwarové vývojáře a procesní inženýry, kteří potřebují jasně definovat chování systému. [22]

Primární výhodou stavových diagramů je vizualizace chování objektu v průběhu jeho životního cyklu. Nevýhodou stavových diagramů je potřeba jednoznačných událostí měnících stavy zobrazovaných entit, a tedy nemožnost přílišného zobecnění procesu jakožto celku.

▪ Diagram toku dat²⁶

Tento druh diagramů mapuje tok informací pro jakýkoli proces nebo systém. Využívá definované symboly, jako jsou obdélníky, kruhy a šipky s doplněním o textové štítky, které zobrazují datové vstupy a výstupy (Obr. 12). Použití těchto diagramů je při analýze stávajícího systému nebo modelování nového. Výhodou těchto diagramů bývá často jejich srozumitelnost i pro uživatele, kteří s diagramy nemají mnoho zkušeností, což z nich dělá velmi oblíbený nástroj. Jejich slabou stránkou je popis interaktivních procesů, systémů orientovaných v reálném čase či databázově orientované softwaru, pro které diagramy toku dat nemají vhodnou formu zobrazení. [23]

²⁶ V anglickém jazyce známé jako Data Flow Diagram



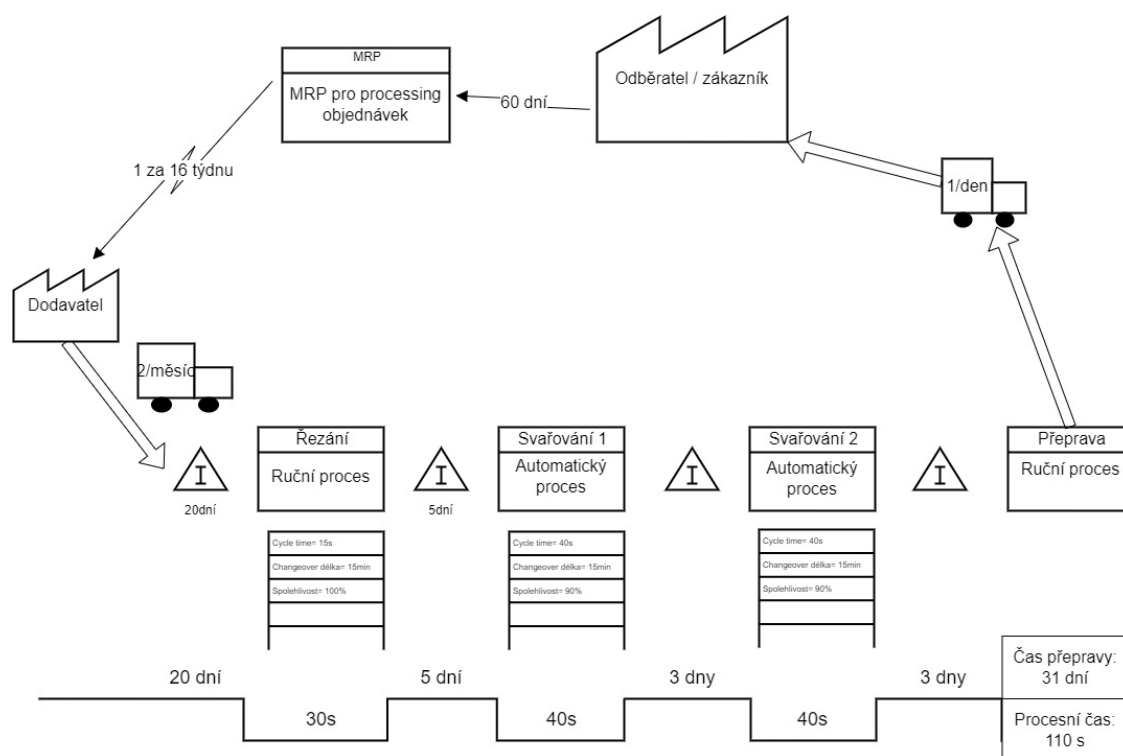
Obr. 12: Příklad diagramu toku dat při rezervačním procesu. Přepracováno dle [23].

Diagram toku dat využívá především čtyř grafických prvků pro popis. Prvním prvkem je obdélník, který reprezentuje externí entitu. Tato externí entita odesílá a přijímá data a komunikuje s modelovaným systémem. Druhým prvkem je kruh, který značí proces zpracovávající data a vytváří výstup. Třetím prvkem je nedokončený obdélník, který zastupuje funkci datového úložiště. Čtvrtým a posledním grafickým prvkem jsou šipky, které udávají směr toku dat mezi zbylými entitami diagramu. [23]

▪ Mapování toku hodnot²⁷

Vznik této metody zobrazování výrobních procesů vychází z filozofie štíhlé výroby, jejímž hlavním úkolem je optimalizovat výrobní procesy cestou odstraňování úzkých míst. Hlavním cílem diagramu mapování toku hodnot je maximalizování hodnoty a minimalizování činností, které hodnotu nepřidávají. Díky této metodě lze zobrazit a následně usnadnit jasnou komunikaci a spolupráci, podpořit neustálé zlepšování procesů, umožnit změnu kultury v podniku a zvýraznit zpoždění výroby, nadměrné skladové zásoby a omezení výroby. Ukázka VSM je vidět na následující obrázku (Obr. 13). [24]

²⁷ V anglickém jazyce známé jako Value Stream Mapping



Obr. 13: Příklad použití diagramu pro mapování toku hodnot. Přepřacováno dle [25].

Zaměření tohoto diagramu je na definování co nejpřesnější cesty hodnoty, která je objednána zákazníkem u podniku. Počátek diagramu tedy vždy začíná i končí u zákazníka, kdy nejdříve vznikne objednávka produktu a poté následuje trasování celého cyklu toku informací a materiálů až po dodání objednaného produktu zákazníkovi. Zvláštní důraz je věnován toku materiálu podnikem. Diagram primárně znázorňuje, jak efektivní jsou jednotlivá stanoviště, kterými produkt podnikem prochází. [24]

Mapování toku hodnot umožňuje přesnou analýzu například výrobního procesu poskytující znázornění úzkých míst výroby. Nevýhodou je nemožnost znázornění více paralelních procesů zároveň a absence detailnějšího pohledu na změny stavů jednotlivých entit procesu (výrobků, strojů, logistických zařízení).

2.4 Modelovací standardy

Implementace informačních systémů do komplexních podniků, jejich stále širší nabídky funkcionalit a různorodost používaných procesů vyžaduje standardizované nástroje pro modelování. Stále častěji dochází k překryvu oblastí informatiky, průmyslu a managementu a původně vzniklé nástroje pro popisy procesů začaly vykazovat nedostatky v jedné či více oblastech, které měly pokrýt. V důsledku toho vzniká větší množství nástrojů, které lze ovšem velmi obtížně srovnávat, a ještě hůře standardizovat. [17]

Hlavním sjednotitelem na poli standardizace podnikových procesů je mezinárodní norma ISO 14258, která se věnuje definování základních pojmů a pravidel modelování organizací. Na tuto normu se poté váží rozšiřující normy (například ISO 15704), které stanovují obecná doporučení na mezinárodní úrovni. Hlavní oblasti, kterým se normy věnují jsou rámce, jazyky a moduly. Rámce definují obsah a vazby modelu ke skutečnému světu. Jazyky popisují způsoby modelování jako takového a standardizují postupy. Moduly jsou určeny pro automatizaci podnikových procesů. V rámci následující kapitoly se zaměřím na oblast modelovacích jazyků a popisu nejpoužívanějších mezinárodních standardů. Standardy představenými v této práci jsou BPMN, WfMC, UML a IDEF (významy těchto zkratk jsou rozebrány v následujících kapitolách). [17]

2.4.1 BPMN/BPML

Mezinárodní standard pro značení podnikových procesů (dále jen BPMN²⁸) se věnuje standardizaci grafických reprezentací v diagramech firemních procesů. Toto značení je doplněno o modelovací jazyk (dále jen BPML²⁹), který vychází z jazyka XML³⁰. Metodiky BPMN a BPML pochází z nezávislého konsorcia BPMI³¹, které se skládá z firem zabývajících se informačními systémy a jejich vývoje a tyto metodiky jsou tedy silně podloženy zkušenostmi z průmyslu. [17]

Metodika BPMN je navržena způsobem, aby bylo díky ní možné pokrýt různorodé typy procesů a poskytovala standard pro dokumentování podnikových procesů od začátku do konce. Strukturní elementy BPMN umožňují sledovateli snadno odlišit jednotlivé sekce diagramu. V BPMN jsou používány tři základní typy submodelů pro popis podnikového procesu: Procesy, Choreografie a Spolupráce. [26]

▪ Procesy

Procesy mohou být různých druhů, kdy hlavní rozlišení probíhá na vnitropodnikové procesy a veřejné. Vnitropodnikové procesy jsou omezeny pouze rámcem podniku, ve kterém probíhají a nemají přímou návaznost na jakékoli elementy nacházející se mimo organizaci. Tyto vnitropodnikové procesy se v rámci diagramového zobrazení nacházejí uvnitř plavečkových drah a neměly by překračovat jejich hranice. [26]

²⁸ Z anglického Business Process Management Notation

²⁹ Z anglického Business Process Management Language

³⁰ XML z anglického Extensible Markup Language je jazyk, kterým jsou popisována data ve formátu, kterému může rozumět jak uživatel, tak počítačový systém. Bývá nejčastěji používán k přenosu jasně definovaných dat uživatelem do počítačového systému například při počátečním nastavování informačního systému. [24]

³¹ Z anglického Business Process Management Initiative

Veřejné procesy reprezentují interakce mezi vnitropodnikovými procesy a těmi mimo organizaci. V popisu podnikových procesů pomocí BPMN jsou znázorňovány pouze ty veřejné procesy, které mají přímou návaznost na nějaký podnikový proces. [26]

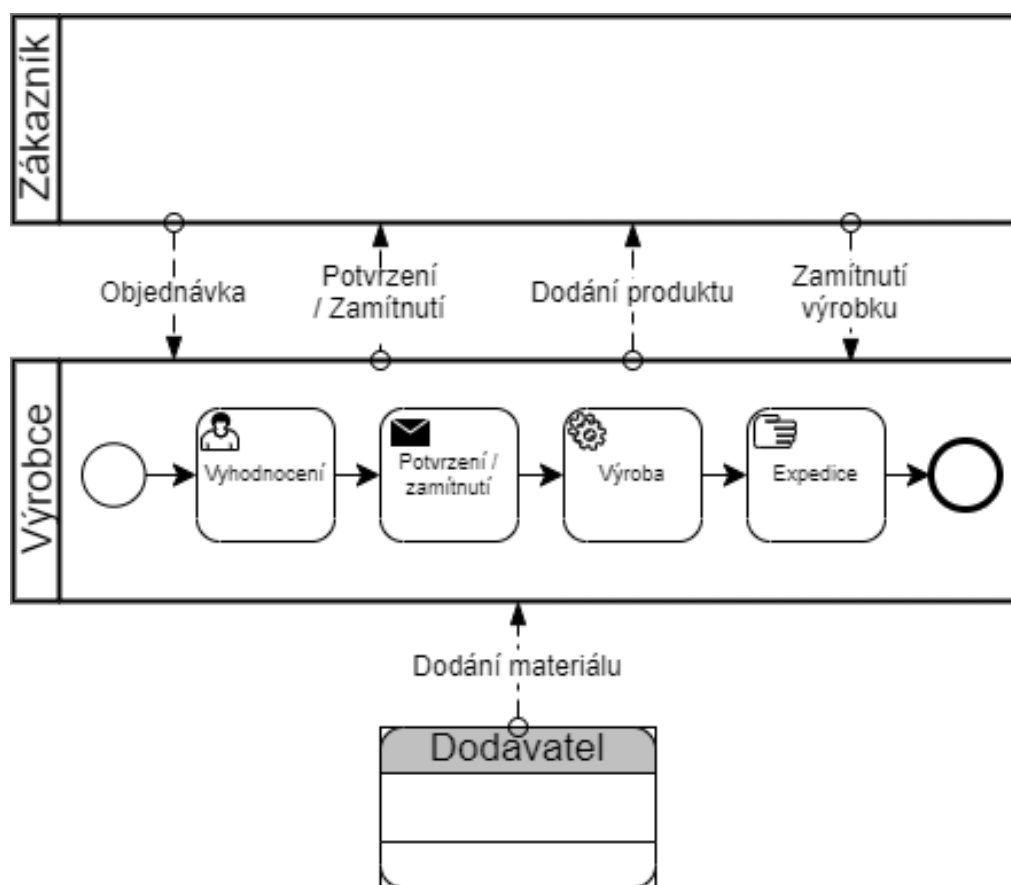
▪ Spolupráce

Spolupráce zobrazuje interakce mezi dvěma nebo více subjekty. Většinou jsou subjekty reprezentovány plaveckými drahami, které představují účastníky spolupráce. Výměna zpráv mezi účastníky je zobrazena tokem zpráv, které spojují dvě plavecké dráhy nebo objekty uvnitř drah. Ve spojitosti s veřejnými procesy nemusejí a často ani nemohou být toky zpráv na rozdíl od procesů vázány pouze na jednu plaveckou dráhu. [26]

▪ Choreografie

Choreografie je definicí očekávaného chování mezi interagujícími účastníky. Zatímco proces je umístěn do plavecké dráhy, choreografie existuje mezi plaveckými drahami a reprezentují sady výměn zpráv, které zahrnují dva nebo více účastníků. [26]

Příklad použití základních entit BPMN standardu na jednoduchém příkladu je zobrazen na obrázku (Obr. 14).



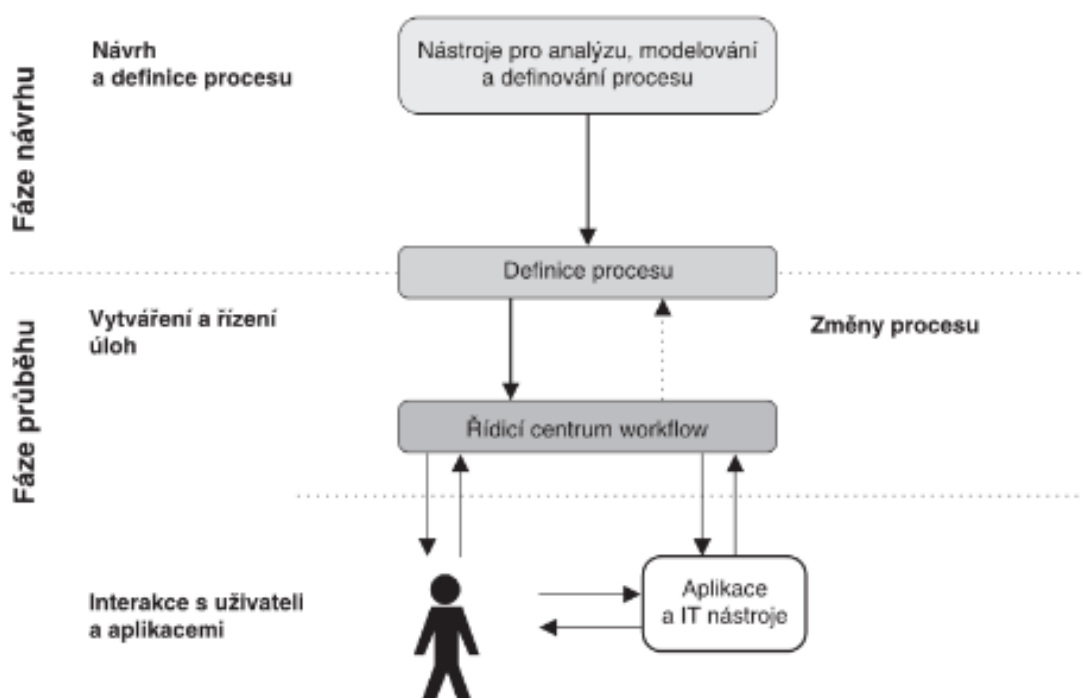
Obr. 14: Příklad BPMN diagramu na jednoduchém příkladu. Přepřacováno dle [26].

Hlavní výhodou metodiky BPMN je možnost zaznamenání virtuálních i fyzických přenosů informací a objektů s jasně definovanými odpovědnostmi za danou činnost. Nevýhoda této metodiky může být v popisu softwaru, který touto metodikou nebude tak precizně popsán, jako metodikou UML.

2.4.2 WfMC

Mezinárodní koalice pro řízení pracovních postupů (dále jen WfMC³²) je zaměřena na systematizaci systémů pracovních postupů. Tato standardizační metodika vychází z propojování lidských a informačních zdrojů potřebných ke zpracování úkolů a snaží se eliminovat procesní logiky z podnikových aplikací a nahradit je centrálním řízením (Obr. 15). Místo toho se snaží řídit procesní logiku nezávisle na podnikových softwarech (ERP, MES, ...) pomocí systému řízení pracovního toku, který logiky procesů řídí pro veškeré aplikace a systémy centrálně. [17]

Metodika WfMC tedy zastupuje nástroj pro spolupráci vzájemně nekompatibilních systémů (softwarů a podnikových procesů) způsobem, aby procesy byly v celém podniku definovány a nastavovány na jednom místě, místo propojování jednotlivých systémů s odlišnými procesy. Tento princip vychází ze zjištění, že veškeré systémové implementace mají společné charakteristiky, díky kterým je možné získat určitou úroveň vzájemné spolupráce použitím jednotného standardu pro klíčové funkcionality. [17]



Obr. 15: Struktura řízení procesů za použití WfMC. Zdroj: [17].

³² Z anglického Workflow Management Coalition

Samotné popisování podnikových procesů v metodice WfMC je prováděno pomocí grafických elementů převzatých z UML (strana 35), převážně pak diagramů tříd a stavových diagramů. Využitím popisových elementů z další metodologie je dosaženo alespoň částečného sjednocení popisu procesů a zároveň je usnadněna samotná implementace dokumentovaných procesů do procesního rámce³³ WfMC. [26]

Další výhodou využití znakové sady UML je snadná konverze popisovaného procesu do jazyka XML, který je v současné době využíván pro automatickou implementaci master dat do informačních systémů. [27] Využití metodologie WfMC je v centralizované definici procesů pro celý podnik nezávisle na množství a různorodosti dílčích systémů. Dále je zde možnost relativně snadných změn podnikových procesů. Nevýhodou může být málo rozšířené povědomí o této metodice. [26]

2.4.3 UML

Pravděpodobně nejnámější modelovací metodika je metodika UML³⁴. Tento modelovací standard vznikl v oblasti informačních technologií, kdy bylo zapotřebí dokumentovat a definovat složitější systémové struktury. Hlavní myšlenka UML metodiky je vytváření modelů, které umožňují uživateli pracovat na vyšší úrovni abstrakce. Model může „očistit“ proces o nekritické detaily, vyzdvihne celkový obraz a zaměří se na různé aspekty systému. Použití UML má dvě možné podoby: návrh nového systému dle kterého lze poté vytvořit prototyp anebo zdokumentování existujícího systému. Díky dlouhé historii UML a její standardizace na poli programování existují dnes nástroje, které dokážou buďto „naskenovat“ softwarový kód systému a automaticky vytvořit UML model, anebo obráceně z vytvořeného modelu vytvořit prototypový návrh softwarového kódu. [28]

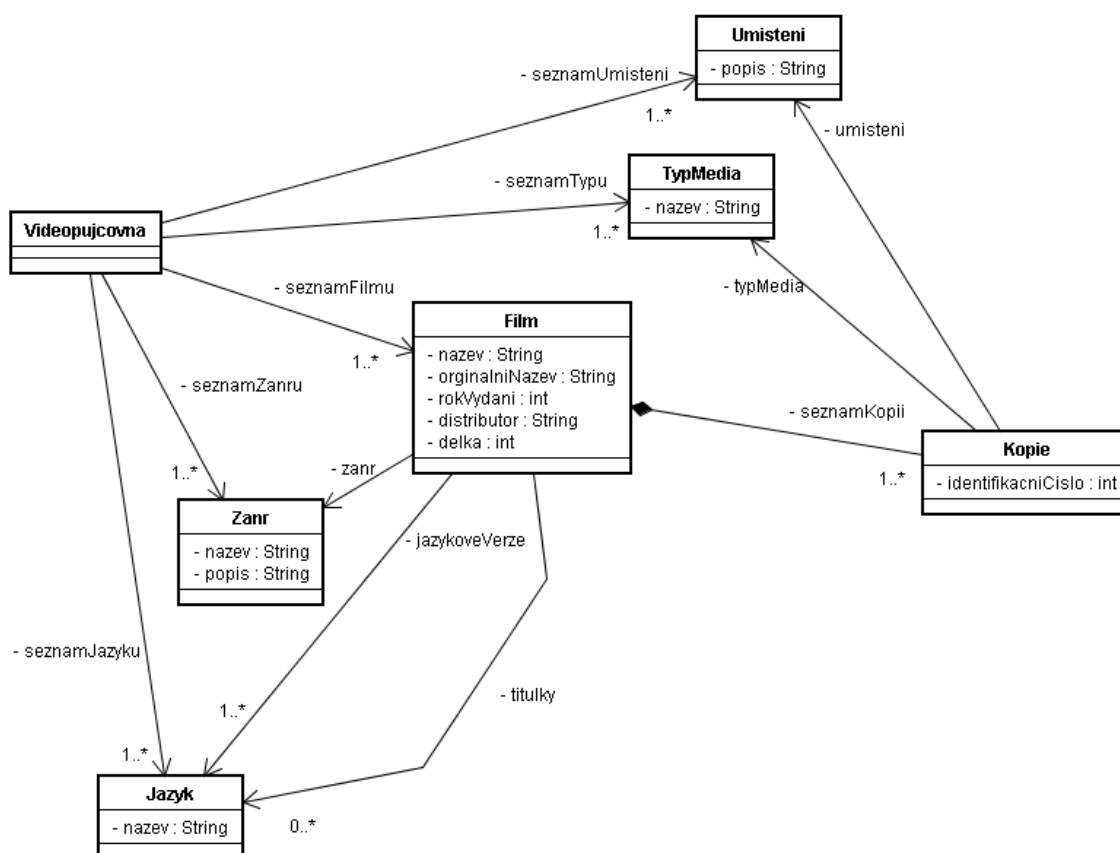
Rozsah využití UML nezůstává pouze v oblasti počítačových softwarů, ale jeho možnosti se rozšířily na popis téměř jakéhokoli procesu, stavu či interakcí, a to především díky třinácti jednotlivým typům diagramů, které UML metodika definuje. Tyto diagramy se dělí do tří základních skupin³⁵: [28]

³³ Z anglického slova framework, které je používáno pro popsání druhu softwaru či jiného systému, který funguje jako podpora při vývoji a organizaci jiných systémů. V architecture informačních systémů slouží framework jako základní deska, na které stojí další systémy. (poznámka autora)

³⁴ Zkratka vychází z anglického názvu Unified Modelling Language.

³⁵ Diagramy UML jsou častěji známé pod jejich anglickými názvy vzhledem k širokému využití v oblasti IT. Třináct diagramů UML v anglickém jazyce: Structure diagrams – class diagram, Object Diagram, Component diagram, Composite Structure diagram, Package Diagram, Deployment diagram. Behavioural diagrams – Use Case diagram, Activity diagram, State Machine diagram. Interaction diagrams – Behaviour diagram, Sequence diagram, Communication diagram, Timing diagram, Interaction Overview diagram.

- **Strukturální diagramy**, mezi které patří diagramy tříd (Obr. 16), objektové, diagram komponent, složený diagram struktury, diagram balení a nasazení. Všechny tyto diagramy nabízejí různé způsoby, jak lze definovat a popsat strukturu dané oblasti, ať už to je popis aplikací, databází či fyzických objektů.
- **Diagramy chování** zaštiťují diagram případu použití, aktivit a stavu. Tyto diagramy popisují dynamické aspekty systému a jaké nastávají změny v průběhu času chodu systému.
- **Diagramy interakcí** jsou všechny odvozené od obecného diagramu chování. Dále je zde diagram sekvenční, komunikační, časový a diagram přehledu interakcí. Všechny diagramy interakcí mají za cíl znázornění toku informací mezi jednotlivými entitami systému.



Obr. 16: Použití diagramu tříd pro popis videopůjčovny. Zdroj: [29].

Pro popis podnikových procesů pomocí UML je nejvíce rozšířený pohled podle H. Eri-
 csona, který stanovil čtyři základní oblasti, dle kterých popsat komplexní pohled na
 organizaci podniku pomocí UML: [17]

- **Strategický pohled:** popsání hodnot a strategických cílů podniku se zaměřením na hlavní problémy a cíle, které mají být řešeny procesní změnou.
- **Procesní pohled:** definující dílčí procesy, činnosti v organizaci podniku a vše co tyto aktivity vytváří. Zároveň popisuje spolupráce a interakci jednotlivých procesů včetně využívání zdrojů potřebných pro dosažení strategických cílů definovaných ve strategickém pohledu.
- **Strukturní pohled:** věnující se veškerým zdrojům podniku včetně organizačních jednotek, produktů, dokumentaci a informacím.
- **Chování organizace:** s cílem popsání vnitropodnikových a vnějších interakcí prvků organizace, a především definici odpovědností za jednotlivé zdroje.

Nevýhodou metodologie UML je potřeba záznamu podnikového procesu více než jedním typem diagramu, díky čemuž je popis komplexních procesů časově náročný jak pro toho, kdo proces dokumentuje, tak pro případného čtenáře.

2.4.4 IDEF

Metodika integrované definice (dále jen IDEF³⁶) byla vyvinuta letectvem USA pro zlepšení koordinací operací. Tato standardizace se skládá podobně jako UML hned z několika samostatných metodologií s rozdílnými postupy dle jejich zaměření. Seznam jednotlivých metodologií IDEF a oblastí, kterým se věnují, popisuje tabulka (Tab. 1). [17]

Pro potřeby této práce je relevantní především metodologie IDEF3 pro zachycení a popis procesů. Jedná se o strukturovanou metodu umožňující expertovi zaznamenat znalosti o činnosti systému. Součástí zachycení procesu je taktéž sběr informací o procesech systému či podniku včetně dokumentace, jak správně tyto informace reprezentovat a komunikovat. Pro tyto návrhy byl vytvořen specifický modelovací jazyk využívající unikátních grafických prvků (Příloha A) a nelze tedy využít znalostí z UML metodologie. [17]

Tab. 1: Přehled IDEF metodologií. Přepřacováno dle [17].

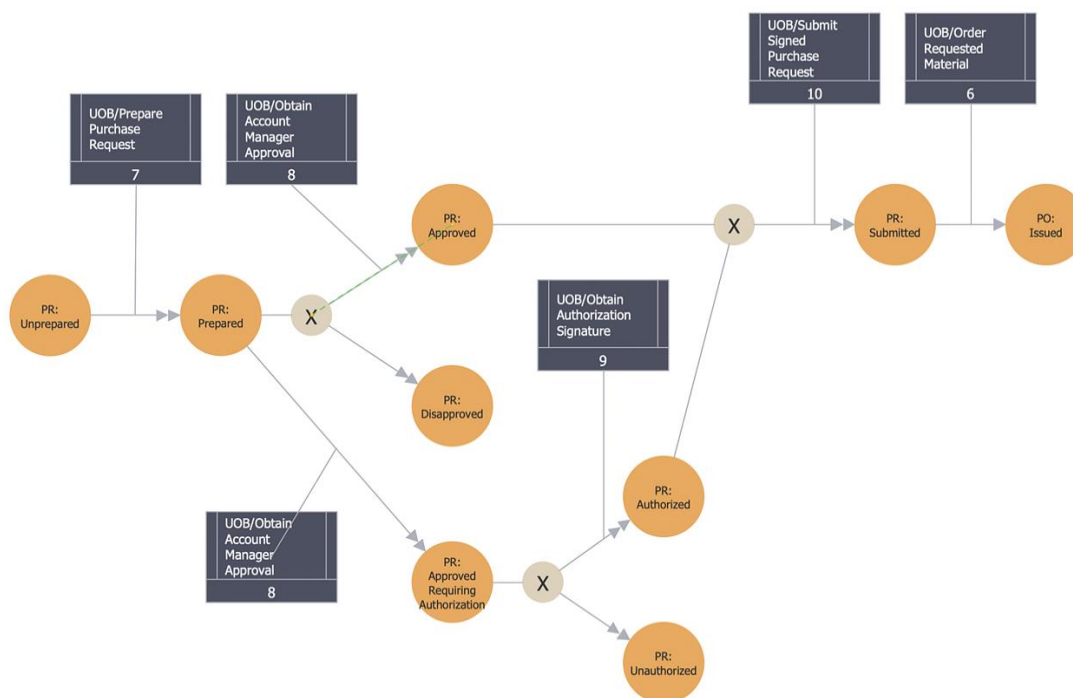
Identifikace	Název – použití	Identifikace	Název – použití
IDEF0	Modelování funkcí	IDEF8	Modelování uživatelského prostředí
IDEF1	Modelování informací	IDEF9	Návrh informačního systému řízený scénářem

³⁶ Z anglického Integrated Definition

IDEF1X	Modelování dat	IDEF10	Modelování implementační architektury
IDEF2	Návrh simulačního modelu	IDEF11	Modelování informačních artefaktů
IDEF3	Zachycení popisu procesu	IDEF12	Modelování organizace
IDEF4	Objektově orientovaný design	IDEF13	Návrh mapování tří schémat
IDEF5	Zachycení popisu ontologie	IDEF14	Návrh sítě
IDEF6	Zachycení zdůvodnění návrhu		

Výhodou tohoto standardu je velmi precizní zaznamenání jakéhokoli procesu, dle jasně definované struktury. Nevýhoda je především ve složitosti záznamu procesů a malému povědomí o tomto standardu.

Základem popisu procesu je v IDEF3 organizační struktura, na kterou se váže popis celého procesu. Tuto strukturu poté zaznamenává IDEF3 dvěma základními pohledy: na procesy a na objekty. Díky tomu je zaznamenán proces v podniku základními dimenzemi reality, jimiž jsou chování a podstata. Tyto dva pohledy je potřeba utvářet paralelně či do jednoho diagramu (Obr. 17), aby zachycovaly identický proces či jeho část a udávaly ucelený obraz. [17]



Obr. 17: Příklad použití metodologie IDEF3 pro popis procesu. Zdroj: [30].

2.4.5 Porovnání modelovacích standardů

Předchozí kapitoly poskytly přehled nad modelovacími standardy podnikových procesů, díky čemuž byl získán základní přehled o možnostech jejich využití. Pro přehlednost a potřeby této diplomové práce je dále uvedena srovnávací tabulka (Tab. 2) představených metodik, popisující výhody a nevýhody jednotlivých standardů.

Tab. 2: Tabulka porovnání modelovacích standardů.

Metodika	Souhrn	Výhody	Nevýhody
BPMN	Stále více se rozšiřující nástroj pro popis a reengineering podnikových procesů.	možnost zaznamenání virtuálních i fyzických přenosů informací a objektů	Menší preciznost popisu, než poskytuje UML
WfMC	Metodika určená k centralizovanému řízení podnikových procesů.	Využívá znakové sady UML, centralizované řízení procesů	málo rozšířené povědomí o této metodice
UML	Celosvětový standart obsahující 13 samostatných nástrojů pro popis procesu.	Celosvětově známá a uznávaná metodika	potřeba záznamu podnikového procesu více než jedním typem diagramu
IDEF	Precizně definovaný standard, skládající se z 15 samostatných nástrojů.	precizní zaznamenání jakéhokoli procesu, dle jasně definované struktury	složitost záznamu procesů a malé povědomí o tomto standardu

3 Procesy výrobních podniků

Implementace informačních systémů do výrobních podniků vyžaduje porozumění procesů, které se v těchto podnicích vyskytují. Z toho důvodu je následující kapitola věnována právě procesům, specifickým pro výrobní podniky. V první části kapitoly je představeno dělení výrobní procesů, aby bylo možné jednotlivé procesy kategorizovat. Druhá část kapitoly je věnována specifickým výrobním principům, které mohou být výrobními podniky v jejich procesech využívány.

Výrobní proces je definován jako používání zařízení nebo chemických reakcí k přeměně surovin (nebo dílů) na hotové výrobky konzistentně a opakovaně. Výrobní proces musí mít také zavedené normy, jako jsou měření kvality, tolerance a výkonnostní metriky, aby byly všechny oblasti výroby – včetně provozu stroje, práce, toku materiálu a dalších – koordinovány, aby bylo dosaženo konzistence a efektivity. [31]

Bez ohledu na velikost firmy nebo složitost její produktové řady má každá továrna promyšlený a stanovený výrobní proces, který je optimální pro její produkt a typ výroby. Zvolený proces je často určen typem vyráběného produktu. Některé produkty mohou být vyrobeny v rámci jednoduchého výrobního procesu, zatímco jiné vyžadují komplikované výrobní procesy. Výrobních procesů je celá řada a pro orientaci se v této problematice je důležité jejich kategorizace. V následující kapitole je uvedeno dělení výrobních procesů nejdříve dle rozsahu výroby a poté dle povahy vyráběného produktu. [31]

3.1 Dělení výrobních procesů

Dělení procesů souvisejících s výrobou může být provedeno na základě několika parametrů. Nejčastějším obecným dělením lze získat 6 hlavních druhů výrobních procesů. Tímto základním rozdělením se dělí výroba na zakázkovou, opakující se (hromadnou), diskrétní, dávkovou, kontinuální (procesní) a nově i aditivní výrobu. [32]

Takovéto obecné dělení je vhodné pro základní přehled různorodosti výrobních procesů, ale pro přesnější definování a následnou analýzu výrobních procesů je zapotřebí detailnějšího pohledu. Například diskrétní a procesní výroba se liší především povahou produktu, zakázková výroba definuje především rozsah podniku a diskrétní i procesní výroby mohou být obojí opakující se. Z tohoto důvodu je v následujících kapitolách provedeno rozdělení výrobních procesů dle jejich rozsahu a dle povahy vyráběného produktu. I v případě takovéto kategorizace se nedosáhne jednoznačného odlišení a jednotlivé typy procesů se v určitých případech překrývají, ale dosáhneme i tak o další stupeň přesnější rozdělení. [31]

3.1.1 Dle rozsahu

První kategorizace výrobních procesů je provedena dle rozsahu a velikosti výrobního procesu. Každý výrobní podnik má stanoven výrobní proces bez ohledu na to, jak velký podnik je, ale velikost podniku bude rozlišovat výrobní procesy a jejich složitosti. Ne vždy platí pravidlo, že malé podniky využívají jednodušších výrobních procesů než podniky mezinárodního rozsahu, nicméně rozdílnost obou procesů je ve většině případů patrná. [31]

V dělení výrobních procesů dle rozsahu rozdělujeme na výrobu zakázkovou, dávkovou a hromadnou:

▪ Zakázková výroba

Pro zakázkovou výrobu je typické vyrábění pouze velmi omezeného počtu kusů výrobků. Z tohoto důvodu je časově náročnější nastavování jednotlivých výrobních strojů a zařízení, stejně jako samotný proces výroby. Zákazník objednávací si produkt může být v některých případech přítomen u vývoje produktu či u samotné výroby, aby dohlédl na specifické požadavky. [32] [33]

▪ Sériová

Hlavním principem sériové výroby je zpracování předem definovaného množství výrobků na produkční lince či zařízení a poté následuje její vyčištění a přenastavení pro jinou dávku výrobků – sérii produktů. Tento typ výroby většinou zahrnuje menší rozmanitost výrobků než výroba zakázková, zato jsou její produkty vyráběny ve větších množstvích. V sériové výrobě můžou jednotlivé výrobky procházet výrobou samostatně³⁷ anebo v menších skupinách³⁸. [32] [33]

▪ Hromadná výroba

Typ opakující se výroby je opakem výroby zakázkové, kdy podnik vyrábí na směny velké množství jednoho či velmi mála typů produktů. Taková výroba má za cíl co nejefektivnějšího nastavení toků materiálu, aby nedocházelo k žádným prostojům ve výrobě a minimalizovaly se veškeré přenastavování výrobních zařízení. [32] [33]

3.1.2 Dle povahy produktu

Druhou hlavní kategorií dělení výrobních procesů je povaha produktu. Stejně jako velikost podniku je předpokladem k jednomu typu procesu, stejně tak povaha produktu

³⁷ V anglickém jazyce se využívá pro tento tok materiálu výrobou pojem One-piece-flow.

