

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Modelování výrobního/logistického
procesu pro implementaci AutoID
technologií**

Diplomová práce



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student	Bc. Michal Vyhlídal, DiS.
studijní program	Logistika
obor	Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Modelování výrobního/logistického procesu pro implementaci AutoID technologií

Cíl práce:

Cílem práce je vytvoření modelu vybraného logistického procesu využívající AutoID technologii.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

- Úvod
- 1. Logistické procesy
- 2. Automatická identifikace
- 3. Modelování a simulace
- 4. Model logistického procesu
- Závěr

Rozsah práce: 50 – 60 normostran textu

Seznam odborné literatury:

Gros, I., Barančík, I., Čuján, Z.: Velká kniha logistiky. VŠCHT Praha, 2018, ISBN 978-80-7080-952-5

Mařík, V.: Průmysl 4.0 - Výzva pro českou republiku. Management Press, 2016, ISBN 978-80-7261-440-0

Firemní dokumentace modelovacího prostředí Vitess / TaraBuilder

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým

Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2018

Datum odevzdání diplomové práce:

11. 5. 2019

Přerov 31. 10. 2018

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s. prorektora pro vzdělání.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 11. 5. 2019

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Dr. Ing. Oldřichu Kodymovi za odborné vedení, trpělivost, ochotu a cenné rady při zpracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu nejen při psaní této diplomové práce, ale i za podporu během svého studia. Především můj dík patří panu Rolandu Havlínovi.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na vytvoření logistického procesu, který využívá AutoID technologii. V první části se zabývám samotným logistickým procesem a jeho dělením. Další část obsahuje rozdělení automatických identifikačních technologií a jejich použití. Praktická část popisuje modelování, simulaci a hlavní informace o programu Witness. V závěrečné části je vytvořen fiktivní podnik pomocí programu Witness, který simuluje logistický proces a navržené experimenty.

Klíčová slova

Witness, výroba, simulace, proces

Annotation

The thesis is focused on creating a logistic that uses AutoID technology. In the first part I deal with the logistic process itself and its division. The next part contains the division of automatic identification technologies and their use. The practical part describes modeling, simulation and main informatic about Witness. In the final part, a fictitious company is created using the Witness program, which simulates the logistic process and the proposed experiments.

Keywords

Witness, production, simulation, process

Obsah

Úvod	9
1 Logistické procesy	10
1.1 Zákaznický servis	10
1.2 Plánování poptávky a prognózování	12
1.3 Řízení zásob	14
1.4 Logistická komunikace	16
1.5 Manipulace s materiálem	16
1.6 Vyřizování objednávek	18
1.7 Balení	19
1.8 Podpora servisu a náhradní díly	21
1.9 Stanovení místa výroby a skladování	22
1.9.1 Výroba	25
1.9.2 Průmysl 4.0	28
2 Automatická identifikace	30
2.1 Čárové kódy	31
2.1.1 Jednodimenzionální čárové kódy	32
2.1.2 Dvojdimenzionální	32
2.1.3 Třidimenzionální čárové kódy	33
2.2 RFID technologie	34
2.3 Biometrická identifikace	36
2.4 Indukční technologie	37
2.5 Magnetická technologie	37
3 Modelování a simulace	38
3.1 Model	38
3.1.1 Typy modelů	39
3.2 Modelování	39
3.2.1 Typy modelování	40
3.2.2 Fáze modelování	41
3.3 Simulace	42

3.4	Vybrané programy pro modelování a simulaci.....	44
4	Model logistického procesu	47
4.1	Dodavatelé	47
4.2	Sklad	49
4.3	Výroba	50
4.4	Zpracování objednávek a příprava zboží k expedici	52
4.5	Expedice.....	53
4.6	Směna.....	53
4.7	Získané hodnoty simulačního programu Witness.....	54
4.8	Experimenty.....	55
Závěr	58

Seznam použitých zdrojů

Seznam zkratk

Seznam tabulek

Seznam grafů

Seznam obrázků

Seznam příloh

Úvod

Cílem diplomové práce je vytvoření logistického procesu využívající technologii AutoID v programu Witness. Významnými přednostmi simulačních programů je pozorování, zjednodušování a efektivita při navrhování a tvorbě různých situací, ať už se jedná o oblasti výroby, dopravy, průmyslu či zdravotnictví. Prostřednictvím simulačního programu Witness mnou vytvořený fiktivní podnik se zaměřuje na logistický proces, který začíná příjezdem dodavatele na sklad, pokračuje dále do výroby a z výroby putuje na sklad hotových výrobků. Ve kterém pracovníci skladu vychystávají zboží pomocí čárového kódu k expedici.

V teoretické části diplomové práce se zaměřuji na vymezení a popsání logistického procesu. V první kapitole jsou charakterizovány základní pojmy, jako je prognózování a plánování, manipulace s materiálem, vyřizování objednávek, apod. V této části je i zahrnuta samotná výroba a vysvětlen pojem Průmysl 4.0, o kterém se v posledních letech hodně hovoří. Teoretická část taktéž vysvětluje automatickou identifikaci, její druhy, způsoby použití, výhody a různé nevýhody.

V praktické části jsou definovány základní pojmy pro modelování a simulaci. Další část popisuje samotné modelování a simulaci, jejich dělení, druhy, průběh simulačního procesu a jeho využití v současné době. V této kapitole jsou také zmíněny i různé simulační programy, na které navazuje program Witness. Ten je umístěn v samostatné příloze, protože obsahuje neveřejné informace.

V závěrečné části je vytvořen model fiktivního podniku prostřednictvím programu Witness. Podnik se zabývá výrobou plastového sortimentu a jeho distribucí až k odběrateli. V této kapitole jsou také navrženy různé experimenty a jejich způsob řešení.

1 Logistické procesy

Nedílnou součástí dodavatelských a logistických systémů je charakterizování souboru činností, prvků, aktivit a funkcí, které jsou realizovány za účelem splnění požadavků zákazníků. Jsou nazývány jako logistické procesy nebo také logistické činnosti. Mimo oblast logistiky většinou stojí technologické operace, které se podílejí na změně složení, tvaru nebo vlastností již zpracovaných materiálových vstupů. Z hlediska logistického a dodavatelského řetězce se jedná o všechny prvky posloupnosti aktivit, které je tvoří. Jednotná klasifikace logistických procesů neexistuje. Může být však stanovena volbou třídícího kritéria, rozsahem použitého stupně jejich dekompozice nebo účelu, pro který je daná klasifikace použita (Gros a kol., 2016). Mezi hlavní logistické procesy patří:

- „*zákaznický servis,*
- *prognózování a plánování poptávky,*
- *řízení stavu zásob,*
- *logistická komunikace,*
- *manipulace s materiálem,*
- *vyřizování objednávek,*
- *balení,*
- *podpora servisu a náhradní díly,*
- *stanovení místa výroby a skladování“ (Málek a Čujan, 2008, s. 15).*

1.1 Zákaznický servis

Zákaznický servis lze popsat jako proces, který probíhá mezi prodávajícím, kupujícím nebo poskytovatelem služeb. Přidaná hodnota je pak výsledkem tohoto procesu, díky tomu zvyšuje hodnotu služby nebo výrobku. Může být krátkodobého nebo dlouhodobého charakteru. Tato přidaná hodnota se mezi jednotlivé účastníky transakce dělí tak, aby každý z účastníků byl na tom lépe po jejím ukončení než před zahájením transakce. Zákaznický servis je hlavním výstupem logistického systému, kde zákazník hodnotí uživatelskou hodnotu, současně úroveň poskytovanou podnikem včetně přínosu času a místa. Úroveň zákaznického servisu je pro podnik zásadní, protože rozhoduje o tom, zdali si udrží stávající zákazníky a získá nové potenciální zákazníky.

Obvykle bývá zákaznický servis v porovnání s dalšími složkami marketingového mixu velmi často opomíjen. Výsledkem pak může být to, že úroveň poskytovaného servisu se přizpůsobuje určitým normám zavedených v dané oblasti, a nikoliv tomu, co zákazníci skutečně požadují. Zároveň přispívá k tomu fakt, že management mnohdy posuzuje zákazníky stejně a nebere v potaz fakt, že různí zákazníci požadují jinou úroveň služeb a typ služeb. Strategie zákaznického servisu se proto musí odvíjet od požadavků jednotlivých zákazníků. Kvůli tomu nemá význam vyrábět dokonalý produkt, který by se dobře prodával a dobře propagoval za vhodnou cenu, když zákazníkovi není příslušný produkt pohotově k dispozici.

Jak již bylo zmíněno výše, zákaznický servis slouží jako výstup logistického systému, kde zákazník posuzuje užitkovou hodnotu a jakou úroveň poskytuje vnitropodnikový útvar. Optimální péče o zákazníka je jedním z faktorů, které vedou k úspěchu každého podniku. Obchodní partner nechce obchod pouze uzavřít, ale chce i něco navíc. Zákazníci současně chtějí, aby se s nimi zacházelo dobře, aby do vzájemné komunikace s dodavatelem nevstupovala lhostejnost či nezájem o jejich potřeby. Dobré vztahy k zákazníkům musí patřit k neoddelitelné součásti strategie každého podniku (Málek a Čujan, 2008). Zákaznický servis se dělí do několika skupin, kterými jsou:

Předprodejní:

- vytvoření systému, který by zajistil on-line komunikaci se stávajícími a potenciálními zákazníky,
- zajištění potřebné flexibility systému pro poskytování služeb,
- výběr vhodné struktury distribučního systému,
- realizace a navrhnutí systému příjmu a zpracování objednávek zákazníků,
- navrhnutí systému kontroly nabízených služeb.

Prodejní:

- vlastní realizace přijatých objednávek a monitoring plnění stavu objednávek,
- rychlé zpracování objednávek,
- lokalizaci zásob,
- informování zákazníků o stavu plnění objednávek,
- využívání vhodného systému plnění přijatých objednávek.

Poprodejní:

- vytvoření pružné funkce systému na vyřizování reklamací a vrácení výrobků,
- dostupnost inženýrských služeb,
- opravy záruční, pozáruční a dodatečné úpravy výrobků,
- zajištění dostatečného počtu náhradních dílů,
- vytvoření dostatečně husté a geograficky vhodné sítě opraven (Gros a kol., 2016).

Různá studie dokázaly, že při volbě dodavatele, zákazníci připisují úrovni poskytovaných služeb velkou důležitost, většinou hned na druhém místě za požadovanými vlastnostmi daného výrobku. Překvapivě až cena bývá méně rozhodující. Úroveň služeb zákazníkům obsahuje několik ukazatelů, které mají zásadní vliv, jak na řízení zásob tak i celého v podniku (Horáková a Kubát, 1999). Mezi tyto ukazatele patří:

- *„ukazatele dostupnosti a úplnosti služeb,*
- *ukazatele rychlosti služeb,*
- *ukazatele pružnosti služeb,*
- *ukazatele spolehlivosti služeb,*
- *ukazatele frekvence služeb,*
- *ukazatele informačního zabezpečení služeb,*
- *ukazatele kvality servisu,*
- *ukazatele vyřizování reklamací“*(Gros a kol., 2016, s. 41).

1.2 Plánování poptávky a prognózování

Plánování poptávky

Tvoří důležitý mezičlánek mezi podnikem, zákazníky a dodavateli, který převádí očekávání zákazníků přímo do potřeb podniku. Jedná se o využití dostupných informací z konečných předpovědí k urychlení toku surovin, materiálů a služeb od dodavatelů. Následně transformaci v podniku na výrobky až po konečného zákazníka. Tato koncepce je známa jako 7S, což znamená správné zboží nebo služba ve správné kvalitě, u správného zákazníka, na správném místě, za správnou cenu ve správném množství a ve správném okamžiku.

V podnikové praxi dochází k problémům v oblasti koordinace marketingových a logistických činností. Například při realizaci různých prodejních akcí organizovaných marketingovým či odbytovým oddělením se dozvídají pracovníci logistiky úplně až na poslední chvíli. Další problém může nastat při hodnocení uplynulého plánovacího období, kdy oddělení marketingu či odbytu je spokojeno se splněním plánů tržeb, avšak pracovníci logistiky a výroby se snaží vyvrátit toto tvrzení tím, že sice došlo ke splnění tržeb, ale bylo nutné vyrábět jiné výrobky a dodávat je jiným zákazníkům, než bylo původně v plánu, což mělo za následek další náklady.

Cílem podnikových procesů je určit co nejpřesněji předpověď na další plánovací období, stanovit a rozhodnout jaké množství výrobků je nutné vyrobit, jak velké množství zásob je třeba uchovávat a jakým způsobem rozvrhnout kapacitu mezi dané výrobky tak, aby došlo k maximalizaci zisku. Proto by měl podnik konečnou předpověď pro jednotlivé výrobky koordinovat na existující objednávky, aktuální stav zásob, přesnou specifikaci reklam a nevyřízené objednávky z minulých období (SystemOnLine, ©2001-2019).

Prognózování

Prognózování budoucího vývoje prostředí slouží jako základ pro tvorbu, strategických cílů, vizí, strategií a je jedním z výchozích předpokladů pro strategické plánování. Dlouhodobé prognózování hodnotí, co se stane v okolním prostředí a jaký dopad může mít na podnik. V praxi se obvykle vypracovávají tři typy prognóz, a to prodeje, vývoje, techniky a lidských zdrojů. Prognóza může být ovlivněna mnoha faktory, např. politickými, makroekonomickými, výrobními či průmyslovými. Jedním z hlavních úkolů podniku při přípravě vstupů je prognózování poptávky. Různé odhady poptávky se realizují během plánovacího cyklu, které slouží jako základ pro stanovování cílů, jak již bylo zmíněno výše. Prognózování se snaží o co nepřesnější a nejpravděpodobnější zachycení budoucnosti.

Nejčastější faktory ovlivňující prognózu:

- cenová úroveň,
- technické prostředí a technologické prostředí,
- zaměstnanost a produktivita,
- politická stabilita státu a současné trendy,
- kontrolní a fiskální politika (Jakubíková, 2013).

1.3 Řízení zásob

Hlavní cíle a poslání logistického managementu, tak i celé logistiky, vychází z požadavků efektivního řízení hmotné stránky materiálového toku. V ekonomice podniku je možné toto odvětví zaznamenat pomocí účetnictví, finančního rozsahu hmotného toku, nákladů, ale i pomocí různých ukazatelů finanční analýzy, rozvahy nebo výkazu zisku a ztrát. Zásoby lze chápat jako neoddělitelnou část výrobních, logistických či obchodních organizací, které takto označují materiál, suroviny, polotovary, nedokončené výrobky, paliva, náradí, náhradní díly a hotové výrobky. Zásoby se mohou projevovat negativním nebo pozitivním způsobem.

Pozitivní vliv zásob:

- řeší časový, kapacitní nebo sortimentní nesoulad mezi výrobou a spotřebou,
- podporují uskutečňování technologických procesů,
- pomáhají krýt nepředvídatelné výkyvy a poruchy.

Negativní vliv zásob:

- váže kapitál,
- spotřebu práce a prostředků,
- ohrožuje platební schopnosti a důvěryhodnost daného podniku,
- znehodnocení nebo nepoužitelnost zásob (Jůrová a kol., 2016).

Řízení zásob je prezentováno jako efektivní hospodaření, zacházení se zásobami a využívání veškerých rezerv, které v této oblasti působí a všech činitelů, kteří mají zásadní vliv na řízení zásob. Hlavním cílem řízení zásob je jejich zabezpečení na požadované úrovni a určitém složení tak, aby byla zajištěna pravidelná nepřerušovaná výroba a pohotovost dodávek odběratelům, přičemž by mělo být dosaženo co nejmenších nákladů. Oblast operativního řízení rozhodování řeší otázky typu, kdy a kolik výrobků objednat pro doplnění dané zásoby. Řízení zásob zároveň obsahuje vedle samotných zásob i další důležité prvky, a to péči o strukturu zásob, jejich efektivní hospodaření, včetně využívání všech dostupných rezerv. Mimo jiné řízení zásob představuje soubor činností, které závisí na prognózování, různých analýzách, plánování, operativních činnostech anebo na kontrolních operacích. Tento soubor činností může být v rámci celku nebo skupin, které vytvářejí předpoklad pro plnění určených cílů s operativním vynaložením nákladů a finančních prostředků v zásobách.

Duhy zásob podle funkce

Funkce jednotlivých zásob má zásadní vliv na způsob jejich řízení. Pomocí tohoto hlediska lze rozeznávat několik níže uvedených skupin, a to rozpojovací zásoby na logistické trase, technologické, strategické a spekulativní.

1. Rozpojovací zásoby - jedna z častých příčin vytváření zásob je rozpojování zásob v materiálovém toku, které probíhá mezi jednotlivými články logistického řetězce nebo dílčími procesy. Rozpojení na výstupu z jednoho procesu od vstupu do dalšího procesu pomocí vložené vyrovnávací zásoby může vést ke dvěma cílům. Prvním z cílů je vyrovnávat časový a množství nesoulad mezi procesy. Druhým cílem je zachycovat a tlumit náhodné výkyvy, poruchy nebo nepravidelnosti. Mezi rozpojovací zásoby patří:

- obratová zásoba – někdy se také používá termín běžná zásoba, která je důsledkem nákupu, výroby či dopravy v dávkách,
- pojistná zásoba – slouží k zachycení náhodných výkyvů na straně vstupu a na straně výstupu,
- vyrovnávací zásoba – používá se k zachycení nepředvídatelných okamžitých výkyvů mezi procesy ve výrobě,
- zásoba pro předzásobení – jejím úkolem je tlumit předvídané větší výkyvy na vstupu či na výstupu.

2. Zásoby na logistické trase – jsou to zásoby materiálů a výrobků, které mají konkrétní určení, opustily výchozí místo, ale doposud nedorazily v logistickém řetězci do cílového místa. Jedná se o tyto zásoby:

- dopravní zásoba – představuje tzv. zboží na cestě,
- zásoba rozpracované výroby – obsahuje materiály a díly, které byly do výroby zadány, ale zatím se však nacházejí ve formě zpracování.

3. Technologické zásoby – do této skupiny zásob patří materiály a výrobky, které před jejich dalším zpracováním nebo expedováním potřebují jistou dobu skladování.

4. Strategické zásoby – úkolem strategických zásob je zabezpečit přežití podniku při nepředvídatelných kalamitách, např. během přírodních katastrof.