³⁸ V anglickém jazyce se využívá pro tento tok materiálu výrobou pojem Batch building.

samotného má zásadní vliv na využívané procedury výroby, logistická řešení a skladovací požadavky. Dle povahy produktu dělíme procesy na diskrétní a procesní³⁹. [31]

▪ Výroba diskrétních produktů

Diskrétní typ výrobního podniku má širší portfolio výrobků oproti výrobě procesní. V takovém podniku bývá přítomno větší množství různých výrobních zařízení, která je zapotřebí často přenastavovat vždy se změnami aktuálně vyráběných produktů. Výrobek často přechází v rámci svého životního cyklu ve výrobě mezi více zařízeními, což bývá obtížný proces z pohledu plánování výrobních kapacit. Jednotlivé metody výroby lze dělit podle alokovaní na objednávku na: [32] [33]

- **MTS**⁴⁰: Model výroby na sklad se většinou používá při výrobě spotřebního zboží s předvídatelnou poptávkou. Používá se však také, když je poptávka po produktech nejistá, ale zákazníci požadují krátké dodací lhůty. Ve srovnání s ostatními je zvláštní tím, že nevyrábí na zakázku, ale řídí se prognózami poptávky na základě historických dat či jiných analýzách dle potřeb podniku. Když přijde zákaznická objednávka, je splněna s využitím již existujících zásob. To podstatně zkracuje průběžné doby provozu MTS ve srovnání s jinými způsoby výroby. Model MTS také produkuje nejvíce standardizované produkty, to znamená, že zákazník nemá žádné slovo v tom, jaké by produkty měly být. [31]
- **MTO**⁴¹: Podobně jako model MTS se model výroby na objednávku (dále jen MTO) zabývá standardizovanými produkty s definovanými kusovníky. V případě modelu MTO se však produkty nevyrábějí podle předpovědí poptávky, ale spíše podle objednávek zákazníků. Výroba začíná, když přijde objednávka, takže dodací lhůty jsou delší než v případě výroby MTS. [31]
- **ATO**⁴²: Typ výroby montáže na zakázku znamená, že výrobní linka montuje produkty z hotových komponent spíše, než aby vše vyráběla od začátku na základě objednávky zákazníka. To umožňuje společnosti rychle plnit objednávky a nabízet určité množství možností přizpůsobení. Tento model je považován za velmi pružný a štíhlý. Umožňuje výrobcovi nabídnout zákazníkům kratší dodací lhůty než model MTO, ale stále je pomalejší než model MTS. [31]

³⁹ V kontextu této kapitoly reprezentuje diskrétní product výrobek, který lze počítat na kusy (například různé komponenty). Procesní výrobky reprezentují produkt měřený na hmotnost či objem, jako jsou kapaliny a sytké materiály. Další možností, jak lze odlišit diskrétní a procesní produkty, je možnost zpětného rozložení na vstupní materiály – procesní produkt nelze rozložit na vstupní suroviny.

⁴⁰ Z anglického Make to Stock

⁴¹ Z anglického Make to Order

⁴² Z anglického Assemble to Order

- **CTO⁴³**: Model výroby s úpravami na zakázku (dále jen CTO) vyrábí zboží podle specifikací zvolených zákazníkem. Společnost, která využívá model CTO, obvykle nabízí klientům řadu funkcí produktu, ze kterých si mohou vybrat, což vede k velkému počtu variant produktu s různými kombinacemi funkcí. Stejně jako modely MTO a ATO poskytuje přístup CTO zákazníkům větší volnost při výběru specifikací pro jejich produkty. Proto model CTO umožňuje společností nabízet hromadné přizpůsobení, a přitom stále rychle plnit objednávky. V případě CTO není variací specifikací standardního produktu tolik, aby bylo nutné pro každou variantu vytvořit samostatná čísla dílů. Pokud se však odchylka od standardu stane příliš velkou, je možné vypracovat zcela nové projekty pro tyto stále složitější zakázky a přejít na výrobní režim ETO. [31]
- **ETO⁴⁴**: Navržení produktu na zakázku (dále jen ETO) se používá k vytváření vysoce přizpůsobených komplexních produktů. Tento model vytváří produkty, které nikdy předtím nebyly postaveny, což znamená užší, kreativnější spolupráci s klientem. Procesní tok v ETO není zdaleka tak hladký jako v případě jiných způsobů výroby. Model ETO zahrnuje kromě výrobního procesu také celý proces návrhu s testováním a implementací změn, speciální procesy nákupu materiálu atd., což obvykle prodlužuje dobu realizace zakázky než v jakémkoli jiném výrobním režimu. Aby společnosti ETO mohly poskytovat zákazníkům produkty, které jsou šité na míru jejich specifickým potřebám, musí zůstat ve svých procesech flexibilnější než ty, které používají modely MTO, ATO nebo CTO. Vytváření plně přizpůsobených řešení vyžaduje větší přizpůsobivost jak při získávání materiálů, tak ve výrobních technikách. [31]
- **Aditivní výroba**: Nejnovějším typem výrobního procesu je dnes považován 3D tisk. Tento typ výrobního procesu využívá principu přidávání materiálu⁴⁵ namísto jeho ubírání jako tomu je v tradičních výrobních procesech. Díky tomuto odlišnému principu výroby vyžaduje tento proces specifické požadavky na nastavení procesů, především z důvodu absence osvědčených postupů a zkušeností trhu. [32]

▪ Výroba procesních produktů

Výrobním podnikům využívajícím kontinuální proces výroby se také říká zpracovatelské. Tyto podniky využívají jednoúčelových zařízení pro nikdy nekončící proces výroby specifického typu produktu. [32]

⁴³ Z anglického Configure to Order

⁴⁴ Z anglického Engineer to Order

⁴⁵ Jak je patrné z anglického názvu – Additive Manufacturing – aditivní výroba.

Procesní výroba vyrábí zboží ve velkém, tj. využívá jako suroviny plyny, kapaliny, prášky, granule, emulze, zrna. Příklady produktů procesní výroby jsou: nápoje, cereálie, benzín, beton atd. Další skutečností, která odlišuje diskretní výrobu od výroby procesní, je možnost rozložení diskretních produktů na vstupní materiály. Procesní výrobky vstupní ingredience smísí a nelze je již oddělit. Procesní výrobu lze rozdělit do dvou typů: [31] [33]

- Procesní RPT⁴⁶ / dávková výroba – procesní opakovaná výroba
- Procesní výroba s kontinuálním tokem – kontinuální výroba.

3.2 Výrobní principy

Rozdělení výrobních procesů ve výrobním podniku na jednotlivé typy dle předchozího přehledu dá pozorovateli obecný přehled o tom, jak daný podnik funguje v rámci výroby. Znalost typu výrobního procesu nám zařadí výrobní podnik do určité skupiny, ovšem nezískáváme tím kompletní obraz o tom, jak výrobní podnik přistupuje k procesům jako takovým. K tomu, abychom byli schopni detailněji analyzovat výrobní procesy podniku, je zapotřebí znát ještě konkrétní výrobní principy, metodiky a filozofie, které jsou podnikem využívány. Příkladem různých principů může být způsob, jakým podnik plánuje výrobu. Některé podniky mají výrobní kapacity limitovány čistě výrobními kapacitami strojů, jiné mohou využívat speciálních nástrojů společných pro více zařízení a omezení výroby bude dáno kapacitami těchto nástrojů. [34] [33]

V následující kapitole bude představen přehled několika obecných principů a metodik, jaké jsou v podnikových praxích využívány. V této práci není uveden seznam veškerých způsobů, jak mohou být jednotlivé části výrobních procesů řešeny, ale pouze výčet těch nejznámějších a často používaných. Každý výrobní podnik adaptuje jednotlivé principy na své specifické požadavky a nelze přesně definovat veškeré výrobní filozofie a přístupy, které jsou výrobními podniky využívány. Hlavními oblastmi pro specifikaci výrobních procesů je způsob plánování výroby, pravidla vzniku výrobní zakázky, pravidla spotřeby vstupního materiálu, návaznosti výrobních procesů. [34] [35]

3.2.1 Způsoby plánování výroby

Jak již bylo řečeno v úvodu kapitoly, jedním z principů, kterými se mohou na první pohled podobné podniky odlišovat, je způsob plánování výroby. Způsoby plánování výroby jsou úzce spojeny s výrobními technologiemi, které podnik ve svých procesech využívá. Hlavními způsoby plánování výroby jsou plánování na kapacity výrobních linek, na kapacity jednotlivých pracovníků a plánování na specifické výrobní nástroje. [36] [34] [37]

⁴⁶ Z anglického Repetitive manufacturing

▪ **Plánování na výrobní linku**

Prvním a nejčastějším způsobem, jakým je řešeno plánování výroby je plánování na výrobní kapacity produkčních linek a zařízení. Hlavním kritériem při tomto plánování budou kapacity využívaných výrobních zařízení v rámci tvorby konkrétního produktu. [36]

Tento způsob může být aplikován jak na výrobní procesy diskrétní i procesní, zakázkovou, dávkovou i hromadnou výrobu, avšak bude se lehce lišit v každém z těchto případů. Podnik zabývající se diskrétní zakázkovou výrobou plánuje jednotlivé výrobní zakázky samostatně s cílem zajistit vyrobení produktu v předem definovaný čas. Procesní podniky využívající dávkovou výrobu mohou být více zaměřeny na eliminaci času, kdy se na produkční lince nevyrábí (snaží se dosáhnout co největšího vytížení strojů). [36]

▪ **Plánování na operátory**

Podniky, které mají diskrétní a zakázkovou či dávkovou výrobu mohou používat procesy, které jsou závislé na odborných znalostech specialistů či konkrétních týmů operátorů. Takovéto plánování bude řízeno časovými možnostmi těchto skupin či jedinců lidí, kteří budou tvořit limitní kapacitní hodnoty v plánování výrobního procesu. [36]

▪ **Plánování na nástroje**

Poslední skupinou druhů plánování je na specifické nástroje ve výrobě. Tento typ plánování není omezen na povahu produktu, ale zda výrobní proces využívá nástrojů pro výrobu produktů. Těmito nástroji mohou být různé montážní přípravky, formy pro kovové či plastové produkty či specifické manipulační nástroje. V takovýchto výrobních procesech bude limitujícím faktorem převážně dostupnost těchto nástrojů, která může být omezena například i dobou chladnutí či zráním nástroje. [36]

3.2.2 Vznik požadavku na výrobu

Proces výroby produktu je zahájen vznikem požadavku na výrobu, také občas nazývaným výrobní zakázkou. Tato výrobní zakázka udává, jaký výsledný produkt má být vyroben, v jakém množství a případně další podrobnosti související s konkrétním požadavkem. Vznik této výrobní zakázky může být iniciován hned na několika místech v podniku, a jedná se tedy o další specifikum výrobního procesu, která je zapotřebí brát v potaz při analýze konkrétního procesu. Základní dva způsoby, kde mohou výrobní

zakázky vznikat se dá lokalizovat dle toho, zda to bylo po proudu (dále jen upstream) anebo proti proudu výroby (dále jen downstream)⁴⁷. [35] [34] [36]

▪ **Upstream**

Okamžik vzniku výrobní zakázky v případě upstream, a tedy proti proudu, značí, že požadavek na vyrobení produktu vznikl na základě přímého zadání na tento konkrétní produkt. Důvod výroby může být obdržení objednávky od zákazníka či požadavek managementu na vyrobení produktu na sklad. [36]

S tímto způsobem zadávání požadavků do výroby se lze nejčastěji (není pravidlo) setkat u zakázkové výroby a těch případů, kdy podnik standardně nevyrábí na sklad. Zároveň je tento způsob vždy použit v okamžiku, kdy se jedná o výrobu produktu specifikovaného na přání zákazníka. [36]

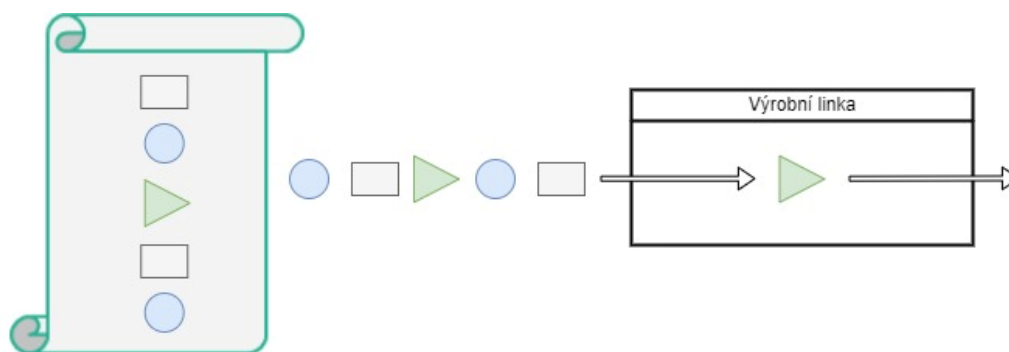
▪ **Downstream**

Výrobní zakázka vznikající po proudu procesu – downstream – je téměř vždy vytvořena na základě předem stanoveného pravidla ve vztahu ke stavu skladu. Skladem může být, jak velkosklad podniku, ve kterém se nacházejí tisíce položek konkrétního produktu, tak i mezisklad umístěný hned za výrobní linkou s kapacitou pouze pár kusů. [36]

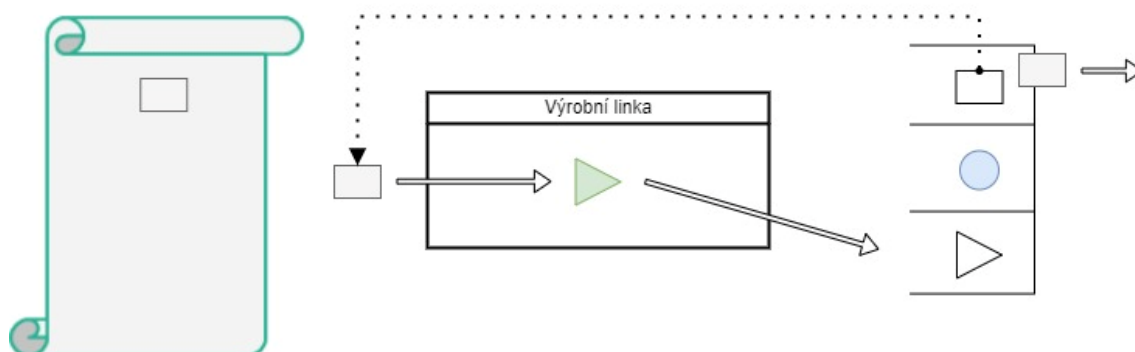
Dle potřeb každého podniku může existovat mnoho kritérií a pravidel, která mají požadavek na výrobu vytvořit. Nejjednodušším pravidlem je stanovení množství kusů na skladě, jaké je pro potřeby odbytu pro podnik minimální. Jakmile poklesne stav skladu tohoto produktu pod takto stanovenou hranici, vytvoří se požadavek na vyrobení dostatečného množství na sklad. Některé podniky mohou mít komplexnější požadavky a vznik výrobních zakázek definovaných kombinací pravidel, zahrnující minimální i maximální skladové zásoby v kombinaci s rychlostí odbytu jednotlivých typů výrobků, která může definovat priority v případě podobných skladových zásob dvou různých položek. [36]

Upstream a downstream metody vzniku výrobní zakázky jsou schematicky znázorněny na obrázku níže (Obr. 18). V případě upstream vzniku přicházejí požadavky na výrobu v podobě výrobního plánu založeném na konkrétních objednávkách od zákazníků. Downstream může nastat nejčastěji v případě, kdy za výrobní linkou je umístěn sklad s definovanou kapacitou jednotlivých produktů, a v okamžiku kdy je splněna podmínka (například pokles stavu zásob produktu pod určitou hranici) je automaticky vytvořen požadavek na výrobu, aby se doplnily skladové zásoby do požadované úrovně.

⁴⁷ Častěji se lze v průmyslu setkat s anglickými názvy Upstream a Downstream. Tyto pojmy vycházejí z asociace výrobního procesu a plynoucí řeky, kdy pozorovatele zajímá, zda se objekt zájmu nachází proti proudu či po proudu toku.



a) Upstream výroba dle definovaného plánu



b) Downstream výroba vzniklá poptávkou ze skladu.

Obr. 18: a) schematický model Upstream vzniku výrobní zakázky. b) Schematický model vzniku Downstream výrobní zakázky. Vychází z [36].

V případě downstream vzniku zakázky se lze často setkat s metodikou výrobního Kanbanového cyklu. Výrobní Kanban je nejčastěji spojován s kanbanovými kartami, které reprezentují cedulku s detaily o výrobním požadavku. Tato výrobní karta putuje výrobním procesem společně s reálným výrobkem a trasuje jeho životní cyklus výroby. Díky kanbanovým kartám lze mít přesný přehled o tom, kolik produktů je aktuálně vyráběno, jelikož počet kanbanových karet ve výrobě je pevně daný a karta je uvolněna do výroby na základě pravidel popsaných výše.

3.2.3 Pravidla spotřeby vstupního materiálu

Každý výrobní proces vyžaduje pro vznik produktu vstupní materiál. Tento materiál může být mnoha různých druhů a podob, od surové rudy, přes polotovary až po celé komponenty mechanismů. Množství a druhy vstupního materiálu pro výrobu každého produktu definuje jeho kusovník (dále jen BOM⁴⁸). Některé produkty potřebují pouze jediný vstupní materiál, který se výrobním procesem přetváří do cílené podoby, jiné

⁴⁸ Z anglického Bill of Materials

produkty obsahují mnohdy i tisíce jednotlivých komponent přetvářených a montovaných do výsledného výrobku. [35] [34]

Dle povahy finálního výrobku a pravidel podniku může nastat několik požadavků na to, jakým způsobem je zapotřebí přistupovat ke vstupnímu materiálu. Zatímco některé výrobní procesy zajímá pouze dostupnost vstupního materiálu pro výrobu, jiné mají přísné kvalitativní požadavky na každý kus vstupující do procesu výroby a s tím se pojí celá řada úkonů s tím spojených. Dalšími specifikami je logika odebírání materiálu ze skladu, která v této kapitole poslouží jakožto první úroveň kategorizace této problematiky. [35] [36]

▪ **FIFO**

První kategorií je spotřeba ze skladu dle FIFO⁴⁹ logiky. Tento princip označuje strategii, kdy jsou skladové položky odebírány ze skladu vždy od toho nejstaršího kusu (nejdříve naskladněného). Hlavní oblastí, kde je tato metoda využívána jsou veškeré procesy pracující s časem degradujícími materiály (potravinářství, chemický průmysl). [35]

▪ **LIFO**

Druhou kategorií je logika s názvem LIFO⁵⁰. Dle tohoto principu se narozdíl od FIFO spotřebovávají nejdříve nejnověji naskladněné materiály (které byly naskladněné jako poslední). Často se lze setkat s tímto principem v případech manipulace s rozměrnými a těžkými materiály. Výhoda principu je v tom, že není zapotřebí přeskládání skladu na to, aby se mohl odebrat nejstarší materiál na skladě. [35]

▪ **FEFO**

Poslední logikou je FEFO⁵¹, která označuje strategii odebírání materiálů ze skladu dle jejich data expirace. Jedná se o procesně nejsložitější metodu, která vyžaduje jistý systém kontroly dat expirací materiálů, ať už automatickou tak manuálně prováděnou. Výhodou oproti FIFO logice je snížení nákladů spojených s expirovanými materiály, které mohou z ekonomického hlediska tvořit nemalé ztráty. [35]

▪ **Individuální principy**

Mimo tyto tři hlavní principy spotřeby vstupního materiálu se lze setkat ještě se situacemi, kdy podnik nemá definovanou přesnou logiku, ale materiály jsou odebírány dle ji-

⁴⁹ Z anglického First In First Out

⁵⁰ Z anglického Last In First Out

⁵¹ Z anglického First Expired First Out

ných než časových parametrů. V takovém případě se nejčastěji vychází z kvalitativních vlastností konkrétních kusů či celých šarží. Tento postup je využíván například ve zpracovatelském průmyslu, kdy na jeden typ výrobku mohou mít různí odběratelé odlišné kvalitativní požadavky a výrobní podnik vybírá pro výrobní zakázky konkrétní skladové položky. V tomto případě je hlavním důvodem ekonomický pohled podniku, jelikož mu umožňuje využít veškeré skladové zásoby vždy pouze v té kvalitě, kterou zákazník požaduje a není nucen vynakládat nadměrné náklady na kvalitu u zakázek které ji nevyžadují. [36]

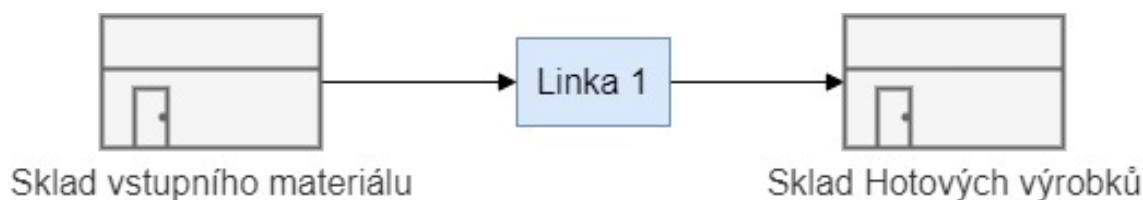
V průmyslové praxi se lze setkat i s kombinacemi těchto tří principů dle konkrétních požadavků podniku. Častou kombinací je například FIFO/FEFO, která primárně odebrává nejstarší materiály, ale zároveň je prováděna průběžná kontrola dat expirací a v případě potřeby jsou odebrány identifikované kusy dle FEFO. [36]

3.2.4 Návaznosti výrobních procesů

Důležitými vlastnostmi, které určují celkovou složitost výrobního cyklu jsou návaznosti dílčích výrobních procesů a jejich počet. Dílčími výrobními procesy jsou nejčastěji myšleny jednotlivá stanoviště výroby, kterými musí výrobek projít v rámci jeho výrobního cyklu. V případě menších a jednodušších výrobků může výrobní proces zahrnovat pouze jediný stroj, který přetvoří vstupní materiál na finální výrobek. U složitějších procesů může výrobní cyklus zahrnovat desítky až stovky jednotlivých stanovišť, která přispívají k celkové podobě produktu. Tato oblast úzce souvisí s kapitolou plánování (str. 44), avšak i v rámci již popsaných metod plánování se mohou vyskytovat různé kombinace návazností výrobních procesů, a proto jim je věnována samostatná kapitola. Základní kategorie v této oblasti jsou jednoúrovňové výroby, víceúrovňové výroby a dále dlouhé linky. [35] [34] [13]

▪ Jednoúrovňová výroba

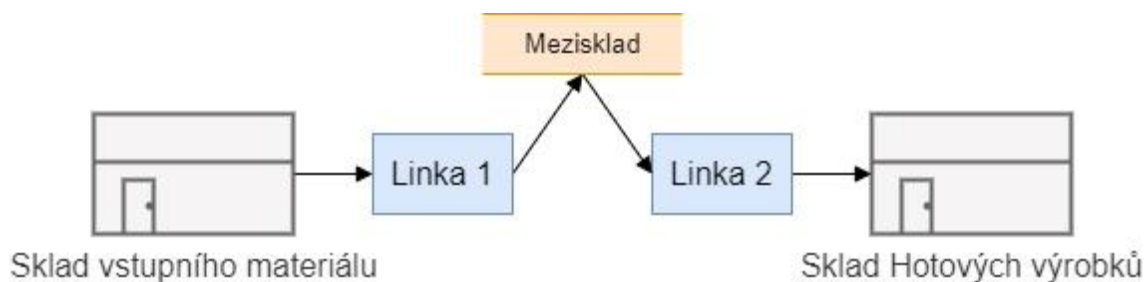
Výrobní cykly zahrnující jednoúrovňovou výrobu bývají často jednodušší na nastavení procesů a pravidel, jelikož výroba produktu probíhá pouze na jediné výrobní lince. Do procesu tedy vstupuje pouze malé množství logistických operací, kterým je zapotřebí definovat pravidla (Obr. 19). V rámci jednoúrovňové výroby jsou vyžadovány především logistické operace pro zásobování výrobní linky vstupním materiálem a následný odvoz hotových výrobků od linky na sklad či expedici. Spouštěče těchto přesunů vycházejí z plánování výroby této jedné výrobní linky. [35] [36]



Obr. 19: Schematické znázornění jednoúrovňové výroby. Přepřacováno dle [36].

▪ Dlouhé linky

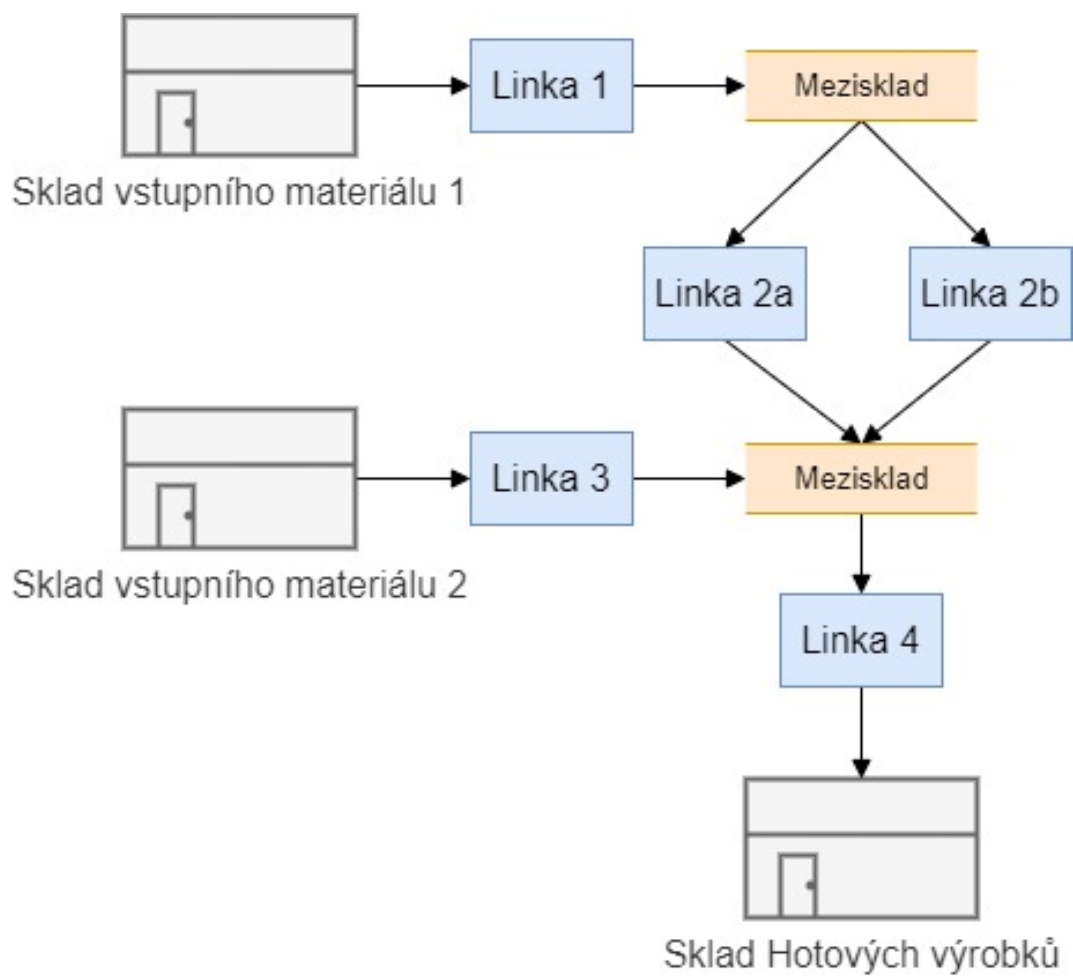
Speciálním případem jednoúrovňové výroby jsou takzvané dlouhé linky, které reprezentují sériovou návaznost několika výrobních zařízení – výrobních linek, v neměnném pořadí (Obr. 20). Na takovýchto linkách jsou často prováděny montáže v rámci dávkových a často hromadných výrobních procesů, kdy je vyráběn omezený počet variací téhož produktu ve velkých množstvích. Oproti klasické jednoúrovňové výrobě se lze setkat se situacemi, kdy jednotlivá výrobní zařízení v sérii mohou mít odlišné výrobní kapacity a výrobní časy, což může znamenat výskyt úzkých míst výroby a požadavek na vznik výrobních meziskladů pro kompenzaci výkyvů výroby. [35] [36]



Obr. 20: Schematické znázornění dlouhé výrobní linky. Přepřacováno dle [36].

▪ Víceúrovňová výroba

Poslední skupinou jsou víceúrovňové výrobní procesy, které zahrnují větší množství výrobních stanovišť, která ovšem mohou být využívána pro různé výrobky jinou měrou (Obr. 21). Takovéto situace často zahrnují procesy, kdy je ve výrobě větší množství stejného typu zařízení a řízení výroby vyžaduje neustálý monitoring aktuální vytíženosti každého zařízení. [35] [36]



Obr. 21: Schematické znázornění víceúrovňové výroby. Přepracováno dle [36].

Praktická část

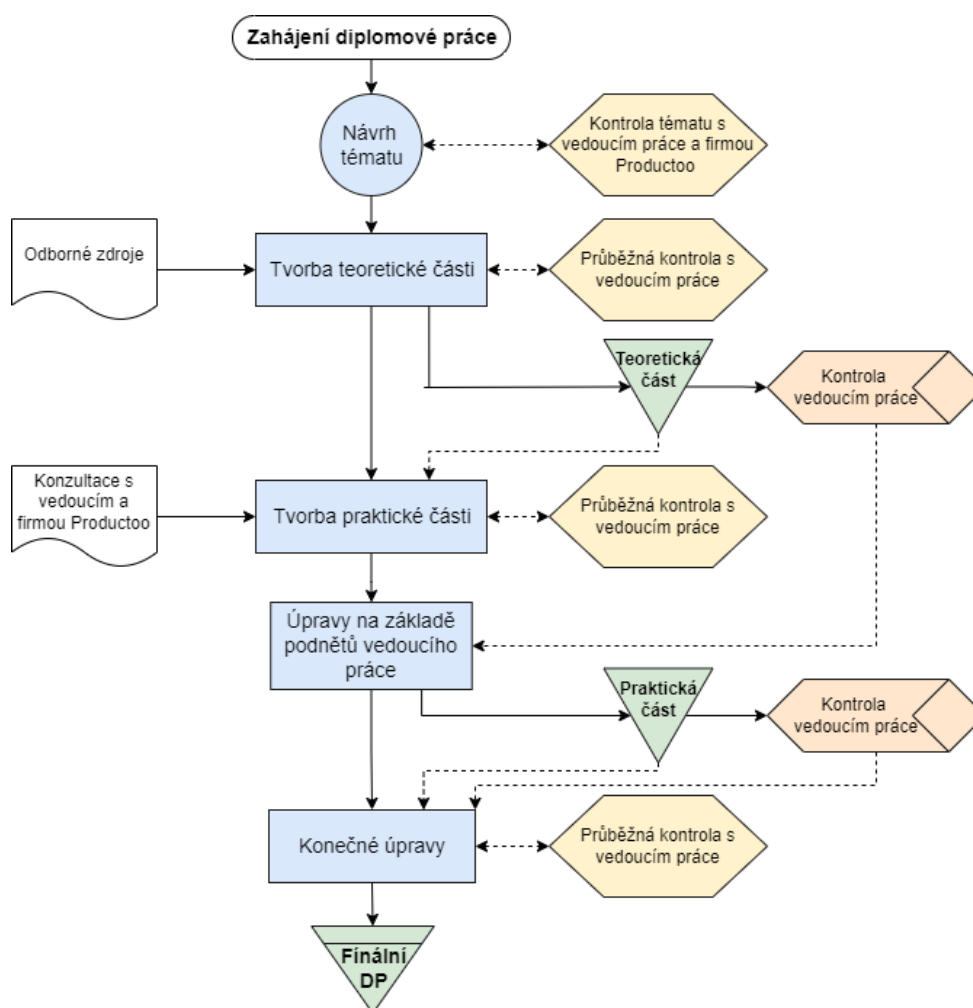
Cílem praktické části práce bylo využít znalostí z části teoretické a s jejich pomocí sestavit procesní diagramy, díky kterým bude možné zdokumentovat návrh na nastavení systému P4 pro firmu Productoo. Cílem práce bylo vytvořit návrh dokumentace nastavení systému P4 pro jednotlivé výrobní procesy. Pro splnění cíle vznikla potřeba v prvním kroku nalézt úzká místa tohoto systému v jeho použitelnosti pro jednotlivé procesy. Proto jsem nejdříve zdokumentoval tyto kritické oblasti a následně připravil návrh dokumentace nastavení systému P4. Tento výstup tak je lépe využitelný pro firmu Productoo.

V úvodu praktické části diplomové práce bude představena nejdříve firma, s jejíž spoluprací tato práce vznikala. Společně s tím i informační systém, který vyvíjí jakožto hlavní produkt pro své zákazníky. Dále budou představeny požadavky, které jsou zapotřebí pro implementaci tohoto informačního systému do výrobního podniku.

Druhá část praktické části práce se věnuje definici vybraných výrobních procesů na základě znalostí, získaných v kapitole 3 (str.40) a popsání těchto procesů vybranou metodikou procesních diagramů, vycházející z kapitoly 2.4 (str.31).

Následující část se věnuje analýze chybějících oblastí procesů v systému P4 pomocí procesních diagramů. Součástí analýzy jsou vypracovány návrhy dokumentace sloužící jako zadání pro vývoj pro doplnění systému P4 o tyto chybějící oblasti.

Pro vypracování praktické části jsem vycházel především z odborných konzultací s vedoucím práce a specialisty firmy Productoo. Takto získané informace a zkušenosti od odborných konzultantů jsem následně popsal pomocí standardizovaných metod vycházejících z teoretické části práce. Proces vzniku diplomové práce popisuje Obr. 22.



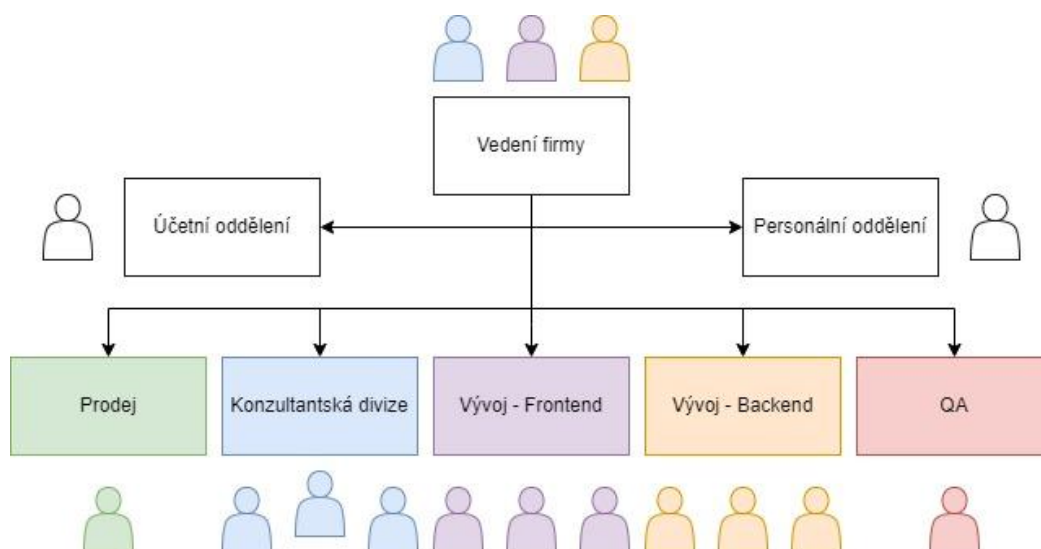
Obr. 22: Postup práce při tvorbě této diplomové práce znázorněn pomocí diagramu toku dat

4 Představení společnosti Productoo

Tato diplomová práce vznikala ve spolupráci s českou firmou Productoo, zabývající se vývojem a implementacemi informačního systému do výrobních podniků. Jedná se o především IT podnik, jehož hlavní činností je vývoj a konzultace v oblasti podnikových systémů ve vztahu k výrobním podnikům. V současnosti je klíčovým produktem systémem P4, který bude popsán v následujících kapitolách.

Firma Productoo byla založena v roce 2014 na základě poptávky vývoje zakázkového informačního systému pro nadnárodní výrobní podnik. Tento vytvořený softwarový nástroj poskytoval cenově přijatelnou variantu i pro menší výrobní podniky a byl zahájen jeho následující vývoj.

V současné době má firma Productoo okolo 20 zaměstnanců rozdělených do oddělení prodejního, konzultantského, vývojového (rozdělené dále na frontend a backend) a v posledních měsících i nového oddělení kvality. Mimo tato oddělení jsou ve firmě dále účetní a personální pozice. Organizační struktura podniku je znázorněna na obrázku níže (Obr. 23).

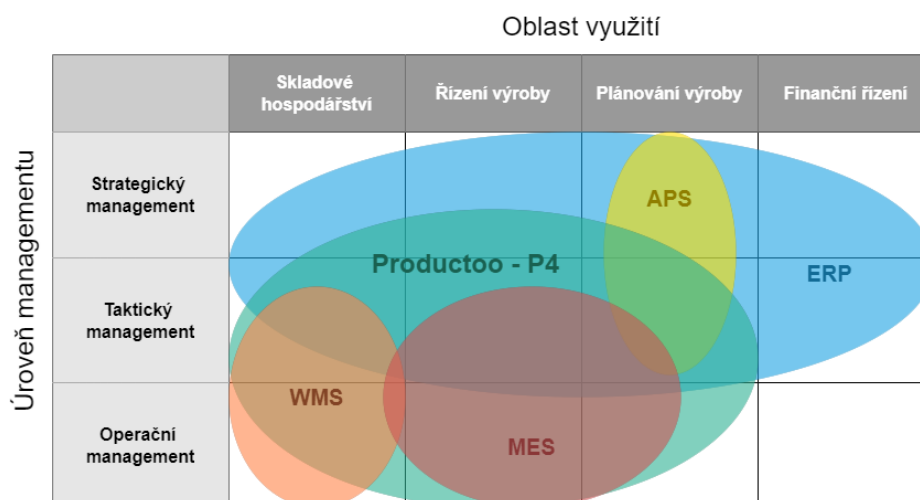


Obr. 23: Organizační struktura firmy Productoo s.r.o.

Zákazníky firmy Productoo jsou výrobní podniky z celého spektra průmyslů, čehož je docíleno převážně díky variabilitě použití informačního systému P4. V následujících kapitolách bude pojem **zákazník** reprezentovat výrobní podniky, které využívají systém od firmy Productoo.

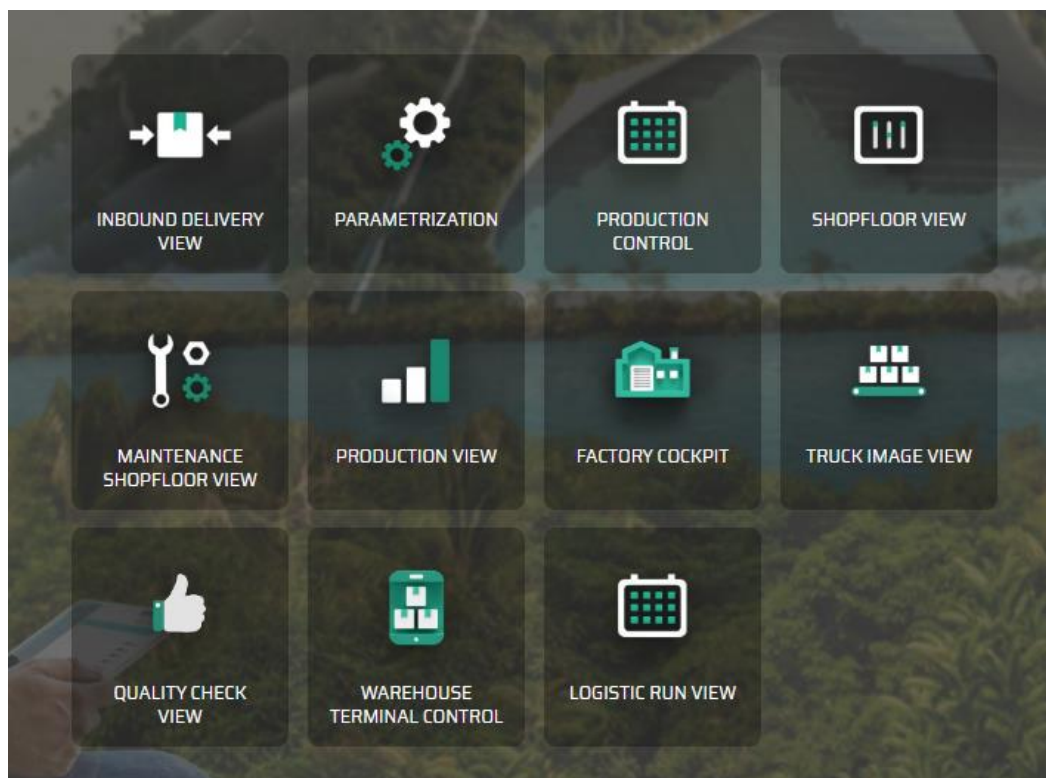
4.1 Informační systém P4

V současné době firma Productoo věnuje hlavní pozornost na vývoj a implementace nejnovějšího systému s názvem P4. Tento systém umožňuje řídit výrobní a logistické procesy v celém podniku v reálném čase. Systém P4 je již druhou generací tohoto typu softwaru. Ačkoli základní funkcionality nové verze vycházejí převážně z principů původního systému, nový systém je postaven na zcela odlišné architektuře, odpovídající současným standardům. Pozici systému P4 vůči ostatním typům IS znázorňuje obrázek níže (Obr. 24).



Obr. 24: Pozice systému P4 vůči standardním IS ve výrobních podnicích. Přepracováno dle [13]

Systém P4 je postaven jako webová aplikace stojící na SQL databázi s možnostmi Cloud i On-premise instalací⁵². Samotná aplikace je rozdělena do 11 vzájemně propojených modulů (Obr. 25).



Obr. 25: Hlavní menu aplikace P4 zobrazující 11 samostatných modulů. [38]

Jeden z těchto modulů reprezentuje modul Parametrizace, přes který probíhá celkové nastavení a správa systému a je tedy nezbytnou součástí veškerých instalací. Zbylé moduly aplikace mohou být instalovány samostatně dle potřeb konkrétního zákazníka. Jednotlivé moduly jsou na aplikační úrovni vzájemně propojeny do jednoho celku a informace mezi nimi jsou přenášeny v reálném čase. Díky této architektuře je možné na zákaznickém prostředí postupně přidávat jednotlivé moduly a chod celého systému tím není nijak ovlivňován.

Jak již bylo zmíněno, informační systém P4 slouží výrobním podnikům pro rychlejší řízení podnikových procesů. Oproti původní verzi systému, která byla navržena pouze na krátkodobé plánování výroby a základní MES funkce (viz kapitola 1.2.2 na str. 21), nabízí P4 pokrytí většiny procesů spojených s výrobou takzvaně D2D⁵³.

Hlavní oblastí, na kterou je systém P4 zaměřen, je stále krátkodobé plánování výroby, kdy má uživatel k dispozici informace v reálném čase o aktuálním stavu výroby na jed-

⁵² Instalace typu Cloud reprezentuje instalaci systému na centrálním Cloudovém serveru, na který se zákazník vzdáleně připojuje. On-Premise je instalace přímo na servery zákazníka.

⁵³ Zkratka D2D reprezentuje anglický výraz Door to Door, který značí proces ve výrobním podniku od přijetí objednávky po její expedování.

notlivých zařízeních, výrobních kapacitách a dostupnosti materiálů. Krátkodobé plánování výroby zahrnuje řízení výrobních směn operátorů, zařízení a přidělování výrobních zakázek na jednotlivé výrobní linky dle jejich aktuálních kapacit (Obr. 26).

ITEM NUMBER	MATERIAL	MATERIAL TITLE	QUANTITY	OUTBOUND DELIVERY	REQUIRED FINISH TIME	STATUS	CREATED
1512	P1	Product 1	25 pcs		22. 3. 2022 11:25	Created	15. 3. 2022 11:25
1511	P2	Product 2	8 pcs		18. 3. 2022 11:25	Created	15. 3. 2022 11:25
1510	P1	Product 1	5 pcs		21. 3. 2022 11:25	Created	15. 3. 2022 11:25
1316	Set1	Setova 1	10 pcs	P1614874356		Created	4. 3. 2021 19:10
1304	Set1	Setova 1	10 pcs		4. 3. 2021 19:01	Created	4. 3. 2021 19:01
6985201	S-M10	šroub M10	20 pcs		4. 3. 2021 18:44	Created	4. 3. 2021 18:44
6975200	S-M8	šroub M8	12 pcs		4. 3. 2021 18:44	Created	4. 3. 2021 18:44
6995202	S-M12	šroub M12	18 pcs		4. 3. 2021 18:44	Created	4. 3. 2021 18:44
1284	Set1	Setova 1	2 pcs		4. 3. 2021 18:44	Created	4. 3. 2021 18:44
1240	S-M12	šroub M12	620 pcs		4. 3. 2021 17:38	Created	4. 3. 2021 17:38

Obr. 26: Distribuční tabulka, sloužící pro přidělování výrobních zakázek na jednotlivá pracoviště. [38]

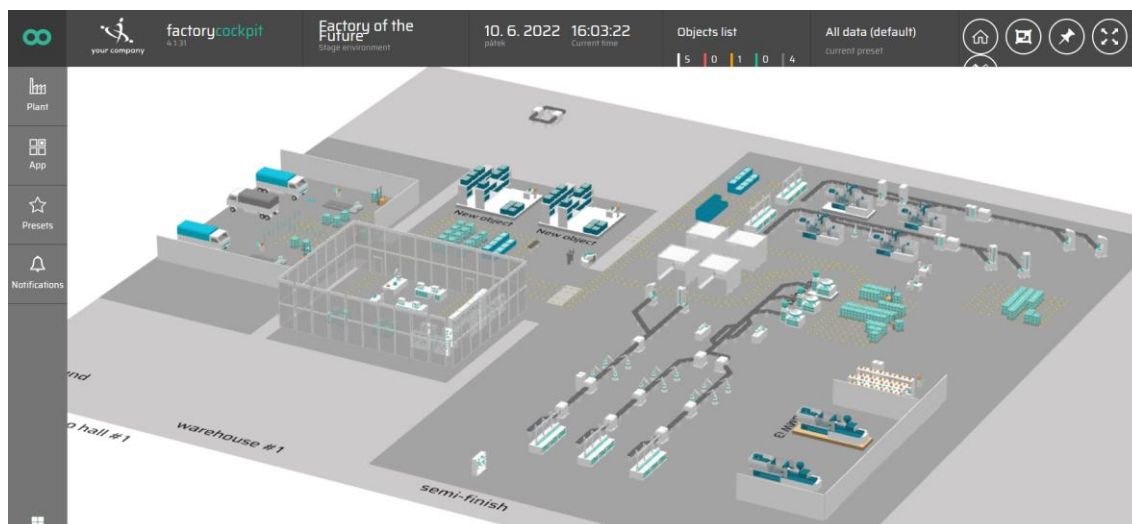
Součástí plánování výroby je plánování výrobní fronty jednotlivých výrobních linek (Obr. 27), s možností vytvářet několik možných scénářů výroby (různá pořadí výrobních zakázek) a spuštění té nejhodnější varianty. Podpůrným nástrojem pro tvorbu výrobního plánu je také automatická reorganizace výrobního plánu dle předem stanovených kritérií, například minimalizování počtu změn materiálů⁵⁴ či dle požadovaného času dokončení.

DATE	SHIFT	SHIFT WORKLOAD	MATERIAL	QUANTITY	OUTBOUND DELIVERY NUMBER	GOODS ISSUE TIME	SCHEDULED FINISH TIME	ESTIMATED START TIME	ESTIMATED FINISH TIME
FRIDAY 10	06:00 - 13:59				10. 6. 2022 14:00 - 10. 6. 2022 17:59				
	14:00 - 21:59		P3 Product 3	32 pcs	Changeover: 0 sec. Materiál: P3 Product 3		10. 6. 2022 17:56	10. 6. 2022 17:56	10. 6. 2022 21:04
	22:00 - 05:59				Changeover: 30 sec. Materiál: TV_OR				
MONDAY 13	06:00 - 13:59		TV_OR	1 pcs			10. 6. 2022 17:56	10. 6. 2022 21:04	10. 6. 2022 21:04
	14:00 - 21:59		TV_OR	1 pcs			10. 6. 2022 17:56	10. 6. 2022 21:04	10. 6. 2022 21:04
	22:00 - 05:59								

Obr. 27: Příprava výrobního plánu pro konkrétní výrobní linku. [38]

Kromě plánování výroby umožňuje systém správu příchozích (zákaznických) i odchozích (dodavatelských) objednávek, skladový management, řízení interní logistiky, modul kontroly kvality, řízení údržby a oprav výrobních zařízení a 3D virtuální dvojče výrobního závodu (Obr. 28).

⁵⁴ V anglickém jazyce se používá pojem changeover, který reprezentuje čas nutný pro přenastavení výrobního zařízení pro výrobu jiného typu výrobku. Jedním z cílů tvorby výrobního plánu je minimalizování těchto časů, které znamenají finanční náklady spojené s neaktivitou výrobního zařízení.



Obr. 28: Zobrazení 3D virtuálního dvojčete výrobního závodu v systému P4. [38]

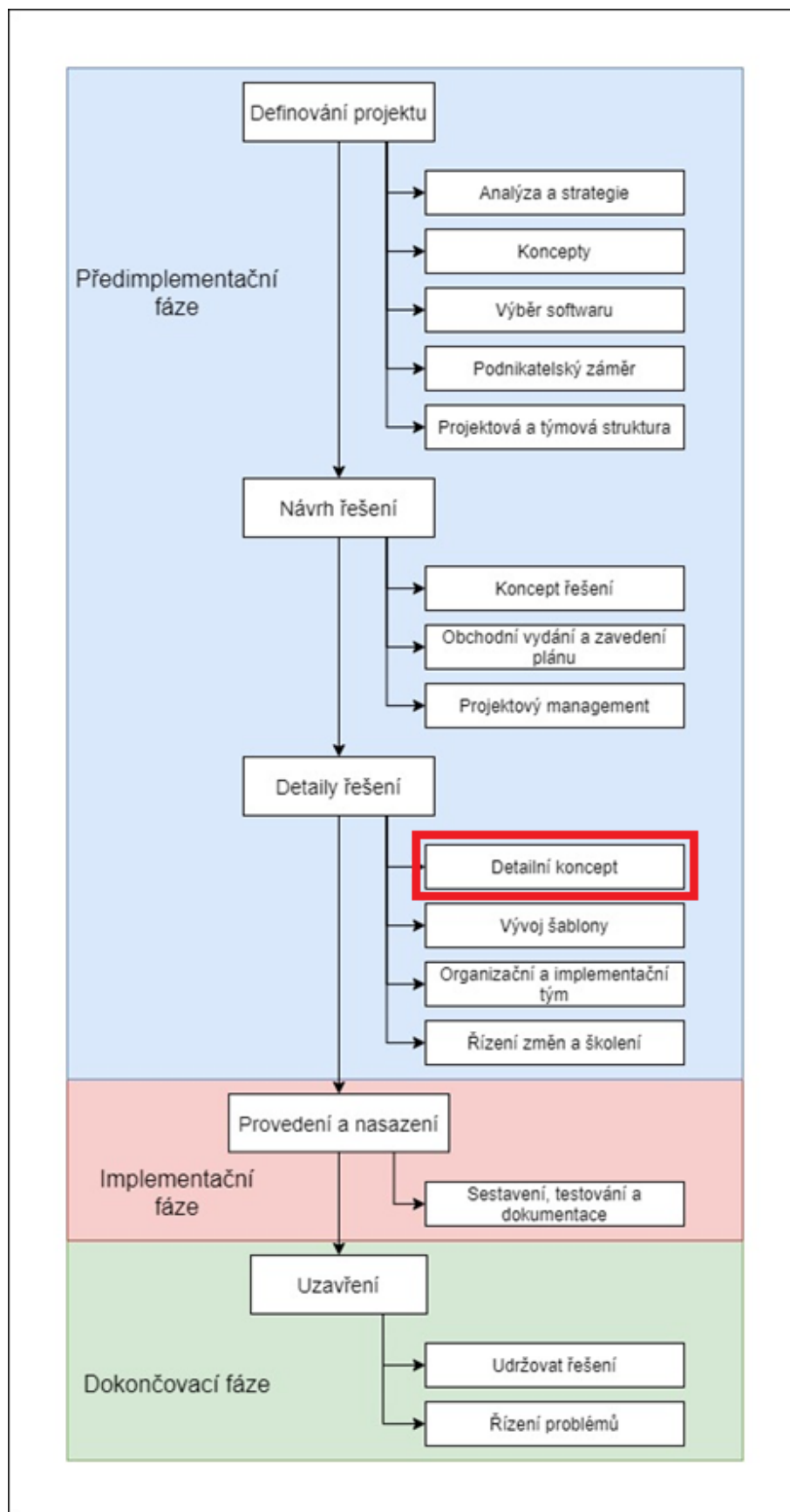
4.2 Proces implementace systému P4

Zavedení informačního systému P4 do výrobního podniku se skládá z několika kroků. Postup implementačního procesu popisuje bakalářská práce autora (zdroj [13]). V rámci této diplomové práce je věnována pozornost především části detailního konceptu návrhu řešení (Obr. 29).

Oblast předimplementační fáze nazvaná jako detaily řešení nastává v okamžiku, kdy již zákazník vybral konkrétní IS (viz kapitola 1 na str. 9) pro implementaci, byly stanoveny základní parametry implementace včetně architektury technického řešení v rámci IT podniku, a nyní se vytváří již detailní definování, jak by měl nový informační systém v podniku fungovat. [13]

Tato část vyžaduje co nejdetailnější rozbor procesů, které jakýmkoli způsobem využívají nový IS:

- Analýza potřebných napojení s dalšími IS v podniku společně s definováním formátu a rozsahu přenášených dat, společně s definováním konkrétních událostí, které tyto přesuny iniciují.
- Definování všech uživatelů nového IS, společně s analýzou jejich rolí a omezení/poskytnutí přístupů do jednotlivých částí systému.
- Detailní analýza výrobních procesů, které budou v IS řízeny, včetně interní logistiky, skladového řízení, výrobních operací, materiálových kusovníků, kontrol kvality a další oblasti, které mají být systémem řízeny.



Obr. 29: Implementační proces IS. [13]

V současnosti je tato komplexní analýza prováděna konzultanty firmy Productoo. Konzultanti potřebují mít základní znalosti z oblasti IT architektury systémů využívaných ve výrobních podnicích, znát možnosti jejich propojení, a především mapovat potřeby zákazníka (výrobního podniku) na možnosti systému P4 z pohledu jeho funkcionalit.

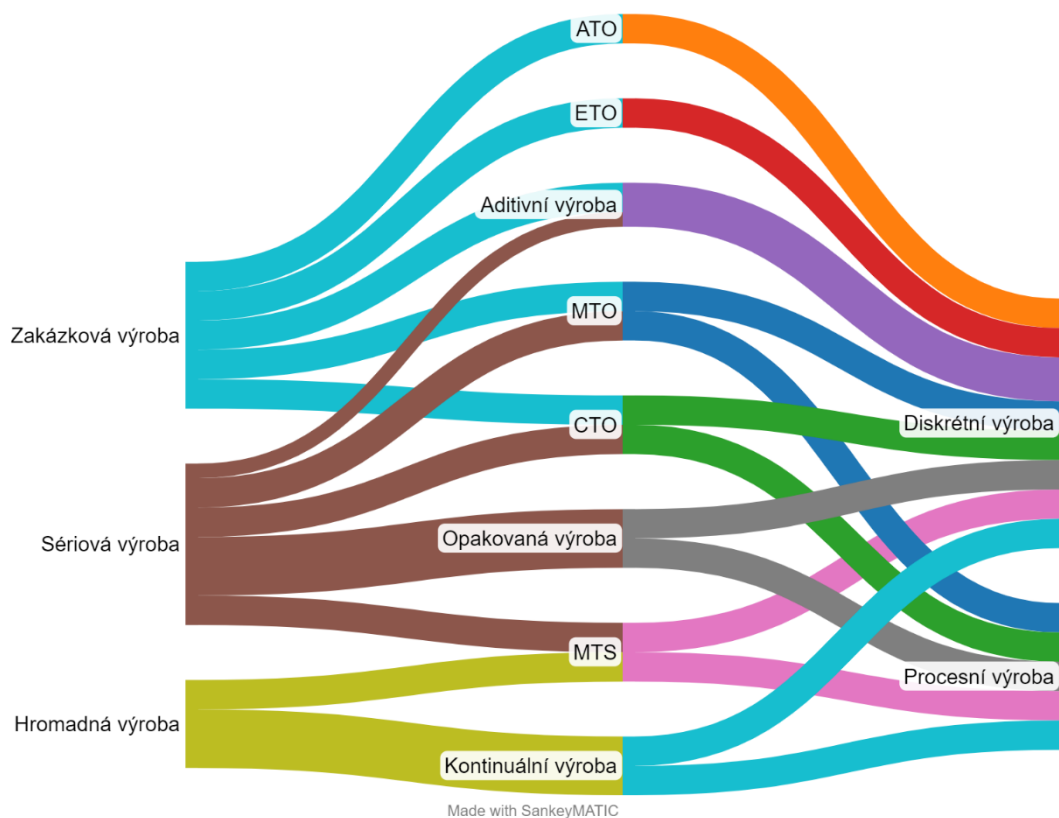
V případě situace, kdy konzultant vyhodnotí, že procesy zákazníka není možné zcela pokrýt systémem P4, nastávají dvě možnosti, jak tuto situaci lze řešit. První variantou je zvážení změny interních procesů zákazníka takovým způsobem, který systém P4 dokáže pokrýt a zároveň nevyžaduje po zákazníkovi nerentabilní změny s ohledem na jiné procesy a podnikové zdroje. Druhou variantou je vývoj nových funkcionalit systému, které rozšíří současné možnosti systému P4. Dle konkrétních situací zákazníků nastávají v praxi obě varianty či jejich kombinace, kdy v případě vývoje nových funkcí je brán ohled na potřeby nejen nového zákazníka, ale také zákazníků stávajících a potenciálních zákazníků budoucích. Z toho důvodu jsou nová rozšíření systému vytvářena takovým způsobem, aby nejen vyplnily nezbytné mezery pro nového zákazníka, ale aby tyto nové parametry systému byly co nejuniverzálněji použitelné i v budoucnu.

Vyhodnocení současných nedostatků systému a navržení jejich řešení v rámci této práce umožní firmě Productoo oslovit širší spektrum zákazníků. Druhým přínosem je ušetření času věnovanému analýze a návrhu řešení, který by jinak vytvářel interní náklady firmy.

5 Sestavení přehledu výrobních procesů

Na základě poznatků z kapitoly 3 (str.40) je cílem následující kapitoly sestavení přehledu výrobních procesů. Tento přehled znázorňuje většinu výrobních procesů a jejich kategorizaci díky čemuž je možné vybrat vhodné procesy pro následnou bližší analýzu.

Pro definování jednotlivých typů výrobních procesů se vychází z informací pokrytých v kapitole 3 (str. 40). Jednotlivá dělení výrobních procesů byla nejdříve přepracována do Sankeyova diagramu (Obr. 30). Tento druh diagramu slouží ke skládání a rozpadu entit na jednotlivé podmnožiny. V rámci této práce byl Sankeyův diagram využit pro znázornění provázání jednotlivých druhů výrobních procesů. Poměry jednotlivých složek jsou čistě ilustrativní, cílem diagramu je znázornění možných kombinací druhů procesů.



Obr. 30: Dělení výrobních procesů. Zpracováno na základě kapitoly 3.1 na straně 40.

Grafické znázornění druhů výrobních procesů je dále sepsáno do tabulky (Tab. 3) a jednotlivé kombinace druhů procesů jsou očíslovány pro další potřeby práce.

Tab. 3: Kombinace druhů výrobních procesů dle Obr. 30.

Číslo procesu	Dle rozsahu	Dle povahy produktu	
1.	Zakázková	ATO	Diskrétní
2.	Zakázková	ETO	Diskrétní
3.	Zakázková	MTO	Diskrétní
4.	Zakázková	MTO	Procesní
5.	Zakázková	Aditivní	Diskrétní
6.	Zakázková	CTO	Diskrétní
7.	Zakázková	CTO	Procesní
8.	Sériová	MTO	Procesní
9.	Sériová	MTO	Diskrétní
10.	Sériová	Aditivní	Diskrétní
11.	Sériová	CTO	Diskrétní
12.	Sériová	CTO	Procesní
13.	Sériová	Opakovaná	Diskrétní
14.	Sériová	Opakovaná	Procesní
15.	Sériová	MTS	Diskrétní
16.	Sériová	MTS	Procesní
17.	Hromadná	MTS	Diskrétní
18.	Hromadná	MTS	Procesní
19.	Hromadná	Kontinuální	Diskrétní
20.	Hromadná	Kontinuální	Procesní

Na základě definovaných kombinací druhů výrobních procesů byla vytvořena relační tabulka (Tab. 4), která vyhodnocuje použití výrobních principů (kapitola 3.2 na str. 44) na jednotlivých typech procesů (kapitola 3.1 na str. 40).

Tab. 4: Relační matice výrobních procesů a principů.

Číslo procesu	Plánování			Vznik výrobní zakázky		Spotřeba materiálu			Návaznosti procesů			SU M
	Na linku	Na operátory	Na nástroje	Upstream	Downstream	FIFO	LIFO	FEFO	Jednoúrovňová výroba	Dlouhé linky	Víceúrovňová výroba	
1.	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	7
2.	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
3.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	8
4.	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7
5.	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	5
6.	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	7
7.	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
8.	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8
9.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	9
10.	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	6
11.	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	8
12.	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6
13.	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	8
14.	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
15.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
16.	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
17.	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
18.	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7
19.	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	6
20.	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	6

Rozhodnutí, zda výrobní princip je přiřazen k danému typu procesu bylo provedeno na základě zkušeností konzultantů firmy Productoo. Tato analýza je provedena na základě omezeného vzorku výrobních firem, se kterými přišli konzultanti firmy do styku a nejedná se tedy o exaktní přehled. Cílem této analýzy bylo přibližné určení nejsložitějších typů procesů, které budou zpracovány v další kapitole. Přiřazení principu

k výrobnímu procesu je provedeno binární formou – pokud lze daný princip u procesu využít, je zapsána hodnota 1. Tato metoda umožňuje rychlé vyhodnocení složitosti typů procesů součtem hodnot v jednotlivých řádcích, kdy vyšší hodnoty indikují komplexnější procesy.

6 Dokumentace vybraných výrobních procesů

V rámci výběru typů procesů, které byly rozpracovány do podoby diagramů, bylo přihlíženo ke dvěma hlavním faktorům. Prvním faktorem byl výsledný přínos analýzy pro firmu Productoo, která na základě zpracovaných typů procesů může rozšířit funkcionality jejího informačního systému. Druhým faktorem bylo, aby se vybrané procesy daly přirovnat k reálným podnikům, které bylo možné v rámci přípravy praktické části práce analyzovat.

Tabulka (Tab. 5) znázorňuje vybrané výrobní procesy s alokovanými výrobními principy, které jsou dále v praktické části rozpracovány do podoby diagramů za pomoci standardu BPMN 2.0.

Tab. 5: Relační matice výrobních procesů a principů u vybraných procesů

Číslo procesu	Plánování			Vznik výrobní zakázky		Spotřeba materiálu			Návaznosti procesů			Σ
	Na linku	Na operátory	Na nástroje	Upstream	Downstream	FIFO	LIFO	FEFO	Jednouúrovňová výroba	Dlouhé linky	Víceúrovňová výroba	
3.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	8
4.	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7
9.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	9
1 5.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

Procesy znázorněné v následujících diagramech z velké části vychází z procesů konkrétních podniků (procesy 4, 9 a 15). Tyto procesy podniků jsou v diagramech z pohledu informačního systému upraveny tak, aby reprezentovaly ideální stav za použití jediného IS, nikoliv reálnou situaci, kdy je využíváno většinou více navzájem propojených systémů. Nejčastějšími důvody, proč výrobní podniky nevyužívají optimální procesy mohou být nedostatečné zdroje pro vhodný IS, absence takového systému, který by zcela pokryl optimální nastavení procesů či přílišná složitost tyto procesy měnit.

6.1 Zvolená metodika pro tvorbu procesních diagramů

Pro vypracování vybraných procesů byla na základě teoretických podkladů (kapitola 2.4 na straně 31) zvolena metodika BPMN 2.0. Tato metodika využívá převážně principu plaveckých drah, ale na rozdíl od UML standardu poskytuje pro plaveckou dráhu rozsáhlejší znakovou sadu. Další výhodou oproti UML, je stále se rozšiřující využití BPMN 2.0 pro popisování podnikových procesů ať už v rámci reengineeringu podnikových procesů, tak návrhu procesů nových. V neposlední řadě je možné tímto standardem popsat elektronické i fyzické procesy, a tedy pro potřeby této diplomové práce se jedná o vhodný nástroj.

Z důvodu rozsáhlé knihovny znakové sady tohoto standardu, byl přehled několika základních grafických prvků využívaných v BPMN 2.0 umístěn do Přílohy A. Tato příloha zahrnuje pouze výběr několika základních grafických symbolů tohoto standardu, jelikož celá knihovna čítá příliš velký počet možných symbolů na to, aby byla umístěna do této diplomové práce. V rámci přílohy jsou uvedeny veškeré grafické prvky, které jsou v této práci použity. V následujících kapitolách jsou dokumentovány vybrané procesy pomocí procesních diagramů.

Diagramy praktické části práce byly zpracovány pomocí softwaru Draw.io.

6.2 Proces 3 – zakázková výroba diskrétních produktů

Proces číslo 3 reprezentuje zakázkovou výrobu produkující diskrétní výrobky. V rámci tohoto procesu může být plánování výroby prováděno jak na výrobní linky a zařízení, tak na odborné operátory i na speciální nástroje. Tyto požadavky na plánování budou mít převážně malé a menší střední podniky, které vyrábí velmi specifické typy výrobků. Výroba specializovaných produktů má za následek to, že je často zapotřebí kombinace speciálního zařízení, odborné obsluhy a případně i speciálních nástrojů, kdy každý z těchto prvků procesu má v podniku omezený počet a při vytíženosti podniku je nezbytné jejich kapacity brát v úvahu.

V případě výroby na zakázku přichází požadavek na výrobu vždy z protiproudu výroby – upstream. Požadavek přichází od zákazníka do kanceláře podniku, odkud je poté zařazen do výrobního plánu.

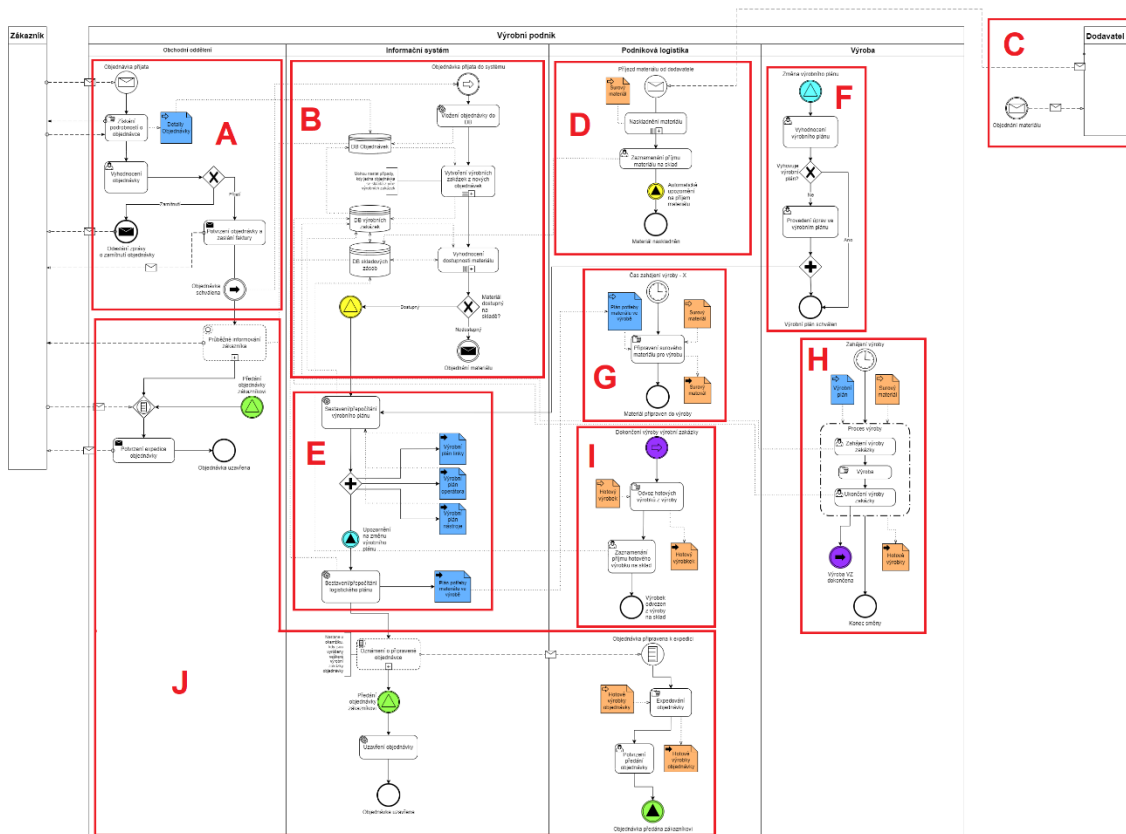
Spotřeba surového materiálu pro výrobu je ve většině případů řízena logikami FIFO, LIFO anebo zcela nahodile bez definované logiky. Logiky FIFO a LIFO říkají, že pro výrobu jsou spotřebovávány materiály nejdéle na skladu, nebo poslední přivezené. Děje se tak převážně z důvodu, že se jedná buď o materiály, které nepodléhají degradaci anebo byly objednány pro konkrétní výrobní zakázku.

Poslední oblast tohoto procesu jsou návaznosti výrobních procedur, kdy jsou možné varianty jak jednoúrovňové, tak i víceúrovňové výroby. Dle konkrétního případu bude výroba produktu probíhat buď na jednom nebo více zařízeních, jejichž posloupnost ale může být pro každý výrobek podniku odlišná.

6.2.1 Diagram – celkový pohled

Diagram procesu číslo 3 (Obr. 31) obsahuje tři samostatné účastníky procesu, reprezentované pomocí bazénů. Jednotlivé bazény znázorňují zákazníka, výrobní podnik a dodavatele surových materiálů. Bazény zákazníka a dodavatele materiálů jsou ve formě černých schránek, tedy nezobrazují konkrétní události ani aktivity. Bazén výrobního podniku je dále rozdělen do plaveckých drah zastupujících obchodní oddělení, informační systém, podnikovou logistiku a výrobu.

Proces postupuje od přijetí objednávky obchodním oddělením (A), její zpracování v IS do výrobních zakázek (B), objednání a naskladnění surového materiálu (C a D) až po přidělení na výrobu na základě výrobního plánu (E). V případě potřeby je výrobní plán upraven vedoucím výroby (F). Podniková logistika má na starosti zásobování výroby materiálem (G), a po procesu výroby (H), i odvoz hotových výrobků (I). Celá objednávka zákazníkovi je zakončena expedicí v rámci logistiky, potvrzením o expedici zákazníkovi skrze obchodní oddělení a na závěr uzavřením objednávky v IS (J). Proces je dále představen ve větším detailu po jednotlivých sekcích, označených A až J. Plná podoba diagramu bez zvýrazněných sekcí je umístěna do Přílohy B.