5. Spekulativní zásoby – představují specifický druh zásob pro předzásobení, mohou být předmětem řízení zásob (Horáková a Kubát, 1999).

1.4 Logistická komunikace

S přibývajícím významem informačních technologií hraje komunikace důležitou roli. Důraz je kladen na rychlost a kvalitu informačních toků, jelikož se přímo týká faktorů, které mohou závažným způsobem ovlivnit náklady. Informační technologie se ve firmách neuplatňuje pouze při přijímání nebo vyřizování objednávek, ale i v procesu řízení skladů, stavu zásob výrobků, měření výkonu a přepravy. Logistické informační systémy jsou proto považovány za důležitý prvek konkurenčního boje. Jakýkoliv podnik usiluje o snížení doby cyklu realizace objednávky, zvýšení rychlosti reakce a zároveň se snaží zmenšit úroveň zásob v logistickém řetězci. K tomuto účelu slouží logistické technologie jako je např. systém quick response, systém just-in-time nebo systém efficient consumer response. Tyto logistické systémy pracují na kombinaci různých informačních technologií (Drahotský a Řezníček, 2003).

Logistická komunikace v rámci firem a organizací se zaměřuje na tyto vztahy:

- podnik, jeho dodavatele a zákazníky,
- hlavní útvary podniku, např. plánování, výroba, marketing,
- logistické aktivity mezi sebou, např. balení, skladování, apod.,
- aspekty daných logistických aktivit,
- jednotlivé články logistického řetězce (Lambert, Stock a Ellram, 2005).

1.5 Manipulace s materiálem

Jednou ze základních podmínek pro efektivní řízení výrobního procesu a efektivního poskytování služeb je dosažení správného a organizovaného řízení pohybu surovin, materiálu, polotovarů, energií, produktů či informací. Hmotnou stránku tohoto řízení představuje manipulace s materiálem, ta umožňuje řešit prostorový nebo časový nesoulad mezi jednotlivými pracovišti a technologickými operacemi a zabezpečuje plynulost logistických procesů. Jedná se o subsystém logistického systému daného podniku. Manipulace s materiálem tvoří činnosti, do kterých lze zařadit přípravu materiálu, nakládku, překládku, vykládku, skladování, balení a popř. měření či vážení. Z povahy těchto činností je patrné, že jakost nevytvářejí. Je však důležité je realizovat takovým způsobem, aby jakost produktů uchovávaly.

Hlavním cílem manipulace s materiálem je zajištění efektivního pohybu materiálu takovým způsobem, aby byl v požadovaný čas na požadovaném místě v požadovaném množství a v požadované jakosti. V požadované jakosti znamená, že skladované materiály a produkty nebudou poškozeny nebo znehodnoceny. Vliv manipulace na jakost zřetelně ukazuje, že je rozhodujícím faktorem při návrhu logistických systémů. V průběhu realizace manipulačních činností hraje důležitou roli především lidský faktor.

Zajištění jakosti v průběhu manipulačních operací má za úkol vytvořit takový systém opatření, jenž by zamezil zhoršování jakosti během manipulace. Mezi nejdůležitější požadavky, kterých chce každý podnik dosáhnout tak, aby bylo dosaženo toto cíle, patří:

1. Přemístování materiálu:

- zajištění sledovatelnosti a uchování důležitých znaků identifikace při přepravě a přemístování,
- zaznamenání veškerých neshod, které vznikly během přemístování materiálů a jejich následné analyzování pro potřeby návrhů a řešení,
- značení a zachování přepravních tras.

2. Skladování:

- skladování pouze v zastřešených prostorách tak, aby nedošlo ke snížení jakosti či odcizení,
- správně postupovat při manipulaci s materiálem s omezenou životností,
- pravidelně ověřovat stav zásob a jejich podmínky skladování,
- pro neshodné produkty vytvořit separované oblasti,
- plánovat sklady co nejbliže k pracovištím.

3. Balení:

- volba vhodných obalů,
- kontrola nakupovaných obalů,
- ověřování konzervačních prostředků a zajišťování správného způsobu konzervace,
- separace a evidence poškozených obalů,
- zajištění čitelnosti a trvanlivosti identifikace (Nenadál a kol., 2008).

1.6 Vyřizování objednávek

Koncept vyřizování objednávek označuje veškeré operace, které jsou nezbytně nutné k realizaci všech činností mezi odesláním a přijetím dodávky u příjemce. Dodací lhůta je čas mezi podáním a dodáním objednávky, počínaje jejím zaplacením. Celková délka trvání těchto operací u nákupní objednávky se pokládá za pořizovací lhůtu:

- signál o potřebě podniku, vymezení objednaného množství, výběr dodavatele a komunikace s ním,
- zhotovení a doručení objednávky,
- dodací lhůta od dodavatele,
- doprava určitého zboží do skladu,
- příjemka a současně kontrola dodávky,
- uskladnění a následné zaevidování.

Cílem je zajištění optimální pořizovací lhůty, což je jedna ze základních otázek týkající se vyřizování objednávek. Pokud se stane, že dodací lhůta je příliš dlouhá, obvykle dochází ke zhoršování úrovně logistických služeb, prodejního rytmu a příjmu financí. Naopak u příliš krátké pořizovací lhůty vzniká pravděpodobnost výskytu chyb ve vyřizování objednávek. Výhodou však může být vyšší kvalita služeb a menší doba nedoplatků (Lukoszová, 2004).

Další důležitou otázkou týkající se objednávek, je určení její velikosti. Ta může být ovlivněna řadou faktorů, mezi které patří:

- „*velikost potřeby*,
- *disponibilní finanční prostředky*,
- *skladové dispozice*,
- *situace na trhu dodavatelů*,
- *kapacita dopravních zařízení*“ (Málek a Čujan, 2008, s. 72).

Při určování velikosti objednávky mnohdy dochází k tomu, že dodavatel zvažuje, jakou minimální velikost bude ochoten uspokojit, protože za dodávku menšího charakteru se požaduje zvláštní příplatek. Proto je velmi důležité zvážit a současně i určit optimální velikost objednávky (Lukoszová, 2004).

1.7 Balení

Obal může být prostředek nebo soubor prostředků, který chrání výrobek před poškozením nebo ztrátou během přepravy, manipulace a skladování. Obal zároveň spoluvytváří manipulační či přepravní jednotku, nese cenné informace pro identifikaci jeho obsahu, identifikaci odesílatele nebo příjemce, správné volby manipulace a o způsobu uložení při skladování či přepravě, které je třeba navrhnout. Díky svému provedení může často pomáhat prodeji a propagaci podniku (Pernica, 2005).

Funkce obalu

Ochranná – základním cílem obalu je chránit výrobek při jeho cestě od výrobce až k zákazníkovi. K poškození výrobku může dojít na všech stupních logistického řetězce, přičemž nejčastějším zdrojem vzniku škod jsou ložné a manipulační operace.

Manipulační – hraje důležitou roli při snižování manipulačních operací a významným způsobem ovlivňuje manipulační i přepravní náklady.

Informační funkce – udává potřebné údaje pro identifikaci výrobku při přepravě, během zpracování a další informace určené zákazníkovi. Obal musí obsahovat druh materiálu, ze kterého byl vyroben a zároveň musí být v souladu se směrnicemi EU a ČSN (Gros a kol., 2016).

Ekologická – spotřebitelské obaly tvoří velkou část odpadů, kterou produkuje současná společnost. Čím dál častěji se prosazuje nutnost minimalizovat negativní vliv již použitých obalů na životní prostředí. Jako např. pomocí recyklace, vratných obalů nebo prostřednictvím použitých materiálů (Zamazalová a kol., 2010).

Druhy obalů

Spotřebitelský obal – používá se pro jeden výrobek, sadu výrobků nebo pro malý počet výrobků stejného druhu, jenž slouží ke konečné spotřebě. Spotřebitelský obal plní mimo to funkci ochrannou, která oddělením od distribučního obalu, ustupuje do pozadí. Hlavní funkce jsou především prodejní a informační.

Distribuční obal – může být skupinový nebo sdružený, obvykle slouží jako mezičlánek mezi spotřebitelské a přepravní obaly. Nejčastěji se vyskytuje ve formě kartonu nebo smrštitelné folie. Dominující funkcí zaujímá obzvláště funkce ochranná a manipulační.

Přepavní obal – slouží jako vnější obal, který je díky svému provedení snadno přizpůsobitelný při přepravě výrobku. Vnější obal bývá mnohdy vystavován dlouhodobému a opakovanému působení vnějších vlivů, proto musí být jeho konstrukce robustnější, než je tomu u jiných druhů obalů. Přepavní obal může mít podobu bedny, vlnité lepenky nebo kartonu (Sixta a Mačát, 2005).

Vymezená kritéria pro volbu obalu:

- povaha daného výrobku,
- podmínky přepravy,
- vliv prostředí na výrobek (Daněk a Plevný, 2005).

V tabulce č. 1.1 jsou zobrazeny jednotlivé vlastnosti obalových prostředků a materiálů.

Tabulka 1.1: Důležité vlastnosti obalových prostředků a materiálů

Kritéria pro volbu obalu	Rozměry a tvar	Pevnost a udržení zboží: vůči látkám	Propustnost: vůči vnějším vlivům	Povrchová a materiálová úprava
Povaha výrobku	Geometrická forma	Pevným	Potenciální zatížení	Vlhkosti
Vliv prostředí	Velikost	Kapalným	Poškození stěn	Světlu
Požadavky obchodu	Tolerance	Plynným	Proces balení	Mikroorganismům
Podmínky přepravy	Specifická potřeba			Úkonům manipulace

Zdroj: Vlastní zpracování z: Daněk a Plevný, 2005, s. 21-22

Výhody obalů

Zpravidla většina produktů, s výjimkou omezeného množství položek a některých druhů potravin, se distribuuje v nejrůznějších obalech. Ve všech případech je obal opodstatněnou úsporou nákladů a přijatelným výnosem, který nahrazuje nebo převyšuje dodatečné náklady. Tyto přednosti se nejvíce projevují formou úspor v dopravě nebo ve skladování. Mezi výhody spojené s obaly produktu patří:

- usnadňují manipulační a skladovací operace,
- podporují prodej, mohou být použity jako reklamní a informační sdělení,
- chrání produkt před poškozením, ztrátou, klimatickými vlivy, apod.,
- mění hustotu daného produktu,
- mohou být uzpůsobeny k opětovnému použití (Štůsek, 2007).

1.8 Podpora servisu a náhradní díly

Servisní logistika

Servisní logistika patří do managementu údržby. Své uplatnění nachází v řízení informačních a materiálových toků v procesech údržby, a to především u řízení toků náhradních dílů. Úroveň servisní logistiky řeší pro daný výrobek několik otázek, kterými jsou:

- jestli je k dispozici proškolený údržbářský, opravářský a diagnostický personál,
- jestli je vytvořen nejen systém údržby, ale i oprav a diagnostiky,
- jestli je k dispozici síť servisů, které disponují náhradním materiálem nebo díly,
- jestli je vyhotovena technická dokumentace,
- jestli jsou k dispozici diagnostické a zkušební zařízení.

Pomocí výše uvedených otázek lze získat systematický náhled na problematiku servisní logistiky, kde hlavním cílem takto orientované služby je minimalizovat rizika údržby. K dosažení tohoto cíle je proto nutné přijatelným způsobem vytvořit a navrhnout systém údržby z organizačního hlediska, jeho řízení, plánování a dokumentace.

Náhradní díly

Jako samostatný prvek v distribučním řetězci jsou náhradní díly. Cena náhradních dílů obvykle bývá vyšší než cena stejného dílu zabudovaného do stroje. Zároveň se liší podle toho, zdali se jedná o záruční či pozáruční opravu nebo rovnou o přímý prodej konečnému zákazníkovi. V servisním útvaru chybějící náhradní díl vyvolává prostoje, prodlužuje celkovou dobu opravy, zvyšuje náklady a navíc nutí k mimořádným logistickým opatřením. Téměř většina položek s náhradními díly je uskladňována ve skladu výrobce nebo u centrálního dealera, pouze část ekonomicky zdůvodněných položek je umístěna do skladů servisních útvarů.

Logistika náhradních dílů má v podniku spíše doplňkový charakter, avšak v posledních letech její význam stále roste, neboť kvalitní a rychlý servis je pro výrobce jednou z konkurenčních výhod a pro zákazníka tvoří tzv. přidanou hodnotu. Je třeba brát v úvahu, že selhání produktu je vždycky spojeno s určitou chybou. Z tohoto důvodu mnoho podniků klade stále větší pozornost problematice náhradních dílů (TUKE, ©2019).

1.9 Stanovení místa výroby a skladování

Na daném území se nachází určitý počet skladů odběratelů. Tito odběratelé mají být zásobováni jednotlivými materiály ze skladové sítě, ze které se hledá optimální struktura. Pro umístění skladů jsou předem vytipovány některé lokality pro jejich vhodné umístění. Mimo to se také musí počítat s možností využití již existujících skladů. Jedním z požadavků je, aby každý odběratel byl zásobován z jediného skladu, tedy všemi druhy sortimentu. Cílem je proto najít optimální počet rozmístění skladů a přiřadit je k jednotlivým odběratelům (Pernica, 2005).

Strategie umístění výrobních a závodních skladů

Podnik si dává za cíl strategicky rozmístit své skladovací zařízení na vhodnou lokalitu, co nejbližší svým budoucím potencionálním zákazníkům. Pro výběr vhodné lokality skladu je možné přistupovat ze dvou pohledů, a to z makropohledu nebo z mikropohledu. Makropohled se zaměřuje na problematiku geografického umístění skladů v rámci celé oblasti tak, aby bylo dosaženo lepšího zajištění všech dostupných zdrojů podniku a lepší tržní nabídky. Naproti tomu mikropohled zjišťuje faktory, které jsou důležité při volbě dané lokality v rámci velkých geografických oblastí.

A. Z makropohledu

Sklady umístěné návaznosti na trh

Sklady orientované na trh jsou často umístovány co nejbližší ke svým konečným zákazníkům. Díky této strategii je možné maximalizovat úroveň zákaznického servisu a zároveň dosahovat úspor během přepravy zboží od dodavatelů nebo od výrobního závodu až do jednotlivých skladovacích zařízení. Faktory, které ovlivňují umístění skladů v návaznosti na trh, jsou přepravní náklady, velikost objednávek, doba cyklu objednávk, dostupnost místní přepravy.

Sklady umístěné návaznosti na výrobu

Sklady orientované na výrobu jsou umístovány přímo do blízkosti výrobních zařízení a dodávek zdrojů. Tyto sklady neposkytují stejnou úroveň jako sklady orientované na trh, slouží zejména jako místo ke sdružování či kompletaci různých výrobků od dodavatelů. Mezi hlavní faktory, které mají vliv na umístění skladu návaznosti na výrobu, patří kazitelnost surovin, přepravní sazby během konsolidace zásilek a sortiment výrobků objednávaný zákazníky.

Sklady mezi výrobou a spotřebou

Sklady jsou umístovány uprostřed, a to mezi výrobcem a konečným spotřebitelem. V tomto případě je úroveň zákaznického servisu o něco vyšší, než tomu bylo u skladování umístěné návaznosti na výrobu, ale nižší jak u skladování návaznosti na trh. Tato strategie se nejčastěji volí v případě, pokud podniky vyrábí různý sortiment výrobků v několika lokalitách a zároveň chtějí zajistit vyšší úroveň zákaznického servisu. (Lambert, Stock a Ellram, 2005). Výrobě bude věnována větší pozornost v následující kapitole, protože je stěžejním tématem diplomové práce.

Von Thünenův model

Je určen pro výrobní závody s ohledem na dosažení minimalizace dopravních nákladů a maximalizace zisku pro výrobce. Předpokládá se, že výrobní náklady a tržní ceny jsou shodné pro každé výrobní místo.

Weberův model

Výrobní závod je umístěn s ohledem na minimalizaci nákladů na přepravu surovin a nákladu, na přepravu hotových výrobků zákazníkům nebo odběratelům. Model rozlišuje vliv charakteru surovin na dopravní náklady.

Hooverův model

Kapacity jsou umístěny s ohledem na náklady a poptávku s důrazem na minimalizaci nákladů. Bere se v úvahu nelineární vztah mezi dopravními sazbami a přepravní vzdáleností a to takovým způsobem, kdy se s rostoucí vzdáleností sazby zvyšují pomaleji. Při velké vzdálenosti je vhodné umístit sklad na začátek nebo na konec distribuce nikoli však doprostřed distribuce.

Greenhutův model

Kapacity jsou umístěny s ohledem i na faktory specifické pro podnik, může se jednat např. o prostředí či bezpečnost.

Kindelbergerův model

Umísťuje kapacity směrem na poptávku a nabídku v mezinárodním obchodu při vlivu nákladu na dopravu. Tato strategie vychází z úvahy o ceně produktu v dílčí rovnováze bez nákladů nad dopravu (Pernica, 2005).

B. Z mikro pohledu

Při volbě rozmístění skladu z mikropohledu je nezbytně nutné, aby podnik znal a zkoumal několik důležitých faktorů, ať už se jedná o soukromé skladovací zařízení nebo veřejné skladovací zařízení. Proto musí brát i v potaz tyto následující faktory:

Faktory při volbě umístění soukromého skladovacího zařízení:

- cena dostupné pracovní síly,
- kvalita a výběr dopravců, kteří ve stanovené lokalitě působí,
- kvalita a počet pracovních sil,
- cena a kvalita pozemků pro stavbu,
- zákony, nařízení, vyhlášky a předpisy,
- náklady na stavbu skladu,
- náklady, které plynou z dostupnosti infrastruktury.

Faktory při volbě umístění veřejného skladovacího zařízení:

- *„charakteristiky skladovacího zařízení,*
- *poskytované skladovací a jiné služby,*
- *dostupnost lokálních rozvážkových služeb,*
- *další podniky, které veřejný sklad využívají,*
- *dostupnost a blízkost terminálu dopravců“.*

Volba správného umístění skladu se dá označit jako interaktivní proces. Na jedné straně může být buď formalizovaný, nebo neformální. Tento proces může probíhat centralizovaně i decentralizovaně či kombinací těchto způsobů. Pro management je však důležité, aby se při volbě o umístění skladových zařízení řídil určitým logickým postupem, který bude uchycovat všechny důležité faktory.