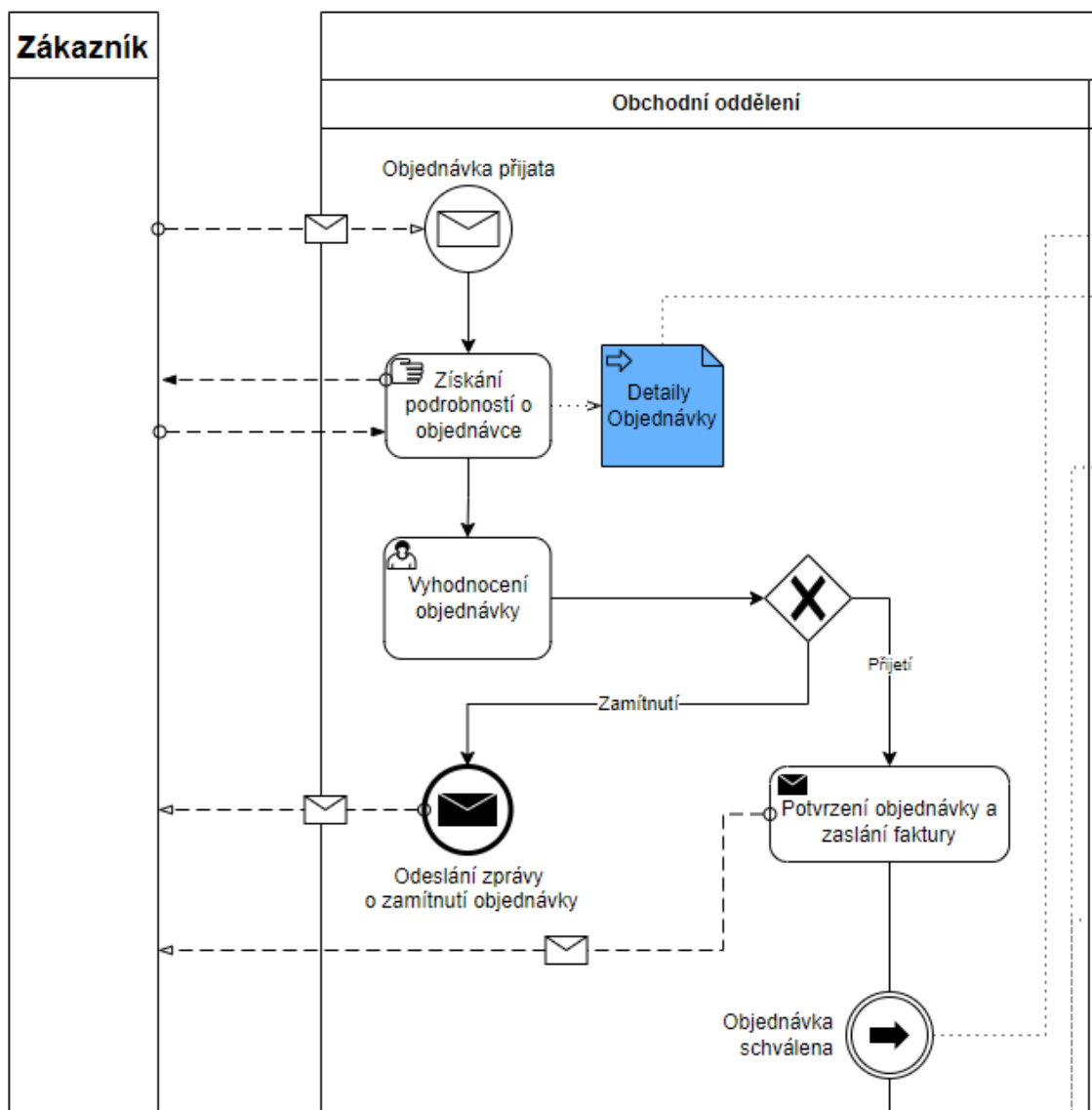


Obr. 31: Diagram procesu číslo 3 rozdělený do sekcí A-J

▪ **Sekce A – přijetí objednávky**

Zahájení v rámci procesu 3 (Obr. 32) probíhá ze strany zákazníka, který od podniku objednává produkt. Následnou komunikací mezi obchodním oddělením podniku a zákazníkem jsou zjištěny podrobnosti o objednávce.

Tato zahajovací fáze celého podnikového procesu může vést ke dvěma možnostem. Buďto je objednávka zákazníka výrobním podnikem zamítnuta, nebo přijata, a dále vložena do systému. V obou případech následuje oznámení zákazníkovi o přijetí či zamítnutí jeho objednávky a v případě kladného výsledku také požadavek na uhrazení zálohové faktury a zanesení objednávky do informačního systému.

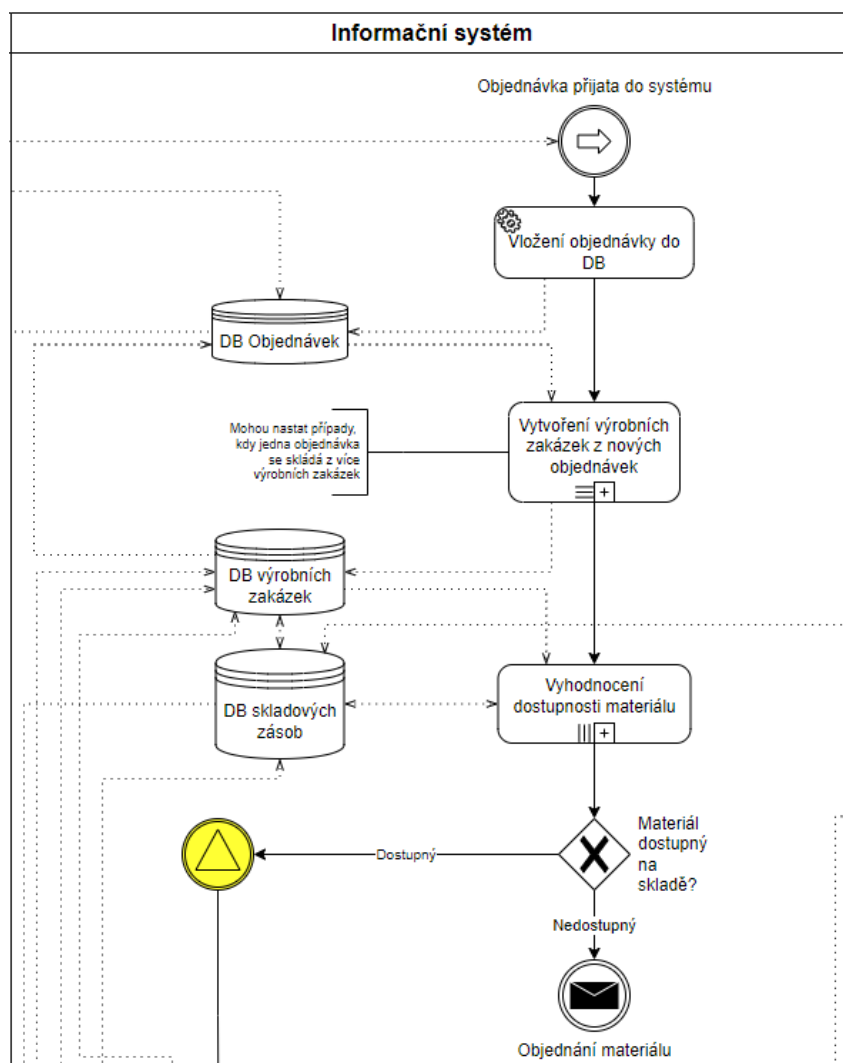


Obr. 32: Proces 3, sekce A – přijetí objednávky

▪ Sekce B – tvorba výrobních zakázek

Vložení objednávky do informačního systému (Obr. 33) se zahajuje automatický proces zpracování objednávky do výrobní zakázky či zakázek, dle konkrétní situace. Z důvodu komplexity informačních systémů je v diagramu dán důraz pouze na databáze objednávek, výrobních zakázek a skladových materiálů⁵⁵.

⁵⁵ Výrobní informační systémy jsou postaveny nejčastěji na SQL databázích. Nebývá výjimkou, kdy se výrobní informační systém skládá z desítek datových a relačních tabulek, obsahujících tisíce navzájem provázaných záznamů.

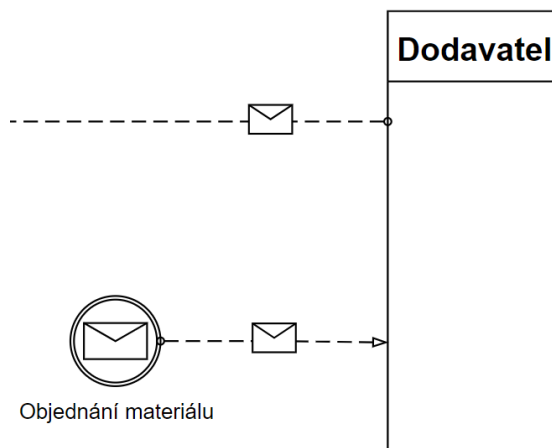


Obr. 33: Proces 3, sekce B – tvorba výrobních zakázek

Na základě výrobních zakázek je vyhodnocena dostupnost surových materiálů potřebných pro výrobu. Případ nedostatku surového materiálu popisuje Sekce E (str. 70). Pokud materiál pro výrobu na skladě není, je odeslána automatická objednávka dodavateli.

▪ Sekce C – objednání surového materiálu

Nedostatek potřebného materiálu pro výrobu spouští v informačním systému automatickou proceduru objednání materiálu u dodavatele v předem definovaném množství (Obr. 34). Záleží na nastavení procedury podnikem, zda má být objednáno pouze chybějící množství materiálu pro konkrétní zakázku, či větší množství pro doplnění optimálního stavu skladu.

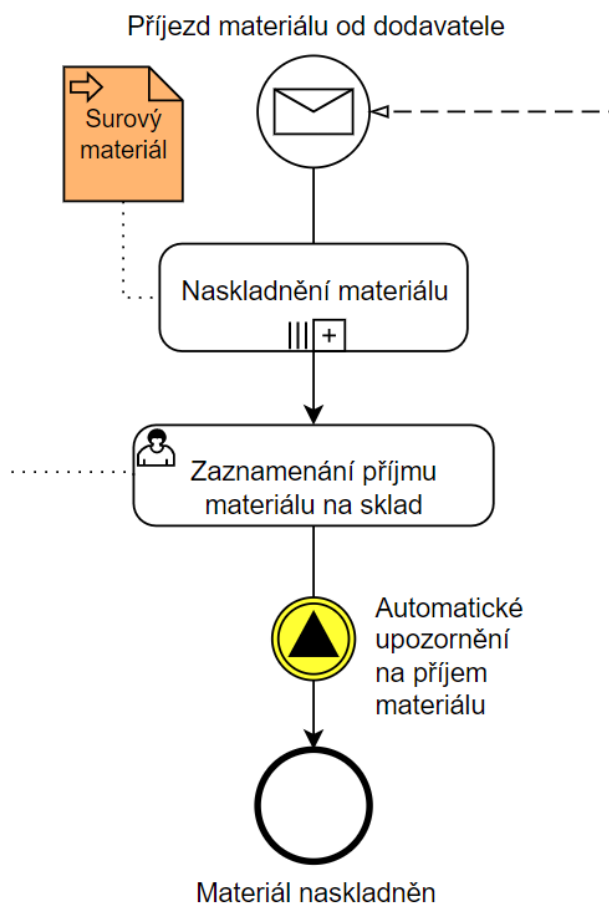


Obr. 34: Proces 3, Sekce C – objednání surového materiálu

V okamžiku vyřízení požadavku na dodání materiálů je do oddělení logistiky výrobního podniku dodána informace o čase a množství dodávaných materiálů.

▪ Sekce D – naskladnění surového materiálu

Oddělení podnikové logistiky přijímá surový materiál na sklad a zanáší do informačního systému data o množství a umístění obdrženého materiálu.

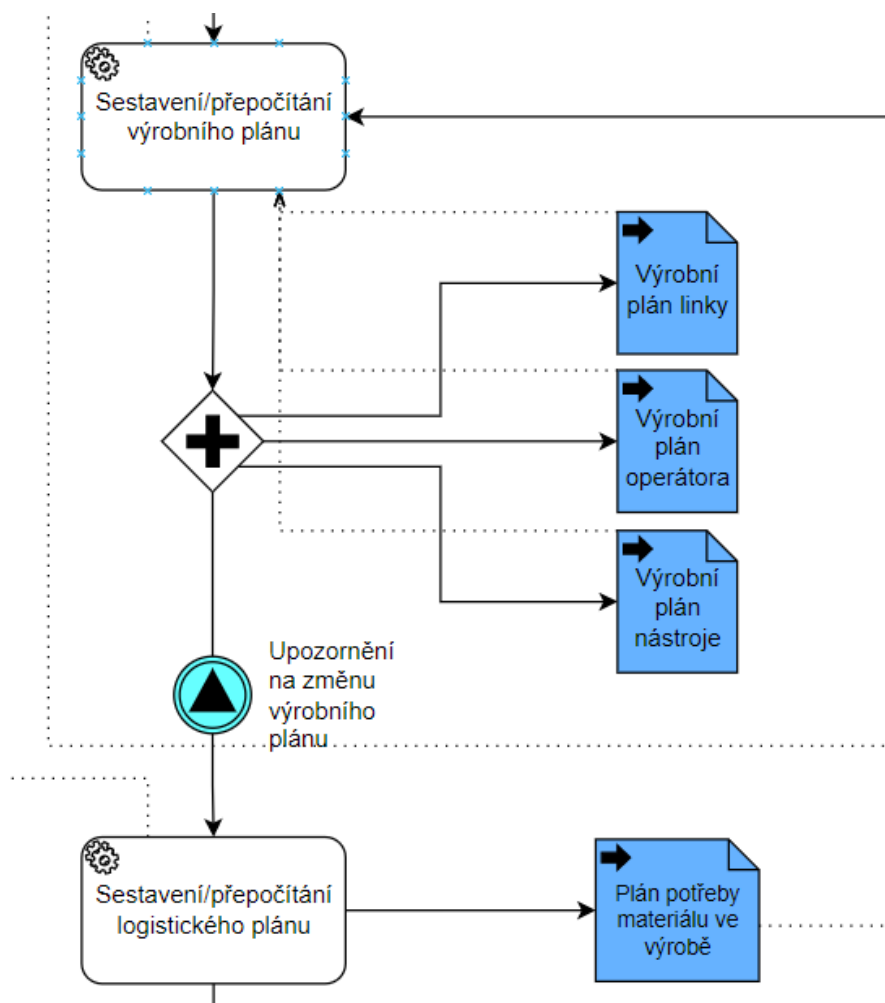


Obr. 35: Proces 3, sekce D – naskladnění surového materiálu

Zanesení přijatých materiálů do IS spouští automatickou kontrolu systému na čekající výrobní zakázky (Obr. 35). Pokud jsou v ten okamžik dostupné veškeré surové materiály, následuje Sekce E.

▪ Sekce E – sestavení výrobního plánu

Jakmile IS obdrží informaci o tom, že jsou pro výrobní zakázku dostupné veškeré surové materiály, spouští se automatické procedury pro sestavení výrobního plánu (Obr. 36).

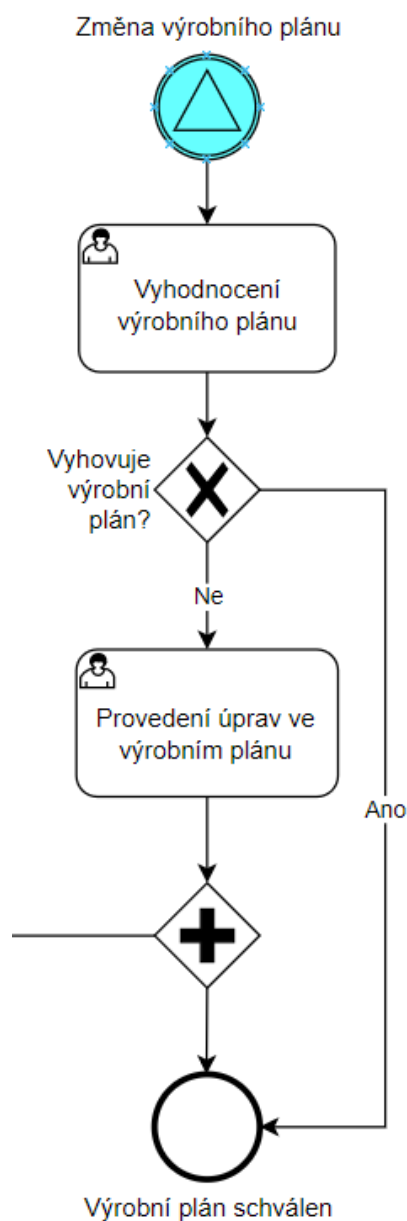


Obr. 36: Proces 3, sekce E – sestavení výrobního plánu

Dle toho, zda podnik plánuje na výrobní linky, operátory, nástroje či kombinace všech těchto skupin, jsou vygenerovány jejich výrobní plány. V tento okamžik je upozorněna výroba na nový výrobní plán a ta má možnost jej ručně změnit. Tento proces změny výrobního plánu popisuje Sekce F (str. 71). Dle výrobního plánu je dále sestaven plán potřeby materiálu ve výrobě, který obsahuje informace pro vnitropodnikovou logistiku o časech, množstvích a cílových lokacích materiálů potřebných ve výrobě. Proces vnitropodnikové logistiky zahrnující zásobování výroby surovými materiály popisuje Sekce G (str. 72).

▪ Sekce F – změna výrobního plánu

V případě, že vedoucí výroby není spokojen s automaticky sestaveným výrobním plánem následující směny (nebo více směn), může tento plán v IS ručně změnit (Obr. 37).

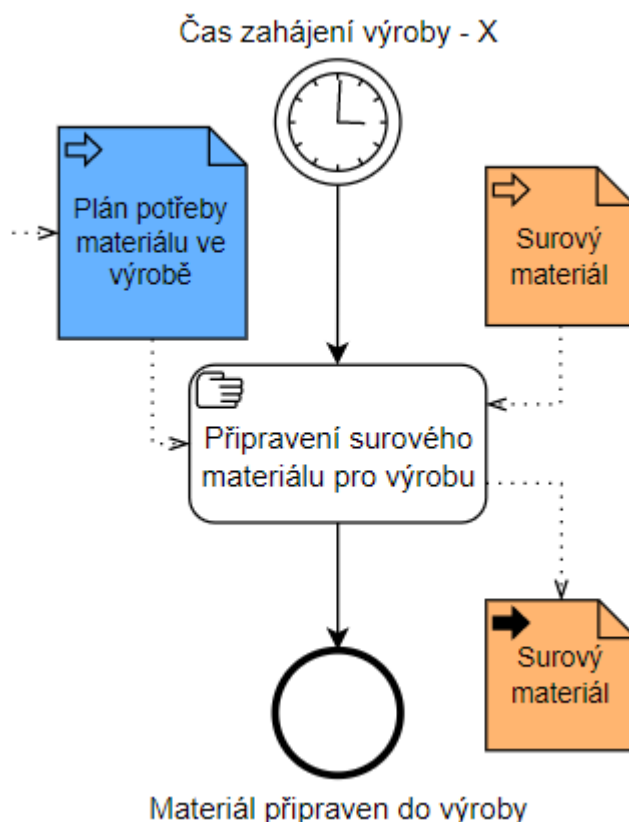


Obr. 37: Proces 3, sekce F – změna výrobního plánu

Pokud byla provedena změna výrobního plánu, IS automaticky přepočítá plán požadavků materiálů na výrobu, aby byly informace pro vnitropodnikovou logistiku aktuální.

▪ Sekce G – zásobování výroby

Důležitou součástí procesu výroby je včasné dodání potřebných materiálů. Seznam potřebných materiálů je založen na výrobních zakázkách, které mají být za danou směnu zpracovány. Výrobní plán udává, v jaký čas je každý materiál potřeba dopravit na výrobní místo. Vnitropodniková logistika dle těchto informací odebírá surové materiály ze skladu a přiváží je do výrobního prostoru (Obr. 38).



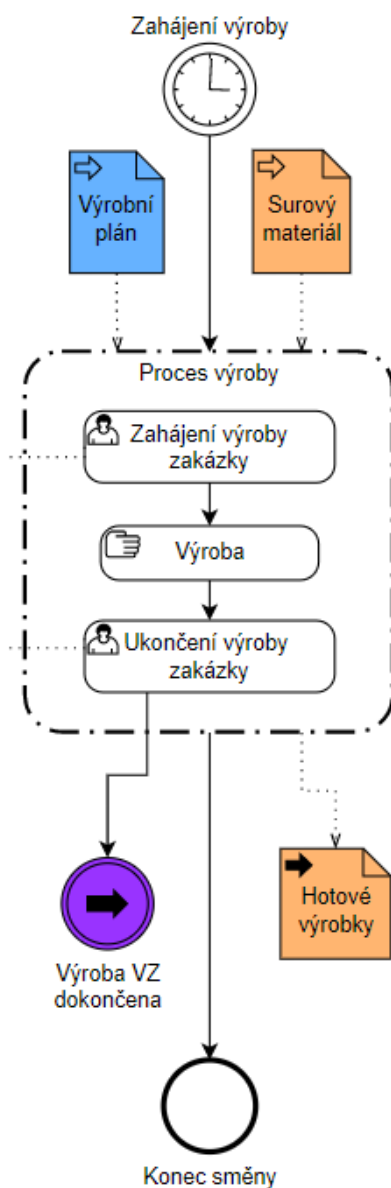
Obr. 38: Proces 3, sekce G – zásobování výroby

Čas, kdy musí být materiál dodán do výroby, je v předstihu před zahájením výroby každé výrobní zakázky. Dle požadavků každého podniku, může být surový materiál přivezen před zahájením směny, či před zahájením výroby každé zakázky.

▪ Sekce H – výrobní proces

Výrobní plán vygenerovaný informačním systémem (a schválený vedoucím výroby) je seznam výrobních zakázek, které mají být za danou směnu zpracovány. Výrobní plán často definuje i přesné pořadí zakázek, aby se dle něj daly zavčas připravit nezbytné materiály pro výrobu (viz. Sekce G – zásobování výroby). Výrobní informační systém může být napojen přímo na výrobní zařízení, nebo může být reprezentován počítačovou obrazovkou vedle výrobního místa. Na této obrazovce jsou zobrazeny informace k aktuální výrobní zakázce. Součástí této obrazovky (anebo automatického spojení s výrobním zařízením) je i poskytování informací o zahájení a dokončení výroby kon-

krétní výrobní zakázky (Obr. 39). Díky tomu je k dispozici přehled o stavu každé výrobní zakázky v reálném čase, což může sloužit jednak pro potřeby řízení výroby, tak obchodnímu oddělení v komunikaci se zákazníky.

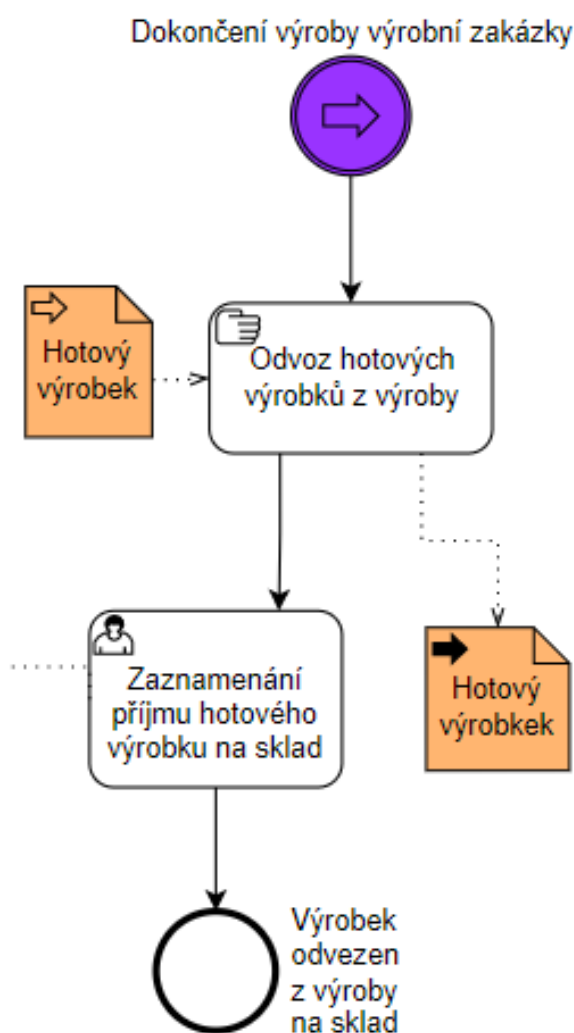


Obr. 39: Proces 3, sekce H – výrobní proces

Dokončení výrobní zakázky může být impulzem pro vnitropodnikovou logistiku k odvezení vyrobených produktů z výroby buď do skladu, nebo přímo na expediční místo.

▪ Sekce I – odvoz hotových výrobků z výroby

Odebírání dokončených výrobních zakázek z výroby může být prováděno individuálně pro každou výrobní zakázku či hromadně na konci směny, dle konkrétních potřeb podniku. V případě odvozu konkrétních výrobních zakázek bývá v rámci zakázkové výroby impulzem signál přímo z výroby, jelikož nemusí být známa přesná doba, jak dlouho výroba daného produktu bude probíhat (Obr. 40). Vnitropodniková logistika poté odebere vyhotovený produkt z výrobního místa a odveze jej buď do skladu hotových výrobků, nebo přímo na expediční místo dle toho, zda je celá objednávka složena z více výrobních zakázek, na které by bylo potřeba čekat.

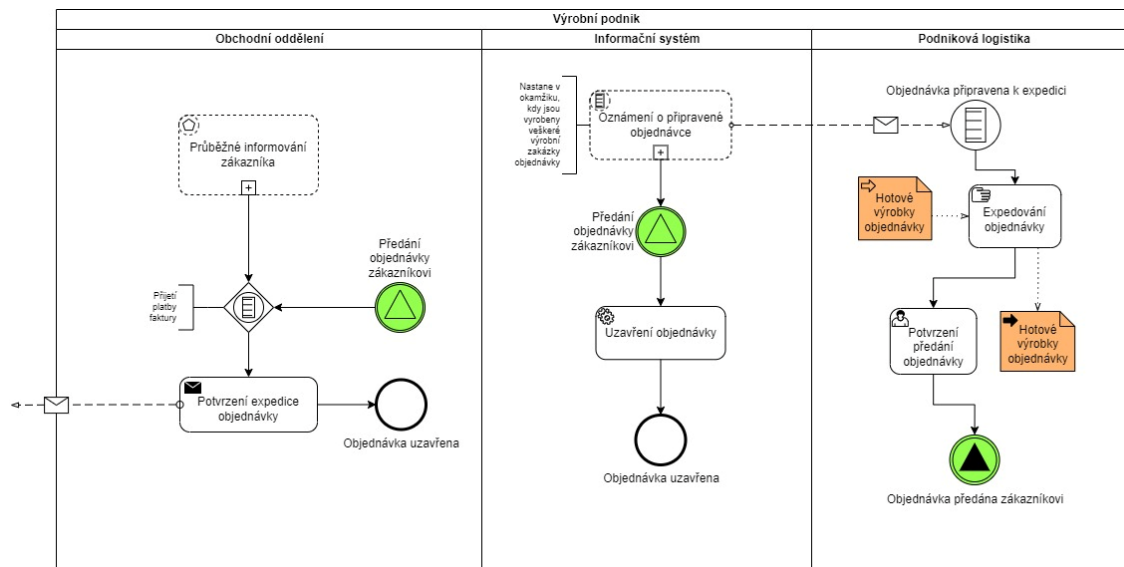


Obr. 40: Proces 3, sekce I – odvoz hotových výrobků z výroby

V okamžiku vyzvednutí výrobku vnitropodnikovou logistikou je odeslána informace do informačního systému, který vyhodnotí, zda má být produkt umístěn do skladu, nebo na expediční místo.

▪ Sekce J – expedice a uzavření objednávky

Jakmile jsou vyhotoveny veškeré výrobní zakázky objednávky, informační systém upozorní vnitropodnikovou logistiku, aby připravila položky objednávky k expedici (Obr. 41).



Obr. 41: Proces 3. sekce J – expedice a uzavření objednávky

Oddělení logistiky výrobního podniku poté zajistí expedici objednaného materiálu k zákazníkovi. Pro výrobní podnik je celý proces ve většině případů zakončen předáním zboží přepravci, který zajistí expedici k zákazníkovi. V moment předání přepravci je proveden záznam do informačního systému, který jednak upozorní obchodní oddělení a následně uzavře objednávku v databázi, pokud je splněna podmínka přijetí platby za objednávku. V některých případech zakázkové výroby může být objednávka v IS uzavřena až na základě potvrzení převzetí zboží zákazníkem.

6.3 Proces 4 - zakázková výroba procesních produktů

Dalším typem výrobního procesu je vyrábění procesních produktů na objednávku. Plánování v tomto typu výroby je cíleno pouze na výrobní linku, která většinou reprezentuje jednoúčelový stroj.

Výrobní zakázka může vznikat upstream i downstream, dle povahy podniku. V dále popsaném diagramu je zvolena varianta upstream, kdy podnik zpracovává surový materiál zákazníka jako službu.

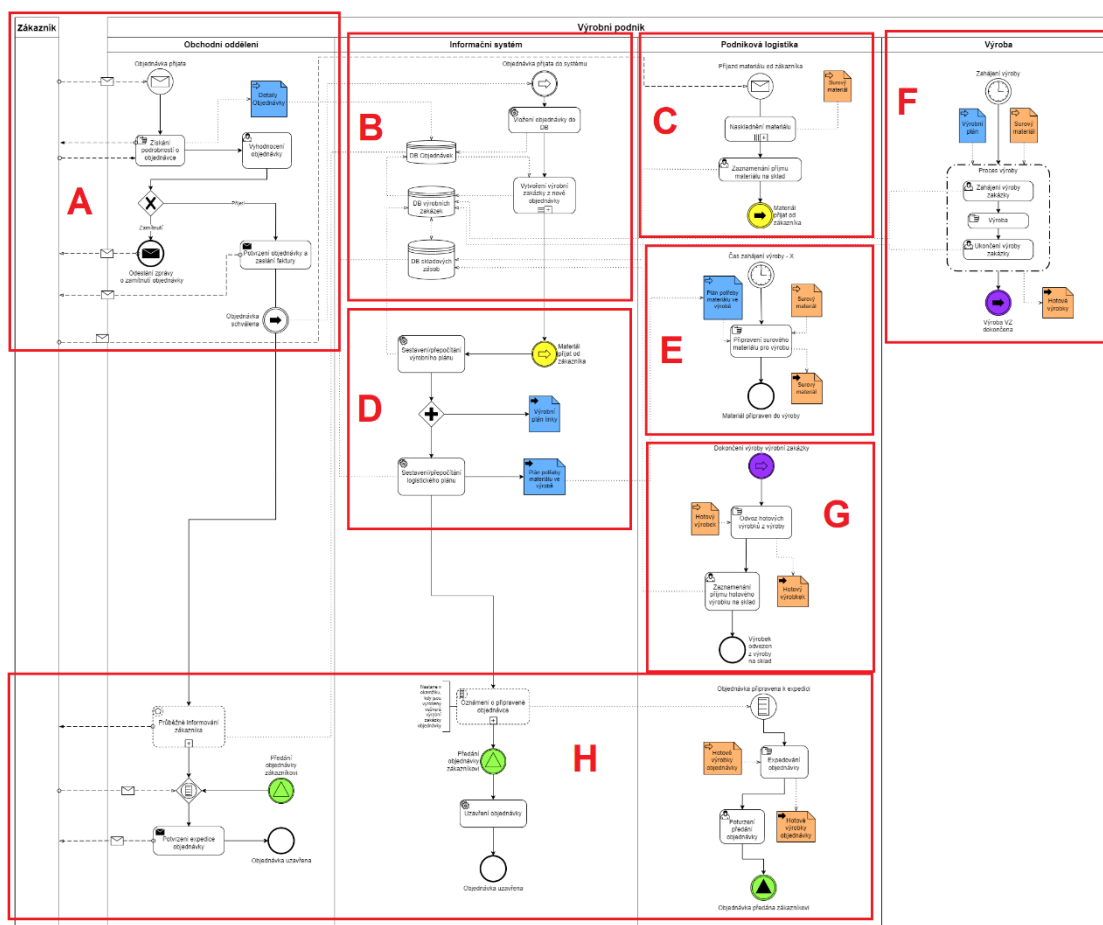
Spotřeba materiálu může v těchto podnicích probíhat dle logiky FIFO i LIFO, anebo jako v případě dále popsaného procesu konkrétního podniku, je použit materiál zákazníka.

Vzhledem k povaze zpracovatelských produktů jsou výrobní procesy v tomto případě nejčastěji jednoúrovňové či v podobě dlouhých linek. Využití jednoúčelových zařízení je málokdy spojováno s víceúrovňovou výrobou.

Příkladem z praxe, kde je využit výše zmíněný typ procesu, je podnik, zabývající se zpracováním recyklované plastové drtě na opětovně použitelný regenerulát. Vstupním materiálem tohoto podniku je očištěná plastová drť, pocházející z již použitých výrobků. Tato drť je pomocí jednoúčelového stroje zpracována do podoby jemných plastových granulí. Tyto granule jsou dále používány jako vstupní materiál v dalších výrobních podnicích. Tento podnik využívá své unikátní technologie pro zpracování plastu a poskytuje svou výrobu jako službu dalším podnikům.

6.3.1 Diagram – celkový pohled

Proces znázorněný na následujícím obrázku (Obr. 42) je stejně jako v předchozím diagramu zahájen přijetím objednávky zákazníka, který je zároveň i dodavatelem surového materiálu (A). Objednávka je zanesena do IS (B) a materiál přijat podnikovou logistikou (C). Na základě přijatého materiálu je informačním systémem vygenerována výrobní zakázka a sestaveny výrobní a logistické plány výroby (D). Následný proces zahrnuje standardní zásobení výrobního prostoru dovezeným materiálem (E), výrobou produktu (F) a opětovným odvozem materiálu na sklad či expediční místo (G). Dokončení objednávky (H) je provedeno stejným způsobem jako v případě procesů 3 a 7. Plná podoba diagramu bez zvýrazněných sekcí je umístěna do Přílohy C.



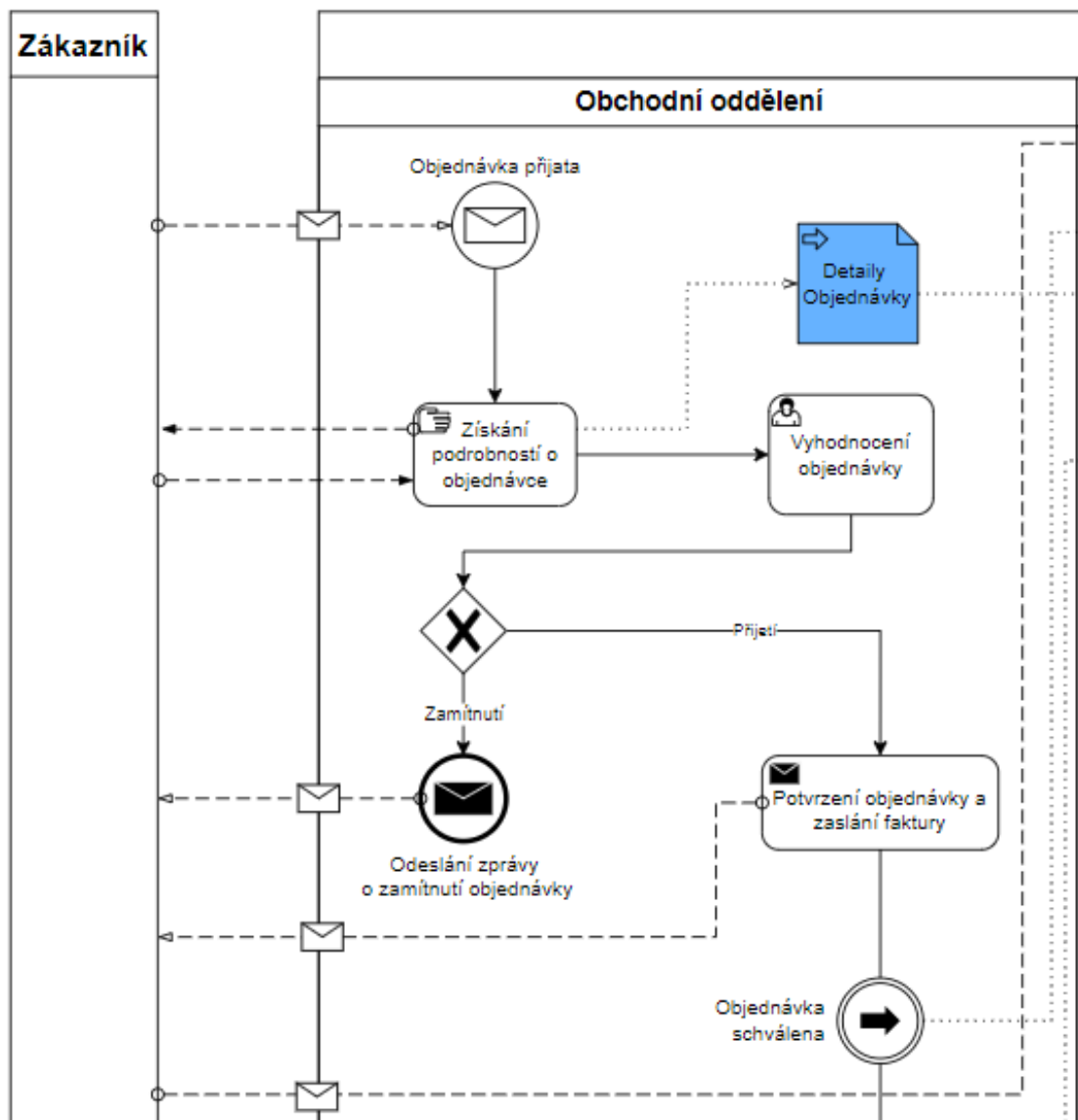
Obr. 42: Diagram procesu číslo 4 rozdělený do sekcí A-H

Sekce identické s procesem číslo 3 jsou detailně popsány v předchozích kapitolách, konkrétně tedy: naskladnění surového materiálu (sekce C popsána na str.69), zásobování výroby (sekce E popsána na str.72), odvoz hotových výrobků z výroby (sekce G popsána na str.74) a expedice a uzavření objednávky (sekce H popsána na str.75).