Průběh rozhodovacího procesu o optimálním rozmístění skladovacích zařízení podniku může výrazným způsobem ovlivnit i mnoho dalších nekvantitativních nebo politických faktorů (Lambert, Stock a Ellram, 2005, s. 293-294).

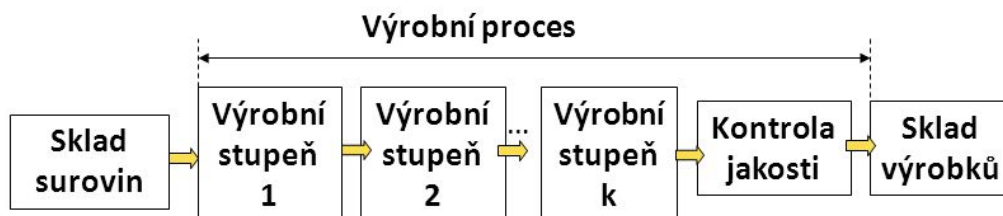
1.9.1 Výroba

Výroba je realizovaná v prostředí výrobních procesů, na jejíž tvorbě se podílí soubor technologických a logistických operací. Realizace a optimalizace je nutná pro výrobu určitého výrobku v požadovaném množství, kvalitě, termínu a požadovaných nákladech.

Součástí technologického procesu jsou jednotlivé technologické operace, mezi které patří např. frézování, vrtání, obrábění, leštění, apod. Mimo tyto operace je současně nutné provést i řadu logistických operací ve výrobě. Jsou to činnosti jako doprava mezi úseky, halami, operacemi a skladováním již hotových výrobků nebo materiálů mezi výrobními operacemi (Gros a kol., 2016).

Konkrétně obr. č. 1.1 znázorňuje výrobní proces, který začíná vstupem surovin, dílů a komponentů do první výrobní operace a končí předáním hotového výrobku po kontrole na sklad výrobků (SlidePlayer, ©2019).

Obrázek 1.1: Výrobní proces



Zdroj: Gros a kol, 2016, s. 123

Výrobní procesy jsou uskutečňovány pomocí strojů a zařízení sestavených do výrobních linek, které tvoří stěžejní strukturu výrobních systémů. Nedílnou součástí těchto systémů jsou zpracované suroviny, materiál, polotovary a samozřejmě i lidé. Pro potřeby řízení je nezbytně nutná vhodná dekompozice výrobních systémů na další dílčí části. U mnoha výrob se odlišují výrobní stupně a úseky, které pomáhají vymezovat část výrobního procesu počtem operací, realizovaným počtem pracovníků na jednom či více pracovištích. Na pracovištích nebo na výrobních stupních jsou uskutečňovány výrobní operace, které jsou ještě členěny na dílčí úkony, eventuálně pohyby při zjišťování efektivních pracovních postupů. Výrobní proces lze sledovat

ze dvou pohledů, jak časového tak i věcného. Z hlediska uskutečnění nezbytných operací, samotný výrobní proces začíná v okamžiku, kdy materiál vstoupí do počáteční operace a končí předáním hotového výrobku na sklad hotových výrobků.

Klasifikace výrobních procesů

Mechanicko-technologické procesy – využívají mechanické a fyzikální operace. Výsledkem těchto operací je změna tvaru zpracovaného materiálu. Změna v tvaru může v určitých případech být doprovázena dokonce i získáním zcela nových vlastností např. mikrovlákna nebo nanomateriály.

Chemicko-technologické procesy – využívají chemických reakcí, které vedou ke změně složení zpracovaných surovin a výrobě úplně jiných materiálů, s novými vlastnostmi a jiným složením. Typickým příkladem jsou plasty.

Biochemické procesy – dosahují podobných výsledku jako chemicko-technologické procesy. Na rozdíl od nich využívají mikroorganismů.

Energetické procesy – zaměřující se na výrobu energie. Do této skupiny procesů současně patří i technologické procesy jaderné.

Výrobní procesy bývají velmi často kombinací těchto uvedených typů. Technologie, která je používána ve zmíněných procesech má výrazný vliv na celou strukturu materiálových toků. K rozeznání typu výrobních procesů dle převažující struktury se využívá tzv. AVT analýza.

Výrobní proces typu A – je typický tím, že z velkého množství materiálů nebo dílů vyrobených v prvním stupni jsou v následujícím stupni zhotovovány komponenty, které jsou postupně montovány až po finální montáž, z čehož vzejde hotový výrobek. Výrobní proces tohoto typu je charakteristický pro výrobu automobilů nebo v potravinářském průmyslu pro výrobu směsných produktů.

Výrobní proces typu V – je proces, ve kterém se materiálový tok postupně rozděluje až do posledního fáze, kde se z počáteční suroviny získá široká paleta výrobků. Typickým příkladem je zpracování ropy, uhlí nebo směsných rudných surovin. V potravinářství může jít např. o zpracování masa či mléka.

Výrobní proces typu T – je charakteristický jednoduchou strukturou materiálového toku. Výsledkem tohoto procesu je široká škála různých variant z obvykle stejného základu např. kancelářský nábytek (Gros a kol., 2016).

Druhy výroby

Jak již bylo zmíněno výše, výroba je proces, ve kterém dochází přetváření určitých surovin a zdrojů na požadovaný výrobek. Efektivní řízení těchto surovin a zdrojů je možné chápat jako jednu ze základních funkcí plánování v oblasti výroby. Samotný proces výroby lze kvalifikovat podle několika kritérií. Například podle vztahu k odbytu, kde se rozlišuje, zdali se jedná o zákaznickou výrobu nebo výrobu pro trh, dalším příkladem může být rozdělení podle spojitosti výrobního toku a podle časové spojitosti. Výrobu lze mimo jiné také kvalifikovat podle četnosti opakování výrobků (SystemOnLine ©2001-2019).

Kusová výroba – výrobky jsou zhotovovány po kusech nebo v malých množstvích na základě individuální zákaznické zakázky. Výrobní zařízení je charakterizováno vysokým stupněm flexibility. Hlavním problémem kusové výroby je, že se vyznačuje pouze malou možností předpovědi požadavků zákazníka a zároveň dlouhou dodací lhůtou, jestliže nejsou na skladě k dispozici díly či sestavy.

Sériová výroba – podle velikosti může být malosériová, středněsériová a velkosériová. Připravené výrobní zařízení zhotovuje pouze omezený počet totožných výrobků. Problém může nastat u výrobních zařízení během seřizování na novou sérii. V tomto případě se plánování zaměřuje zejména na výrobní dávky, velikosti zakázky, termín dodávky a v poslední řadě zásoby v meziskladech.

Hromadná výroba – vyznačuje se výrobou jednoho výrobku v masové míře. Zpravidla se jedná o výrobu s vysokým stupněm automatické a mechanizace. Jednotlivé výrobní faktory jsou specializované.

Druhovú výroba – je speciálním druhem hromadné výroby, vyrábí se zde několik variant jednoho hromadně vyráběného výrobku. Jednotlivé varianty se od sebe liší svým provedením, co se týká např. kvality nebo tvaru. Řízení výroby se orientuje zejména velikostí zakázek a pořadím jednotlivých druhů (Tomek a Vávrová, 2007).

1.9.2 Průmysl 4.0

Samotný pojem Průmysl 4.0 nese svůj název podle čtvrté průmyslové revoluce, která v současnosti právě probíhá. Koncept byl představen před pár lety v Německém Hannoveru. (Siemens, ©1996-2019).

Základní charakteristikou Průmyslu 4.0 je, že přeměňuje výrobu ze samostatných průmyslových jednotek na plně integrovaná zároveň průběžně optimalizovaná a automatizovaná výrobní prostředí. Podle konceptu průmyslu 4.0 vzniknou nové globální sítě, které jsou založené na propojení výrobních zařízení přímo do kyberneticko-fyzikálních systémů, označené jako CPS (Cyber-Physical Systems), ty budou jedním ze základních stavebních prvků pro tzv. inteligentní továrny. Současně CPS budou moci samostatně vyměňovat různé informace anebo vyvolávat potřebné akce v reakci na stávající podmínky. Stroje, zařízení, senzory a IT systémy budou propojeny v rámci hodnotového řetězce. (Mařík, 2016) Jedná se o takový řetězec, který rozčleňuje podnik do jeho významných strategických činností. (Sedláčková a Buchta 2006) Tímto způsobem propojené CPS pomocí komunikačních protokolů na základě internetu budou reagovat a analyzovat data, aby mohly předpovědět případné nedostatky, chyby či poruchy, konfigurovat samy sebe a přizpůsobovat se změněným okolnostem v reálném čase. V takovýchto továrnách se budou vytvářet inteligentní produkty. Tyto produkty bude možno snadno identifikovat, lokalizovat, bude známa jejich historie, současný stav, ale i alternativní cesty, které vedou ke vzniku hotového výrobku. Vertikální výrobní procesy budou propojeny horizontálně, a to v rámci firemních systémů. Samotný výrobní proces bude trvale optimalizován a zároveň bude moci reagovat na nepředvídatelné události, jako je např. porucha výrobního zařízení.

Koncept Průmyslu 4.0 také ovlivní i odvětví služeb. Technologie velký dat a samotného internetu představují hlavní příležitosti pro inovace a vývoj nových forem péče o zákazníka. Tradiční odvětví nezůstávají však stranou, kde lze pozorovat pokračující nasazení senzorů a různých aplikací, které poskytují inteligentní funkce výrobkům. V oblasti inteligentních továren se to nejvíce může týkat individualizace hromadné výroby nebo prediktivní údržby výrobních zařízení.

Technologické předpoklady

Obchodní, výrobní a ekonomické celky chápou Průmysl 4.0. ze systémového pohledu jako složité distribuované systémy, které vznikly za pomoci inteligentních integrací jednotlivých a samostatně operujících částí. Tato integrace je zajištěna zejména vhodnou komunikací, koordinací činností a spoluprací mezi autonomními subsystémy.

Průmysl 4.0 je rozhodujícím aspektem při řešení koncepčních projektů. Autonomní jednotkou v rámci komplexního výrobního systému netvoří pouze výrobní stroje a zařízení, výrobní desky, ale i vozíky, pásy, roboti, zejména však výrobky a dávky vstupního materiálu. Součástí výrobního systému jsou také lidé.

Předpokládá se, že všechny tyto autonomní jednotky budou moci spolu neustále vzájemně komunikovat a spolupracovat. Z tohoto důvodu vzniká představa o propojení dvou světů na jedné straně reálných fyzických objektů, ať už se jedná o roboty, stroje a zařízení nebo lidi. Zatímco na druhé straně světa virtuálního, kde bude každá fyzická jednotka ve virtuální podobě reprezentována a její chování bude simulováno softwarovým modulem (Mařík, 2016).

2 Automatická identifikace

Automatická identifikace pronikla do nejrůznějších oborů lidské činnosti od potravinářství přes výrobu a průmysl, služby, maloobchody, velkosklady, dopravu, zkrátka tam, kde je nezbytné použít určitou míru přizpůsobivosti a pořádku. Díky rozvoji informačních technologií neustále roste využívání automatické identifikace, která pomáhá jednak k časové úspoře, ale i k odbourávání zdoluhavého manuálního zpracování dat a zároveň k snižování selhání lidského faktoru. Systémy automatické identifikace se podílejí na tvorbě, sběru, zvyšování přesnosti, zpracování dat a informací.

Hlavní prvky automatické identifikace:

- snímač – zajišťuje načítání identifikačního kódu a transformaci,
- nosič kódu – umožňuje čtení kódu a zároveň jej i zabezpečuje,
- programová jednotka – umožňuje uložení kódu do nosiče dat,
- vyhodnocovací jednotka – slouží k transformaci kódu do tvaru, který je vhodný pro uživatele.

Technologie používané v automatické identifikaci:

- „optické (čárové kódy),
- radiofrekvenční,
- indukivní,
- magnetické,
- biometrické“ (Dlprofi, ©1997-2019).

Jak již bylo zmíněno výše, samotný systém automatické identifikace se skládá ze snímače, který je připevněn za pomoci štítku na cílovém objektu, nosiče kódu, vyhodnocovací a programové jednotky, včetně softwaru a komunikační infrastruktury. Tato technologie slouží k rychlému zjištění informací o druhu, ceně, hmotnosti nebo poloze produktu. Automatická identifikace v logistických procesech přispívá ke zvýšení kvality zákaznických služeb ve formě zvýšení přesnosti objednávek, sledování stavu a pohybu zásilky a zvýšení bezpečnosti zboží. Cílem automatické identifikace je tedy zabezpečovat, zaznamenávat a zajišťovat nezkreslené informace v logistickém řetězci v reálném čase (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

2.1 Čárové kódy

S čárovými kódy přichází člověk do styku každý den, ať už se jedná o poštovní zásilky, obaly na zboží nebo různé odvětví průmyslu či dopravy (Automa, ©2016). Jsou tvořeny posloupností čar a mezer, které mají různou šířku a tloušťku. Čárové kódy jsou jedny z nejpoužívanějších a zároveň nejlevnějších způsobů při značení pasivních prvků určených pro automatickou identifikaci pracujících na optickém principu (Sixta a Mačát, 2005). Optický princip pracuje na snímání kódu, z daného objektu prostřednictvím odrazu světla z kódu na čtecí zařízení. Následně dojde k přenosu kódu, do digitální podoby, která jej poté přiřadí k danému kódu podle znaků v databázi.

Výhody:

- rychlost,
- přesnost během sběru dat,
- nízká cena,
- využití v různých odvětvích,
- bezpečnost.

Nevýhody:

- poměrně malá čtecí vzdálenost,
- nutná viditelnost během snímání.

Podle dimenzionality:

- jednodimenzionální – kód má pouze jednu řadu,
- dvojdimenzionální – kód je tvořen více řadami,
- třídimeznionální – součástí kódu je třetí rozměr.

Podle diskretnosti:

- diskretní – znaky v kódu mají mezi sebou oddělovací mezeru,
- spojité – skládá se ze znaků a oddělovacích mezer.

Podle délky čárového kódu:

- fixní – je pevně stanovená délka kódu,
- proměnlivá – délka kódu není pevně stanovena.

Podle směru čtení:

- jednosměrný – kód je možné přečíst jedním směrem,
- vícesměrný – kód lze číst i více směry (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

2.1.1 Jednodimenzionální čárové kódy

Patří mezi nejčastější formu čárového kódu, se kterým se lze v praxi setkat. V Evropě se jako jednodimenzionální kód nejčastěji používá EAN-13 nebo EAN-8 na malé výrobky. Naproti tomu v USA je nejvíce používá čárový kód UPC-A a UPC-E.

EAN-13

Je nejrozšířenější čárový kód pro označování různého druhu zboží (Automa, ©2016). Strukturu EAN-13 kódu tvoří třináctimístné číslo, kde první tři číslice označují zemi původu, následující čtyři číslice označují výrobce, dalších pět číslic konkrétní výrobek a poslední číslice slouží jako kontrolní (Sixta a Mačát, 2005). Ta kontroluje, zda je kód úplný a nepoškozený (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

2.1.2 Dvojdimenzionální

Dvojdimenzionální čárové kódy jsou kombinací jednodimenzionálních čárových kódů s mnohonásobně větší kapacitou pro informační obsah dané zprávy. Díky tomu mohou řešit úkoly, u kterých není možné nebo není vhodné použití připojení k databázovému serveru. Nejčastěji se používají ve zdravotnictví, při značení zboží na montážních linkách a v dopravě. Dvojdimenzionální čárové kódy jsou:

Skládané – mohou být také označeny jako víceřádkové, ty jsou složeny z několika 1D složek tak, aby byl výsledkem 2D čárový kód. Patří zde např. PDF-417 nebo CODE 49.

Maticové – jsou zpravidla tvořeny skupinami, které bývají nejčastěji čtvercového tvaru, sestavených do matice. Maticové čárové kódy jsou QR Code, Data Matrix a Aztec Code. Tyto maticové čárové kódy znázorňuje obrázek č. 2.1 (Automa, ©2016).

Obrázek 2.1: Maticové čárové kódy



Zdroj: ResearchGate, ©2019

PDF-417

Čárový kód PDF-417 nese označení Portable Data File. Jeho způsob kódování znamená, že jednotlivá výchozí data jsou kódována na základě 17 modulů, přičemž každý znak je složen ze čtyř čar a čtyř mezer, který odpovídá minimálně jednomu nebo maximálně šesti modulu (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012). Obvykle se tento typ čárového kódu používá na poštovní zásilky, úřední formuláře či identifikační karty.

QR Code

QR Code neboli Quick Response Code. Patří mezi jedny z nejvíce používané 2D čárové kódy. Má tři identifikovatelné čtverce, které jsou soustředěny ve třech vrcholech. Jednotlivé značky kódu jsou odděleny, aby došlo k jejich zvýraznění (Automa, ©2016). Stále častěji se QR Code vyskytuje v marketingu, v mobilních telefonech nebo na obchodních vizitkách a uplatňuje se velmi často v automobilovém průmyslu.

Data Matrix

Jedná se o alfanumerický kód, díky kterému je možné na malém prostoru uložit velkou kapacitu dat. U tohoto čárového kódu je jeho největší výhodou distribuce dat v prostu, jenž umožňuje přečíst kód v případě, kdy došlo k jeho částečnému porušení. Nejčastěji se lze s Data Matrix setkat v elektrotechnickém průmyslu.

Aztec Code

Skládá se z tmavých a světlých čtverců, které spoluvytváří datové moduly umístěné ve čtvercové mříži se čtvercovým rozhraním modulu uprostřed. Díky této struktuře lze snadněji čárový kód detekovat. V současnosti nachází své využití např. u mobilních telefonů, v dopravě či označování malých produktů.

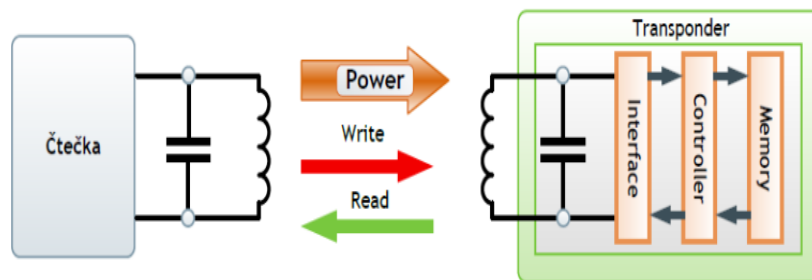
2.1.3 Třídímní čárové kódy

Jedna z velkých nevýhod jak u jednodímní, ale i dvojdímní čárových kódů je, že dochází k častému poškození kódu během manipulace, a to nejčastěji ve výrobních procesech. Především z tohoto důvodu došlo k vytvoření třídímní čárových kódů. Tyto čárové kódy jsou přímo vypalovány nebo vyleptávány na daný produkt či mohou být přímo lisovány na krabice. Jejich nesporná výhodou spočívá ve vyšší přesnosti, zejména v prašném prostředí (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

2.2 RFID technologie

Radiofrekvenční identifikace zkráceně RFID, složí jako bezdotykový automatický identifikační systém, ať už k přenosu nebo ukládání dat za pomoci elektromagnetických vln. RFID je vybavena čipem nebo také někdy nazývaný jako tag a anténou, pomocí které dochází výměně dat, tyto příslušné komponenty jsou základem pro přenos a ukládání informací. Další součástí je tzv. reader, který slouží jako čtecí zařízení. Stejně jako u čárového kódu, tak u RFID se jednotlivé informace zaznamenávají na nosič dat (transponder), ten je upevněn na zboží, balíky nebo na jiné pozorované předměty (Sixta a Mačát, 2005). Celé základní schéma komunikace v RFID zobrazuje obrázek č. 2.2 (Access server).

Obrázek 2.2: Komunikace v RFID



Zdroj: Access server

Na základě způsobu přenosu a napájení přenosové soustavy se čipy dělí:

Pasivní čipy

Jsou konstruovány bez vlastního zdroje napájení. Signál ze čtečky, jenž zajišťuje napájení soustavy je zaslán integrovanou soustavou, ta umožňuje zaslání odpovědi. U pasivních čipů anténa současně načítá a odesílá signál, celé zařízení obsahuje stále údaje, které jsou zapsané do paměti čipu. Vzhledem ke své nízké ceně a malým rozměrům patří mezi nejčastěji využívané čipy.

Aktivní čipy

Mají vlastní zdroj napájení, pomocí kterého je zajišťováno napájení celkového systémového přesunu informací a vysílače. Pomocí vysílače pak čtečka navazuje kontakt s čipem, čímž zabezpečují vzájemnou výměnu potřebných informací. Jednotlivé informace na čipu lze snadno aktualizovat, protože jsou prepisovatelné.

Polopasivní čipy

Skládají se z napájení, které je určeno pro chod mikroprocesoru, na němž je čip umístěn. Polopasivní čipy jsou daleko přesnější než předešlé varianty. Jejich nespornou výhodou je, že mohou získávat potřebná data bez působení čtečky. Polopasivní čipy mohou být použity u zboží, které je náchylné na teplotu, kde mohou zaznamenávat celý její průběh např. při přepravě. Čtečka zajišťuje vlastní přenos dat (Gros a kol., 2016).

Rozdělení tagu podle použití:

- podle materiálu – produktové, paletové, kartonové a malé tagy na láhve,
- podle způsobu použití – nalepené na objekt, zapouzdřené nebo již zabudované rovnou do produktu (RFIDportal).

Aplikace RFID podle konkrétního použití

Elektronická ochrana (EAS) – je jedna z nejpoužívanější aplikací, v praxi se lze setkat s touto aplikací téměř každý den. Nejčastěji se používá v supermarketech, obchodních centrech či knihovnách.

Přenosné systémy pro sběr dat (PDC) – jsou takové systémy, které monitorují pohyb osob nebo zboží.

Sítový systém - je systém podobný předchozí skupině, pokud jde o jeho využití. Oproti předchozí skupině však ještě využívá systém EAS, který snímá identifikační údaje z čipu produktu v dosahu snímače. Uplatňuje se především v automatizovaných skladech, na výrobních linkách a v některých případech ke sledování pohybu osob.

Polohovací systém – používá se na přesné zjištění pozice předmětu, v některých případech i na identifikaci vozidel při přejezdu kontrolním stanovištěm, jakou jsou např. stání hranice (Kubasáková a Šulgan, 2014).

Výhody:

- vysoká odolnost proti poškození,
- dokáže identifikovat více výrobků najednou,
- dokáže rychle kontrolovat zboží během manipulace,
- využívá se ve ztížených podmínkách, kde může dojít k znečištění čárového kódu,
- pomáhá zvyšovat efektivitu práce.

Nevýhody:

- zneužití radiového signálu, rušením nebo zachycením cenných informací konkurencí,
- záznam může narušit elektromagnetický výboj,
- přenos dat může zlikvidovat např. hliníková fólie (Gros a kol., 2016, s. 413).

2.3 Biometrická identifikace

Biometrická identifikace využívá měřitelných a fyzikálních znaků nebo projevů člověka k zjištění či ověření jeho identity (Rak, Matyáš, Říha a kol., 2008). Zařízení pro biometrickou identifikaci pracuje tak, že nejprve sejme veškeré potřebné údaje o uživateli a vytvoří referenční vzorek, ten následně zpracuje a uloží do šablony, která je umístěna v identifikační databázi. Pro ověření totožnosti uživatele, zařízení porovná ze šablony v databázi přiřazené měření uživatele s aktuálním měřením, posléze jej vyhodnotí a potvrdí, pokud dojde ke shodě či nikoli. Biometrické identifikační systémy se nejčastěji využívají kvůli obavám o bezpečnost v soukromých firmách, pojišťovnách, bankách, nemocnicích, letištích či státních orgánech (SystemOnline, ©2001-2019). Obrázek č. 2.3 znázorňuje biometrický přístupový systém.

Obrázek 2.3: Biometrický přístupový systém



Zdroj: Z-WARE.cz, ©2016-2019

Výhody:

- dobrá odolnost proti odcizení, monitorování a zneužití,
- může být kombinována různými hesly nebo zdvojením několika dalších biometrických metod,
- uživatel nemusí mít strach ze ztráty karty, zapomenutí hesla nebo pinu.

Nevýhody:

- velký důraz je kladen na zabezpečení identifikační databáze,
- jde technicky i finančně poměrně náročnou metodu,
- může dojít k různým chybám, jako je např. nesprávné posouzení uživatele s jeho vlastním vzorkem nebo promíchání vzorku jiného uživatele (SystemOnLine, ©2001-2019).

2.4 Indukční technologie

Indukční identifikace slouží pro přenos informací, využívá složky na základě elektromagnetického pole. Zařízení se skládá z nosiče kódu a čtecí hlavy, která tvoří transformátor. Vzdálenost, na kterou může nosič kódu číst obsah, se pohybuje v rozmezí několika centimetrů. Jedna z velkých výhod spočívá v dlouhodobé životnosti a vysoké odolnosti hlavy, kódu a dat (Elektro, ©2014-2019). Indukční identifikace se nejvíce uplatňuje v průmyslu pro spolehlivé detekování pohybů, limitů, dorazů, natočení apod. Jedná se především o strojní, potravinářský, textilní a automobilový průmysl (Automatizace, ©1997-2014).

2.5 Magnetická technologie

Magnetická identifikace nalézá své široké využití v podobě magnetických karet, které jsou používány v oblasti maloobchodu, cestovního ruchu, bankovníctví, zdravotnictví, knihoven a různých bezpečnostních systémů. Snímače magnetických karet mohou být konstruovány dvěma způsoby. Buď s přímou vazbou na počítač, nebo jsou vestavěny přímo do jiného zařízení, ať se jedná o pokladnu, bankomat či počítačovou klávesnici. Komunikaci se zákazníkem nebo bankou zajišťuje výpočetní systém, na kterém je připojené snímací zařízení. Hlavní výhodou je především v datové paměti, menší práci během zpracování dat, bezhotovostním placením a poměrně nízkých nákladech na finanční transakce. Nedostatky jsou velké nároky na komunikaci s bankou, vyšší cena a stálá možnost falšování (Rak, Matyáš, Říha a kol., 2008).

3 Modelování a simulace

Základní pojmy

Systém – je uspořádaná množina prvků, mezi kterými jsou vzájemné vazby.

Prvky v systému – jedná se o neoddělitelnou část celku.

Podsystém – jde o takovou skupinu prvků, která se z určitého důvodu vyčleňuje ze systému. Podsystém je chápán jako nový systém či prvek systému.

Okolí systémů – je množina prvků, které nejsou prvky daného systému, avšak vykazují k němu určité vazby (VŠB - TUO, ©2013).

Modelový objekt – slouží jako pomocný prostředek k řešení problémů v podobě dat, experimentů, znalostí či určité teorie, např. matematická, která stanovuje typ modelu (Janíček, Marek a kol., 2013).

Struktura systému – je množina všech prvků a vazeb daného systému.

Vazba systému na okolí – jedná se o vzájemný vztah mezi jednotlivými prvky systému, nebo o vztah mezi prvkem systému a jeho okolím.

- **Vstup systému** – se chápe jako vazba, pomocí které působí okolí na systém,
- **Výstup systému** – je vnější vazba, prostřednictvím které systém působí na okolí (VŠB - TUO, ©2007).

Atributy – určují prvky, systémy a podsystémy jak po kvantitativní, tak i kvalitativní stránce (ČVUT, ©2011).

3.1 Model

Model je subjekt účelově vytvořený reálný nebo abstraktní objekt, který zahrnuje všechny důležité vlastnosti daného objektu. Model se může vyskytovat jako konečný výtvar subjektu nebo jako prostředek subjektu k vytvoření jiného objektu či prostředek subjektu k řešení určitého problému. Pokud se použije model jako konkrétní prostředek, tak musí mít pro subjekt výhodnější řešení, musí být použitelný a realizovatelný než řešení přímé (Janíček, Marek a kol., 2013).

3.1.1 Typy modelů

Stochastické modely

U stochastických modelů jsou vztahy náhodné. K určité hodnotě jedné proměnné odpovídají s určitými pravděpodobnostmi různé hodnoty dalších proměnných.

Deterministické modely

Jsou takové modely, ve kterých se předpokládají funkční vztahy, tzn. ke konkrétní hodnotě jedné proměnné je přiřazena konkrétní hodnota jiné proměnné veličiny (Synek a kol., 2011).

Statické modely

Jedná se o takové modely, které neuvažují s dynamikou v čase. Statické modely počítají např. dopravní objemy za předem stanovený časový interval. Zároveň u statických modelů není uvažována změna v daném časovém intervalu. Například u dopravního problému je výsledkem statického modelu modelová dopravní intenzita ve formě pantografů, ta se v čase nemění (Dopravní modely, ©2019). Pantograf slouží jako pomůcka pro zvětšování či zmenšování obrazců (Coznamena.cz, ©2012-2017).

Dynamické modely

Oproti statickým se dynamické modely v čase vyvíjejí, a proto se jejich některé vlastnosti mnohou v průběhu času měnit. Jsou využívány zejména pro analýzy jevů, které se mění v krátkodobém časovém intervalu. Opět jako příklad může sloužit dopravní model zohledňující denní variance dopravy, tudíž poskytuje informace o dopravní zátěži nebo dopravních proudech pro různé časové úseky. Hlavním rozdílem oproti statickým modelům je, že do modelu vstupuje hustota dopravy, což je počet vozidel na 1 km silnice (Dopravní modely, ©2019).

3.2 Modelování

Modelování je cílevědomá činnost, která slouží k získávání informací o jednom systému prostřednictvím dalšího systému tzv. modelu. Jeho význam spočívá v tom, že umožňuje ekonomické studium systémů. Modelování je výhodnější, rychlejší a často taky jediné, díky kterému je možné získat informace o systémech experimentováním na modelech, než na originálech. V tomto smyslu patří do modelování výstavba veškerých modelů jak fyzikálních, matematických, dynamických, ale i statistických.

Pokud je modelovaný systém jednoduchý nebo může být formulován zjednodušenými předpoklady tak, aby byl model řešen analyticky, lze popsat jeho chování matematickými vztahy. Výsledky jsou získány pomocí funkčních vztahů, které se vyskytují v modelu jako proměnné. Řešení daného modelu je získáno dosažením konkrétních hodnot do funkčních vztahů. Tyto výsledné hodnoty jsou funkcí jednoho nebo více parametrů.

Problémem je však analýza složitých systémů. Mezi jejich specifické charakteristiky patří velká rozsáhlost, neúplnost určitých informací, velká dynamičnost již probíhajících procesů, složitý charakter vztahů mezi jednotlivými prvky systému a kvalitativní charakter parametrů (Rábová, Zendulka, Češka, Peringer a Jaroušek, 1992).

3.2.1 Typy modelování

Mentální modelování

Modelovým objektem je část mozku jedince, kde se uskutečňují nevědomé činnosti ve vztahu k realizaci jeho vlastní činnosti, např. jak se bude daný problém řešit nebo jak bude postupovat. Mentální modelování je tedy vytváření určitých představ o modelování, které přímo souvisí s kognitivní (poznávací) a systémovou úrovní jednotlivce.

Materiální modelování

Modelový objekt je materiální objekt. Ten se může členit na klasické experimentální modelování, což znamená to, že na aktivovaném materiálním objektu se provádějí experimenty s cílem získat potřebné informace pro řešení daného problému. Naproti tomu stojí experimentální a simulační modelování, kde je hlavním cílem stanovit potenciálně možné chování pro vybranou strategii vstupních údajů.

Abstraktní modelování

Objektem modelování je abstraktní objekt. Jde o jakoukoliv soustavu informací. Člení na tyto skupiny:

A. Datové modelování – modelovým objektem je množina dat, která se získává pomocí průzkumů, měření či experimentů. Modelování je realizováno za pomoci matematické statistiky.

B. Teoretické modelování – modelový objekt může být matematický, verbální, počítačový nebo grafický.

C. Výpočtové modelování – modelový objekt je matematická teorie. Její realizace je prováděna matematickým výpočtem, který je realizován jako výpočet, ten musí být matematicky řešitelný a algoritmizovatelný ve vztahu k určitému objektu. Současně musí poskytovat věrohodné informace pro modelování.

D. Znalostní modelování – modelový objekt je soubor oborově orientovaných znalostí, kterými se řeší určité oborové problémy. Nejčastěji se využívají expertní a znalostní systémy.

E. Formální modelování – modelovým objektem je formální struktura, která používá různé logické, matematické a geometrické nástroje.

Hybridní modelování

U hybridního modelování existují dva různé modelové objekty. Dělí se na podrobnosti modelování, které pracuje na způsobu materiálně-abstraktního modelování a analogové modelování, které využívá analogii fyzikálních dějů a jevů (Janíček, Marek a kol., 2013).

3.2.2 Fáze modelování

1. Formulování problému – v první fázi modelování je důležité jasně formulovat a stanovit, jaký problém se bude řešit pomocí konkrétního modelu. Při formulaci problémů je důležité brát v potaz prostředky, které jsou k dispozici, čas, zkušenosti a finance.

2. Základní navrhnutí modelu – model by měl být co nejjednodušší. Používá se nejhrubší úroveň abstrakce, která je dostatečná pro daný účel. Určují se hlavní prvky modelu, jejich části a mimo jiné i vztahy mezi nimi.

3. Implementování modelu – nejprve se vybere modelovací přístup a nástroj, který bude použit, následně se určí klíčové prvky a děje. V posledním kroku se stanoví hodnoty parametrů a doplní se kvantitativní informace. Tyto informace jsou určovány za pomoci pozorování, měření anebo odhadu.

4. **Verifikace a validace** – jakmile je model spustitelný, musí se nejprve ověřit, zda je skutečně vhodný pro zodpovězení předem stanovených otázek, z tohoto důvodu se model tzv. verifikuje a validuje. Validace znamená ověření, že navržený model opravdu zachycuje chování reálného systému. Kdežto verifikace je ověření, že model opravdu dělá to, co by měl dělat.
5. **Simulace a analýza** - pokud se podařilo vyrobit model, o kterém je uživatel přesvědčen, že je vhodný pro dané účely, pak model důkladně zanalyzuje. Cíle analýzy závisí na určitém problému. Na jednotlivé cíle se kladou následující otázky. Jakou roli mají jednotlivé prvky modelu? Které prvky mají největší vliv na chování modelu? Jaké chování modelu nastane za změněných podmínek?
6. **Shrnutí výsledků** – v poslední fázi se zkoumají a analyzují dosažené výsledky, formulují se odpovědi na původní otázky a v případě potřeby se může uživatel vrátit k předchozím bodům (Pelánek, 2011).

3.3 Simulace

Za simulaci je označována etapa experimentování simulačního modelu. Jejím cílem je analyzování chování daného systému v závislosti na vstupních veličinách a na hodnotách jednotlivých parametrů.

Simulační proces spočívá v opakovaném řešení modelu, který je prováděn pomocí simulačních běhů, ty jsou charakterizovány určitými hodnotami parametrů modelu a podmínky z okolí. Každý simulační běh je spojen s vyhodnocením výstupních dat simulačního modelu, což představuje informaci o chování systému. Simulační běhy, jako základní jednotky simulace, se opakují tak dlouho, dokud není získána dostatečná informace o chování systému či není nalezena taková hodnota parametrů, pro kterou má systém potřebné chování.

Neustálá konfrontace informací patří mezi jednu z nejdůležitějších složek simulace. Ta pomáhá určit problém validity modelu. Jedná se o takový proces, v němž se dokazuje, že se skutečně pracuje s modelem v adekvátním modelovaném systému. Jelikož nelze absolutně dokázat přesnost modelu, lze validitu modelu v relativním smyslu pochopit jako jistou hladinu spolehlivosti, která umožňuje přijmout, jako správné, výsledky nebo

závěry odvozené z modelu. Pokud se stane, že chování modelu neodpovídá předpokládanému chování originálu, musí se model upravit s přihlédnutím k informacím, které byly získány předcházející simulací.

Pro efektivní realizaci těchto modelovacích fází je důležité mít k dispozici prostředky pro práci s abstraktními systémy, prostředky pro programování simulačních modelů a experimentování se simulačními modely (Rábová, Zendulka, Češka, Peringer a Jaroušek, 1992).

Spojité a diskrétní simulace

Spojité simulace – používá se tam, kde je mnoho konkrétních jevů a přitom může mít nespočet hodnot. Například se jedná o situaci, kdy se předpovídá, kolik stupňů bude další týden nebo jaký čas bude mít první běžec v závodě.