Z tohoto důvodu nebudou tyto sekce již znovu popisovány, ale popis se zaměří na sekce nové, respektive odlišné od předchozího procesu.

▪ Sekce A – přijetí objednávky

Příjem a zpracování objednávky (Obr. 43) u typu procesu číslo 4 začíná přijetím objednávky od zákazníka a jejím následným vyhodnocením ze strany obchodního oddělení. V případě specifického zaměření podniku, jako je ukázkový podnik popsany výše, nebývá zamítnutí objednávky časté, jelikož klientela tohoto typu výroby je velmi úzká.

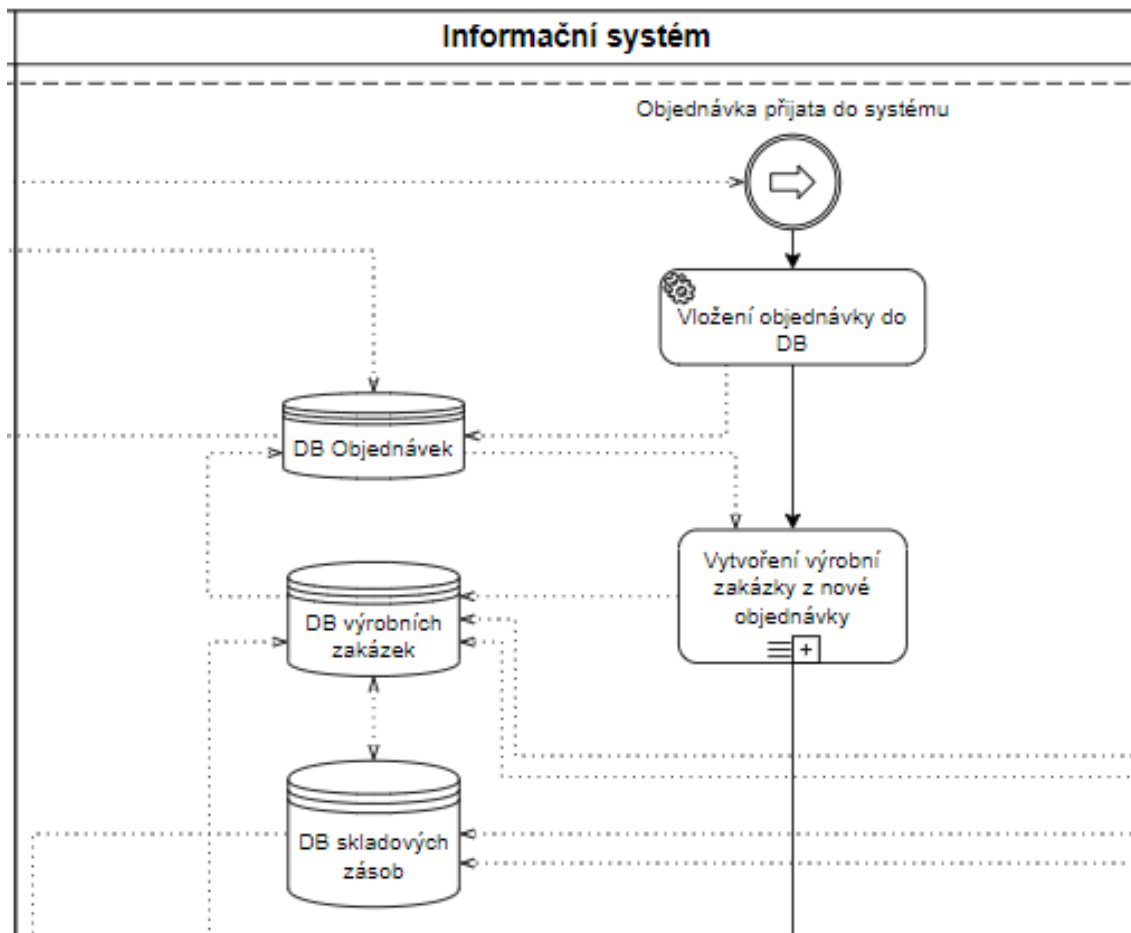


Obr. 43: Proces 4, sekce A – přijetí objednávky

Oproti zpracování objednávky v předchozích typech procesů je tentokrát zákazník také dodavatelem surového materiálu.

▪ Sekce B – tvorba výrobní zakázky

Informační systém generuje výrobní zakázku v návaznosti na její zanesení do systému (Obr. 44). V případě zmíněného podniku se jedná o jednu výrobní zakázku, obsahující celou objednávku.

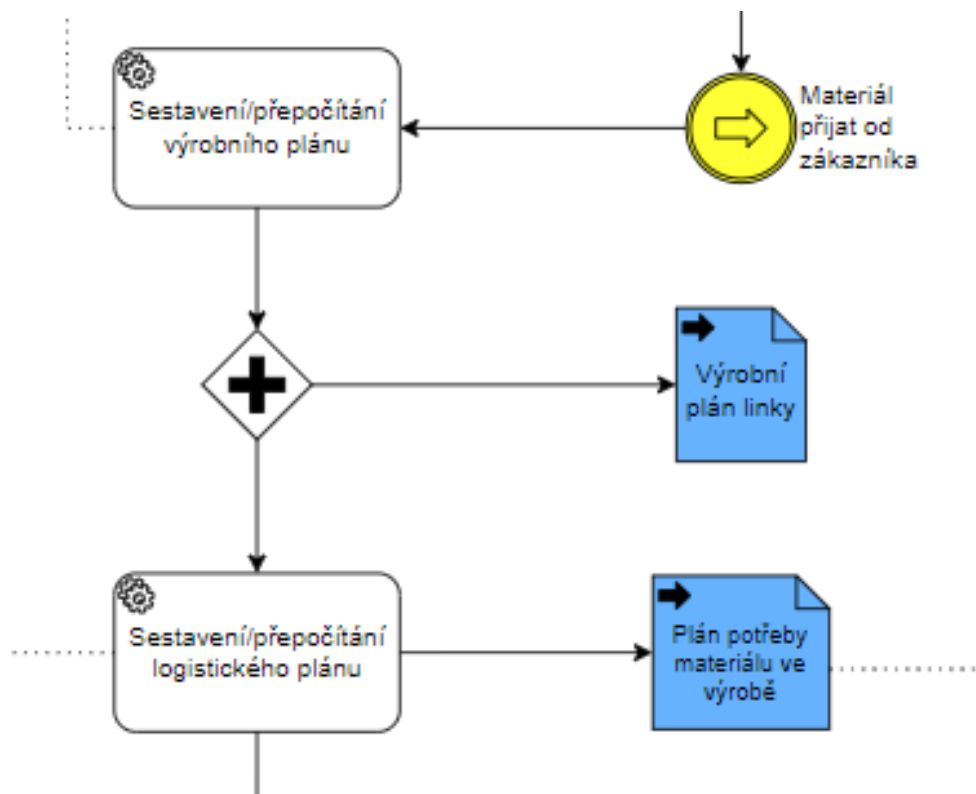


Obr. 44: Proces 4, sekce B – tvorba výrobní zakázky

Databáze zákaznických objednávek, výrobních zakázek a skladových položek jsou navzájem provázány datovými vazbami. Díky propojení těchto databází je možné v jakýkoli okamžik dohledat veškeré informace související s konkrétní objednávkou. Potřebnými informacemi může být například dohledání, jaká výrobní zakázka na základě objednávky vznikla a jaké skladové položky budou či byly na její výrobu použity.

▪ Sekce D – sestavení výrobního plánu

Sestavení výrobního plánu (Obr. 45) pro tento typ výroby je relativně jednoduchou záležitostí, jelikož výroba obsahuje omezené množství výrobních linek, které jsou úzce omezeny na konkrétní produkty. O něco složitější je sestavení plánu potřeby materiálu ve výrobě, který se musí řídit například recepturami výrobního procesu.

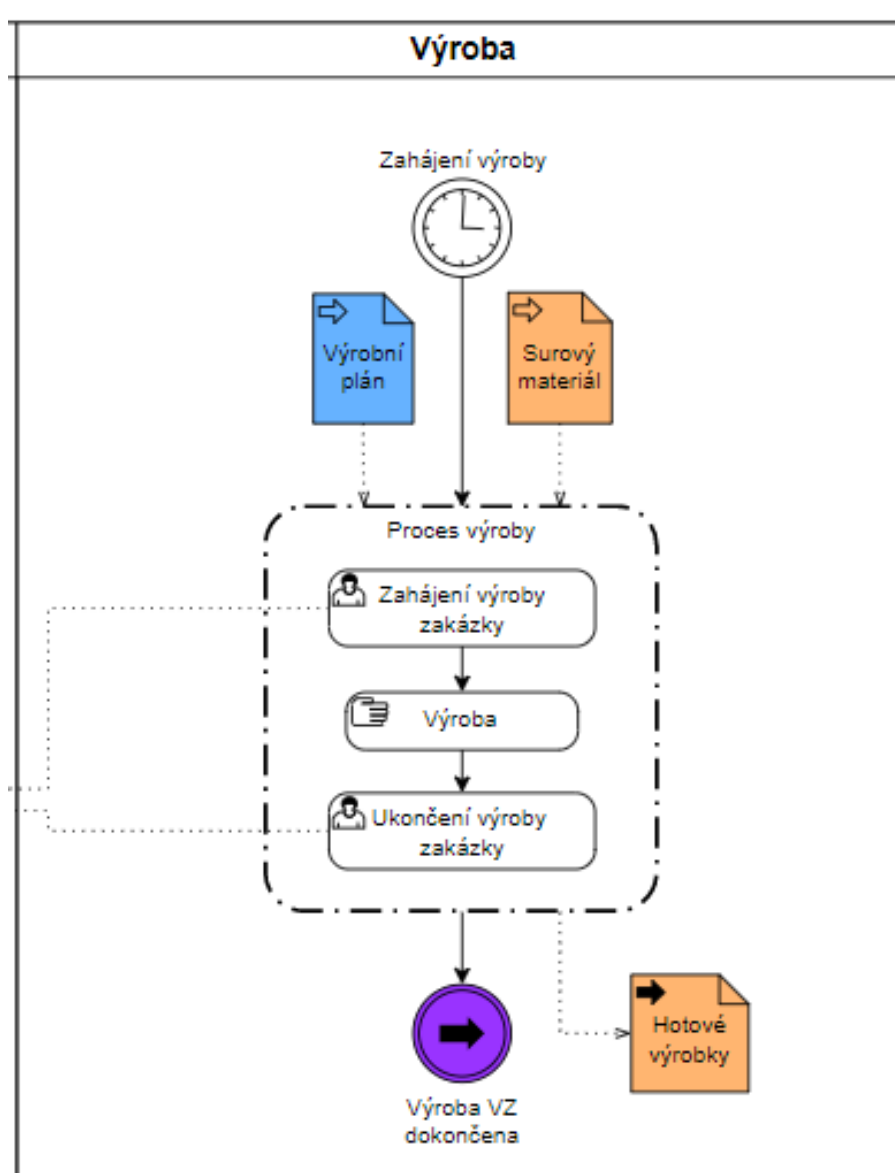


Obr. 45: Proces 4, sekce D – sestavení výrobního plánu

Výroba procesních produktů je většinou řízena výrobní recepturou, která udává poměry použitých materiálů a sloučenin, teploty a časy, kdy je potřeba provést jakou výrobní operaci a celkový průběh výroby. Oproti diskrétním produktům je doba, po kterou tato výroba probíhá nezávislá na vyráběném množství (alespoň v případě popsaného produktu, toto neplatí pro veškeré typy procesní výroby). Výrobní plán je tedy pevně daný recepturou vyráběného produktu.

▪ Sekce F – výrobní proces

Zahájení procesní výroby (Obr. 46) oproti diskretním produktům neprobíhá každý den stejným způsobem. Jednouúčelové stroje na zpracování například zmíněných plastů mají výrobní cykly, mezi kterými je zapotřebí stroj čistit či jinak udržovat. Výrobní cyklus může probíhat klidně několik dní a sledování konkrétních fází výroby skrze informační systém je tedy méně důležitým faktorem než u výroby diskretní.



Obr. 46: Proces 4, sekce F – výrobní proces

Hlavními okamžiky zaznamenanými do informačního systému bývá pouze zahájení a dokončení cyklu výroby, po kterém následuje odvoz materiálu skrze vnitropodnikovou logistiku.

6.4 Proces 9 – malosériová výroba diskretních produktů na objednávku

Podniky využívající procesu 9 jsou převážně menší střední a střední podniky, produkuje menší série diskretních produktů na objednávku.

Plánování může probíhat stejně jako u procesu 3 jak na výrobní linky, operátory, tak i na speciální nástroje. V rámci dále popsaného procesu je zvoleno plánování na výrobní linky.

Výrobní zakázky v tomto případě výroby vznikají upstream, a tedy přijetím objednávky od zákazníka. Produkty jsou tedy vyráběny pouze na vyžádání a nedrží se významnější skladové zásoby těchto produktů.

Surový materiál je v tomto procesu možné spotřebovat dle všech tří logik, ať už to je FIFO, LIFO nebo FEFO. Zvolená varianta pro popsání tohoto procesu je varianta FIFO, a tedy konzumace prvního materiálu, který do skladu vstoupil.

V oblasti návaznosti procesů výroby je nejčastěji využívána jednoúrovňová či víceúrovňová výroba. Dále popsaný proces využívá výroby víceúrovňové, a tedy obsahuje větší množství rozdílných výrobních zařízení, jejichž návaznosti se mohou lišit s každým typem výrobku.

Konkrétním případem podniku, využívajícím tento proces, je firma vyrábějící menší série závitových součástí na zakázku. Vyráběné produkty jsou převážně závitové tyče téměř všech možných rozměrů a délek, dle přání zákazníka. Výrobní proces může zahrnovat stanoviště dělení, řezání závitu, broušení i ohraňování dle toho, jaké požadavky objednávka obsahuje.

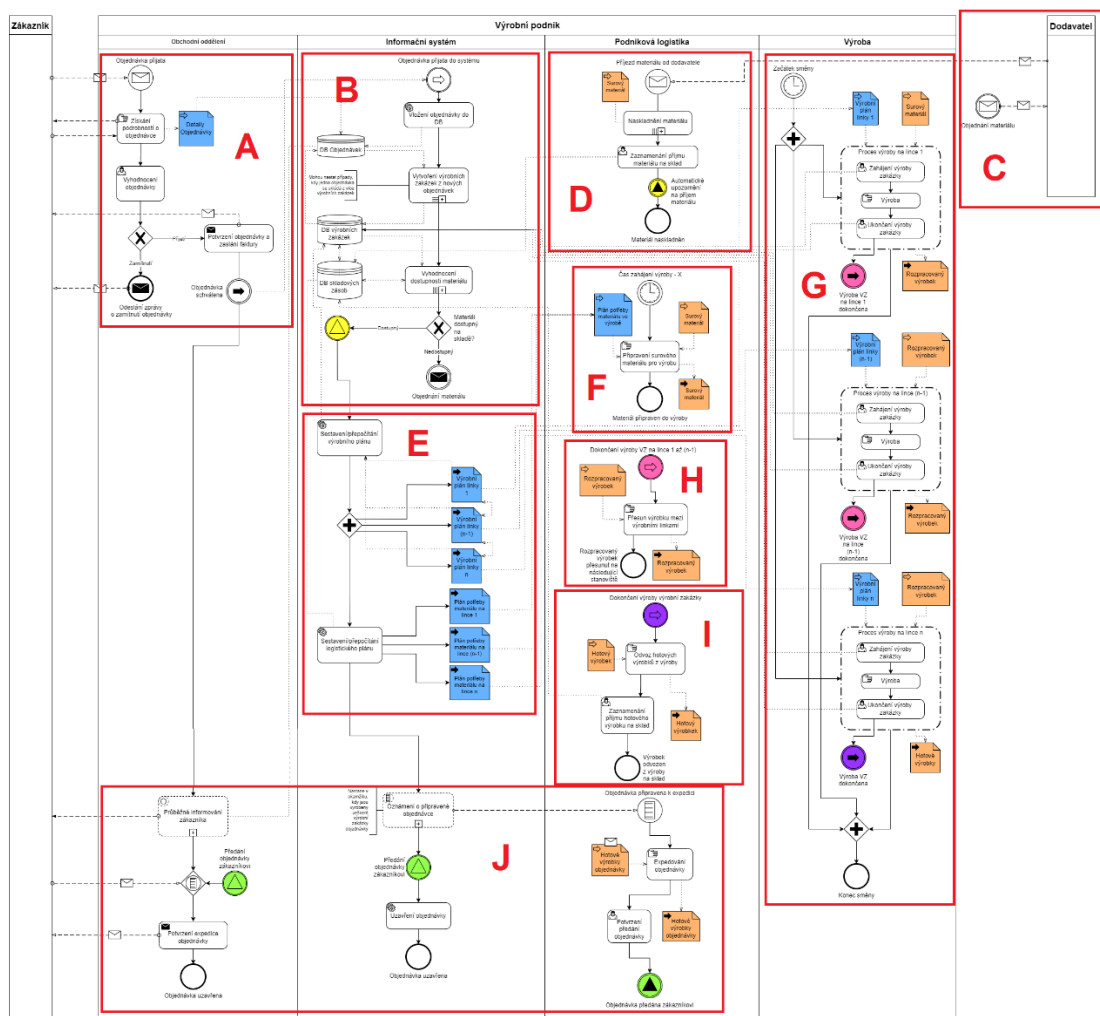
6.4.1 Diagram – celkový pohled

Diagram procesu číslo 9 (Obr. 47) je z povahy procesu velmi podobný diagramu pro proces č. 3. Celý diagram je rozdělen na tři části reprezentující zákazníka, výrobní podnik a dodavatele surových materiálů. Bazény zákazníka a dodavatele materiálů jsou formou černých schránek, tedy nezobrazují konkrétní události ani aktivity. Bazén výrobního podniku je dále rozdělen do plaveckých drah zastupujících obchodní oddělení, informační systém, podnikovou logistiku a výrobu.

Proces je opět zahájen v obchodním oddělení přijetím a zpracováním objednávky od zákazníka (A). Na základě objednávky jsou v IS vygenerovány výrobní zakázky do výroby, společně s objednávkou chybějícího materiálu (B, C) a sestavením výrobního plánu (E). Podniková logistika má v režii příjem materiálu (D), zásobování výroby (F) a expedici zákazníkovi. Výrobní proces (G) je složen z n výrobních stanovišť, jejichž pořadí je definované dle požadavků výrobku pro každou výrobní zakázku individuálně. Do výrobního procesu vstupuje také logistika průběžným převážením výrobků mezi stanovišti

výroby (H) a po dokončení i jejich odvezením na sklad (I). Zkončení procesu (J) je opět provedeno expedicí objednávky logistikou, potvrzením expedice skrze obchodní oddělení a uzavřením celé objednávky v IS.

Diagram je rozdělen do jednotlivých sekcí, reprezentujících ucelené části procesu. Z důvodu podobnosti s procesem č. 3 jsou v následujících kapitolách detailněji představeny pouze ty celky, které jsou odlišné od procesu 3, kterými je sestavení výrobního plánu (sekce E), výrobní proces (sekce G) a logistika mezi procesy výroby (sekce H).



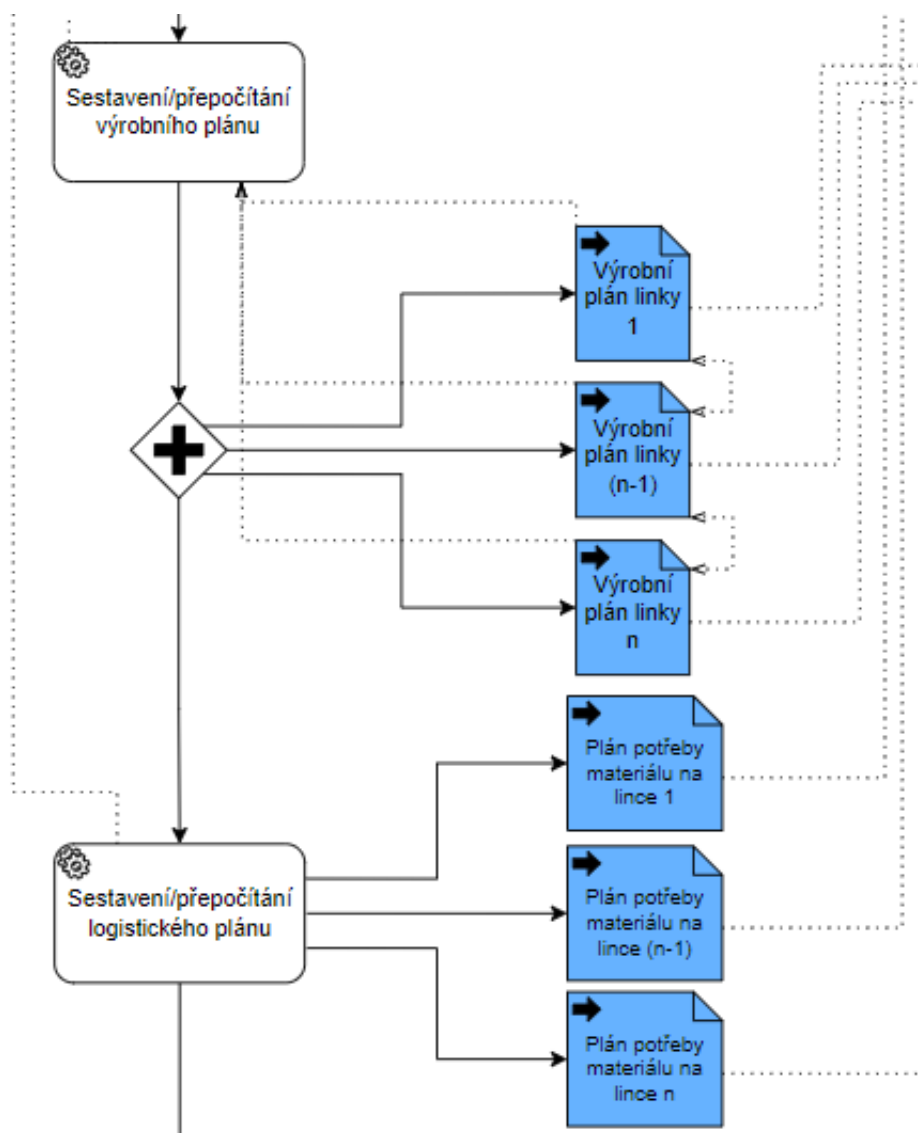
Obr. 47: Diagram procesu číslo 9 rozdělený do sekcí A-J

Sekce identické s procesem číslo 3 jsou detailně popsány v předchozích kapitolách, konkrétně tedy: přijetí objednávky (sekce A popsána na str.66), tvorba výrobních zakázek (sekce B popsána na str.67), objednání surového materiálu (sekce C popsána na str.68), naskladnění surového materiálu (sekce D popsána na str.69), zásobování výroby (sekce F popsána na str.72), odvoz hotových výrobků z výroby (sekce I popsána na str.74) a expedice a uzavření objednávky (sekce J popsána na str.75).

Plná podoba diagramu bez zvýrazněných sekcí je umístěna do Přílohy D.

▪ Sekce E – sestavení výrobního plánu

Tvorba výrobního plánu a plánu výrobní logistiky je v případě víceúrovňové výroby nejkompexnější (Obr. 48). Důvod složitosti těchto plánů je způsoben tím, že výrobní zakázky mohou vyžadovat zpracování na několika výrobních linkách po sobě, ovšem pořadí těchto linek se může lišit pro každou výrobní zakázku. S rostoucím počtem možných výrobních stanišť a požadavků výrobních zakázek roste náročnost sestavení výrobních a logistických plánů.

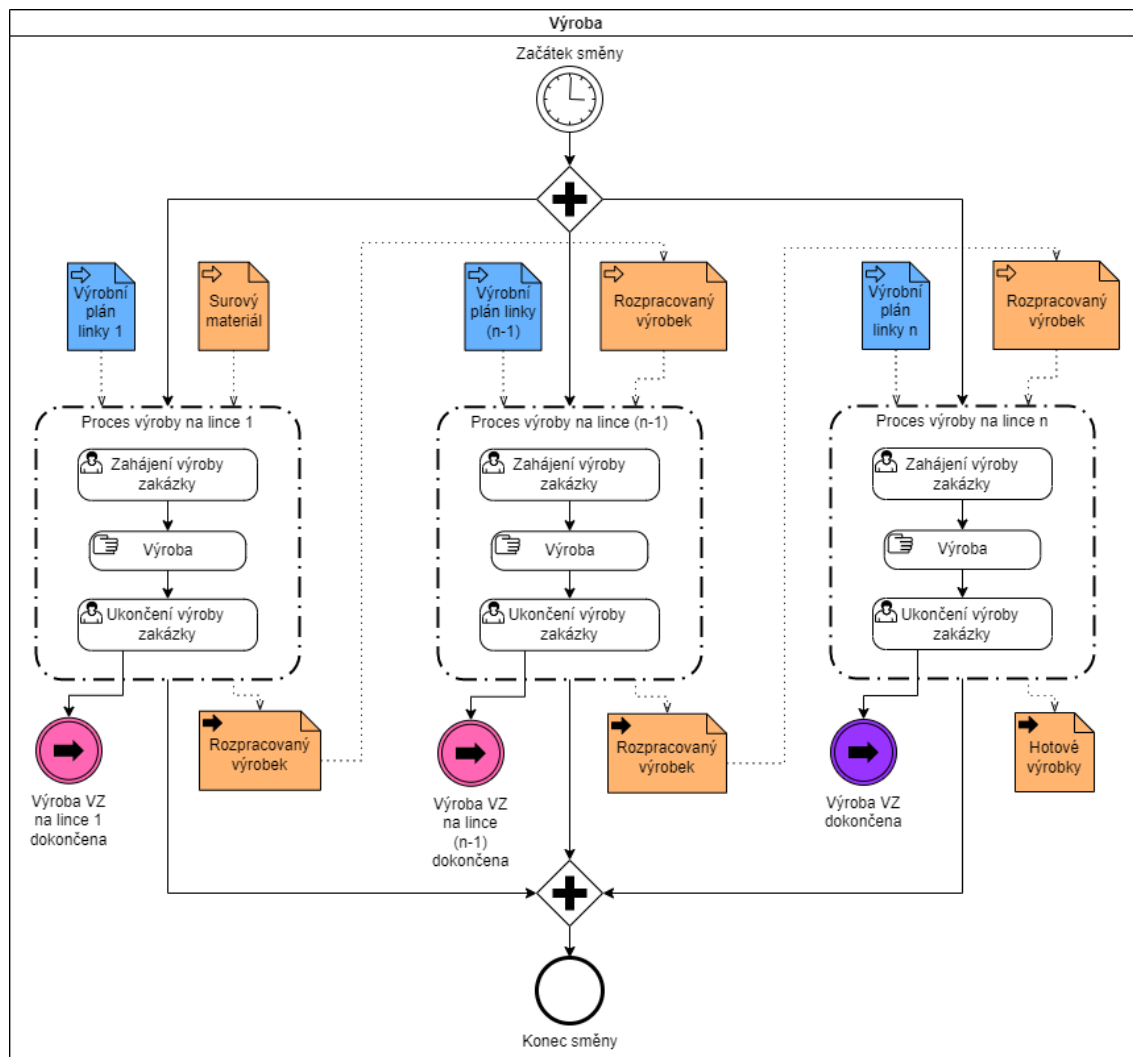


Obr. 48: Proces 9, sekce E – sestavení výrobního plánu

Hlavním cílem výrobního plánu zůstává popis operátorům ve výrobě, jaké výrobky a v jakém pořadí budou na směně zpracovávat. Logistický plán výroby má za cíl zásobovat každé výrobní stanoviště potřebnými materiály v požadovaný čas.

▪ Sekce G – výrobní proces

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, výrobní proces víceúrovňového plánování (Obr. 49) obsahuje velké množství na sobě nezávislých výrobních linek či výrobních stanovišť. Každá z těchto linek má svůj individuální výrobní plán, definující pořadí výrobních zakázek pro výrobní směnu.

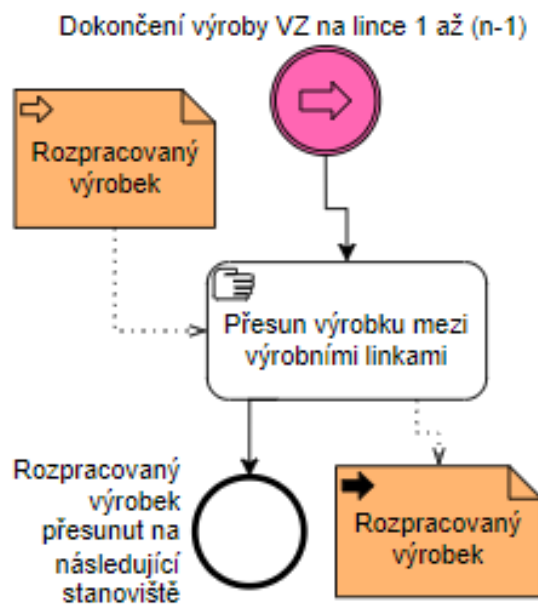


Obr. 49: Proces 9, sekce G – výrobní proces

V průběhu výroby jsou informace o výrobě odesílány do IS buďto automaticky skrze připojená výrobní zařízení, anebo operátory přes výrobní obrazovky. Díky těmto informacím v reálném čase lze efektivně řídit a analyzovat výrobu, což umožňuje vedoucím výroby rychle a efektivně reagovat na případné komplikace ve výrobě.

▪ Sekce H – logistika mezi procesy výroby

Výrobní logistika podniku je jedna z nejsložitějších částí všech výrobních podniků, obzvláště v případě víceúrovňového plánování, kdy je zapotřebí přepravovat materiál mezi fázemi výroby (Obr. 50). Informační systém generující logistické plány musí brát v úvahu takty výrobních zařízení, přestávky operátorů i vzdálenosti jednotlivých stanic výroby a skladů. Veškeré tyto informace slouží k co nejpřesnějšímu harmonogramu logistiky, jehož cílem je minimalizování prostojů výroby a expedice.



Obr. 50: Proces 9, sekce H – logistika mezi procesy výroby

I malé a střední podniky se dnes snaží dosažení principu „Just in Time“, jehož cílem je doručení a odvezení materiálu ve výrobě přesně v ten správný okamžik, aby bylo zapotřebí co nejmenších skladovacích prostor jak ve skladech, tak výrobě samotné.

6.5 Proces 15 - sériová výroba diskretních produktů na sklad

Proces číslo 15 reprezentuje sériovou výrobu produkující diskretní výrobky na sklad. V rámci tohoto procesu může být plánování výroby prováděno jak na výrobní linky, tak na speciální nástroje jako jsou třeba formy či montážní přípravky. Tyto požadavky na plánování mohou mít převážně střední a větší střední podniky.

V případě výroby na sklad bude v rámci dále popsaného procesu přicházet požadavek na výrobu ze skladu (downstream). Podnik má stanovené hladiny skladových zásob a při poklesu zásob pod stanovenou úroveň je automaticky vytvořen požadavek na výrobu pro doplnění do požadovaného stavu.

Spotřeba surového materiálu pro výrobu je ve většině případů řízena logikami FIFO, LIFO anebo FEFO, dle konkrétních potřeb podniku. Proces popsaný v této kapitole bude využívat logiky FIFO.

Návaznosti výrobních procesů mohou být v případě těchto podniků v podobě všech tří variant – jednoúrovňová, dlouhé linky i víceúrovňová. V případě dále popsaného procesu bude využit způsob dlouhé linky, která reprezentuje pevně dané pořadí výrobních procesů, jdoucích po sobě.

Podnikem z praxe, který takovýto proces výroby využívá je firma X⁵⁶ produkující elektronické komponenty. Tento podnik osazuje tištěné spoje (PCB⁵⁷) polovodičovými a dalšími elektronickými součástkami na speciálních zařízeních. Do procesu vstupují již před vytvořené PCB desky, které jsou na dlouhých linkách osazovány elektronickými součástkami velmi malých rozměrů. Tyto elektronické součástky (rezistory, diody a další polovodičové součástky) jsou do zařízení vkládány na objemných cívkách, které slouží na podobném principu jako zásobníky v tiskárně. Jedna cívka konkrétního typu součástky obsahuje desítky tisíc jednotlivých komponent, které jsou zařízením ze svitku umístovány na PCB desku s přesností desetin milimetru. Výroba jednoho typu řídicí desky vyžaduje desítky svitků součástek umístěných do dlouhé linky v přesně definovaném pořadí. Přenastavení dlouhé linky na jiný typ výrobku je proces trvajících až několik hodin.

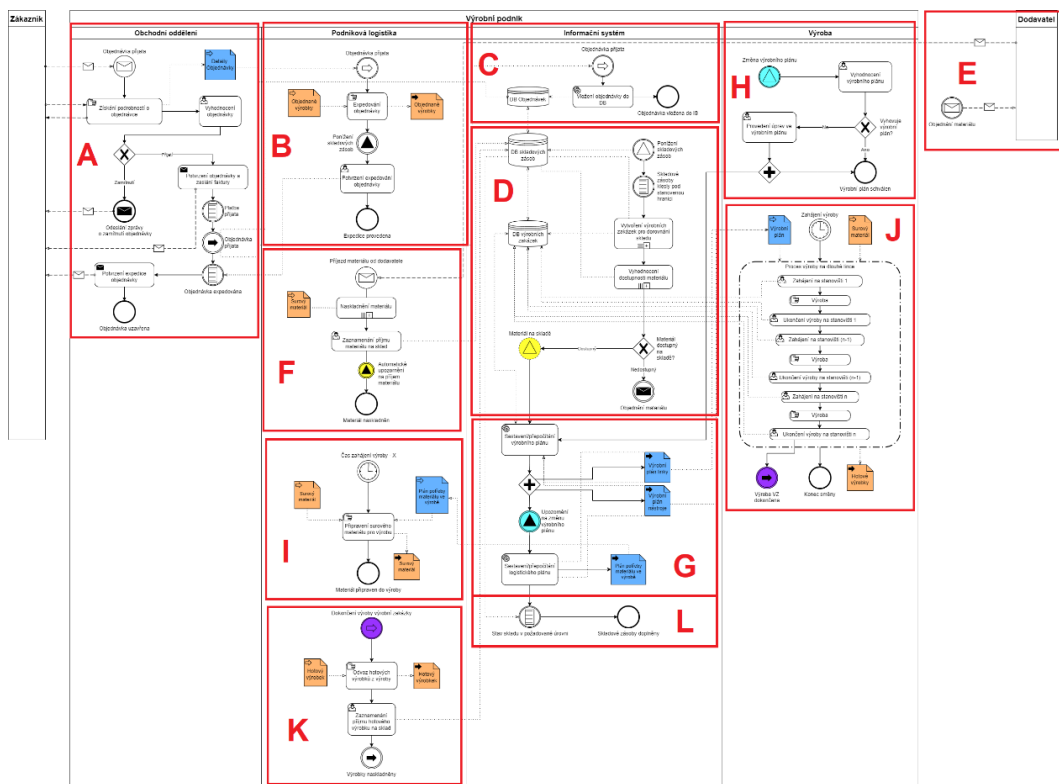
⁵⁶ Podnik, na základě něhož je popsán tento výrobní proces si nepřál být jmenován, jelikož jsou tyto výrobní procesy součástí podnikového know-how.