Diskrétní simulace – může nabývat pouze určitých hodnot, které lze spočítat. Tyto hodnoty se použijí při modelování situace, kde je několik možných výsledků. Například při házení kostkou nebo při určení vítěze dostihů (Chvoj, 2013).

Pomocí simulace lze řešit velkou řadu obchodních, personálních a logistických úkolů. Nejčastěji se simulace využívá pro:

- pro stanovení optimální výrobní strategie,
- pro předpovídání reálných nákladů,
- pro dílenské řízení výroby,
- pro eliminaci skladových zásob,
- pro stanovení výrobních a transportních dávek,
- pro stanovení dodávek surovin a polotovarů s výrobou,
- k odstraňování a identifikování úzkých míst,
- k projektování a plánování výroby (UNIZA, ©2017).

Výhody simulace:

- simulace pomáhá zjistit, proč dochází k určitému negativnímu jevu v systému,
- zkouší nové možnosti bez zásahu do reálného systému,
- napomáhá k identifikování problémových vazeb ve výrobních systémech,
- sleduje výrobní či jiný proces z více hledisek,
- testuje navrhované řešení ještě před samotnou realizací.

Nevýhody simulace

- důležité je znát a kombinovat znalosti simulačního programu a samotného modelovacího systému,
- velká časová náročnost rostoucí s velikostí modelu,
- simulace pouze nabízí podklady a různé varianty pro následné řešení problému (VŠCHT Praha, ©2014).

3.4 Vybrané programy pro modelování a simulaci

AnyLogic

AnyLogic je simulační modelovací nástroj, který vyvinula společnost Anylogic Company. Využívá metodiky založené na diskrétních událostech, systémové dynamice a agentech (Get Alternative, ©2019). Agenti představují vozidla, vybavení, produkty organizace apod. (AnyLogic Help) AnyLogic obsahuje grafický jazyk modelování, pomocí kterého si uživatel může rozšířit své simulační modely o Java kód (programovací jazyk). Mimo jiné také podporuje interaktivní animaci 2D a 3D. Modely se mohou zároveň používat jako mapy, které jsou často vyžadovány v dodavatelských řetězcích nebo v logistice. AnyLogic se využívá v maloobchodech, dodavatelských řetězcích, dopravě, obchodních procesech, IT infrastruktuře, letectví a kosmonautice, simulaci provozu a ve zdravotnictví (AnyLogic).

Arena

Arena je simulační program, který byl vyvinut společností Systems Modeling a získán společností Rockwell Software. Jedná se o kompletní a flexibilní simulační prostředí s interaktivním uživatelským rozhraním. Arena umožňuje uživateli sestavovat experimentální modely, které přesně prezentují existující nebo předpokládané procesy (Digital Factory, ©2011). Poskytuje pomoc při řešení podnikových procesů a napomáhá zlepšovat výkon některých odvětví, např. ve zdravotnictví, potravinářství, maloobchodech, výrobě, logistice, armádě a v oblasti zákaznických služeb (Area Simulation Software, ©2019).

COMSOL Multiphysics

Tento program slouží pro řešení inženýrských úloh za pomoci metody konečných prvků (Humusoft, ©1991-2019). Jedná se o výpočetní metodu, která se využívá pro analýzu ve vědecké nebo technické oblasti (Dlupal, ©1991-2019). COSMOL Multiphysics se může používat v situacích, kde je nutné pojmout i více fyzikálních procesů, především u tzv. multifyzikálních úloh. Nejčastěji je určen pro inženýry, konstruktéry, tak i pro vědecké pracovníky, kteří usilují o detailní pronikání do podstaty fyzických jevů. COSMOL Multiphysics také umožňuje propojení s programem MATLAB. Toto spojení pomáhá řešit celou řadu složitých úkolů (Humusoft, ©1991-2019).

MATLAB

MATLAB je interaktivní programové prostředí a skriptovací jazyk, vytvořen společností MathWorks. (Burian, 2014) Skriptovací jazyk znamená programovací jazyk, který je určen k jednoduchému ovládní programovacího jazyka a samotnému rozvoji jednotlivých programů. (Blueboard, ©2001-2019). Program MATLAB umožňuje počítat s maticemi, vykreslovat 2D nebo 3D grafy funkcí, počítačovou simulaci, implementaci algoritmů, analýzu, prezentaci dat, ale i vytvářet aplikace. Původně sloužil jako jazyk pro matematické účely, později však byl upraven, byly přidány nové funkce a vylepšení. Rozšířil se různými směry, v současnosti je využíván v široké paletě aplikací. Mezi hlavní oblasti využití patří technické obory a ekonomie (Burian, 2014).

SIMIO

SIMIO je program od společnosti Simio LLC, který vznikl za účelem poskytování řešení pro navrhování a plánování komplexních systémů. SIMIO definuje procesy krok po kroku, graficky a bez nutnosti programování. Simulační program předpovídá dopad navrhovaných změn, pomáhá zlepšovat výkony díky optimalizovanému návrhu zařízení a zároveň optimalizuje využití kritických zdrojů. Nejvíce se uplatňuje ve výrobě, logistice, hornictví a ve zdravotnictví (Simio, ©2019).

SimScale

Je simulační program, který je určený především pro testování, ověřování a optimalizování návrhů pro inženýry, projektanty, vědce nebo studenty. SimScale integruje do jednoho uživatelského rozhraní různé simulační nástroje od stavební mechaniky až po termodynamiku. Vedle toho také umožňuje uživatelům vytvářet jejich modely a simulovat je (Bloomberg, ©2019).

SIMUL8

SIMUL8 je simulační program vytvořený společností SIMUL8 Cooperation, který umožňuje modelovat procesy na základě diskrétní události. Slouží jako výkonný nástroj pro optimalizaci procesů a rozhodování založené na důkazech. Pomocí programu Simul8 lze snadno vytvářet přesné, flexibilní simulace výrobních, logistických a podnikových procesů (SIMUL8). Používá se především v automobilovém průmyslu, zdravotnictví, ve výrobních a podnikových procesech, dodavatelských řetězcích a v logistice (SIMUL8, ©2019).

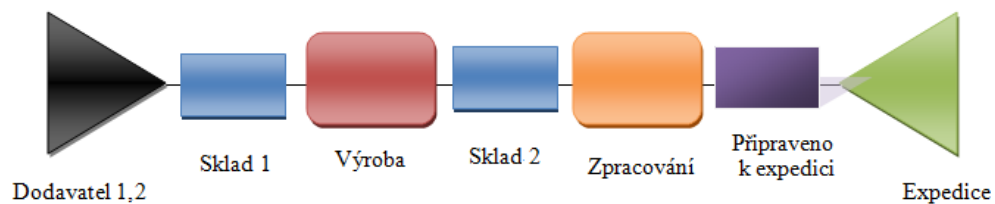
Kapitoly 3.4-3.5 využívají neveřejné informace, proto jsou uvedeny v samostatné příloze 1, které jsou podle pokynů diplomové práce.

4 Model logistického procesu

Charakteristika logistického procesu podniku

V logistickém procesu se budu zabývat podnikem, který se zaměřuje na výrobu plastových výrobků (plastové bedny, zahradní nábytek, nádoby, apod.). Konkrétně budu popisovat jednotlivé logistické činnosti, a to od výroby až po samotnou expedici. Celý logistický proces zobrazuje obrázek č. 4.1.

Obrázek 4.1: Logistický proces



Zdroj: Vlastní zpracování

Výrobní společnost funguje na trhu již několik desetiletí a od svého vzniku mapovala neznámé tržní prostředí. Začala se věnovat recyklaci plastů, které neměly v dřívější době příliš velké využití. Podnik spolupracuje s různými dodavateli, kteří poskytují plasty k recyklaci a plastový granulát. Finální výrobky mají rozličnou podobu, podle předem daných požadavků zákazníka.

Cíl

Cílem je vytvořit simulační model logistického procesu využívající AutoID. K tomuto účelu je navrhnout podnik, který se zabývá jednotlivými logistickými činnostmi. V simulaci je stanovena měsíční (31 dní) simulační doba, po kterou je logistický proces pozorován.

4.1 Dodavatelé

Podnik vykupuje tříděný recyklovatelný odpad, který je vhodný k samotné výrobě sortimentu od prvního dodavatele. Na různě barevná provedení výrobků se provádí nákup granulátu od druhého dodavatele. K podrobnější specifikaci údajů dodavatelů slouží tabulka č. 4.1, která stejně jako v dalších případech navazuje na simulační program Witness.

Tabulka 4.1: Dodavatelé

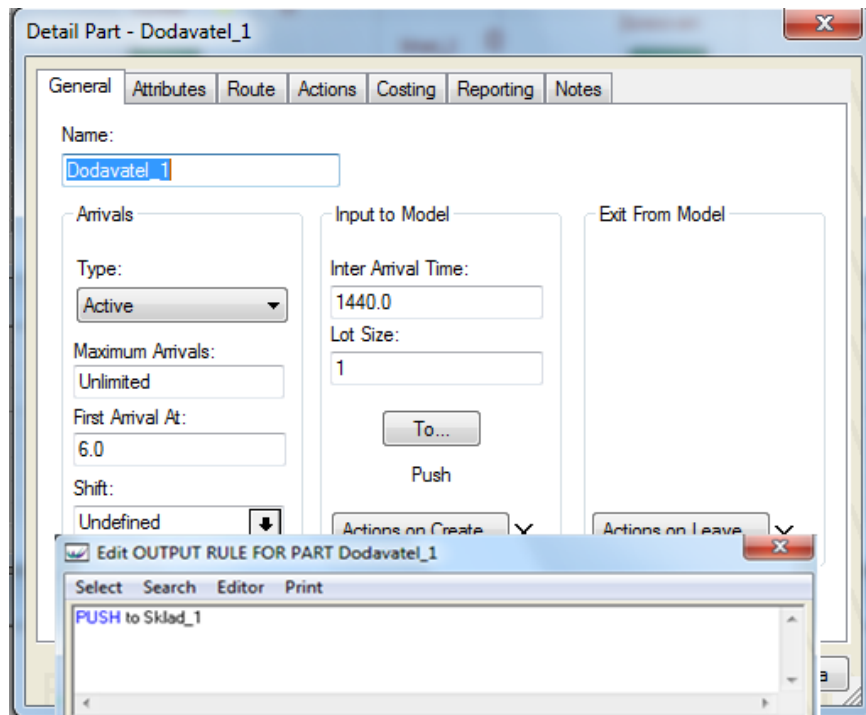
Dodavatel 1	
Vstup	Zboží
Výstup	Dodavatel_1
Zboží	1 t
Doba trvání operace	24 hod.
První příjezd	6:00
Dodavatel 2	
Vstup	Zboží
Výstup	Dodavatel_2
Zboží	1 t
Doba trvání operace	24 hod.
První příjezd	8 hod.

Zdroj: Vlastní zpracování

Specifikace ve Witness

Jako první v simulačním programu je vytvořen dodavatel_1 a dodavatel_2. K tomu je použit prvek s názvem Part. U dodavatele_1 definuji první čas příjezdu, což je 6:00 hod. Interval mezi jednotlivými příjezdy je pevně daný, činní 24 hod. Množství zboží je stanoveno na 1 tunu v poli Lot Size. Obrázek č. 4.2 zobrazuje okno, ve kterém uvedeny parametry pro dodavatele_1.

Obrázek 4.2 Dodavatel_1



Zdroj: Vlastní zpracování

Stejný postup platí i pro dodavatele_2, ale s tím rozdílem, že jeho hodnoty se v příjezdech liší.

Výstupní pravidla u dodavatele jedna a u druhého dodavatele jsou stejná:

PUSH to Sklad_1

4.2 Sklad

Sklad surovin

Sklad je rozdělen do dvou samostatných částí. V prvním skladu se přijímají od dodavatelů vstupní suroviny a vadné výrobky, které putují přímo do výroby. Lisovaný plast je umístěn na paletách, vadné výrobky jsou nejčastěji uloženy v přepravních paletových boxech a granulát v přepravních pytlích.

Sklad hotových výrobků

Jakmile byla provedena poslední operace výroby, pracovníci začnou ihned přesouvat hotový sortiment plastových výrobků do skladu. Prostřednictvím identifikačního čárového kódu se výrobky ukládají do systému, díky tomu je zajištěna jejich přesná lokace. Regály jsou ve skladu rozděleny do několika sekcí, které jsou označeny příslušným EAN kódem. Tyto sekce jsou závislé na druhu konkrétního výrobku. Výrobky, které svojí hmotností, velikostí nebo tvarem nelze uložit do regálů, jsou uloženy volně na paletách. Jednotlivé parametry pro oba sklady jsou uvedeny v tabulce č. 4.2.

Tabulka 4.2: Sklady

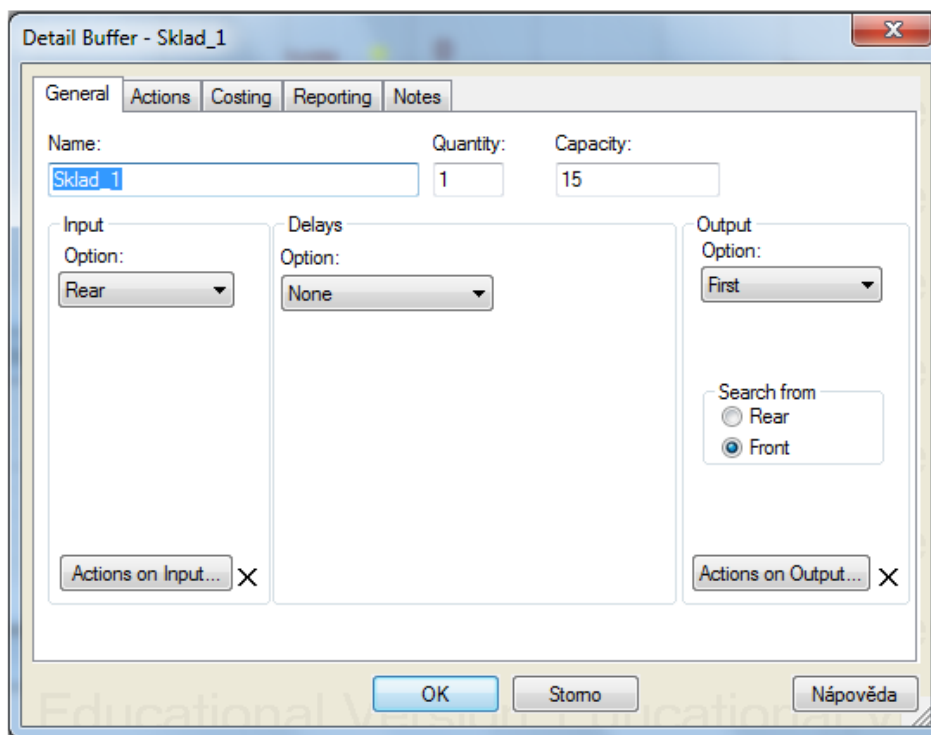
Sklad_1 (suroviny)	
Vstup	Dodavatel_1 a Dodavatel_2
Výstup	Sklad_1
Kapacita skladu 1	15 t
Sklad_2 (hotové výrobky)	
Vstup	Výroba
Výstup	Sklad_2
Kapacita skladu	15t

Zdroj: Vlastní zpracování

Specifikace ve Witness

Jak již bylo zmíněno výše, sklad je rozdělen do dvou částí. K definování skladu surovin a hotových výrobků je použit prvek Buffers, ve kterém nastavuji kapacitu skladu pro každou část zvlášť, což je 15 tun pro jednu. Na obrázku č. 4.3 je uveden Sklad_1. Pravidla se v tomto případě neurčují.

Obrázek 4.3: Sklad_1



Zdroj: Vlastní zpracování

4.3 Výroba

První fází výroby je drcení plastového odpadu a nevyhovujících výrobků z lisování na předem určenou velikost. Následně je drcený materiál míchan s barevným granulátem ve stanoveném poměru. Barevná kombinace výsledného produktu je závislá na požadavcích zákazníka. Namíchaná směs se přepravuje pomocí podtlakového sacího podtrubí k další činnosti vlastního lisování produktu. Výrobek je lisován pomocí vysokotlakého vstřikovacího lisu do předem určených forem, které lze měnit podle požadavků odběratelů. Dokončený výrobek putuje po dopravníkovém páse k dalšímu opracování, kde je odstraněn přebytečný plast po lisování, který se opětovně vrací do výroby. Automatický identifikační značkovací stroj zadává čárový kód výrobku.

Konečnou fází procesu je finální výstupní kontrola, kde se zapisují hotové výrobky do systému. Následně putují na sklad hotových výrobků. Celý výrobní proces je zobrazen v příloze 2. Konkrétní specifikaci pro výrobu obsahuje tabulka č. 4.3.