⁵⁷ PCB je zkratka používaná pro elektronické tištěné desky – Printed Circuit Board. Jedná se o nejčastěji sklolaminátovou desku obsahující jednu či více měděných folií, vyleptaných kyselinou do přesně definovaných drah. Takto připravená deska je následně osazena elektronickými součástmi, připájenými cínem na konkrétní místa, což vytváří požadovaný elektrický obvod.

6.5.1 Diagram – celkový pohled

Diagram procesu 15 (Obr. 51) je z větší části odlišný od procesů 3 a 9, s nimi má identických pouze několik menších sekcí (viz níže). Stejně jako předchozí diagramy je rozdělen na tři sekce pro zákazníka, výrobní podnik a dodavatele surových materiálů. Výrobní podnik je dále rozdělen do plaveckých drah pro obchodní oddělení, podnikovou logistiku, informační systém a výrobu.

Proces začíná v obchodním oddělení, které má na starosti komunikaci se zákazníkem a v jeho kompetenci je vyřízení administrativy ohledně objednávky (A, C). Expedice objednávky (B) poníží skladové zásoby pod stanovenou hranici, což vede k vytvoření požadavku na výrobu (D). V případě potřeby je objednan a přijat surový materiál (D, E, F) a na základě logistického plánu (G, H) přivážen do výroby (I). Výroba (J) probíhá na dlouhé lince s průběžným sledováním procesu a je zakončena odvozem výrobku do skladu (K). Výrobní zakázky jsou vygenerovány v takovém množství, aby byly skladové zásoby opět dorovnané na požadovanou úroveň (L).



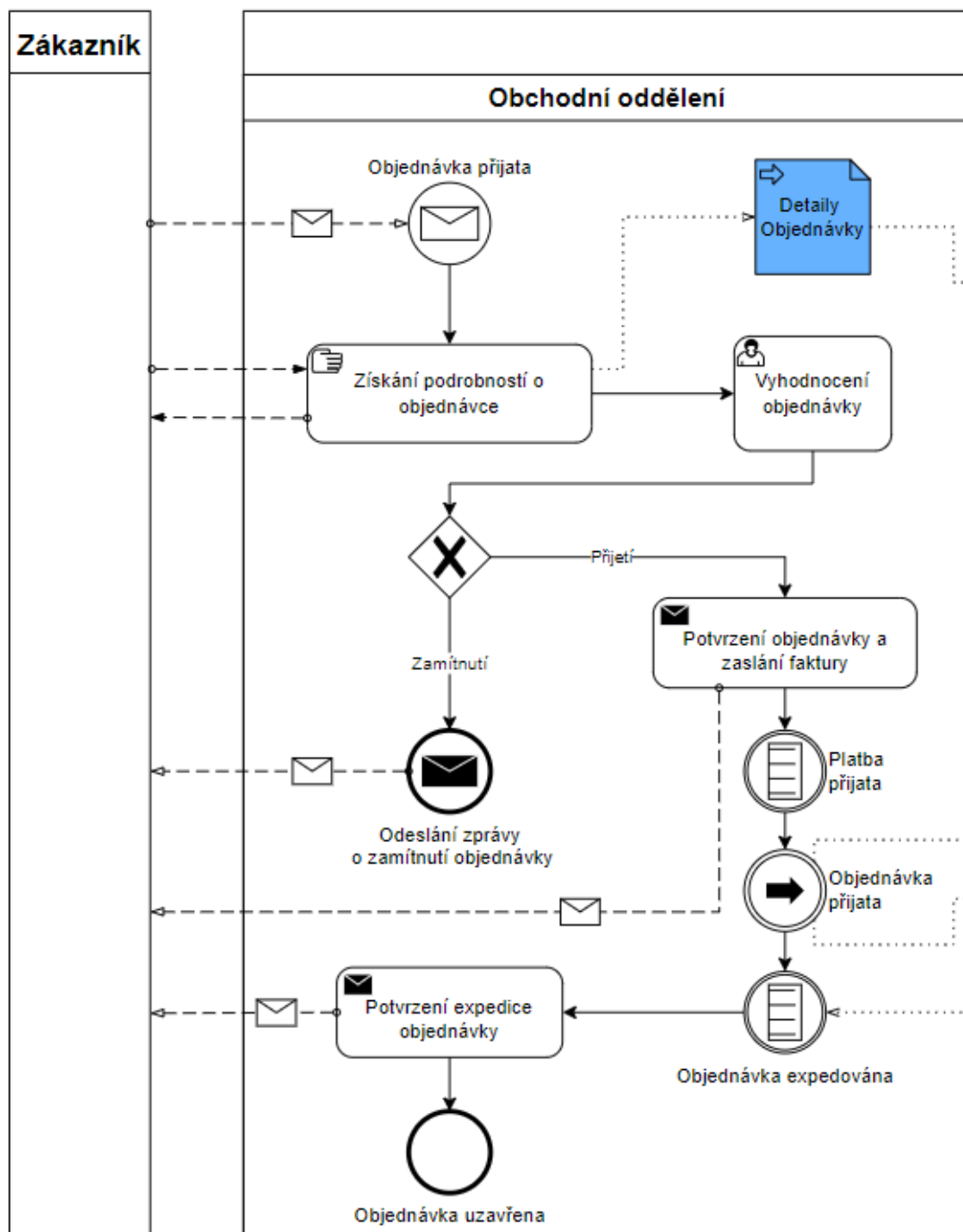
Obr. 51: Diagram procesu číslo 15 rozdělený do sekcí A-L

Sekce identické s předchozími procesy jsou detailně popsány v předchozích kapitolách, konkrétně tedy: objednání surového materiálu (sekce E popsána na str.68), naskladnění surového materiálu (sekce F popsána na str.69), zásobování výroby (sekce I popsána na str.72) a odvoz hotových výrobků z výroby (sekce K popsána na str.74).

Plná podoba diagramu bez zvýrazněných sekcí je umístěna do Přílohy E.

▪ Sekce A – zpracování objednávky

Zpracování objednávky v případě downstream principu (Obr. 52) je odlišné oproti předchozím dvěma popsáním procesům. V tomto případě je proces zpracování objednávky od jejího přijetí až po expedici zcela nezávislý na výrobě.

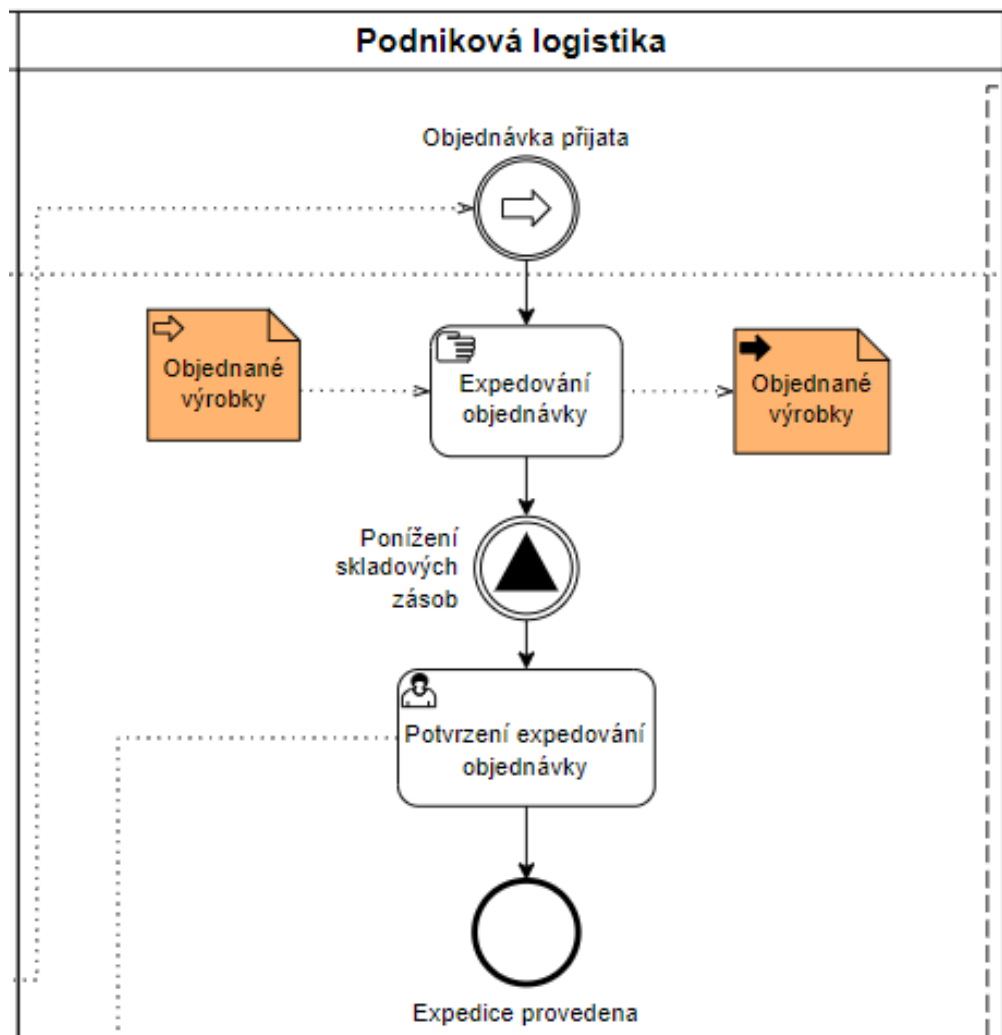


Obr. 52: Proces 15, sekce A – zpracování objednávky

Objednávka od zákazníka je zpracována obchodním oddělením ve spolupráci s podnikovou logistikou, která zajistí expedování skladových položek k zákazníkovi (viz následující kapitoly).

▪ Sekce B – expedice objednávky

Podniková logistika dostává od obchodního oddělení podniku impulz k provedení expedice objednaných produktů. Expedované položky jsou vzaty ze skladu logikou FIFO, která zajišťuje rovnoměrné stáří skladových položek, díky čemuž je sníženo riziko expirace náchylných produktů (popsáno na Obr. 53).

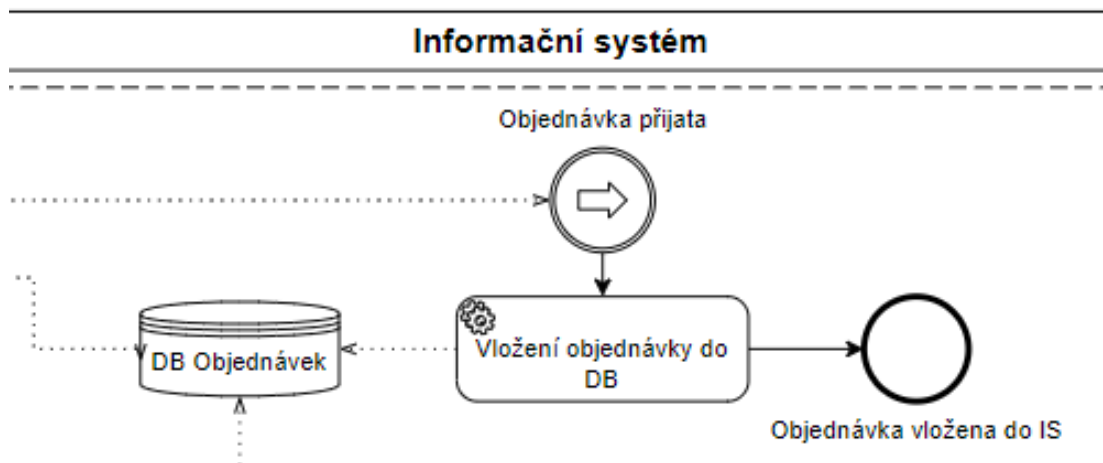


Obr. 53: Proces 15, sekce B – expedice objednávky

Důležitým okamžikem v procesu expedice je v návaznosti na následující procesy podniku odebrání položek ze skladu, které je automaticky či manuálně zaznamenáno do informačního systému.

▪ Sekce C – přijetí objednávky do IS

Přijatá objednávka zákazníkem je standardně uložena do informačního systému, ale oproti procesům 3 a 7 slouží v případě tohoto procesu pouze k administrativním účelům a uložení dat (proces znázorněn na Obr. 54).

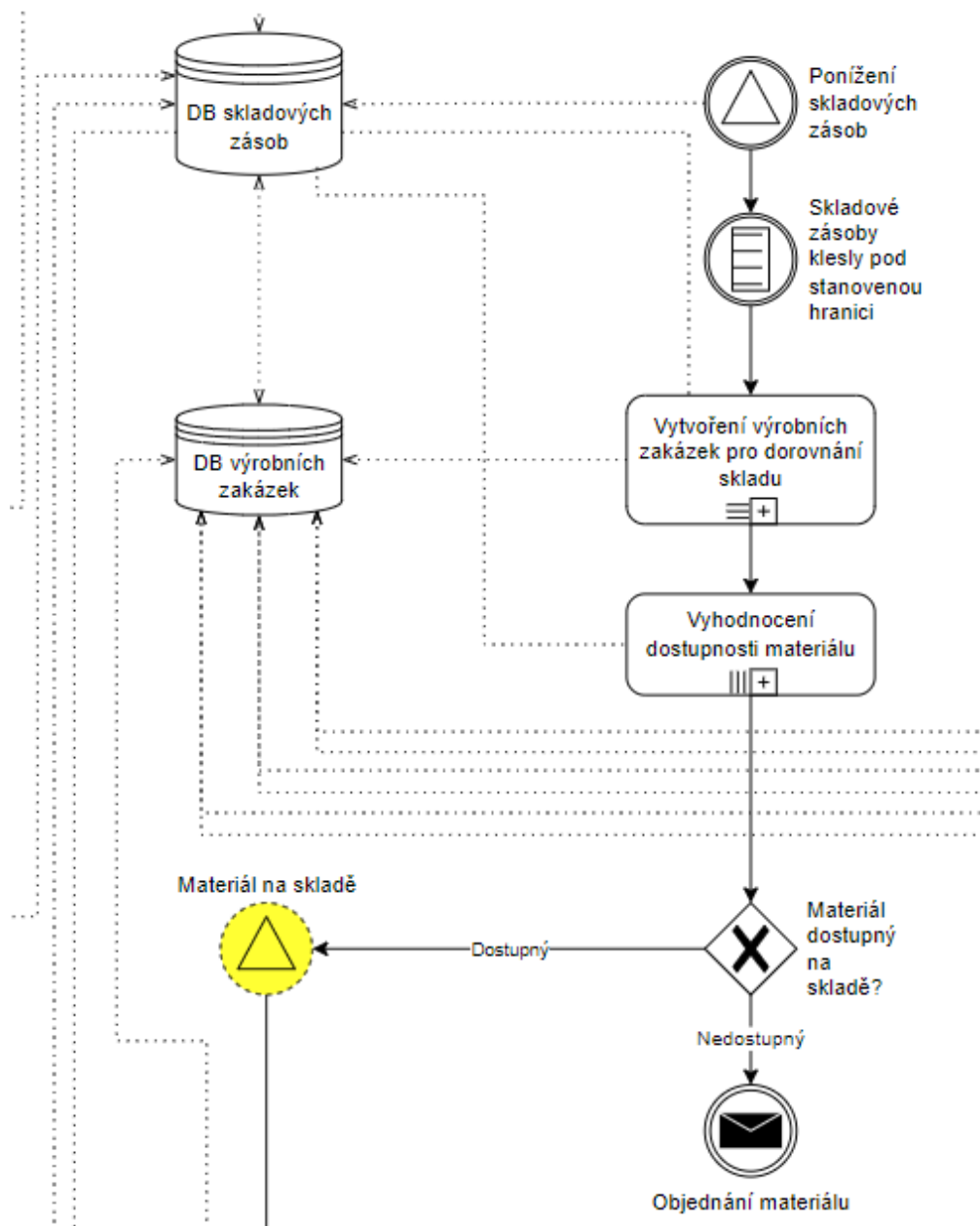


Obr. 54: Proces 15, sekce C – přijetí objednávky do IS

▪ Sekce D – tvorba výrobních zakázek

Impulzem pro vytvoření výrobních zakázek je pokles skladových zásob pod předem stanovenou hranici. Z tohoto důvodu je nezbytné zajistit spolehlivé sledování skladových zásob, jelikož se jedná o klíčový údaj ovlivňující výrobní procesy podniku.

V okamžiku poklesu daného typu produktu ve skladech pod stanovenou mez, jsou informačním systémem vytvořeny požadavky na jeho výrobu. Množství zadané do výroby se může lišit dle potřeb konkrétního podniku. Častou situací je zadání stejného množství výrobků, které bylo ze skladu odebráno anebo dorovnání na optimální hladinu. Proces je zobrazen na Obr. 55.

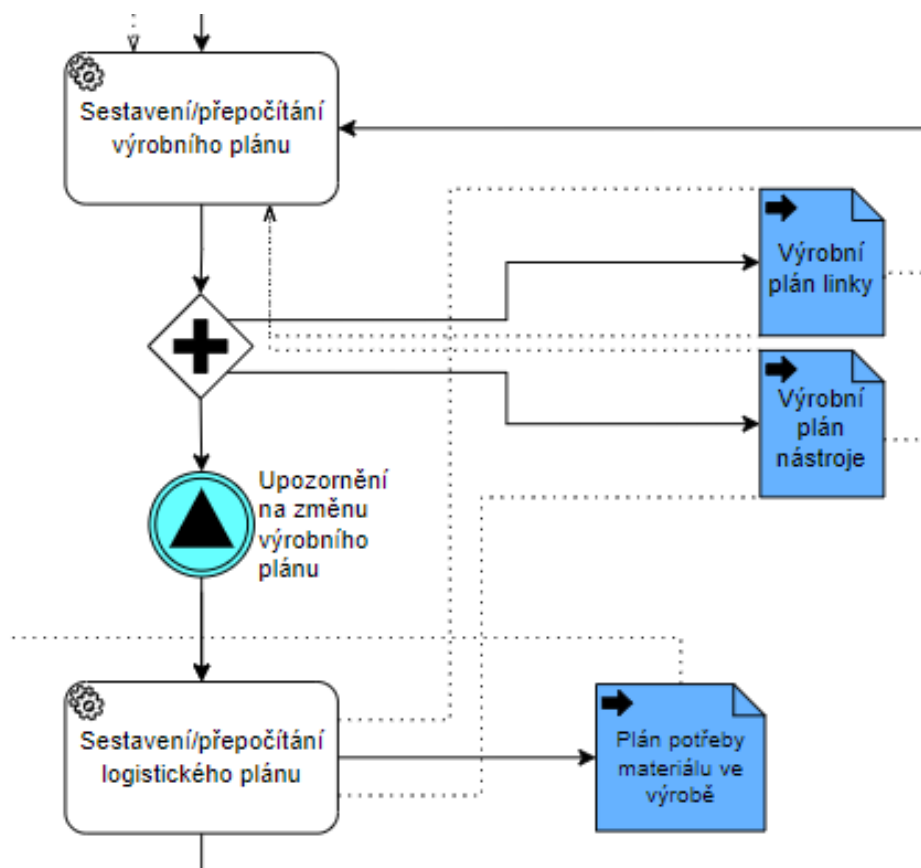


Obr. 55: Proces 15, sekce D – tvorba výrobních zakázek

V případě, kdy není na skladě dostupný surový materiál nezbytný k výrobě, je automaticky vytvořena objednávka u dodavatele, který zajistí její včasné doručení. V okamžiku, kdy je surový materiál na skladech dostupný či je spolehlivě znám čas, kdy tomu tak bude, je postoupeno k sestavení výrobního plánu.

▪ Sekce G – sestavení výrobního plánu

Jakmile informační systém vygeneruje nové výrobní zakázky a zároveň jsou na skladě dostupné nezbytné surové materiály pro jejich výrobu, je sestaven výrobní plán (Obr. 56). Výrobní plán je sestaven jak pro výrobní linku, tak pro speciální nástroje potřebné pro výrobu těchto výrobních zakázek. Oba dokumenty jsou úzce spojené, jelikož časové bloky pokrývající výrobu identických výrobních zakázek se v obou plánech musejí překrývat. Jinými slovy, čas zpracování výrobní zakázky na lince, musí být stejný s časem, kdy má být nástroj použit pro její výrobu.



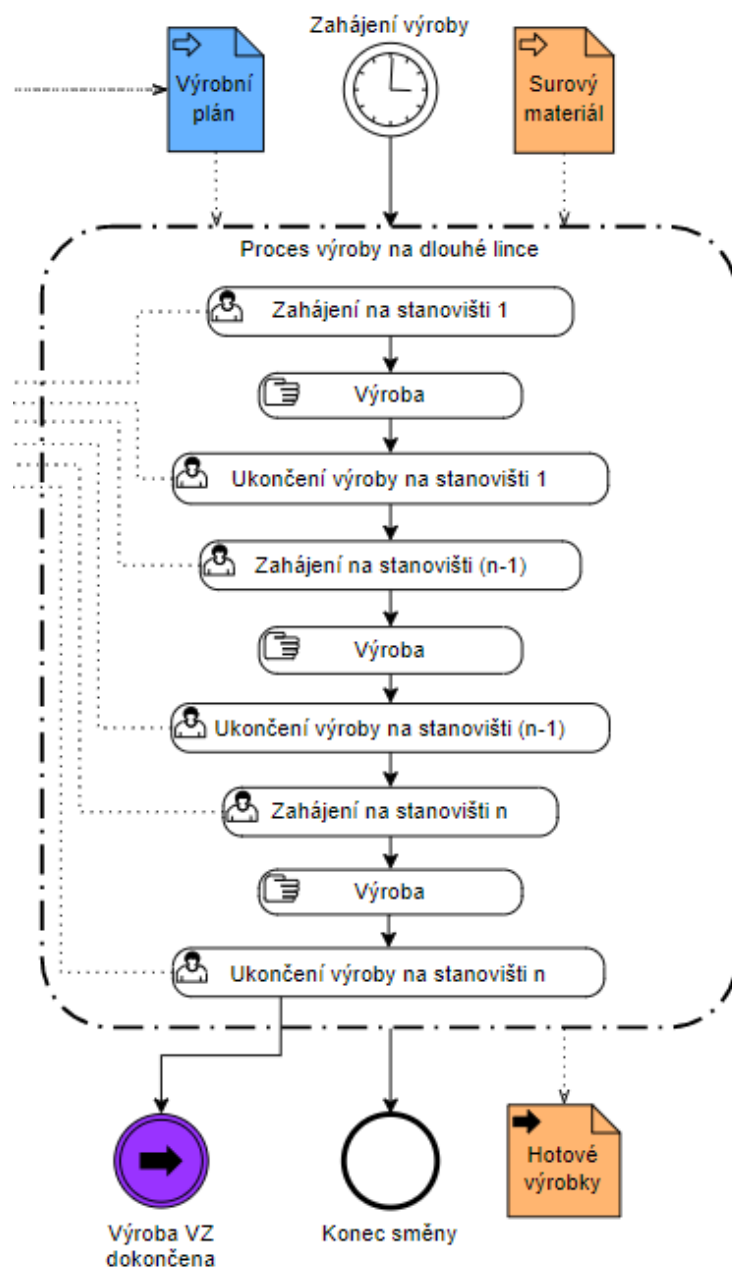
Obr. 56: Proces 15, sekce G – sestavení výrobního plánu

Z pohledu informačního systému se jedná o komplikovanější záležitost než standardní plánování pouze na výrobní linku, jelikož se jedná o dvě odlišné entity s rozdílnými parametry, které je zapotřebí brát v potaz.

Jakmile jsou sestaveny výrobní plány pro linky a nástroje a tyto plány jsou odsouhlaseny vedoucím výroby, přistoupí se k sestavení logistického plánu výroby. Tento plán má nejen za cíl informovat vnitropodnikovou logistiku o časech kdy, odkud a jaké materiály má ve výrobě přesouvat, ale také zahrnuje přemísťování nástrojů mezi výrobními linkami.

▪ Sekce J – výrobní proces

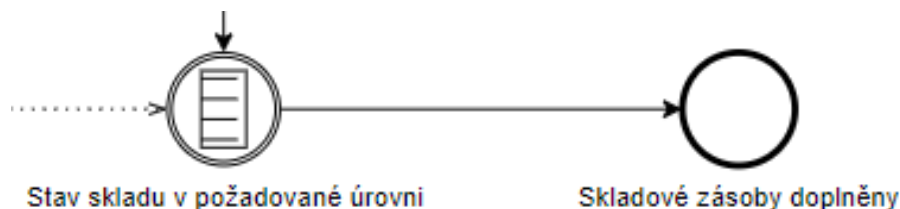
Výroba na dlouhých linkách (Obr. 57) je na první pohled velmi podobná jednoúrovňové výrobě. Hlavním rozdílem je sledování postupu produktu výrobou na jednotlivých sekcích dlouhé linky. Toto je důležité převážně v případech, kdy jednotlivé sekce dlouhé linky mají jiný výrobní takt a je zapotřebí využívat meziskladů mezi těmito sekcemi. V takových případech musí IS při tvorbě výrobních plánů brát v potaz rozdílné taktiky výroby stanovišť a v ideálních případech sladit přestávky operátorů s prostoji ve výrobě, aby se dosáhlo optimalizace výrobního času.



Obr. 57: Proces 15, sekce J – výrobní proces

▪ Sekce L – doplnění skladových zásob

Proces číslo 13 je dokončen v tom okamžiku, kdy je vyrobeno dostatečné množství výrobků pro doplnění optimální hladiny skladu, a je podnikovou logistikou potvrzeno naskladnění (Obr. 58).



Obr. 58: Proces 15, sekce L – doplnění skladových zásob

7 Návrh dokumentace pro doplnění chybějících oblastí v systému P4

Poslední část praktické části se zaměřuje na dokumentaci chybějících možností systému P4 od firmy Productoo pokrýt procesy výrobních podniků. V jednotlivých kapitolách jsou detailně zobrazeny konkrétní části diagramů vybraných procesů, ve kterých systém P4 v současnosti neposkytuje výrobním firmám pokrytí. Na základě takto vypracovaného přehledu jsou vytyčeny klíčové mezery systému P4, jejichž doplnění by mohlo vést ke zvýšené použitelnosti a následně žádanosti systému P4 z pohledu výrobních podniků.

Každá sekce chybějící v softwaru je zakončena zdokumentováním návrhu řešení pro doplnění dané funkcionality. Součástí tohoto popisu je taktéž odhad časové náročnosti na vývoj tohoto řešení ve formě MD (z anglického Man-Day⁵⁸). Odhad časové náročnosti vývoje je proveden na základě zkušeností autora a konzultantů firmy Productoo.

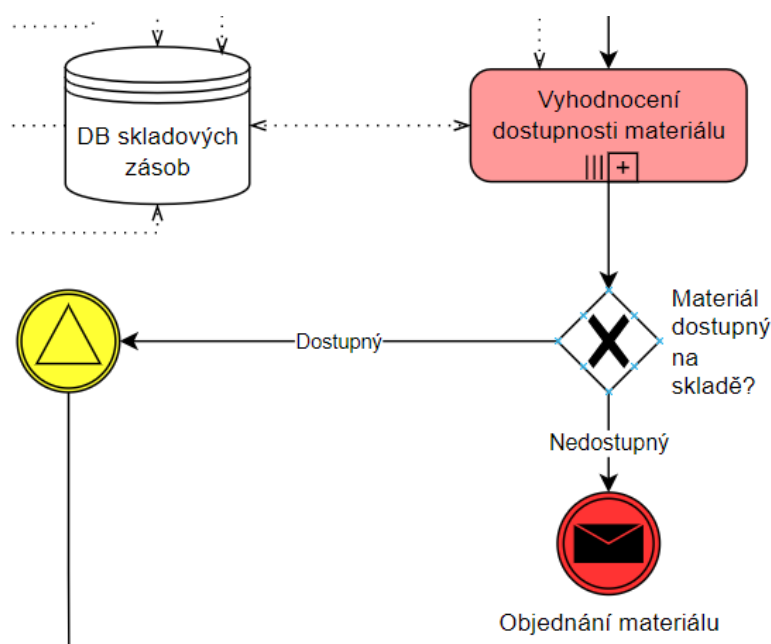
⁵⁸ Zkratka MD – Man Day je využívána především v IT průmyslu pro popsání časové náročnosti konkrétního úkolu či projektu. Jeden Man-day (1MD) se většinou rovná standardním 8 hodinám pracovního času, ale přesná definice, jaký časový úsek 1MD reprezentuje by měla být vždy stanovena smlouvou mezi dodavatelem-odběratelem. V této diplomové práci platí 1MD = 8h

7.1 Proces 3

Plná podoba diagramu procesu č.3 mapovaného na software P4 umístěna do Přílohy F.

7.1.1 Automatické objednání surového materiálu

V rámci procesu číslo 3 (zakázková výroba diskretních výrobků, plánující výrobu na linky, operátory i nástroje) se nachází první nedostatek softwaru v procesu automatického objednání chybějících materiálů pro výrobu (Obr. 59).



Obr. 59: Proces 3 - požadavky na surový materiál

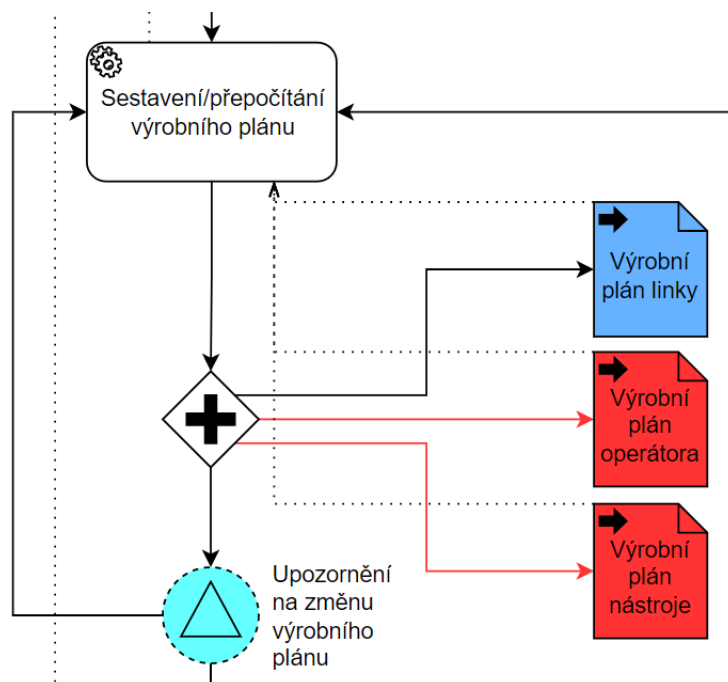
Systém P4 dokáže vyhodnotit, zda se na skladových pozicích nachází dostatek materiálu, ale procedura pro jeho automatické objednání u dodavatele není v současnosti možná.

▪ Návrh řešení:

Pro doplnění této funkcionality systému by bylo zapotřebí vytvořit v systému novou databázovou tabulku, do které by se zaznamenávaly požadavky na chybějící materiál. V nastavení systému by měl zároveň vzniknout parametr, definující minimální množství objednávky každého materiálu. V okamžiku, kdy v tabulce požadavků na materiál bude dosaženo minimálního množství objednávky, měla by být vygenerována automatická objednávka na tento materiál. Současná verze systému P4 již využívá automatické emailové notifikace pro některé události v systému, a tedy by podobná procedura mohla být využita pro odeslání objednávky. Odhad nákladů na vývoj tohoto rozšíření systému je okolo 5 MD.

7.1.2 Výrobní plány operátorů a nástrojů

Druhou sekci, kterou software P4 v současné verzi není schopen zcela pokrýt, je tvorba výrobního plánu na operátory či nástroje (Obr. 60). Systém je schopen automaticky sestavit výrobní plán pro každou výrobní linku v systému samostatně, společně s vygenerováním logistických plánů pro zásobování linky surovým materiálem ze skladu a odvozem hotových výrobků od linky zpět na sklad.



Obr. 60: Proces 3 - výrobní plány operátorů a nástrojů

Jak již bylo řečeno, jako náhradní řešení lze v některých případech pouze v systému používat záměnu výrobních linek za operátory či nástroje. Nevýhodou tohoto řešení je, že pokud výrobní podnik potřebuje plánovat výrobu na alespoň dva z těchto tří výrobních zdrojů (výrobní linka, operátor, nástroj), toto řešení již není aplikovatelné.

▪ Návrh řešení:

Výrobní plány pro operátory a nástroje v softwaru P4 je komplexní funkcionalita, která by vyžadovala rozsáhlý zásah do více částí systému. Systém již nyní obsahuje entity operátorů i nástrojů a tyto entity by bylo nezbytné rozšířit o několik dalších parametrů. Tyto nové parametry by měly definovat alespoň výrobní kapacity každé z entit a omezení jejich přiřaditelnosti k materiálovým listům. Dále by řešení vyžadovalo pro každou z těchto entit minimálně jednu, či více relačních tabulek v databázi, které by vytvářely vazby mezi konkrétními entitami zdroje (operátor, nástroj) a výrobními zakázkami. Z pohledu frontend vývoje by bylo zapotřebí zakomponovat kapacity těchto entit do současného plánování. Plánování by mělo nově umožňovat zobrazení výrobní kapacity každé ze všech tří entit výrobních zdrojů samostatně i jejich kombinace (vý-

robní linka + operátor a další). Procedury používané pro samotnou tvorbu výrobních plánů jako jsou výpočty výrobních časů by se daly z velké části použít z již existujících procedur plánování na výrobní linky. Odhad nákladů na vývoj tohoto rozšíření systému je okolo 50 MD.

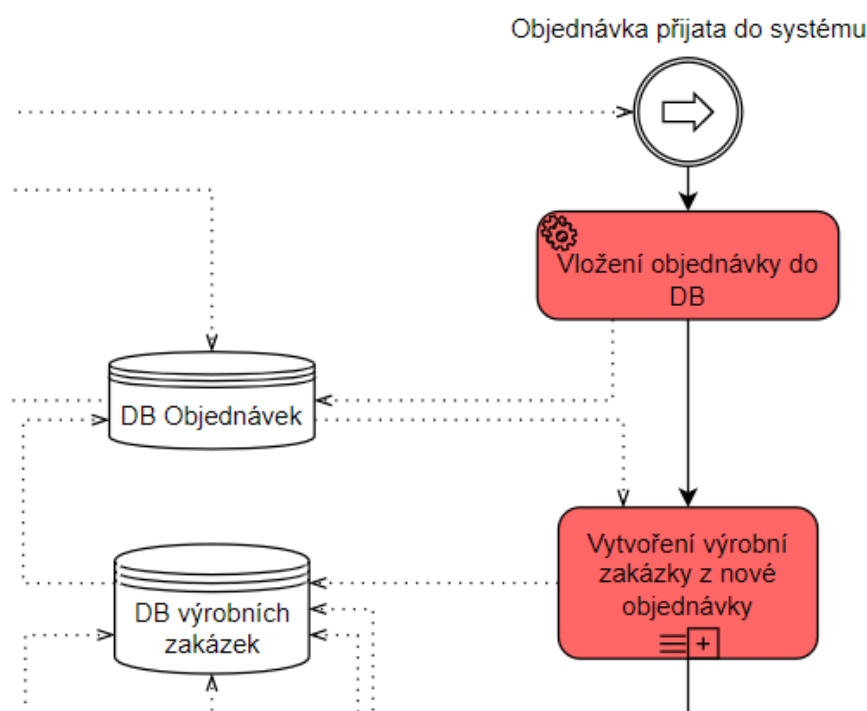
7.2 Proces 4

Plná podoba diagramu procesu č.3 mapovaného na software P4 umístěna do Přílohy G.

7.2.1 Unikátní výrobní zakázka

Systém P4 v současnosti pracuje na takovém principu, kdy je v parametrizaci nastaven každý materiál (identická entita pro výrobek i surový materiál) se kterým se dále pracuje. Zpracování výrobní zakázky v softwaru reprezentuje změnu jednoho materiálu na jiný. Tento princip je velmi efektivní v případě opakovaného využívání systémových materiálů – sériová a hromadná výroba.

Proces zadání nového materiálu/produktu do systému (Obr. 61) není nadměrně komplikovaný, ale zároveň se nejedná o krátkou proceduru. Z tohoto důvodu je použití softwaru komplikovanější pro zakázkovou výrobu, jelikož vytvoření nového materiálu, se kterým by se dále (jednorázově) v systému pracovalo je časově nevýhodné.