Tabulka 4.3: Výroba

Vstup	Sklad 1
Výstup	Výroba
Doba operace	26 hod
Zboží	1 t

Zdroj: Vlastní zpracování

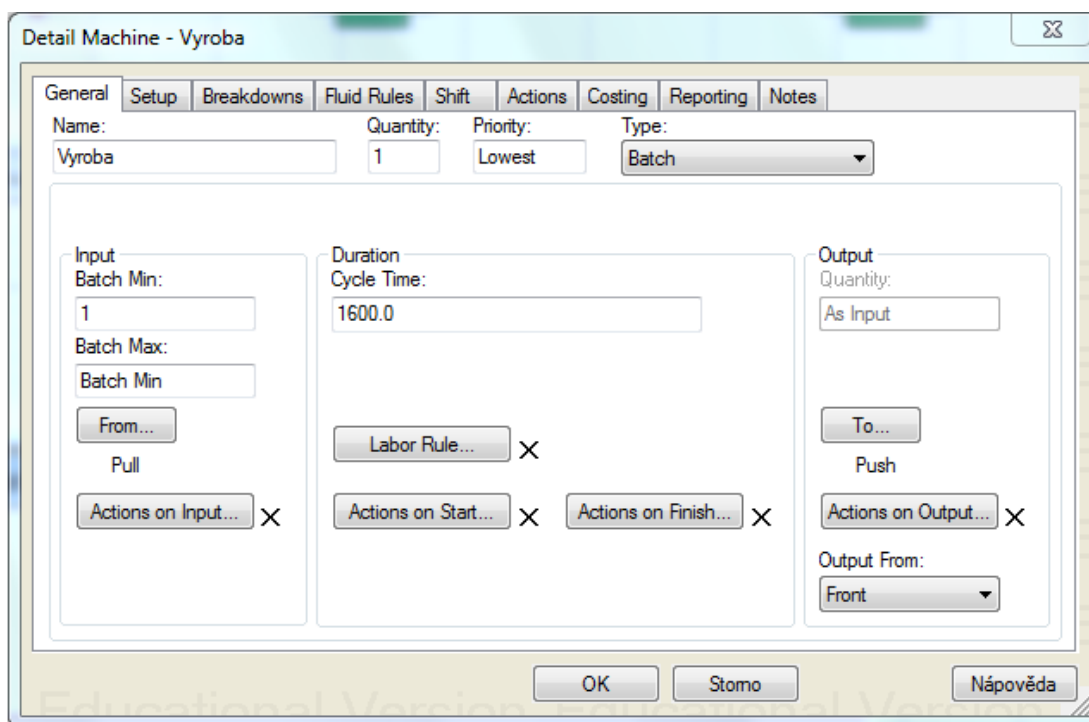
Specifikace ve Witness

Pro stanovení určitých specifikací ve výrobě slouží prvek Machine, který je zobrazen v obrázku 4.4. Pole Input určuje množství na vstupu, v tomto případě odpovídá 1 tuně. Celková doba výroby 1 tuny pro několik strojů činí 24 hod. Pravidla pro vstup a výstup jsou:

Vstup *PULL from Sklad_1*

Výstup *PUSH to Sklad_2*

Obrázek 4.4: Výroba



Zdroj: Vlastní zpracování

4.4 Zpracování objednávek a příprava zboží k expedici

V první části tohoto procesu pracovníci skladu vyhledávají prostřednictvím čtečky vhodné výrobky, které jsou určeny k expedici zákazníkům. Tyto výrobky jsou zároveň vybavovány příslušnými dokumenty. Poté následuje balicí proces, kde se výrobky balí do folií, beden krabic nebo se upevňují přímo na paletu. Specifikace těchto procesů je zobrazena v tabulce č. 4.4.

Tabulka 4.4: Zpracování objednávek a příprava zboží k expedici

Zpracování objednávek	
Vstup	Sklad_2
Výstup	Zpracování (balení, vychystávání)
Doba trvání operace	25 hod.
Zboží	1 t
Příprava zboží k expedici	
Vstup	Zpracování
Výstup	Expedice

Zdroj: Vlastní zpracování

Specifikace ve Witness

Zpracování objednávek

Podobně jako tomu bylo u výroby, tak i zde je použit prvek Machine. V tomto případě směna a vstup zůstávají stejné. Doba konání operací činí 24 hod. Pro zpracování objednávek jsou vstupní pravidla následující:

Vstup *PULL from Sklad_2*

Výstup *PUSH to Pripraveno_k_expedici*

Příprava zboží k expedici

Slouží spíše jako podpora pro snadnější tvorbu simulace, jedná se v tomto případě o dočasné místo ve skladě. Stejně jako u skladů je použit prvek BUFFERS, kapacita je opět 15 tun. Pravidla se opět v tomto případě neurčují.

4.5 Expedice

K přepravě zboží do velkoobchodu využívá podnik vlastní nákladní automobily. Distribuce probíhá jen z výroby do velkoobchodní sítě. Prodej přímo zákazníkům se děje rovnou ve výdejním skladu, kde si mohou vyzvednout požadovaný sortiment.

Výdej zboží pro velkoobchodní síť je podmíněn objednávkou, která je založena na základě smlouvy. Nakládku zboží zajišťují pracovníci skladu podle požadované zakázky, kontrolují dokumentaci a zboží. Konkrétní parametry pro expedici jsou uvedeny v tabulce č. 4.5.

Tabulka 4.5: Expedice

Vstup	Expedice
Výstup	Velkoobchod, maloobchod, zákazník
Doba trvání operace	24 hod.
Zboží	1 t

Zdroj: Vlastní zpracování

Specifikace ve Witness

Poslední částí simulačního procesu je expedice. K definování je znovu použit prvek Machine. Časový cyklus je stanoven na 24 hod. Celkové množství je 1 tuna. Pravidla vstupní a výstupní jsou:

Vstup *PULL from Pripraveno_k_expedici*

Výstup *Push to Finish*

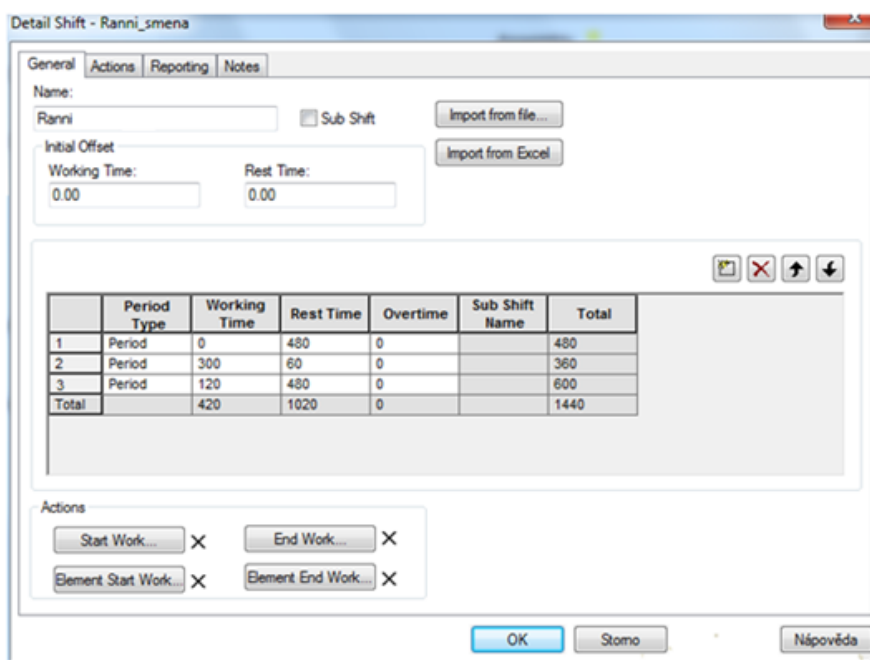
Finish představuje zásobník (konečného zákazníka).

4.6 Směna

V podniku zaměstnanci pracují v třísměnném směnném pracovním provozu. Jednotlivé směny jsou rozvrhnuty do osmy hodinové pracovní doby. Po pěti hodinách mají zaměstnanci nárok na povinnou přestávku. Pracovní harmonogram je rozvrhnut tak, že zaměstnanci pracují i o víkendech, ale maximálně pět dní v týdnu.

K definování směny se používá prvek s názvem Shift. Jako příklad může sloužit obrázek č. 4.5, kde je definovaná ranní směna. Vzhledem k tomu, že v diplomové práci je použit třísměnný provoz, tak není přímo nutné definovat směnu.

Obrázek 4.5: Směna



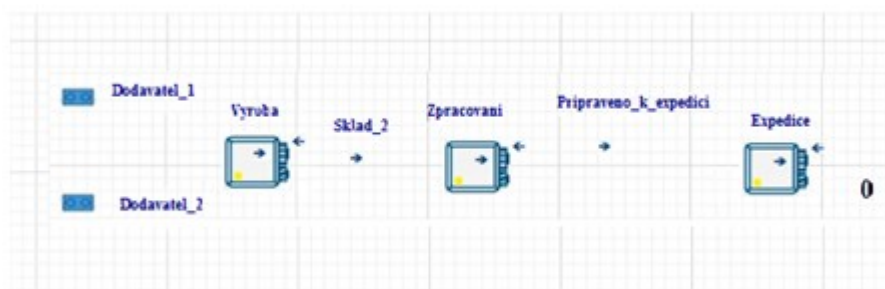
Zdroj: Vlastní zpracování

4.7 Získané hodnoty simulačního programu Witness

K hodnocení průběhu simulace Witness slouží horní panel s názvem Report. Ten obsahuje různé statistické údaje, což je i vysvětleno v předchozí kapitole. Obrázek č. 4. 6 ukazuje model simulačního procesu při tvorbě logistického procesu. Příloha č. 3 obsahuje starší verzi, se kterou jsem také pracoval při tvorbě logistického procesu.

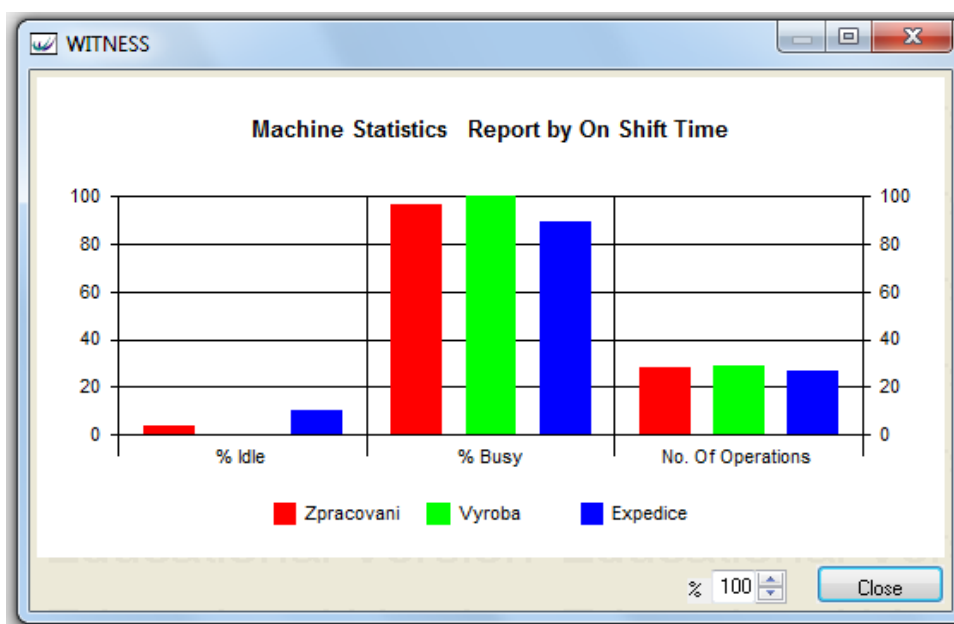
Graf č. 4.1 popisuje jednotlivé operace u prvku Machine. Z tohoto grafu je patrné, že nejvyšší pracovní vytížení je 100% u výroby. Naproti tomu nejmenší u expedice s 86,16%. K přesným hodnotám slouží následující obrázek 4.7.

Obrázek 4.6: Model logistického procesu v programu Witness



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.1: Grafická hodnoty u prvku Machine



Zdroj: Vlastní zpracování

Z obrázku je zřejmé, že za měsíc je vyexpedováno celkem 26 tun plastových výrobků.

Obrázek 4.7: Statistické hodnoty prvku Machine

Name	% Idle	% Busy	No. Of Operations
Zpracovani	7.12	92.88	27
Vyroba	0.00	100.00	28
Expedice	13.83	86.17	26

Zdroj: Vlastní zpracování

4.8 Experimenty

Prostřednictvím různých situací jsou srovnávány výsledné údaje předchozí simulace logistického procesu. K tomuto účelu složí tyto experimenty. Stejně jako u předchozího případu simulační doba činí jeden celý měsíc.

Experiment 1

V rámci inovací a použití nových technologií, aby podnik snížil časy jednotlivých operací ve výrobním procesu. Podnik nakoupil několik nových vstřikovačů lisu plastu, s jednodušším ovládním a několika variabilními funkcemi, díky tomu se snížila doba lisování plastu. Nový lis umožňuje lisovat na výrobek identifikační kód, a tím odpadá operace štítkování a etiketování. Dále podnik zainventoval do nových drtičů plastu,

protože minulé drtiče již byly zastaralé a nevyhovovaly současným podmínkám. Jejich další opravy by byly z účetního hlediska nerentabilní.

Specifikace ve Witness

Díky novým strojům se čas výroby zkrátil čas o 45-60 minut. A tím se zároveň zvýšil objem výroby. Pomocí pravidla TRIANGLE nebo UNIFORM se dají vymezit konkrétní časové intervaly operace.

Experiment 2

Podnik pořádá různé odborné akce na středních školách a mimo jiné úzce spolupracuje s úřady práce. Vzhledem k současné situaci na trhu práce. Podnik začal zaměstnávat více nových pracovníků, kteří museli absolvovat odborná školení. Kmenoví zaměstnanci pomáhají těmto nováčkům se zaučit.

Specifikace ve Witness

Tato situace má za následek, že celková doba výroby se zvyšuje na 60-80 minut.

Experiment 3

Aby se zvýšila efektivita skladovacích operací, podnik objednal několik mobilních čtecích zařízení na zápěstí. Tato technologie umožňuje pracovníkovi skladu efektivně vykonávat skladovací operace, aniž by se unavil. V současnosti dochází k opravě místní komunikace, která bude trvat několik měsíců. To má za následek zpoždění na vstupu i výstupu. Zpoždění však není příliš vysoké, aby podnik musel na tuto současnou situaci reagovat.

Specifikace ve Witness

Vzhledem k tomu, že dochází k opravám místní komunikace, časy pro příjezdy jednotlivých dodavatelů se zvýšily o 30-50 minut. Nově nakoupená čtecí zařízení zvyšují rychlost skladovacích operací až o 30-40 minut.

Shrnutí získaných údajů

První z výše uvedených experimentů simuluje situaci při nákupu nových strojů, které podnik nakoupil, aby zvýšil objem produkce. Další experiment simuluje stav, při kterém došlo k zaměstnání několika nových pracovníků. Třetí z experimentů simuluje situaci během úpravy kominice a nákupu mobilního čtecího zařízení. Jednotlivé hodnoty jsou zobrazeny v tabulce č. 4.6.

Tabulka 4.6: Srovnávací tabulka

Parametry	Výchozí simulace	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3
Množství vyexpedovaného zboží	26 t	27t	25t	26t
Pracovní vytížení u zpracování	92,88 %	96,65 %	88,79 %	94,99 %
Pracovní vytížení u výroby	100 %	100 %	100 %	100 %
Pracovní vytížení z expedice	86,17 %	89,69 %	82,37 %	86,08 %

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové shrnutí z tabulky

U prvního experimentu lze pozorovat, že se zvýšilo množství vyexpedovaného zboží, což z dlouhodobého hlediska může mít významný dopad na chod podniku. Zatímco u druhého experimentu je možné sledovat snížení pracovního vytížení u procesu expedice a zpracování. I když jsou nakoupeny nové mobilní čtecí zařízení, tak v poslední experimentu nedochází k zásadním změnám.

Závěr

Z diplomové práce vyplívá, že logistické procesy jsou jedny z hlavních stimulů ekonomického rozvoje podniku. A proto je nutností objevovat stále nové a modernější postupy při jejich tvorbě.

V teoretické části diplomové práce vysvětluji logistický proces a jeho různé cesty. Jaký má vliv logistická komunikace, proč je důležité plánování a prognózování, co ovlivňuje řízení zásob podniku. Při hledání požadovaných informací zjišťuji, kolik proměnných údajů se musí zadat, aby logistický proces byl racionální. V další části vysvětluji, jaké jsou možnosti automatické identifikace a její základní rozdělení.

V praktické části se zabývám různými možnostmi modelování a simulací, jejich základními typy a průběhem. Dále jsou nastíněny různé simulační programy. Samotný program Witness je popsán podrobně v samostatné příloze. Ta obsahuje pracovní prostředí, způsob vytváření modelu, vstupní a výstupní pravidla, která jsou nezbytná pro tvorbu modelu.

Při tvorbě modelu logistického procesu v programu Witness je navrhnut fiktivní podnik, ve kterém je aplikován logistický proces od nákupu surovin až po samotnou expedici. V simulaci jsou vložena mnou vytvořená data, která ukazují průběh prostřednictvím simulačního programu.

Poslední část práce obsahuje experimenty, které simulují určité situace v podniku. Jednotlivé návrhy těchto experimentů zahrnují konkrétní situace při nákupu nových strojů, zvýšení časů na vstupu dopravců, snížení časů během skladování, díky mobilním čtecím zařízením a zaměstnání nových pracovníků.

Seznam použitých zdrojů

Knižní zdroje

- [1] BURIAN, Pavel. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5137-5.
- [2] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3.
- [3] DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika-procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-521-0.
- [4] GROS, Ivan a kol. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT Praha, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [5] HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. *Řízení zásob*. 3 přeprac. vyd. Praha: Profess Consulting, 1999. ISBN 80-85235-55-2.
- [6] CHVOJ, Martin. *Pokročilá teorie her ve světě kolem nás*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4620-3.
- [7] JAKUBÍKOVÁ, Dagmar. *Strategický marketing: Strategie a trendy*. vyd. 2. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4670-8.
- [8] JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4127-7.
- [9] JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ. *Logistika pro ekonomy – vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-958-6.
- [10] JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [11] KUBASÁKOVÁ, Iveta a ŠULGAN Marián. *Logistika pre Zasielateľstvo a cestnú dopravu*. Žilina: UNIZA, 2013. ISBN 978-80-554-0740-1.

- [12] LAMBERT, Douglas, James R. STOCK a Lisa ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0504-0.
- [13] LUKOSZOVÁ, Xenie. *Nákup a jeho řízení*. Brno: Computer Press, 2004. Vysokoškolské učebnice (Computer Press). ISBN 80-251-0174-6.
- [14] MÁLEK, Zdeněk a Zdeněk ČUJAN. *Základy logistiky*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-729-3.
- [15] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [16] NENADÁL, Jaroslav a kol. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [17] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století. (Supply chain management)*. 2 díl. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.
- [18] RAK, Roman, Vašek MATYÁŠ a Zdeněk ŘÍHA. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. Praha: Granda, 2008. ISBN 978-80-247-2365-5.
- [19] SEDLÁČKOVÁ, Helena a Karel BUCHTA. *Strategická analýza*. 2. přeprac. a doplněné vyd. Praha: C.K. Berk, 2006. ISBN 80-7179-367-1.
- [20] SIXTA, Josef a Václav Mačát. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [21] SYNEK, Miroslav a kol. *Manažerská ekonomika*. 5 přeprac. a doplněné vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-7528-9.
- [22] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN. 978-80-7179-534-6.
- [23] TOMEK, Gustav a Věra Vávrová. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.