Obr. 61: Proces 4 - vložení unikátní výrobní zakázky do systému

Vložení nové objednávky do systému P4 je časově zdlouhavý proces v případě, kdy se jedná o unikátní produkt (systémový materiál), který v systému zatím neexistuje. Software dokáže přijímat materiálové informace z jiných systémů, ale v případě zakázkové výroby není přítomnost dalších IS v takových podnicích běžná.

▪ **Návrh řešení:**

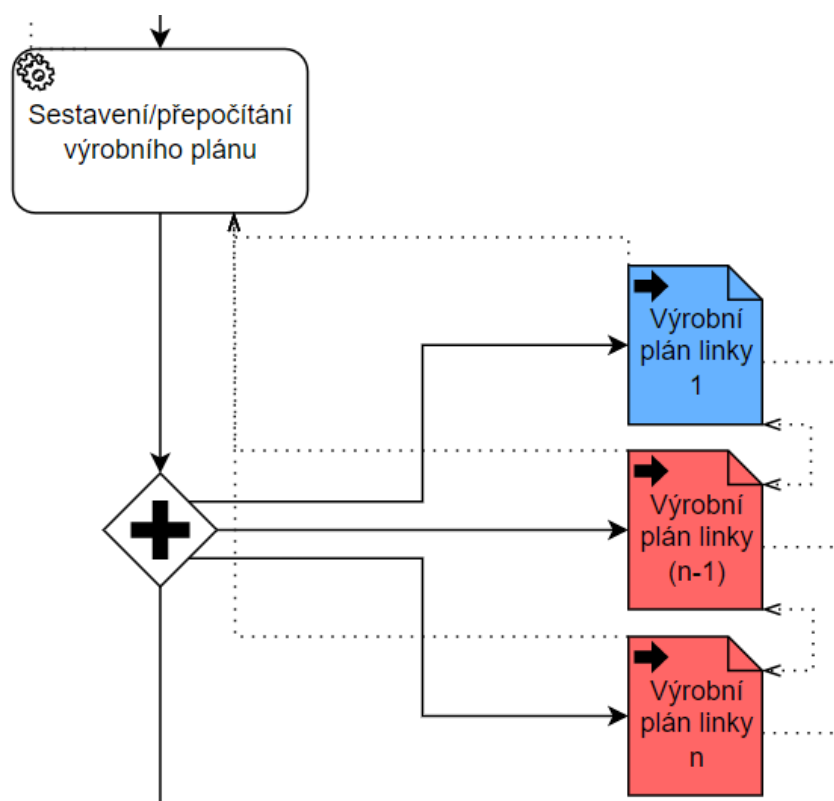
Software P4 obsahuje v současné verzi entitu zvanou charakteristiky, které reprezentují obecný souhrn vlastností, přiřaditelný k jakékoli další entitě systému. Tyto charakteristiky by pro některé případy zakázkové výroby mohly být použity pro vložení nové objednávky a následně tvorbu výrobní zakázky. K tomuto rozšíření systému, by bylo zapotřebí definovat pevnou vazbu mezi materiálovou entitou a entitou charakteristiky, která by při procesu zadání nové objednávky byla nositelem individuálních vlastností produktu. Příkladem může být například výroba zakázkových hřidel. Systém by mohl obsahovat obecný materiál hřidel a charakteristika by obsahovala konkrétní požadované rozměry objednávky. Data obsažená v charakteristice by byly transakčního typu, na rozdíl od master dat materiálu (viz kapitola 1.2.1 na str.20). Přidání tohoto rozšíření do softwaru P4 je odhadnuto na 15 MD.

7.3 Proces 9

Plná podoba diagramu procesu č.3 mapovaného na software P4 umístěna do Přílohy H.

7.3.1 Víceúrovňové plánování

Proces víceúrovňového plánování v softwaru P4 není v současnosti plně podporován (Obr. 62). Jak bylo zmíněno v kapitole **Error! Reference source not found.**, plánování neumožňuje v současnosti automatické generování výrobních plánů na základě předem definovaných návazností jednotlivých výrobních stanovišť.



Obr. 62: Proces 9 - víceúrovňové plánování v systému P4

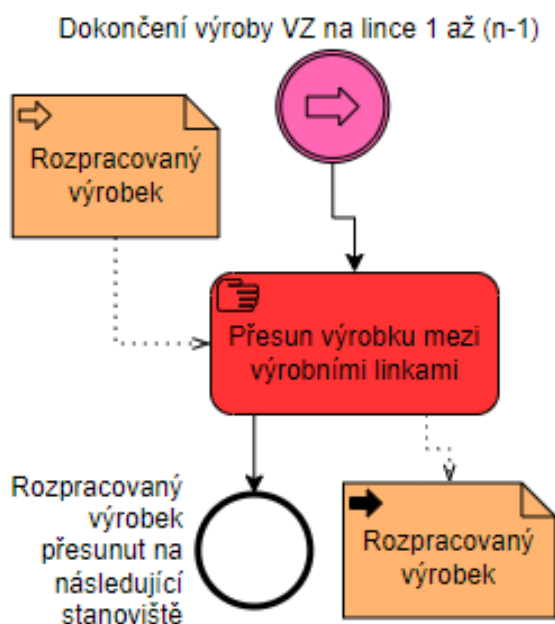
Tento proces je možné uskutečnit ručně ze strany uživatele, který má možnost po dokončení výrobní zakázky na jednom stanovišti přiřadit vyrobený produkt na výrobu na následujícím stanovišti. V případě komplexnější víceúrovňové výroby a v případech rychlejších výrobních procesů by se jednalo o časově náročný proces pro plánovače výroby.

▪ Návrh řešení:

Doplnění možnosti víceúrovňového plánování do softwaru P4 by vyžadovalo přidání parametrů a procedur, které by umožnily definovat pro konkrétní materiály řetězec výrobních linek, kterými materiál musí v rámci výrobního procesu projít. Tento řetězec by šel sestavit relační databázovou tabulkou, definující vztahy výrobních linek v systému stylem: rodič-potomek. Dále by bylo zapotřebí přidat procedury, které vyhodnotí na základě řetězce propojených linek, zda výrobní linka má svého potomka, a automaticky umístila dokončenou výrobní zakázku do výrobní linky tohoto potomka (případně vyhodnotila který potomek má kratší výrobní frontu, pokud by jich bylo více). Z pohledu frontend vývoje by bylo zapotřebí zohlednit návaznosti výrobních linek v plánování výroby, k čemuž by bylo možné využít současného paralelního plánování s lehkými úpravami. Přidání tohoto rozšíření do softwaru P4 je odhadnuto na 60 MD.

7.3.2 Logistika víceúrovňového plánování

Procedury vnitropodnikové logistiky by v současné verzi systému byly nedostačující ve vztahu k víceúrovňovému plánování (Obr. 63). Současné řízení logistiky pro výrobu probíhá v systému P4 mezi jednotlivými skladovými pozicemi.



Obr. 63: Proces 9 - logistika víceúrovňového plánování v systému P4

U každé výrobní linky, pro kterou je žádoucí řídit zásobování softwarem, je nezbytné vytvořit alespoň virtuální skladovou pozici, na kterou lze logistický plán navázat. Požadavky na převoz materiálu jsou generovány z výrobního plánu každé linky.

Tyto procedury by postačovaly pro víceúrovňové plánování, ale reakční doba logistického plánu by byla nevyhovující. Požadavky na převoz mezi jednotlivými lokacemi by mohly za současného nastavení systému vzniknout až v okamžiku dokončení výrobní zakázky na daném stanovišti, což při rychlejším taktu výroby není přijatelné.

▪ Návrh řešení:

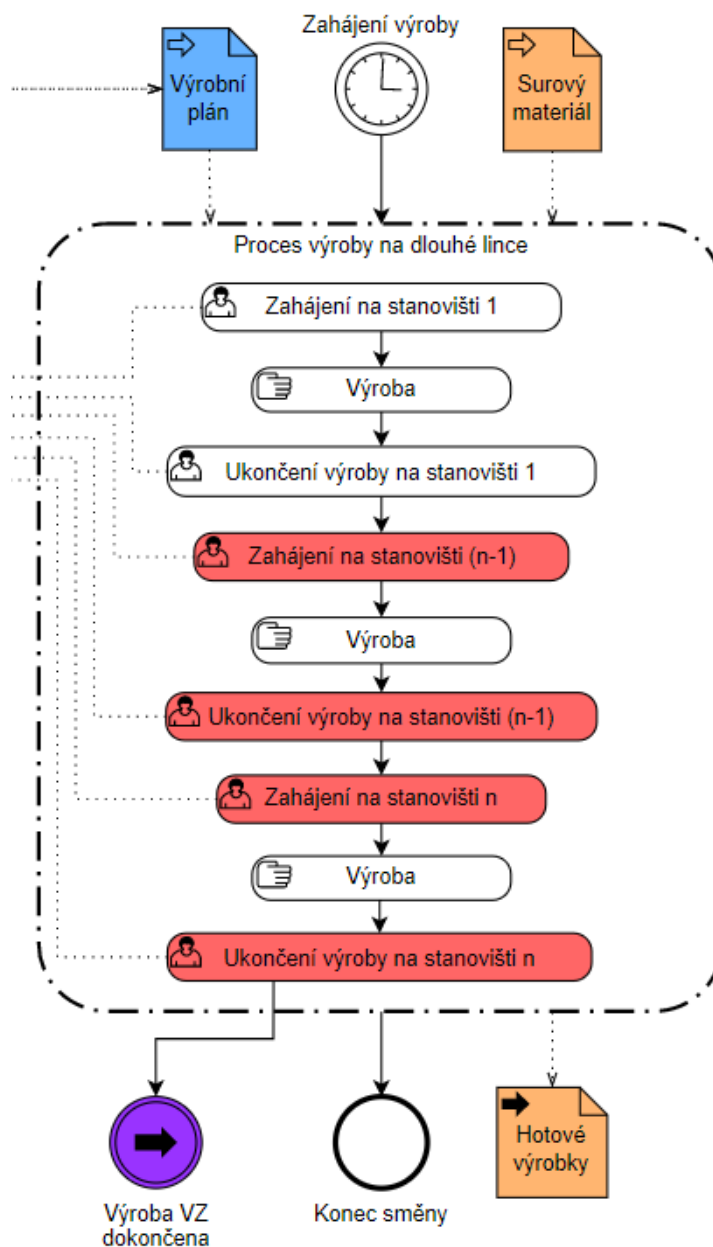
Rozšíření interní logistiky systému P4 takovým způsobem, aby vyhovujícím způsobem pokrýval víceúrovňové plánování, by vyžadovalo převážně backend úpravy v logických procesech. Pro sestavení logistického plánu převozu mezi stanovišti výroby by bylo nezbytné vytvořit kombinaci současných procesů pro odvoz materiálu z výroby s procesem zásobování linky. Tyto procesy jsou nyní pojaty jako dvě odlišné a samostatně použitelné procedury. Vytvořením třetí procedury, která by využívala kombinace obou těchto procesů by se dala pokrýt procedura převozu výrobků mezi jednotlivými stanovišti pouze za použití současných již existujících částí kódu. Přidání tohoto rozšíření do softwaru P4 je odhadnuto na 12 MD.

7.4 Proces 15

Plná podoba diagramu procesu č.3 mapovaného na software P4 umístěna do Přílohy I.

7.4.1 Výroba na dlouhé lince

Proces výroby za použití dlouhých linek by z pohledu softwaru P4 nebylo možné pokrýt, ze stejného důvodu, který byl popsán v předešlé kapitole víceúrovňového plánování. Na rozdíl od víceúrovňového plánování by ovšem bylo nedostačující ještě rozhraní deklaračních obrazovek, použitých u výrobní linky pro potřeby operátora výroby. Tyto deklarační obrazovky jsou uzpůsobeny pro komplexní informování operátora o potřebě celé výrobní zakázky a při jejich použití na jednom úseku dlouhé linky by obsahovaly nadbytečné množství informací. Hlavními informacemi, které operátor výroby na dlouhé lince vyžaduje, jsou mimo jiné hlavně instrukce pro výrobní operace na jeho stanovišti. Současná deklarační obrazovka není schopná zobrazit pouze výběr instrukcí relevantních pro potřeby jednoho úseku výroby, ale zobrazuje veškeré instrukce výrobní zakázky. Dalším nedostatkem je nemožnost zahajování a dokončování specifických úseků výroby, čímž není možné sledovat průběžný stav výrobní zakázky (Obr. 64).



Obr. 64: Proces 15 - výroba na dlouhé lince v systému P4

▪ Návrh řešení:

Doplnění možnosti práce na dlouhé lince do systému P4 by vyžadovalo stejné úpravy, které jsou již popsány v kapitole 7.3.1. Dlouhá linka může být v systému reprezentována jako jednoduchý řetězec několika výrobních linek za sebou. Kromě těchto úprav by bylo zapotřebí rozšířit nastavení deklarační obrazovky pro potřeby dlouhé linky. Tyto úpravy by měly zahrnovat filtraci výrobních instrukcí pouze na potřeby konkrétního stanoviště dlouhé linky. Dále by měla být upravena logika toku výrobní zakázky takovým způsobem, aby dokončení výroby na jednom stanovišti nezpůsobilo systémové dokončení výroby na zakázce. Zahájení a dokončení práce na dílčích stanovištích výrobní zakázky by mělo sloužit ke sledování stavu zakázky a její dokončení by mělo být

provedeno až na posledním výrobním stanovišti v řetězci. Přidání tohoto rozšíření do softwaru P4 je odhadnuto na 50 MD.

7.5 Vyhodnocení nedostatků softwaru P4

První částí praktické části práce bylo představit firmu Productoo a informační systém, který vyvíjí pro potřeby výrobních podniků. Součástí tohoto úvodu byla kapitola věnující se implementačním požadavkům tohoto softwaru. Dále praktická část práce pokračovala představením procesních diagramů, které byly vytvořeny pro vybrané procesy výrobních podniků. Na základě vypracovaných procesních diagramů byla vyhotovena analýza použitelnosti systému P4 od firmy Productoo na zmíněné procesy a byly identifikovány nedostatky současné verze systému.

Na základě provedené analýzy byly identifikovány hlavní sekce výrobních procesů, které systém P4 nedokáže pokrýt. Tyto sekce jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 6).

Tab. 6: Přehled vyhodnocených nedostatků systému P4

Chybějící proces	Popis procesu v diplomové práci	Odhad náročnosti vývoje	Priorita pro vývoj
Automatické objednání surového materiálu	Proces 3 – C	5 MD	Nízká
Výrobní plány pro operátory a nástroje	Proces 3 – E	50 MD	Vysoká
Práce s unikátními výrobními zakázkami	Proces 4 – B	15 MD	Nízká
Víceúrovňové plánování a jeho logistika	Proces 9 – E	72 MD	Vysoká
Výroba za použití dlouhých linek	Proces 15 – J	50 MD	Střední

Priority chybějících sekcí byly určeny na základě aktuální poptávky na systém P4. Součástí analýzy nedostatků softwaru je i návrh řešení pro každou z chybějících sekcí procesů. Tento návrh řešení pro vývoj nových funkcionalit je uveden pouze v podobě obecného popisu. Toto zjednodušení bylo nezbytné z důvodu, aby nedošlo ke zveřej-

nění obchodního tajemství firmy Productoo (konkrétní databázové struktury systému a části jeho kódu). Návrh řešení zároveň obsahuje hrubý odhad časové náročnosti na vývoj každé chybějící sekce v systému.

Doplnění chybějících částí softwaru by z pohledu vývoje vyžadovalo přibližně 145 MD. Odhad na časovou náročnost vývoje veškerých zmíněných oblastí se nerovná součtu odhadnutých časů uvedených u jednotlivých sekcí, jelikož některé části funkcionalit se částečně překrývají (například víceúrovňová výroba a výroba na dlouhých linkách).

Vývoj vybraných chybějících funkcionalit softwaru P4 by mohl firmě Productoo umožnit oslovení širšího spektra výrobních podniků. Jelikož firma Productoo nabízí systém P4 jako modulární, přidání nových funkcionalit může zároveň rozšířit současnou nabídku firmy. Potenciální navýšení zisků firmy Productoo se tedy skládá jak z prodeje softwaru novým zákazníkům, tak i z prodeje nových funkcionalit zákazníkům stávajícím.

Závěr

Cílem této diplomové bylo zpracovat vybrané výrobní procesy do podoby procesních diagramů pomocí standardizované metodiky. Tyto diagramy následně analyzovat pro potřeby systému P4 od firmy Productoo a na základě této analýzy navrhnout možnosti zlepšení pro systém P4.

Teoretická rešerše byla nejdříve zaměřena na tematiku informačních systémů, díky čemuž byl získán detailnější přehled o této oblasti. Následující část popisovala metody mapování podnikových procesů, které shrnují nezbytné znalosti pro tvorbu procesních diagramů. Rešerše byla zakončena přehledem typizovaných procesů, které jsou využívány výrobními podniky.

Praktická část v úvodu představila firmu Productoo a její systém P4, na který byla tato diplomová práce zaměřena. Byl sestaven přehled 20 druhů typizovaných výrobních procesů, kterým byly relační maticí alokovány výrobní principy. Vypracování procesních diagramů metodikou BPMN 2.0 bylo provedeno pro 4 vybrané procesy, které byly vyhodnoceny jakožto nejpřínosnější pro potřeby firmy Productoo. Na základě vypracovaných diagramů bylo zdokumentováno použití systému P4 v rámci těchto procesů a byla nalezena slabá místa softwaru P4.

Analýza použitelnosti odhalila 5 hlavních oblastí, které systém od firmy Productoo zatím nedokáže pokrýt. Těmito oblastmi jsou: automatické objednávání surového materiálu od dodavatele, generování výrobních plánů pro operátory a nástroje, práce s unikátními výrobními zakázkami, víceúrovňové plánování a jeho logistika a poslední oblastí je výroba na dlouhých linkách.

Každá z těchto nalezených oblastí byla blíže analyzována a byla navržena dokumentace řešení pro firmu Productoo, jakým způsobem lze tyto chybějící procesy do jejího systému doplnit. Byl popsán návrh zadání pro programátory a odhadnuta časová náročnost na jejich vývoj. Potenciálně nejpřínosnější oblastí může být kombinace víceúrovňového plánování a dlouhých linek, které z velké části využívají identické procesy, a jejich paralelní vývoj může snížit celkovou nákladnost vývoje na odhadnutých 80 MD. Těmito kroky byly splněny cíle práce pro potřeby firmy Productoo.

Provedená analýza použitelnosti systému P4 na vybrané procesy dává firmě Productoo možnost rozšířit funkce jejího systému a následně oslovit větší množství potenciálních klientů. Návrh dokumentace chybějících oblastí v systému může být použit jako výchozí stav pro rozpracování detailního zadání pro programátory a tím lze ušetřit čas softwarových specialistů. Pro další postup bych doporučil doplnit do systému P4 popsané chybějící funkce a rozpracovat další procesy do podoby diagramů, což může pomoci s lokalizací dalších úzkých míst systému.

Citovaná literatura

- [1] SALEM AL-MAMARY, Yaser, Alina SHAMSUDDIN a A. AZIATI. The Role of Different Types of Information Systems In Business Organizations : A Review. *International Journal of Research* [online]. 2014, **1(7)**, 1279-1286 [cit. 2022-04-17]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/264556488_The_Role_of_Different_Types_of_Information_Systems_In_Business_Organizations_A_Review
- [2] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. *Podniková informatika. 2.*, přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2009. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2615-1.
- [3] VENTRUBA, Michal. *CEO firmy UD4D s.r.o.* [ústní sdělení]. Praha, 2022. Konzultace na téma moderních řešení pro zpracování informací.
- [4] MOHAMMAD, Bin Amin, Alaudin MD. a Azad DR. MIR MOHAMMAD. Business Transaction Processing System. *International Journal of Computer Information Systems* [online]. 2012, **4(5)**, 11-15 [cit. 2022-05-27]. ISSN 2229 5208. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321070736_Business_Transaction_Processing_System
- [5] DALE R., Patrick a Stephen W. FARDO. *Industrial Process Control Systems* [online]. 2. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2021, 476 s. [cit. 2022-05-27]. ISBN 978-8-7702-2284-6. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=8A0VEAAAQBAJ&hl=cs&source=gbs_navlinks_s
- [6] The 3 core components that make up Enterprise Collaboration Services. In: *Sify Technologies* [online]. Indie: Sify Technologies Limited, 2022 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.sifytechnologies.com/blog/3-core-components-make-enterprise-collaboration-services/>
- [7] ASEMI, Asefeh, Ali SAFARI a Adeleh ASEMI ZAVAREH. The Role of Management Information System (MIS) and Decision Support System (DSS) for Manager's Decision Making Process. *International Journal of Business and Management* [online]. 2011, **6(7)** [cit. 2022-05-27]. ISSN 1833-8119. Dostupné z: doi:10.5539/ijbm.v6n7p164

- [8] HADDARA, Moutaz. ERP systems selection in multinational enterprises: a practical guide. *International Journal of Information Systems and Project Management* [online]. Westerdals-Oslo School of Arts, Communication & Technology, Norway, 2018, **6**(1), 16 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://aisel.aisnet.org/ijispm/vol6/iss1/4>
- [9] BERIĆ, Dalibor, Darko STEFANOVIĆ, Bojan LALIĆ a Ilija ĆOSIĆ. The Implementation of ERP and MES Systems as a Support to Industrial Management Systems. *International Journal of Industrial Engineering and Management* [online]. 2018, **9**(2), 77-86 [cit. 2022-05-28]. ISSN 2217-2661. Dostupné z: http://ijiemjournal.uns.ac.rs/images/journal/volume9/IJIEM-3_018.pdf
- [10] MAKAROV, V.V., Ye.B. FROLOV, I.S. PARSHINA a M.V. USHAKOVA. MES Systems as an Integral Part of Digital Production. In: *2020 13th International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD)* [online]. Moskva, Rusko: IEEE, 2020, s. 1-5 [cit. 2022-05-28]. ISBN 978-1-7281-1094-3. Dostupné z: [doi:10.1109/MLSD49919.2020.9247725](https://doi.org/10.1109/MLSD49919.2020.9247725)
- [11] Co je OEE. In: *COMES OEE* [online]. Žďár nad Sázavou: COMES OEE, 2022 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.oeec.cz/co-je-oeec>
- [12] Manufacturing cycle efficiency definition. In: *Accounting Tools* [online]. USA: AccountingTools, Inc., 2022 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.accountingtools.com/articles/manufacturing-cycle-efficiency.html>
- [13] VENTRUBA, Tomáš. *Předimplementační analýza při zavádění nástrojů pokročilého plánování*. Praha, 2020. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kellner.
- [14] VIEIRA, Jaison, Fernando DESCHAMPS a Pablo Deivid VALLE. Advanced Planning and Scheduling (APS) Systems: A Systematic Literature Review. NEWNES, Linda, Susan LATTANZIO, Bryan R. MOSER, Josip STJEPANDIĆ a Nel WOGNUM, ed. *Transdisciplinary Engineering for Resilience: Responding to System Disruptions* [online]. 9. Amsterdam: IOS Press, 2021, s. 385-394 [cit. 2022-05-28]. Advances in Transdisciplinary Engineering. ISBN 978-1-64368-209-9. Dostupné z: [doi:10.3233/ATDE210118](https://doi.org/10.3233/ATDE210118)
- [15] APS System. In: *DynaProg* [online]. Německo: DynaProg AG, 2022 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.dynaprogram.de/aps-system/>

- [16] WOŹNIAKOWSKI, TOMASZ, PIOTR JAŁOWIECKI, KRZYSZTOF ZMARZŁOWSKI a MAGDALENA NOWAKOWSKA. ERP SYSTEMS AND WAREHOUSE MANAGEMENT BY WMS. *Information Systems in Management* [online]. 2018, 7(2), 141-151 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: doi:10.22630/ISIM.2018.7.2.6
- [17] ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN isbn978-80-247-2252-8.
- [18] ŘEPA, Václav. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN isbn978-80-247-4128-4.
- [19] EBY, Kate. Essential Guide to Business Process Mapping. In: *Smart Sheet* [online]. Washington, USA: Smartsheet Inc., 2005 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.smartsheet.com/essential-guide-business-process-mapping>
- [20] What is a Swimlane Diagram: What are your swimlane diagram needs?. In: *Lucid Chart* [online]. USA: Lucid Software Inc., 2008 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/tutorial/swimlane-diagram>
- [21] Unified Modeling Language (UML) | State Diagrams. In: *Geeks for Geeks* [online]. Indie: GeeksforGeeks, 2019 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-state-diagrams/>
- [22] State Diagram Explained. In: *Edraw* [online]. Edrawsoft, 2022 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.edrawmax.com/state-diagram-explained.html>
- [23] What is a Data Flow Diagram. In: *Lucid Chart* [online]. USA: Lucid Software Inc., 2008 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/data-flow-diagram>
- [24] Value Stream Mapping: The Search for Adding Value and Eliminating Waste. In: *Purdue University* [online]. Indiana, USA: Purdue University, 1861 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.purdue.edu/leansixsigmaonline/blog/value-stream-mapping/>
- [25] VENTRUBA, Tomáš. *Management Výroby I*. Praha, 2020. Semestrální práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Václav Michalec.

- [26] *The Object Management Group: Business Process Model and Notation* [online]. USA: The Object Management Group, 2014 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.omg.org/spec/BPMN/>
- [27] XML (Extensible Markup Language). In: *Tech Target* [online]. USA: Tech Target, 1999 [cit. 2022-05-30]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/XML-Extensible-Markup-Language>
- [28] WHAT IS UML. In: *UML* [online]. USA: Object Management Group, 1989 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.uml.org/what-is-uml.htm>
- [29] UML - videopůjčovna: Diagram tříd videopůjčovny. In: *Výuka programování a softwarového inženýrství na FIS VŠE* [online]. Praha: VŠE, 2021 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://java.vse.cz/4it115/Videopujcovna>
- [30] IDEF3 Standard. In: *Concept Draw* [online]. Ukraine: Computer Systems Odessa, 1993 [cit. 2022-06-04]. Dostupné z: <https://www.conceptdraw.com/examples/idef3>
- [31] KARL. Types of Manufacturing Processes: A Comprehensive Guide. In: *MRPeasy* [online]. Estonsko: MRPeasy, 2000 [cit. 2022-06-05]. Dostupné z: <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/types-of-manufacturing-processes/>
- [32] 6 Types of Manufacturing Processes. In: *Indeed* [online]. Texas, USA: Indeed, 2004 [cit. 2022-06-05]. Dostupné z: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/manufacturing-processes>
- [33] KUMAR, Anil S. a N. SURESH. *Production And Operations Management* [online]. Dotisk. New Age International, 2006, 220 s. [cit. 2022-06-05]. ISBN 9788122418279. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=AHYBO5eRIzgC>
- [34] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Expert (Grada). ISBN isbn80-247-0199-5.
- [35] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03449-6.
- [36] UCHYTL, Matěj. PRODUCTOO S.R.O. *Způsoby organizace výroby*. 1. Třebíč, Česká republika, 2020, 12 s. Interní dokumentace podniku.

- [37] HAM, Inyong, Katsundo HITOMI a Teruhiko YOSHIDA. *Group Technology: Applications to Production Management* [online]. Ilustrované vydání. Nizozemsko: Springer Netherlands, 2012 [cit. 2022-06-05]. ISBN 9789400949768. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=yNfuCAAQBAJ>
- [38] *Productoo P4* [online]. Třebíč, Česká republika: Productoo s.r.o., 2022 [cit. 2022-06-10]. Dostupné z: p4f-stage.productoo.com
- [39] BPMN Quick Guide. In: *BPMN Quick Guide* [online]. Kanada: Trisotech, 2010 [cit. 2022-06-19]. Dostupné z: <https://www.bpmnquickguide.com/view-bpmn-quick-guide/>

Seznam obrázků

OBR. 1: STRUKTURA ČLENĚNÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ DLE [1].....	10
OBR. 2: ARCHITEKTURA TRANSAKČNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU. PŘEPRACOVÁNO DLE [4].	11
OBR. 3: (A) DÁVKOVÝ TRANSAKČNÍ PŘENOS; (B) OKAMŽITÝ TRANSAKČNÍ PŘENOS. PŘEPRACOVÁNO DLE [4].	12
OBR. 4: ZÁKLADNÍ SCHÉMA SYSTÉMU ŘÍZENÍ PROCESŮ. PŘEPRACOVÁNO DLE [5].....	13
OBR. 5: SCHÉMA MANAŽERSKÉHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU. PŘEPRACOVÁNO DLE [7].	15
OBR. 6: SCHÉMA SYSTÉMU PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ. PŘEPRACOVÁNO DLE [7].	16
OBR. 7: VÝSTUPY DSS PRO RŮZNÉ ÚROVNĚ MANAGEMENTU. PŘEPRACOVÁNO DLE [7].	17
OBR. 8: POZICE APS SYSTÉMU V ARCHITEKTUŘE INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ VÝROBNÍCH PODNIKŮ. DLE [15].	24
OBR. 9: ZÁKLADNÍ TYPY VÝVOJOVÉHO DIAGRAMU: (A) SHORA DOLŮ, (B) VÝVOJOVÝ DIAGRAM NAsAZENÍ, (C) PODROBNÝ VÝVOJOVÝ DIAGRAM. PŘEPRACOVÁNO DLE [19].	27
OBR. 10: POUŽITÍ PLAVECKÝCH DRAH PRO POPIS PROCESU. PŘEPRACOVÁNO DLE [19].	28
OBR. 11: PŘÍKLAD STAVOVÉHO DIAGRAMU PRO KONTROLU KALENDÁŘE. PŘEPRACOVÁNO DLE [22].	29
OBR. 12: PŘÍKLAD DIAGRAMU TOKU DAT PŘI REZERVAČNÍM PROCESU. PŘEPRACOVÁNO DLE [23].	30
OBR. 13: PŘÍKLAD POUŽITÍ DIAGRAMU PRO MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT. PŘEPRACOVÁNO DLE [25].	31
OBR. 14: PŘÍKLAD BPMN DIAGRAMU NA JEDNODUCHÉM PŘÍKLADU. PŘEPRACOVÁNO DLE [26].	33
OBR. 15: STRUKTURA ŘÍZENÍ PROCESŮ ZA POUŽITÍ WfMC. ZDROJ: [17].	34
OBR. 16: POUŽITÍ DIAGRAMU TŘÍD PRO POPIS VIDEOPŮJČOVNY. ZDROJ: [29].	36
OBR. 17: PŘÍKLAD POUŽITÍ METODOLOGIE IDEF3 PRO POPIS PROCESU. ZDROJ: [30].	38
OBR. 18: A) SCHEMATICKÝ MODEL UPSTREAM VZNIKU VÝROBNÍ ZAKÁZKY. B) SCHEMATICKÝ MODEL VZNIKU DOWNSTREAM VÝROBNÍ ZAKÁZKY. VYCHÁZÍ Z [36].	47
OBR. 19: SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ JEDNOÚROVŇOVÉ VÝROBY. PŘEPRACOVÁNO DLE [36].	50
OBR. 20: SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ DLOUHÉ VÝROBNÍ LINKY. PŘEPRACOVÁNO DLE [36].	50
OBR. 21: SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÍCEÚROVŇOVÉ VÝROBY. PŘEPRACOVÁNO DLE [36].	51
OBR. 22: POSTUP PRÁCE PŘI TVORBĚ TĚTO DIPLOMOVÉ PRÁCE ZNÁZORNĚN POMOČÍ DIAGRAMU TOKU DAT	53
OBR. 23: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA FIRMY PRODUCTOO S.R.O.	54
OBR. 24: POZICE SYSTÉMU P4 VŮČI STANDARDNÍM IS VE VÝROBNÍCH PODNICÍCH. PŘEPRACOVÁNO DLE [13]	54
OBR. 25: HLAVNÍ MENU APLIKACE P4 ZOBRAZUJÍCÍ 11 SAMOSTATNÝCH MODULŮ. [38]	55
OBR. 26: DISTRIBUČNÍ TABULKA, SLOUŽÍCÍ PRO PŘIDĚLOVÁNÍ VÝROBNÍCH ZAKÁZEK NA JEDNOTLIVÁ PRACOVÍŠTĚ. [38]	56
OBR. 27: PŘÍPRAVA VÝROBNÍHO PLÁNU PRO KONKRÉTNÍ VÝROBNÍ LINKU. [38].	56
OBR. 28: ZOBRAZENÍ 3D VIRTUÁLNÍHO DVOJČETE VÝROBNÍHO ZÁVODU V SYSTÉMU P4. [38]	57
OBR. 29: IMPLEMENTAČNÍ PROCES IS. [13]	58
OBR. 30: DĚLENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ. ZPRACOVÁNO NA ZÁKLADĚ KAPITOLY 3.1 NA STRANĚ 40.	60
OBR. 31: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 3 ROZDĚLENÝ DO SEKČÍ A-J	66

OBR. 32: PROCES 3, SEKCE A – PŘIJETÍ OBJEDNÁVKY	67
OBR. 33: PROCES 3, SEKCE B – TVORBA VÝROBNÍCH ZAKÁZEK	68
OBR. 34: PROCES 3, SEKCE C – OBJEDNÁNÍ SUROVÉHO MATERIÁLU.....	69
OBR. 35: PROCES 3, SEKCE D – NASKLADNĚNÍ SUROVÉHO MATERIÁLU	69
OBR. 36: PROCES 3, SEKCE E – SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PLÁNU	70
OBR. 37: PROCES 3, SEKCE F – ZMĚNA VÝROBNÍHO PLÁNU.....	71
OBR. 38: PROCES 3, SEKCE G – ZÁSBOVÁNÍ VÝROBY	72
OBR. 39: PROCES 3, SEKCE H – VÝROBNÍ PROCES	73
OBR. 40: PROCES 3, SEKCE I – ODVOZ HOTOVÝCH VÝROBKŮ Z VÝROBY	74
OBR. 41: PROCES 3. SEKCE J – EXPEDICE A UZAVŘENÍ OBJEDNÁVKY	75
OBR. 42: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 4 ROZDĚLENÝ DO SEKČÍ A-H	77
OBR. 43: PROCES 4, SEKCE A – PŘIJETÍ OBJEDNÁVKY	78
OBR. 44: PROCES 4, SEKCE B – TVORBA VÝROBNÍ ZAKÁZKY.....	79
OBR. 45: PROCES 4, SEKCE D – SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PLÁNU	80
OBR. 46: PROCES 4, SEKCE F – VÝROBNÍ PROCES	81
OBR. 47: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 9 ROZDĚLENÝ DO SEKČÍ A-J	83
OBR. 48: PROCES 9, SEKCE E – SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PLÁNU	84
OBR. 49: PROCES 9, SEKCE G – VÝROBNÍ PROCES	85
OBR. 50: PROCES 9, SEKCE H – LOGISTIKA MEZI PROCESY VÝROBY.....	86
OBR. 51: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 15 ROZDĚLENÝ DO SEKČÍ A-L.....	88
OBR. 52: PROCES 15, SEKCE A – ZPRACOVÁNÍ OBJEDNÁVKY.....	89
OBR. 53: PROCES 15, SEKCE B – EXPEDICE OBJEDNÁVKY.....	90
OBR. 54: PROCES 15, SEKCE C – PŘIJETÍ OBJEDNÁVKY DO IS.....	91
OBR. 55: PROCES 15, SEKCE D – TVORBA VÝROBNÍCH ZAKÁZEK	92
OBR. 56: PROCES 15, SEKCE G – SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PLÁNU	93
OBR. 57: PROCES 15, SEKCE J – VÝROBNÍ PROCES.....	94
OBR. 58: PROCES 15, SEKCE L – DOPLNĚNÍ SKLADOVÝCH ZÁSOB	95
OBR. 59: PROCES 3 - POŽADAVKY NA SUROVÝ MATERIÁL	96
OBR. 60: PROCES 3 - VÝROBNÍ PLÁNY OPERÁTORŮ A NÁSTROJŮ	97
OBR. 61: PROCES 4 - VLOŽENÍ UNIKÁTNÍ VÝROBNÍ ZAKÁZKY DO SYSTÉMU	98
OBR. 62: PROCES 9 - VÍCEÚROVŇOVÉ PLÁNOVÁNÍ V SYSTÉMU P4.....	100
OBR. 63: PROCES 9 - LOGISTIKA VÍCEÚROVŇOVÉHO PLÁNOVÁNÍ V SYSTÉMU P4	101
OBR. 64: PROCES 15 - VÝROBA NA DLOUHÉ LINCE V SYSTÉMU P4.....	103
OBR. 65: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 3.....	VII
OBR. 66: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 4.....	VIII

OBR. 67: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 9	IX
OBR. 68: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 15	X
OBR. 69: PROCES Č. 3 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4	XI
OBR. 70: PROCES Č. 4 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4	XII
OBR. 71: PROCES Č. 9 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4	XIII
OBR. 72: PROCES Č. 15 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4	XIV

Seznam tabulek

TAB. 1: PŘEHLED IDEF METODOLOGIÍ. PŘEPRACOVÁNO DLE [17].....	37
TAB. 2: TABULKA POROVNÁNÍ MODELOVACÍCH STANDARDŮ.	39
TAB. 3: KOMBINACE DRUHŮ VÝROBNÍCH PROCESŮ DLE OBR. 30.	61
TAB. 4: RELAČNÍ MATICE VÝROBNÍCH PROCESŮ A PRINCIPŮ.	62
TAB. 5: RELAČNÍ MATICE VÝROBNÍCH PROCESŮ A PRINCIPŮ U VYBRANÝCH PROCESŮ	63
TAB. 6: PŘEHLED VYHODNOCENÝCH NEDOSTATKŮ SYSTÉMU P4.....	104

Seznam vzorců

(1) OEE	22
(2) MCE.....	22

Seznam použitého softwaru

Microsoft Office Word
 Microsoft Office Excel
 Draw.io
 SankeyMATIC

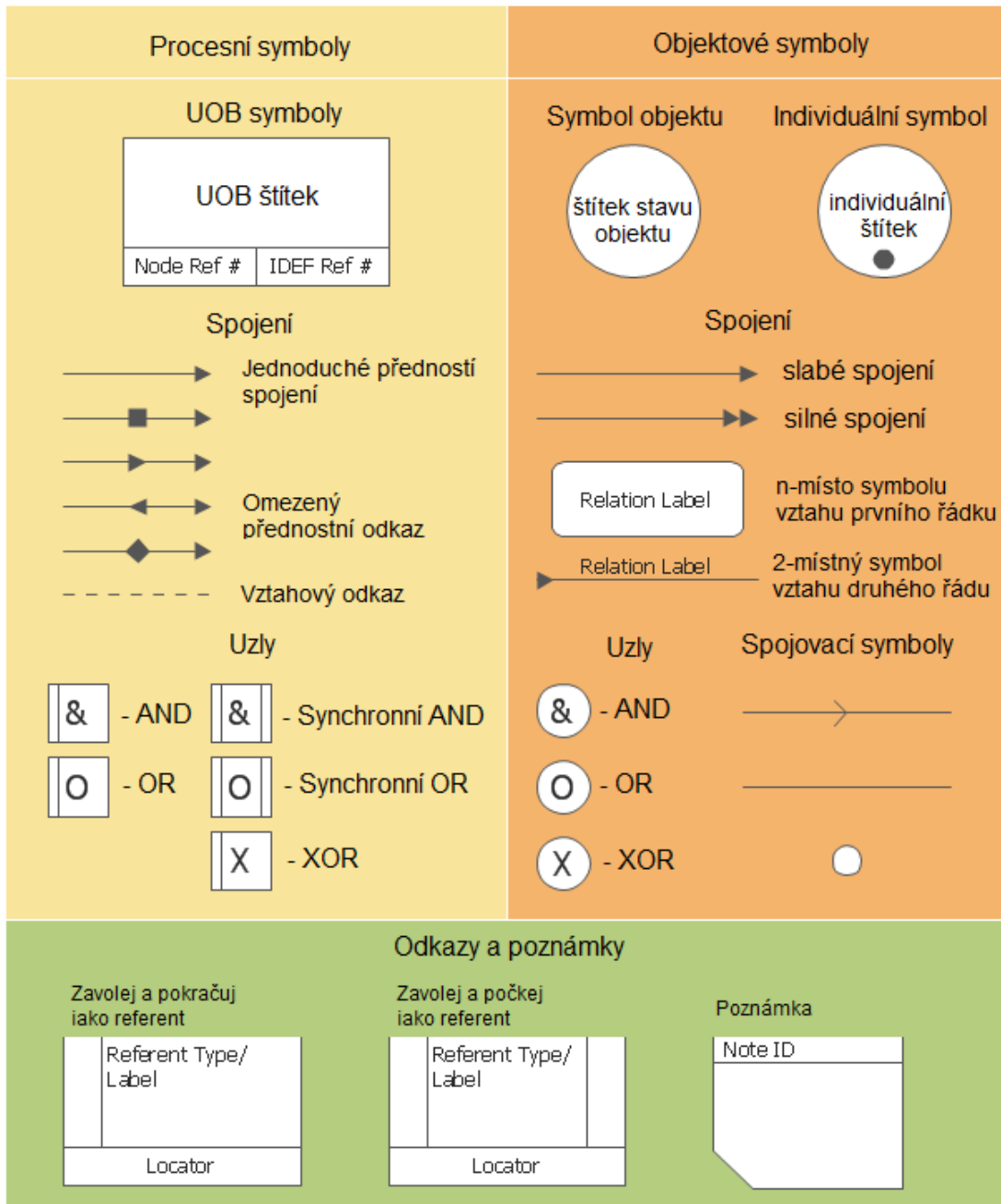
Seznam příloh

PŘÍLOHA A: ZNAKOVÁ SADA IDEF3.....	I
PŘÍLOHA B: ZNAKOVÁ SADA BPMN 2.0	II
PŘÍLOHA C: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 3	VII
PŘÍLOHA D: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 4	VIII
PŘÍLOHA E: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 9	IX
PŘÍLOHA F: DIAGRAM PROCESU ČÍSLO 15	X

PŘÍLOHA G: PROCES 3 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4.....	XI
PŘÍLOHA H: PROCES 4 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4.....	XII
PŘÍLOHA I: PROCES 9 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4.....	XIII
PŘÍLOHA J: PROCES 15 MAPOVANÝ NA SYSTÉM P4.....	XIV

Příloha A: Znaková sada IDEF3





Základní přehled znakové sady IDEF3.














Příloha B: Znaková sada BPMN 2.0

Příloha A obsahuje přehled znakové sady modelovacího standardu BPMN 2.0, který byl využit v praktické části diplomové práce. [39]



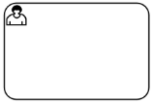

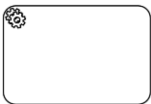
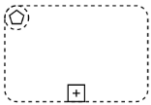

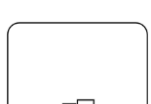
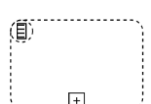
Základní elementy:

Znak	Název	Doplňující popis
	Událost	Je něco, co se „stalo“ v průběhu podnikového procesu. Události ovlivňují tok procesu a obvykle mají příčinu (trigger) nebo důsledek.
	Aktivita	Práce, kterou společnost nebo organizace provádí pomocí obchodních procesů. Typy činností, které jsou součástí Procesního modelu, jsou: Proces, Pod-Proces a Úkol.
	Brána	Brána je používána pro kontrolu divergence (rozdělení) a konvergence (sloučení) procesního toku. Rozhoduje o průchodu procesu, nikoli směru.
	Tok	Směrový spoj mezi prvky v procesu, spolupracemi nebo choreografiemi. Tok zpráv představuje přenos zprávy mezi účastníky spolupráce. Termín tok se často používá k vyjádření celkového průběhu toho, jak by se proces nebo segment procesu provedl.




Události: Podle vztahu k procesu rozlišujeme tři typy událostí: Počáteční (Start), Střední (Intermediate) a Koncovou (End).

Události	Symbol	Popis
Základní událost		Obecné zahájení procesu
Koncová událost		Obecný konec procesu
Zpráva, zahájení		Zahájení procesu na základě zprávy
Zpráva, odeslání		Odeslání zprávy
Spojení, odesílací		Odeslání impulzu k zahájení jiného procesu
Spojení, přijímací		Přijetí impulzu a zahájení procesu
Odeslání signálu		Odesílá signál na určená místa
Přijetí signálu		Přijímá signál z určeného místa
Časovač, zahájení		Zahájení procesu v určitý čas
Podmíněné zahájení		Zahájení procesu na základě splněné podmínky
Podmíněné pokračování		Pokračování v procesu po splnění podmínky

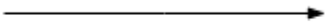

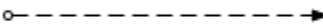
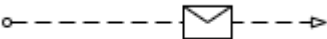


Aktivity: Podle typu činnosti rozlišujeme aktivity na 3 typy: Proces (Task), Pod-Proces (Sub-Process) a Úkol (Call Activity).

Aktivita	Symbol	Popis
Základní proces		Obecný proces
Manuální proces		Proces vyžadující manuální činnost bez podpory IS
Uživatelský proces		Proces prováděný uživatelem za použití IS
Proces odeslání zprávy		Proces, na jehož konci je odeslána zpráva
Služba		Proces, prováděný formou služby ze strany IS
Několikanásobný pod-proces		Opakující se drobný proces, probíhající paralelně s hlavním tokem procesu
Paralelní několikanásobný proces		Proces, obsahující několik fází probíhajících paralelně
Sekvenční několikanásobný proces		Proces, obsahující několik fází probíhajících sekvenčně
Pod-proces podmíněný událostí		Pod-proces, jehož činnost je podmíněna splněním podmínky






Brány: udávají směr procesu, ale nejdená se o rozhodnutí samotné. Rozhodnutí by mělo být provedeno v rámci předcházející aktivity a brána pouze reflektuje možné směry procesu. Symbol uvnitř značky indikuje typ chování brány.

Brána	Symbol	Popis
Exkluzivní		V případě divergentních procesních toků je aktivován právě jeden odchozí procesní tok. V případě konvergentních procesních toků se odchozí procesní tok aktivuje, když jeden z příchozích toků dorazí na bránu.
Paralelní		V případě divergentních procesních toků se aktivují všechny odchozí toky. V případě konvergentních procesních toků musí být všechny příchozí toky dokončeny před aktivací odchozího toku.
Podmínkově řízená		Aktivuje vybrané toky na základě splnění jedné či více podmínek

Toky: Tokové objekty diagramu znázorňují základní strukturu podnikového procesu. Rozlišují se základní 3 typy spojovacích objektů: Sekvenční (plná čára), toky zpráv (čárkovaná čára) a asociace (tečkovaná čára).

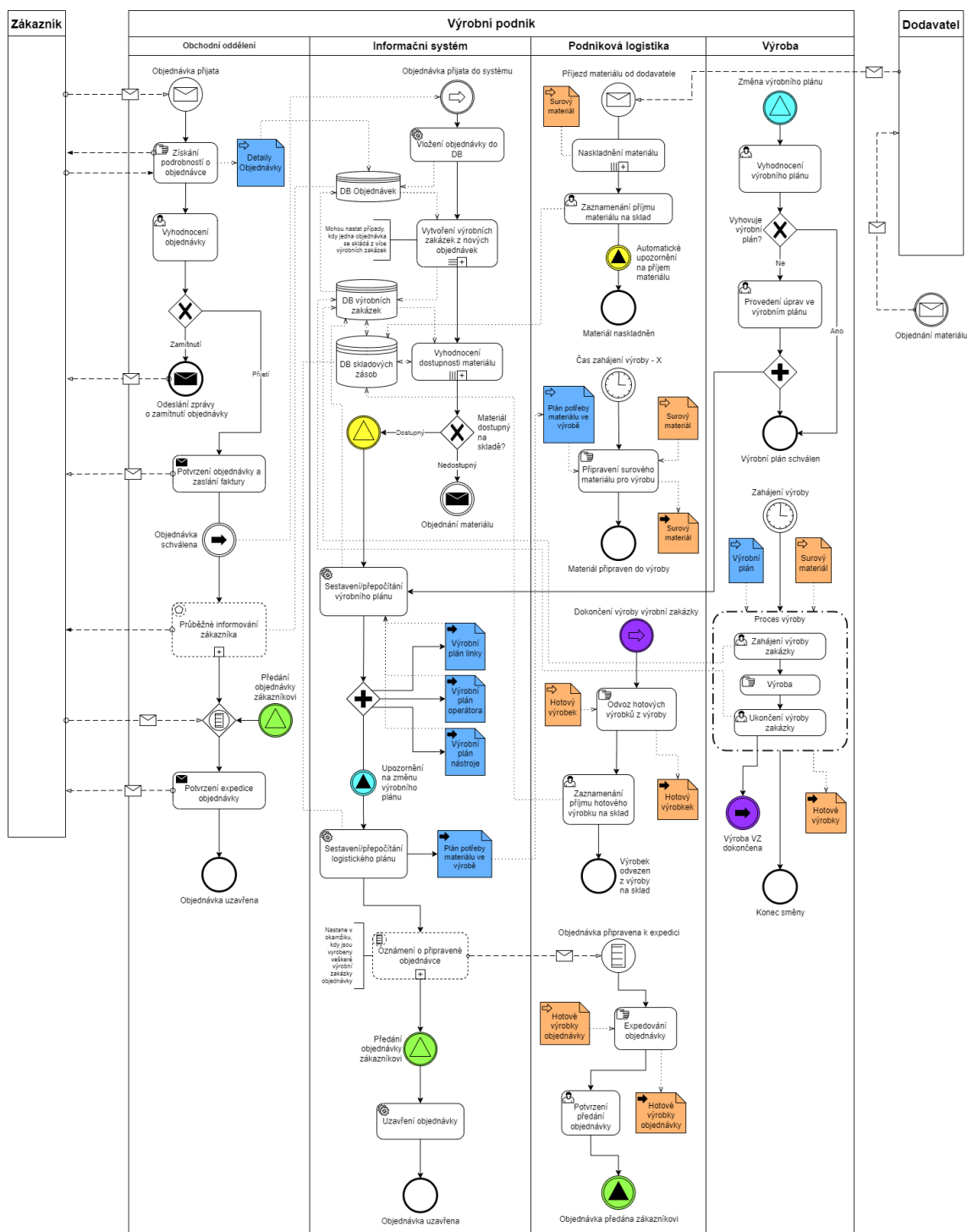
Typ toku	Symbol
Sekvenční tok	
Podmíněný sekvenční tok	
Tok zpráv	
Zvýrazněný tok zpráv	
Asociace	
Jednosměrná asociace	

Další symboly: Znaková sada BPMN 2.0 je dále rozšířena o doplňující symboly, umožňující detailnější popsání procesů.

Název	Symbol	Popis
Datový objekt		Elektronický či fyzický objekt. V této práci jsou modře zbarvené objekty elektronické datové soubory a oranžové objekty reprezentují fyzický materiál.
Datový vstup		Vstup objektu do procesu
Datový výstup		Výstup objektu z procesu
Datové úložiště		Datové úložiště
Poznámka		Vytvřlivka ke konkrétnímu procesu, události či bráně

Příloha C: Diagram procesu číslo 3

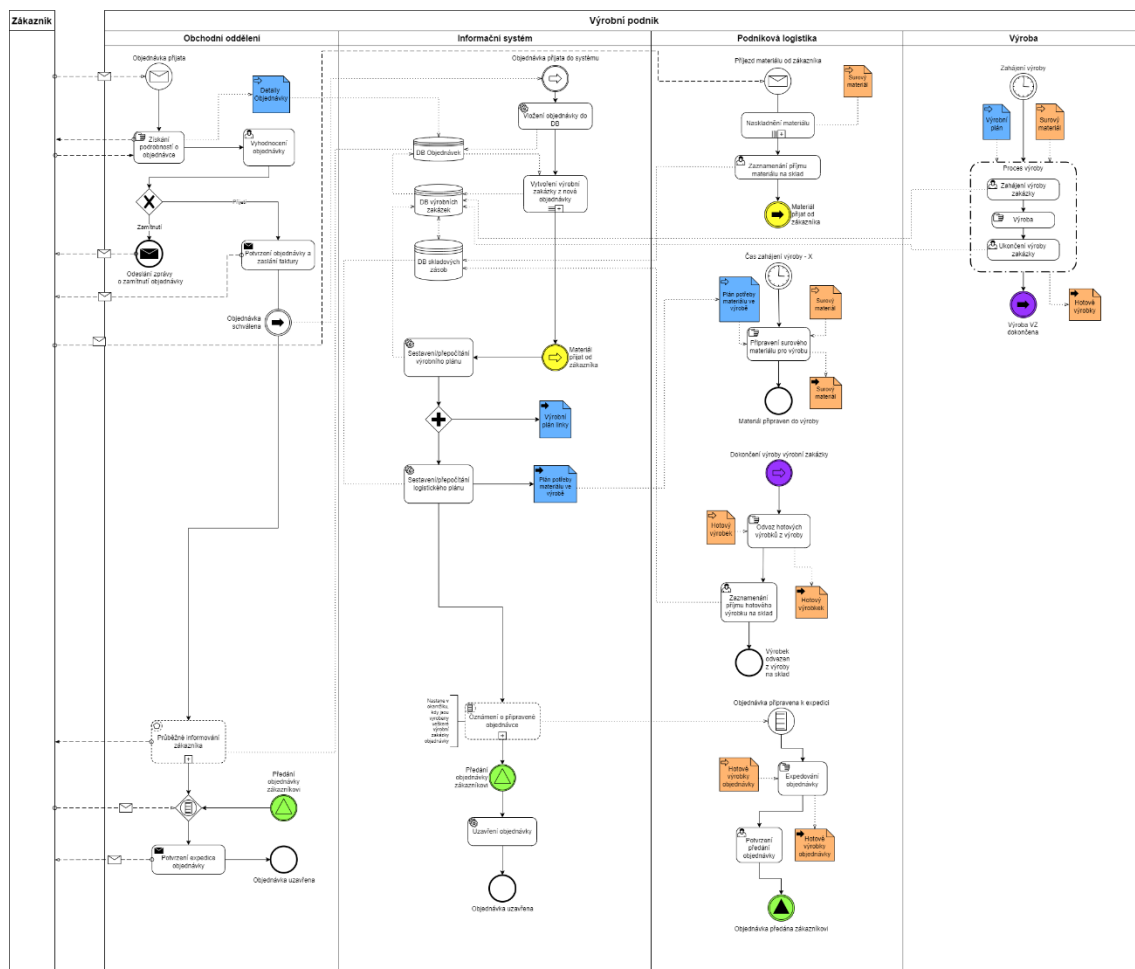
Plná podoba diagramu číslo 3 nerozdělená do jednotlivých sekcí.



Obr. 65: Diagram procesu číslo 3

Příloha D: Diagram procesu číslo 4

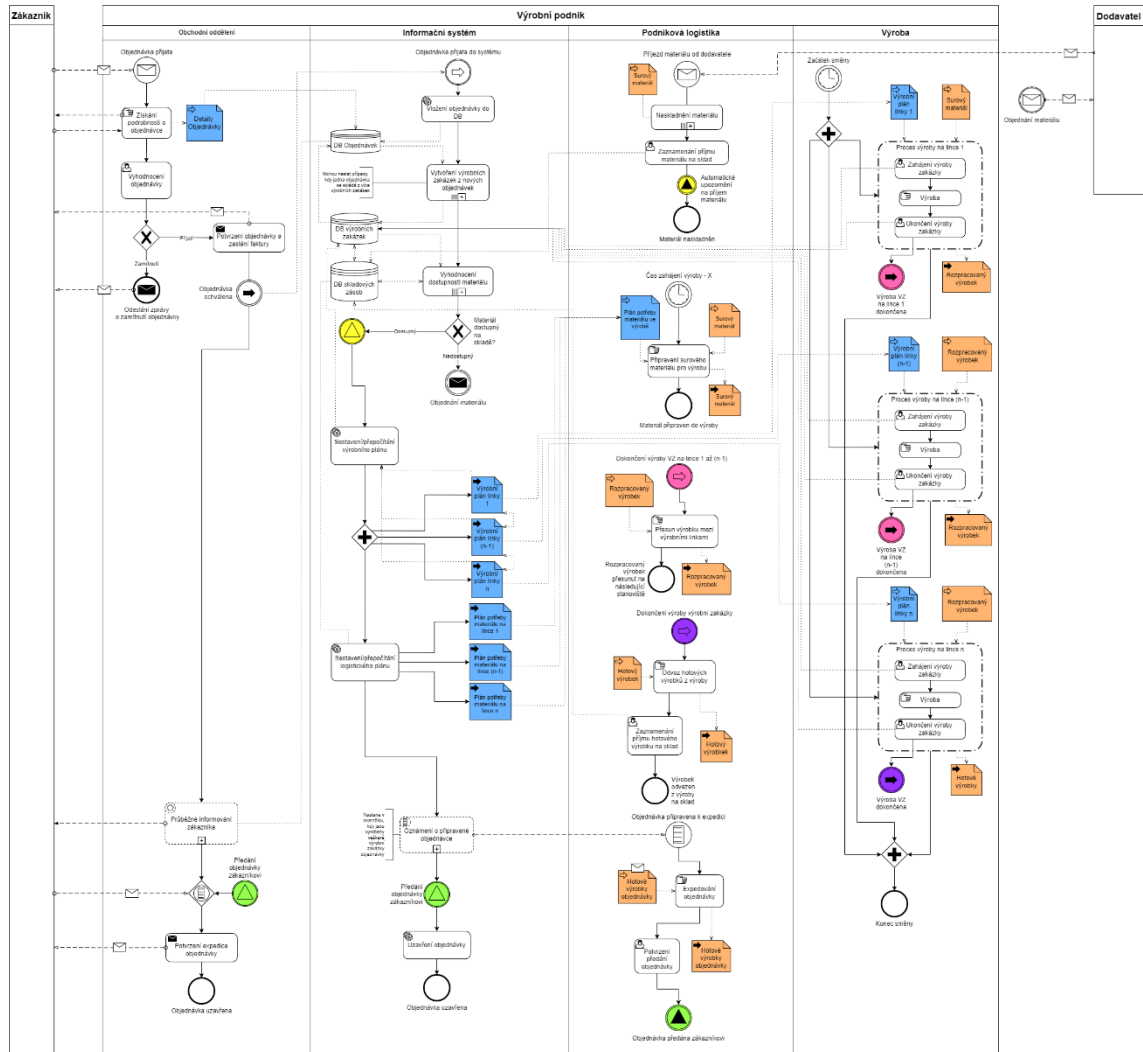
Plná podoba diagramu číslo 4 nerozdělená do jednotlivých sekcí.



Obr. 66: Diagram procesu číslo 4

Příloha E: Diagram procesu číslo 9

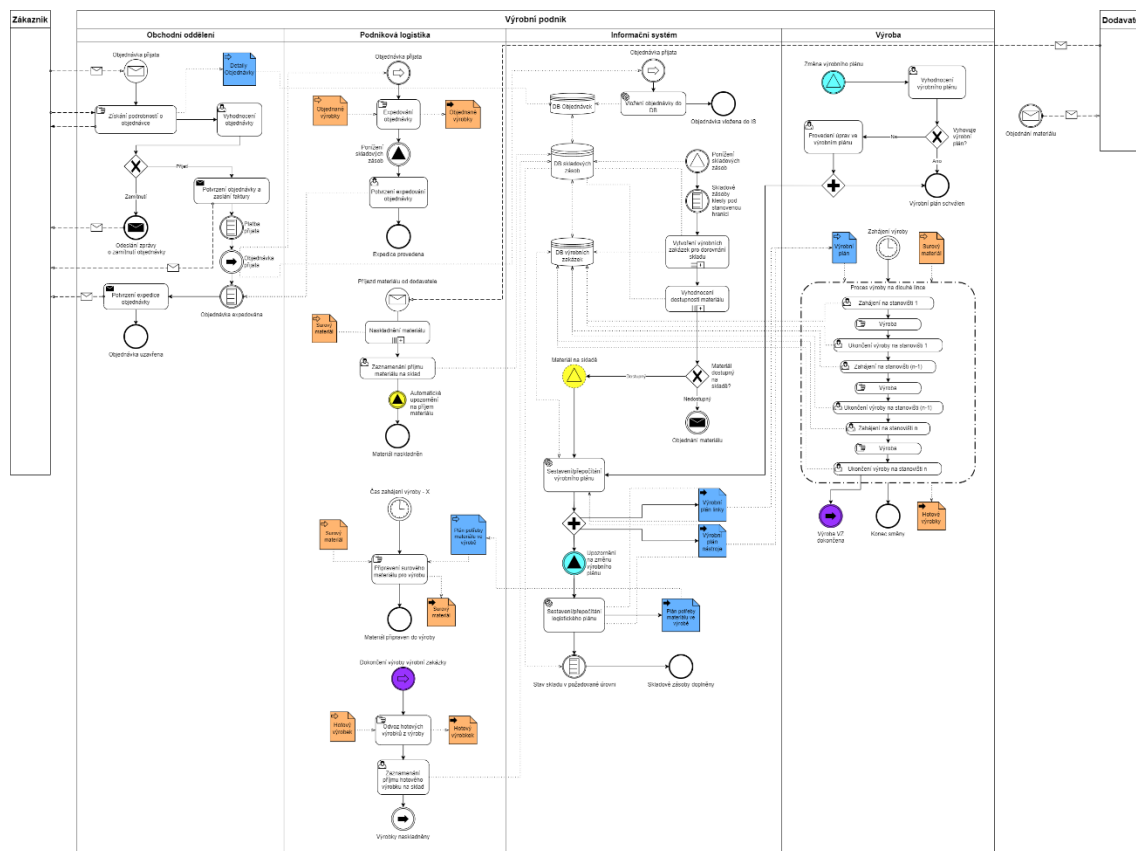
Plná podoba diagramu číslo 9 nerozdělená do jednotlivých sekcí.



Obr. 67: Diagram procesu číslo 9

Příloha F: Diagram procesu číslo 15

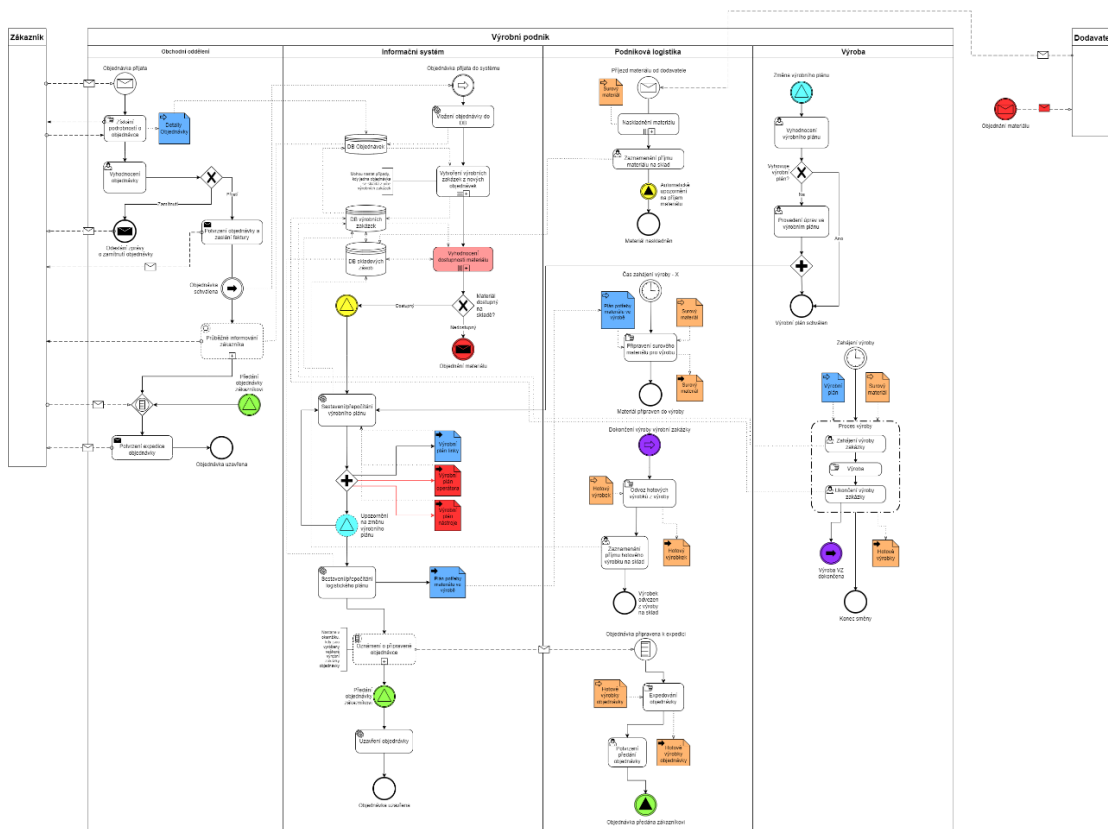
Plná podoba diagramu číslo 15 nerozdělená do jednotlivých sekcí.



Obr. 68: Diagram procesu číslo 15

Příloha G: Proces 3 mapovaný na systém P4

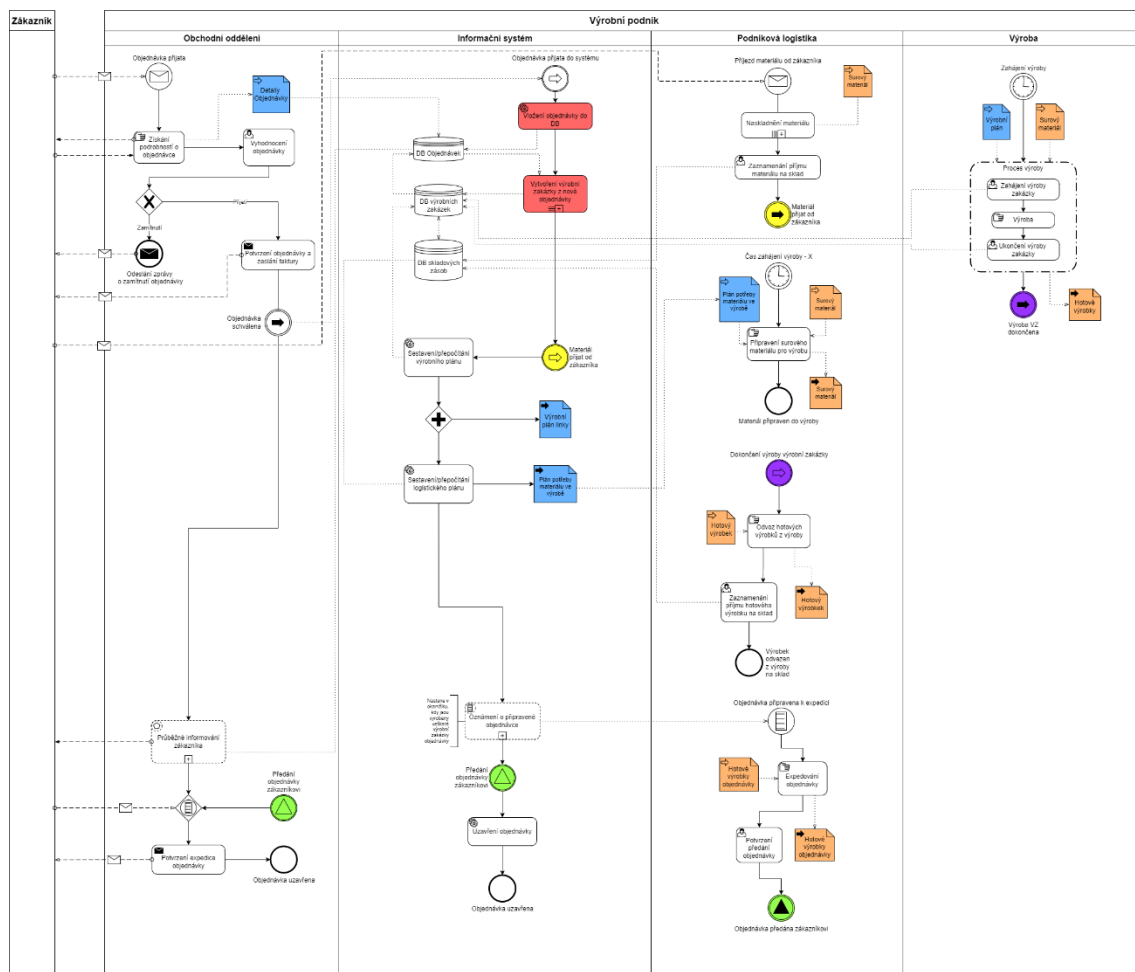
Proces č. 3 s červeně zvýrazněnými úseky, které nejsou součástí softwaru P4.



Obr. 69: Proces č. 3 mapovaný na systém P4

Příloha H: Proces 4 mapovaný na systém P4

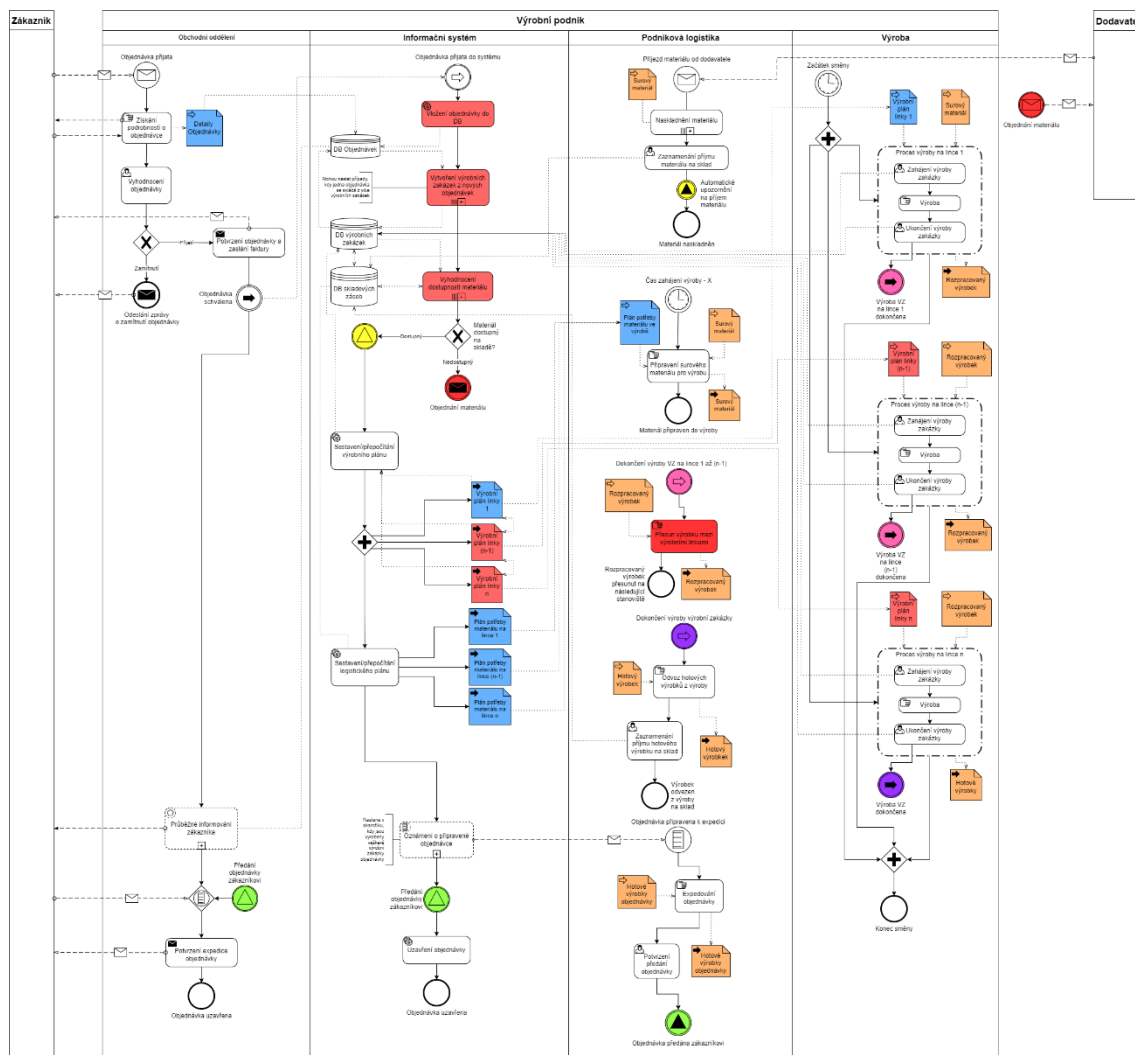
Proces č. 4 s červeně zvýrazněnými úseky, které nejsou součástí softwaru P4.



Obr. 70: Proces č. 4 mapovaný na systém P4

Příloha I: Proces 9 mapovaný na systém P4

Proces č. 9 s červeně zvýrazněnými úseky, které nejsou součástí softwaru P4.



Obr. 71: Proces č. 9 mapovaný na systém P4