- [24] ZAMAZALOVÁ, Marcela. *Marketing*. 2. přeprac. a doplněné vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-115-4.

Internetové zdroje

- [25] *Anylogic* [online]. The Anylogic company [8. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/>
- [26] AnyLogic Help. *Agent* [online] AnyLogic [cit. 22. 4. 2019]. Dostupné z: <https://help.anylogic.com/index.jsp?topic=%2Fcom.anylogic.help%2Fhtml%2Fagentbased%2FAgent.html>
- [27] *Anylogic. Features* [online] The Anylogic company [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/features/>
- [28] *Area simulation software* [online] Rockwell Automation, ©2019 [cit. 6. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.arenasimulation.com/>
- [29] Automa. Časopis-články. *Moderní čárové kódy* [online] Automa-časopis pro automatizační techniku s.r.o., ©2016 [cit. 26. 11. 2018]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/moderni-carove-kody-2012_05_0_9585/
- [30] BAZALA, Jaroslav a kol. Význam komunikačních standardů – elektronická výměna dat. In: *DL Profi*. [online] 1. 3. 2011, ©1997-2019 [cit. 24. 11. 2018]. Dostupné z: <https://www.dlprofi.cz/33/vyznam-komunikacnich-standardu-elektronicka-vymena-dat-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ei8JXb9UtENhtErmqGM8rN0/>
- [31] BEDNÁŘ, Tobiáš. Řízení výroby Ivan Gros ivan.gros@vscht.cz. In: *SlidePlayer* [online] ©2019 [cit. 22. 4. 2019]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3176556/>
- [32] Bloomberg. *Company Overview of SimScale GmbH* [online] Bloomberg L.P., ©2019 [cit. 19. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=228768985>

- [33] Blueboard. *Skriptovací jazyk* [online] Blueboard.cz s.r.o., ©2001-2019 [cit. 21. 4. 2019]. Dostupné z: <https://hosting.blueboard.cz/napoveda/skriptovaci-jazyk>
- [34] BURÝ, Alois. *Teorie systémů a řízení* [online] Ostrava: VŠB – Technická univerzita v Ostravě, 2007 [cit. 21. 12. 2018] Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~bur50/TAR07.pdf>
- [35] Coznamena.cz. *Pantograf* [online] Coznamena. cz, ©2012-2017 [cit. 22. 3. 2019]. Dostupné z: <http://coznamena.cz/pantograf>
- [36] Digital Factory. *Area* [online] KPV, ©2011 [cit. 6. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/index.php/oblasti-nasazeni/simulace/arena>
- [37] *Dlupal* [online] Dlupal software, ©2001-2019 [cit. 14. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.dlupal.com/cs>
- [38] Elektro. Časopis pro techniku. *Identifikační systémy pro průmyslovou automatizaci* [online] Residit, ©2014-2019 [cit. 7. 12. 2018]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/identifikacni-systemy-pro-prumyslovou-automatizaci--14941>
- [39] FORMÁNEK, Tomáš. Demand planning. In: *SystemOnLine* [online] 2004, ©2001-2019. [cit. 17. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/demand-planning.htm>
- [40] GARZINOVÁ, Romana, Ondřej ZIMNÝ a Zora JANČÍKOVÁ. *Základy automatizace technologických procesů v teorii* [online] Ostrava: VŠB – Technická univerzita v Ostravě, 2013 [cit. 18. 12. 2018]. ISBN 978-80-248-3043-8. Dostupné z: http://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/VY_01_034/Z%C3%A1klady%20automatizace%20technologick%C3%BDch%20proces%C5%AF%20-%20cvi%C4%8Den%C3%AD%20Text%20pro%20e-learning/Z%C3%A1klady%20automatizace%20technologick%C3%BDch%20proces%C5%AF%20-%20cvi%C4%8Den%C3%AD%20%2002.pdf
- [41] Get Alternative. *AnyLogic* [online] GetAlternative.net, ©2019 [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z: <http://getalternative.net/software/anylogic>

- [42] Humusoft. *COMSOL Multiphysics* [online] Humusoft, ©1991-2019 [cit. 19. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/comsol/details/>
- [43] KUBULNICKÝ, Jan, Tomáš KARARYT a Tereza VYSKOČILOVÁ. *Trendy a inovativně přístup v podnikových procesoch* [online] Košice: TUKE, 2015 [cit. 16. 11. 2018] Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/umpadi/taipvpp/2015/index.files/33_Kobulnický_Kamarýt_Vyskocilova_ServisniLogistika.pdf
- [44] Lanner. *Our Story* [online] Lanner Group Limited, ©2019 [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.lanner.com/en-us/>
- [45] LIU, Chang a LI Huan. DNA barcode goes two-dimension: DNA QR code web server. IN: *ResearchGate* [online] ResearchGate, ©2019 [cit. 2. 12. 2018]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224934034_DNA_barcode_goes_two-dimensions_DNA_QR_code_web_server
- [46] LOFFELMANN, Jiří. Plánování podle typu výroby. In: *SystemOnLine* [online] 2010, ©2001-2019. [cit. 16. 11. 2018]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>
- [47] MANLIG, František a KELLER Peter. Možnosti využit počítačové simulace. In: *UNIZA* [online] ©2017 [cit. 6. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.fstroj.uniza.sk/>
- [48] MOSS, Petr. *Teorie Systémů-TES* [online]. Praha: ČVUT v Praze, 2011 [cit. 21. 12. 2018]. Dostupné z: <https://edux.fit.cvut.cz/oppa/MI-TES/prednasky/mi-tes01.pdf>
- [49] ONDRÁČKOVÁ, Jitka, Petr HOFHANSL, Zdeněk MELZER, Jiří DUFEK, Jan VOLEK, Jakub VALTAL, Roman ČAMPULA a Marek TÖGEL. *Metodika pro tvorbu a hodnocení makroskopických dopravních modelů* [online] Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2017 [cit. 6. 1. 2019]. ISBN: 978-80-88074-52-6. Dostupné z: <https://www.dopravni-modely.cz/files/methodology.pdf>

- [50] PELÁNEK, RADEK. *Modelování a simulace komplexních systémů* [online] Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 26.1 2019]. ISBN 978-80-210-5318-2. Dostupné z: <http://www.radekpelanek.cz/dokumenty/ms-web.pdf>
- [51] PUŽMANOVÁ, Rita. Biometrické systémy v praxi. In: *SystemOnLine* [online] 2004, ©2001-2019 [cit. 7. 12. 2012]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/biometricke-systemy-v-praxi.htm>
- [52] RÁBOVÁ, Zdena, Milan ČEŠKA, Jaroslav ZEDULKA, Petr PERINGER a Vladimír JAROUŠEK. *Modelování a simulace* [online] Brno: VUT v Brně, 1992, ©2004 [cit. 19. 1. 2019]. ISBN 80-214-0480-9. Dostupné z: <http://185.85.164.39/documents/20182/23613/Z%C3%A1sady%20upravuj%C3%ADc%C3%AD%20kraje%20p%C5%99i%20poskytov%C3%A1n%C3%AD%20informac%C3%AD%20podle%20z%C3%A1kona%20%C4%8D.%20106-1999%20Sb.%2C%20%20k%20informac%C3%ADm%2C%20ve%20zn%C4%9Bn%C3%AD%20pozd%C4%9Bj%C5%A1%C3%ADch%20p%C5%99edpis%C5%AF..pdf/716d7507-da4d-4b85-94cb-91677328cffe>
- [53] RFIDportal. *Co je RFID* [online] Logio [cit. 2. 12. 2018]. Dostupné z: https://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne
- [54] Siemens. *Průmysl 4.0* [online] Siemens s.r.o., ©1996-2019 [cit. 6. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/#>
- [55] Simio. *The story of Simio* [online] Simio LLC, ©2019 [cit. 14. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.simio.com/about-simio/>
- [56] Simul8 [online] Simul8 Cooperation, ©2019 [cit. 24. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.simul8.com/>
- [57] Simul8. Produkty. *Co je Simul8?* [online] Logio [cit. 24. 3. 2019]. Dostupné z: <https://simul8.cz/produkty/>
- [58] VOJÁČEK, Antonín. Bezkontaktní indukční snímače přiblížení – obecný popis. In: *Automatizace.hw.cz* [online] 20. 11. 2014, ©1997-2014 [cit. 7. 12. 2018]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/indukcni-snimace-priblizeni-obecny-popis.html>

- [59] VOJTĚTCH, Lukáš. RFID – technologie pro internet věcí. In: *Access server* [online] 12. 2. 2009 [cit. 28. 11. 2018]. Dostupné z: <http://access.fel.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2009020001>
- [60] VŠCHT. *Manažerské kvantitativní metody II* [online] VŠCHT Praha, ©2014 [cit. 16. 2. 2019]. Dostupné z: https://kem.vscht.cz/files/uzel/0012223/12_simulace.pdf?redirected
- [61] Z-WARE.cz. *Biometrická identifikace* [online] Z-WARE, ©2016-2019 [cit. 4. 12. 2018]. Dostupné z: <https://www.z-ware.cz/biometricka-identifikace>

Dokumentace

- [62] *Školení Witness basic*. Dynamic Future, s.r.o.

Seznam zkratk

CPS	kyberneticko-fyzikální systémy (cyber-physical systems)
EAS	elektronická ochrana (electronic article surveillance)
LLC	společnost s ručením omezeným (limited liability company)
Ltd	společnost s ručením omezeným (limited company)
PDC	přenosné systémy pro sběr dat (portable data capture)
RFID	radiofrekvenční identifikace (radio frequency identification)

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Důležité vlastnosti obalových prostředků a materiálů.....	20
Tabulka 4.1: Dodavatelé	48
Tabulka 4.2: Sklady	49
Tabulka 4.3: Výroba	51
Tabulka 4.4: Zpracování objednávek a příprava zboží k expedici	52
Tabulka 4.5: Expedice	53
Tabulka 4.6: Srovnávací tabulka	57

Seznam tabulek s neveřejnými údaji

Tabulka-neveřejná 1: Popis polí součástky

Tabulka-neveřejná 2: Popis polí zásobníku

Tabulka-neveřejná 3: Popis polí stroje

Tabulka-neveřejná 4: Popis polí pracovníka

Seznam grafů

Graf 4.1: Grafická hodnoty u prvku Machine.....	55
-------------------------------------------------	----

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Výrobní proces	25
Obrázek 2.1: Maticové čárové kódy	32
Obrázek 2.2: Komunikace v RFID	34
Obrázek 2.3: Biometrický přístupový systém.....	36
Obrázek 4.1: Logistický proces	47
Obrázek 4.2 Dodavatel_1	48
Obrázek 4.3: Sklad_1.....	50
Obrázek 4.4: Výroba.....	51
Obrázek 4.5: Směna.....	54
Obrázek 4.6: Model logistického procesu v programu Witness.....	54
Obrázek 4.7: Statistické hodnoty prvku Machine.....	55

Seznam obrázků s neveřejnými údaji

Obrázek-neveřejný 1: Pracovní obrazovka simulačního prostředí Witness

Obrázek-neveřejný 2: Základní simulační prvky programu Witness

Obrázek-neveřejný 3: Okno určující vlastnosti součástky

Obrázek-neveřejný 4: Okno určující vlastnosti zásobníku

Obrázek-neveřejný 5: Okno určující vlastnosti stroje

Obrázek-neveřejný 6: Okno určující vlastnosti pracovníka

Seznam příloh

Příloha 1: Witness

Příloha 2 Průběh výrobního procesu

Příloha 3: Witness 2012

Příloha 4: Tabulka pro potřeby ICT

3.5 Witness

Witness je program, který se používá pro simulaci a optimalizaci výrobních, obslužných a logistických procesů od firmy Lanner Group Ltd. Někdy bývá tento software označen jako prediktivní technologie, která slouží k podpoře rozhodování. Z uživatelského pohledu jde o objektově orientované programovací prostředí, neboť poskytuje širokou paletu funkčních vlastností a prvků, které jsou určeny nejen ke stavbě simulačního modelu.

Simulační program Witness se nejčastěji využívá pro:

- logistickou analýzu,
- organizaci a manipulaci s materiálem,
- analýzu výrobních nákladů,
- analýzu využití lidských zdrojů,
- optimalizaci šířkového spektra výrobních a logistických procesů,
- modelování distribučních procesů,
- reengineering procesů.

Program Witness umožňuje dynamicky zachycovat pohyb materiálu, zákazníků, ale i stavy jednotlivých prvků v systému. Dynamický model je takový model, který dovolí spuštěnou simulaci zastavit v jakémkoliv čase a pozorovat získaná data či měnit různé parametry. Následně lze opětovně simulační model znovu spustit nebo je možné ho znovu zastavit v určitém čase. Díky tomu může uživatel pozorovat dynamiku simulovaného systému a má k dispozici všechny důležité údaje k vyhodnocení daného procesu podle předem zvolených parametrů či kritérií.

Zároveň může sloužit k analýze jakéhokoliv procesu, ve kterém je nutné sledovat dopad již navržených změn a kvantifikovat možné varianty řešení. Kromě samotné tvorby modelů je velice důležitá možnost interaktivní práce s vytvořeným modelem. Ta umožňuje uskutečňovat analýzy typu what if, tj. analýza, která používá metodiku porovnávající dopady jednotlivých návrhů řešení.

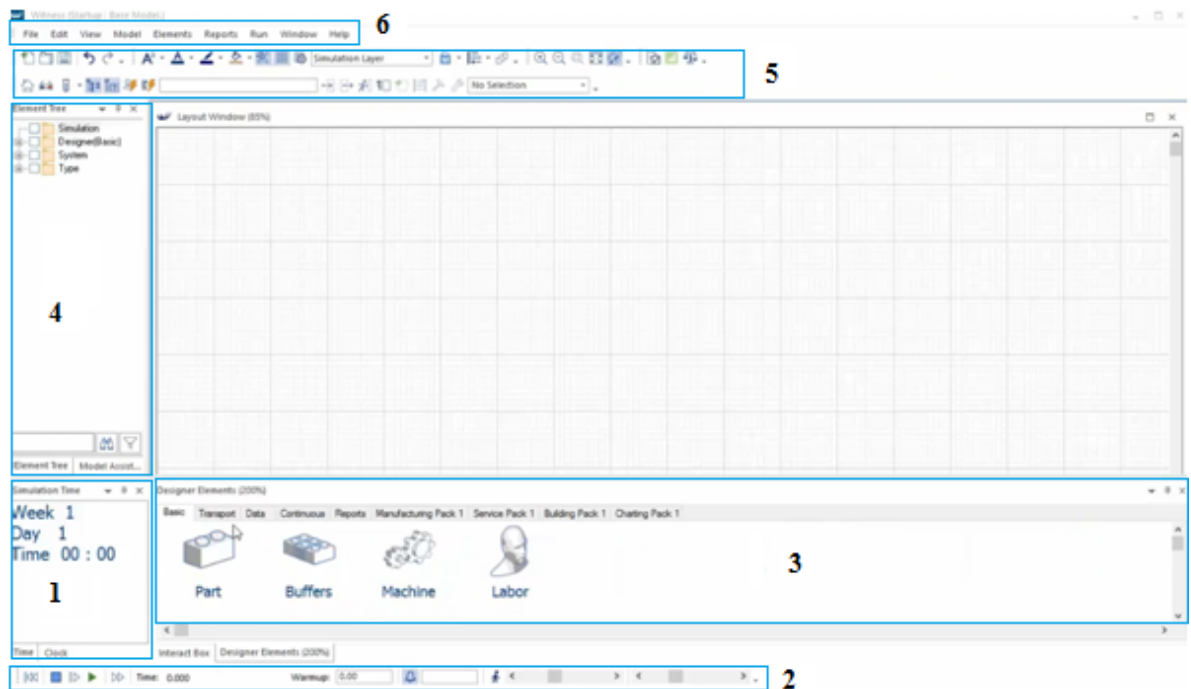
V praxi je tato analýza prezentovaná tak, že v libovolném čase je možné simulaci zastavit, měnit některé parametry systému, jako jsou např. počet pracovníků na směně, směřování materiálu nebo velikosti zásobníků, přičemž je ihned možné sledovat důsledky provedených změn. (Školení Witness Basic) Program Witness se používá v těchto níže uvedených odvětvích:

- v letectví a kosmonautice,
- v automobilovém průmyslu,
- v obraně,
- ve zdravotnictví,
- v logistice,
- ve státní správě. (Lanner, ©2019).

3.6 Pracovní prostředí Witness

Program Witness má skoro shodné uspořádání horní ovládací lišty jako MS Word a pracovní plocha je podobná jako u Simul8. Obrázek č. 1 představuje základní pracovní simulační prostředí programu Witness.

Obrázek-neveřejný 1: Pracovní obrazovka simulačního prostředí Witness



Zdroj: Vlastní zpracování

1. Simulační čas

Simulační program Witness může zobrazovat čas dvěma způsoby. První způsob je za pomoci digitálních hodin v okně Time, které ukazují časové jednotky v podobě sekund, minut hodin, dnů nebo jiných jednotek, jenž si uživatel sám zvolí. Druhým způsob je prostřednictvím analogových hodin, ty jsou umístěny v okně Clock.

2. Ovládací panel průběhu simulace

Spodní řádek představuje panel, který je určený pro ovládání chodu simulace. Pomocí tohoto panelu lze simulaci v různém časovém úseku zastavit, zrychlit či poslat zpět na začátek.

3. Galerie elementů

V tomto panelu jsou rozmístěny jednotlivé prvky pro tvorbu simulace, které nesou svůj název a svoji grafickou podobu. Prvky mohou být rozmístěny do několika skupin definované uživatelem. Kromě těchto zmíněných funkcí lze ještě v tomto panelu prvky různě upravovat.

4. Panel s elementy a panel pro moc v simulaci

První zmíněný panel obsahuje standardní předem nadefinované prvky pro simulování v programu Witness. Kdežto druhý panel definuje určitá pravidla, příkazy a funkce. Do obou těchto panelů lze přidávat nebo odebírat nové vytvořené prvky.

5. Řádky s nástroji

Pro usnadnění a zrychlení práce jsou některé příkazy z menu zobrazeny v řádcích s nástroji. Jednotlivé řádky lze podle potřeby zapínat nebo vypínat.

6. Menu

Horní panel nabízí standardní menu a svým provedením se velmi podobá MS Windows. Zároveň jsou v horním panelu umístěny tyto níže zmíněné příkazy:

- **File** – obsahuje rolovací seznam se základními funkcemi pro ukládání, otvírání, nahrávání a tisknutí simulačního modelu,
- **Edit** – dovoluje kopírovat, vkládat, vracet zpět nebo opakovat různé kroky,
- **View** – umožňuje měnit barvu pozadí hlavní obrazovky, přidávat a odebírat řádky s nástroji nebo panely s okny (např. galerie elementů) či editovat obrázky,

- **Model** – v tomto panelu může uživatel upravovat nastavení modelu od samotného názvu, způsobu měření času až po volbu tzv. model přizpůsobit do 3D,
- **Elements** – používá se pro tvorbu nových prvků, jejich úpravu, definování vstupních a výstupních pravidel,
- **Report** – tento panel poskytuje důležité statistiky, zpětnou vazbu a souhrny, které mohou být v podobě grafů,
- **Run** – obsahuje stejné funkce jako okno s panelem průběhu simulace,
- **Window** – některé modely mohou nabývat rozsáhlých rozměrů, v programu Witness je definováno osm pohledů (oken) na pracovní plochu. Každé z těchto oken lze různě posouvat nebo měnit měřítko jejich zobrazení. S okny stejně jako u MS Windows může uživatel různě manipulovat, ať už zvětšovat, zmenšovat nebo zavírat a přesouvat,
- **Help** – poskytuje uživateli informace o produktu, pomoc a technickou podporu.

3.7 Vytváření modelů

Pomocí grafického uživatelského prostředí se uskutečňuje stavba modelů. Uživatel na pracovní plochu vkládá různé objekty, těm následně uděluje takové vlastnosti, aby společně tvořily funkční a propojený systém. Vlastnosti těchto objektů jsou definovány tak, aby vytvořený model odpovídal a byl podobný reálnému systému.

Program Witness pro tvorbu modelů používá různé simulační prvky, mezi základní prvky patří – Part, Buffers, Machine a Labor. Tyto konkrétní prvky jsou zobrazeny na obrázku č. 2.

Obrázek-neveřejný 2: Základní simulační prvky programu Witness

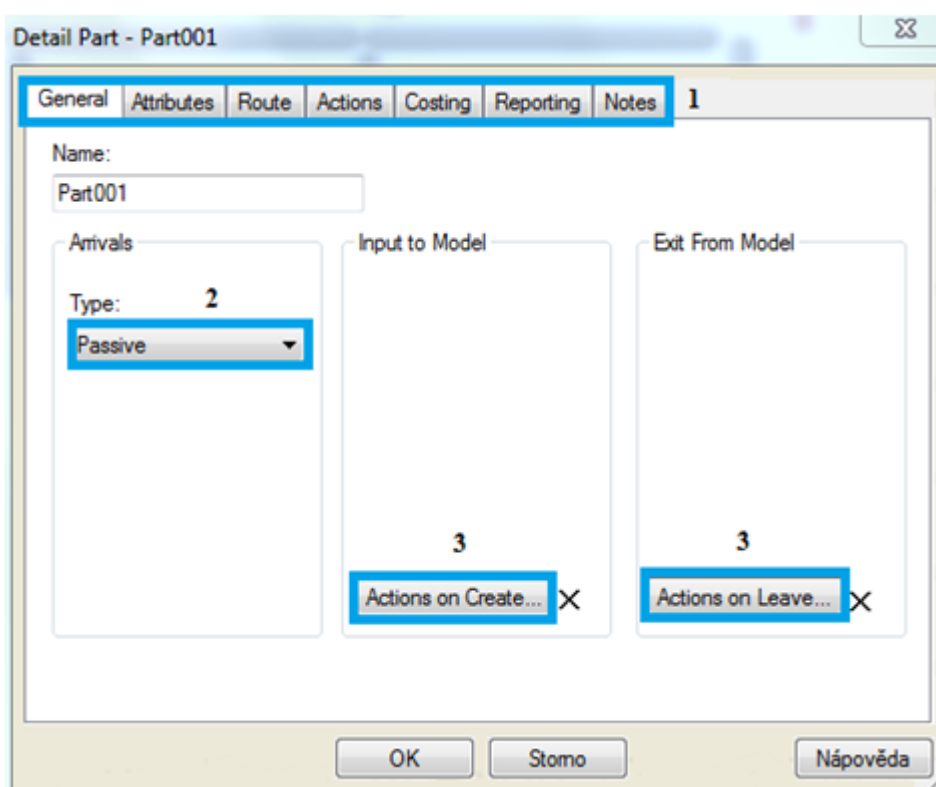


Zdroj: Vlastní zpracování

3.7.1 Part (Součástka)

Součásti, které procházejí modelem, reprezentují fyzické součástky tak i výrobky nebo různé firemní dokumenty. Jednotlivé součásti mohou být zpracovány po jedné, sestaveny dohromady nebo děleny jako materiál ve výrobek. Také mohou mít číselnou nebo textovou informaci ve formě atributů. Obrázek č. 3 zobrazuje okno pro definování vlastností součástky. Zatímco v tabulce č. 1 jsou uvedeny popisky jednotlivých polí.

Obrázek-neveřejný 3: Okno určující vlastnosti součástky



Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka-neveřejná 1: Popis polí součástky

Číslo pole	Popis pole
1	Jsou panely, na kterých je několik položek, ty definují atributy, cesty toku, akce, atd
2	Rolovací seznam, ve kterém je možno měnit aktivní nebo pasivní typ součástky
3	Znázorňuje pole při vstupu nebo výstupu součástky do modelu

Zdroj: Vlastní zpracování z: Školení Witness Basic, s. 15

3.7.2 Buffers (Zásobník)

Zásobníky se dají popsat jako místa, ve kterém se skladují součásti. Samy o sobě si dané součásti nevybírají, také je ani nikde neodesílají. Zásobníky mohou představovat frontu v nákupním centru, sklad součástek nebo technologické zpoždění během výrobních či jiných operací. Konkrétně na obrázku č. 4 je zobrazeno okno, které určuje vlastnosti zásobníku. Zatímco tabulka č. 2 popisuje důležité pole z níže uvedeného obrázku.

Obrázek-neveřejný 4: Okno určující vlastnosti zásobníku

Detail Buffer - Buffers002

General Actions Costing Reporting Notes

Name: Buffers002 Quantity: 1 Capacity: 1000

Input Option: Rear Delays Option: None Output Option: First

Search from: Rear Front

5 Actions on Input... 5 Actions on Output...

OK Stomo Nápověda

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka-neveřejná 2: Popis polí zásobníku

Číslo pole	Popis pole
1	Pole kapacity zobrazuje kapacitu zásobníku stanovenou uživatelem
2	Pole quantity určuje množství stejných zásobníků do modelu
3	Je rolovací seznam, pomocí kterého je možné volit, jakým způsobem bude zpožděná součástka v zásobníku
4	Určuje, v jakém pořadí opustí součástka zásobník
5	Stanovuje různé akce během vstupu a výstupu součástky ze zásobníku

Zdroj: Vlastní zpracování z: Školení Witness Basic, s. 15

3.7.2 Machine (Stroj)

Jak již bylo zmíněno, objekt stroj slouží jako základní prvek simulačního programu Witness. Jedná se o zařízení, která ke své činnosti potřebují součásti. Během operace mohou měnit své vlastnosti, ale i vlastnosti jiných simulačních prvků. Zejména jde o prvky, které na základě určitého vstupu vytvářejí určité výstupy. Obrázek č. 5 znázorňuje okno s vlastnosti stroje, na kterou a navazuje tabulka č. 3 s popisem polí výchozího obrázku.

Obrázek-neveřejný 5: Okno určující vlastnosti stroje

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka-neveřejná 3: Popis polí stroje

Číslo pole	Popis pole
1	Obsahuje panely s formuláři pro určení průběhu činností, poruch, apod.
2	Označuje zadané množství stejných strojů do modelu
3	Rolovací seznam, který slouží k výběru určitého typu stroje
4	Je pole se vstupními a výstupními údaji
5	Pole pro zápis operačních časů stroje, čas bývá obvykle uváděn v minutách, pokud uživatel nestanoví jinak
6	Stanovuje pravidla na vstupu a na výstupu
7	Definuje činnost pracovníka na konkrétním stroji
8	Slouží k definování stroje pro jednotlivé výrobní nebo jiné operace
9	Rolovací seznam, ve kterém se volí konkrétní výstupní pořadí součástí

Zdroj: Vlastní zpracování z: Školení Witness Basic, s. 16

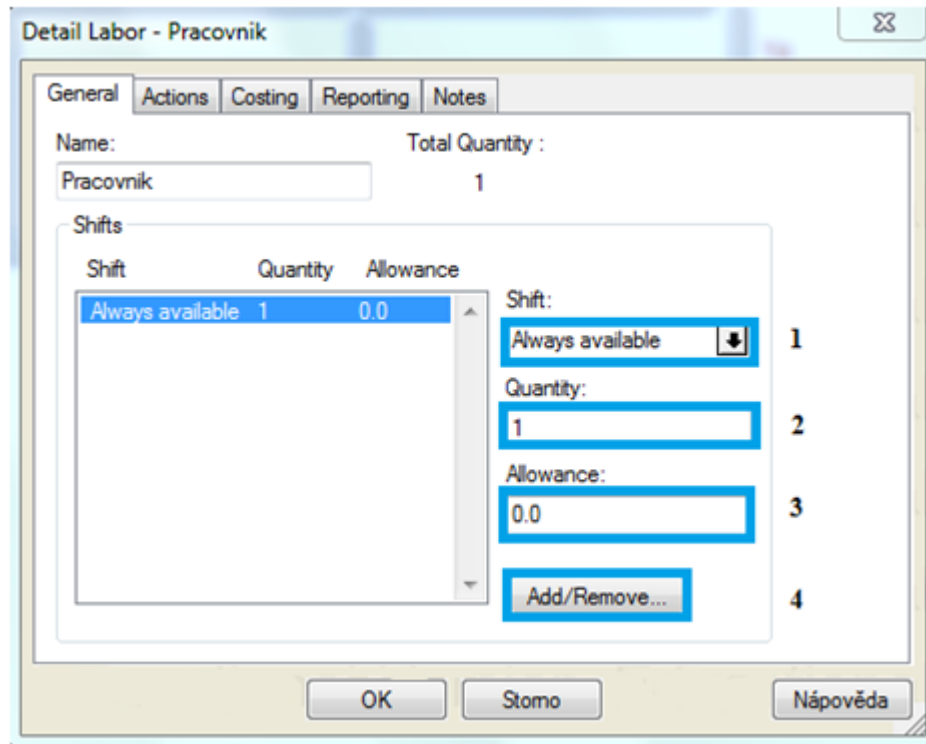
Simulační program Witness má k dispozici také několik typů strojů, ty se od sebe liší počtem vstupujících součástek popř. vystupujících součástek. Tyto stroje jsou:

- Single (jednoduchý stroj) – na vstupu a na výstupu stroj zpracovává pouze 1 součástku,
- Batch (dávkový stroj) – zpracovává součásti po dávkách, na vstupu se vyskytuje n součástí a na výstupu je také n součástek,
- Assembly (montážní stroj) – u tohoto typu stroje je na vstupu n součástí, kdežto na výstupu pouze 1 součástka,
- Production (produkční stroj) – na vstupu stroje je pouze 1 součástka a ze stroje vystupuje $n+1$ součástek,
- General (obecný stroj) – zde vstupuje do stroje n součástek a m jich vystupuje,
- Multiple cycle (více cyklů) – je takový stroj, který má vícenásobný operační cyklus,
- Multiple station (více stanic) – součásti pokračují pouze tehdy, pokud jsou na vstupu další součásti.

3.7.3 Labor (Pracovník)

Objekt pracovník se používá ke všemu modelování, ve kterém je potřeba, aby se daná operace mohla provést. Jedná se zejména o obsluhu stroje, jeho kontrolu, ale i nástroje a přípravky. Na pracovníka se může vázat práce stroje, oprava dopravníku či jiného pracovního zařízení. Obrázek č. 6 zobrazuje okno určující vlastnosti pracovníka. Níže na obrázek navazuje tabulka č. 4, ve které jsou uvedeny popisky ke konkrétním číselně označeným polím.

Obrázek-neveřejný 6: Okno určující vlastnosti pracovníka



Zdroj: Vlastní zpracování z: Školení Witness Basic, s. 17

Tabulka-neveřejná 4: Popis polí pracovníka

Číslo pole	Popis pole
1	Určuje směnu, podle které bude pracovník vykonávat práci
2	Pole Quantity označuje počet stejných pracovníků vložených do modelu
3	Stanovuje časový úsek do konce operace, ve kterém pracovník může přerušit svou činnost, např. odchod na toaletu či na oběd
4	Přidává, odebírání nebo upravuje směnnost pracovníka

Zdroj: Vlastní zpracování z: Školení Witness Basic, s. 16

Pracovní síla

Jak již bylo zmíněno, prvek pracovník obvykle prezentuje v modelu obsluhu strojů nebo dopravníků. Vhodný je především pro modely, které mapují využití zaměstnance při simulovaných činnostech. U pracovníka je zobrazeno jeho jméno, styl, nečinná pracovní síla a pracovní síla mimo směnu.

Pravidla pro specifikaci pracovní síly se používají podobně jako u specifikace součásti, příkladem může být:

<i>OPERATOR</i>	jeden operátor
<i>OPERATOR#2</i>	dva operátoři
<i>MILAN AND Pavel</i>	dvě pracovní síly
<i>JAKUB OR JAN</i>	jedna pracovní síla
<i>IF X = 1</i>	jestli se X=1, Jakub, jinak čekej
<i>Jakub</i>	
<i>Else</i>	
<i>Wait</i>	
<i>End</i>	

3.7.4 Dopravníky

Dopravníky jsou jediný prostředek v modelovacím programu, který slouží pro modelování dopravy materiálu. Dopravníky mohou být např.

- pás na letištích pro zavazadla,
- dopravník na montážní lince,
- válečkový dopravník na balicí lince.

Dopravníky jsou dvojího provedení, buď pevné (*Fixed*) nebo mohou být akumulující (*Queuing*). Mezi další charakteristiky dopravníku patří jeho délka, čas potřebný pro posun o jednu pozici a charakteristika různých poruch nebo oprav. V programu Witness jsou na výběr čtyři druhy dopravníků:

- „*Indexed Fixed*
- *Indexed Queuing*
- *Continuous Fixed*
- *Continuous Queuing*“

Indexed – jednotlivé součásti hodnotí nehledě na jejich nadefinované rozměry.

Continuous - bere v úvahu již nadefinované rozměry dané součástky.

Queuing – dovoluje součástkám hromadit se.

Fixed – vzdálenost mezi jednotlivými součástkami je stejná.

3.7.5 Vozíky a Trasy

Trasy slouží ke specifikaci vozíků celým modelovacím systémem, ty mohou být jednak napevno nebo podle místa nakládky a vykládky. Oproti trasám vozíky umožňují simulovat vlastní přepravu materiálu.

3.7.6 Vstupní a výstupní pravidla v programu Witness

Tok součástí systémem je řízen pomocí jednotlivých pravidel, které se rozlišují na vstupní a výstupní pravidla. Pokud není splněno vstupní pravidlo, tak potom stroj je bez materiálu a nemůže pracovat, což je označeno žlutou barvou. Pokud není splněno výstupní pravidlo, dojde k zablokování stroje, označeno v barvě fialové.

Vstupní pravidla

WAIT – toto pravidlo označuje, že stroj pasivně čeká, než mu bude vložen materiál do vstupního zásobníku.

BUFFER – podobně jak je tomu u pravidla WAIT, tak definuje pasivní čekání. Mimo to na vstupu stroje vytváří zásobník určité kapacity.

PULL – pokud má určitý prvek odebrat nějakou část z dalšího prvku, používá se pravidlo PULL.

- pro odebrání materiálu z jednoho skladu-zásobníku (označen jako B1) se používá: *PULL from B1*
- pro specifikování více možností, je třeba oddělit čárkou (součásti z B2 se odebírají, pokud je B1 prázdný): *PULL from B1, B2*
- je-li ve skladu více typů součástí, je možné specifikovat daný typ: *PULL from B1*

LEAST a MOST – podobně jak tomu bylo u pravidla PULL pracuje LEAST a MOST, ty však nevybírají zásobníky podle toho, jenž byl v pravidle uveden jako první, ale podle obsahu nejméně či nejvíce součástí: *LEAST part B1, B2; MOST free B3, B4*

PERCENT – v tomto případě pravidlo PERCENT vybírá mezi zásobníky na náhodné bázi. V tomto případě si vybírá na základě proudu (označen jako stream) číslo 1 s pravděpodobností 70% ze zásobníku B1 a ze zásobníku B2 s pravděpodobností 30%: *PERCENT /1 B1 70, B2 30*

SEQUENCE – vybírá jednotlivé součásti postupně a má 3 modifikace, které jsou:

- **/WAIT** – čeká na to, až bude splněna každá z podmínek, jakmile se splní, jde na další,
- **/RESET** – jestliže najde nesplněnou podmínku, nuluje ji a to i se všemi následnými podmínkami a začíná od začátku,
- **/NEXT** – nesplněnou podmínku vynechá.

SEQUENCE /WAIT B1#(1),B2#(2) – čeká na to, až bude v zásobníku B1 jedna součást, následně ji odebere a pak opět čeká, až v zásobníku budou B2 dvě součásti, které budou ze zásobníku následně odebrány, tím se splní celé pravidlo.

MATCH – vybírá součásti podle toho, jestli k sobě patří, buď na základě hodnoty atributu, nebo aritmetického výrazu. Pravidlo MATCH se velmi často používá s montážním strojem např. pro identifikování součástí, které se týká jedné zakázky. **MATCH /ATTRIBUTE ord_nr P form B1 and P2 form B2** – je vybrána součást P1 ze zásobníku B1 a také součást P2 ze zásobníku B2 s hodnotami atributu ord_nr.

IF – umožňuje kombinovat různá pravidla do jednoho celku. Příkladem může být, pokud se v zásobníku B2 nachází více jak 15 součástí, součást se odebere, jinak čekej:

IF Nparts (B2) > 15

PULL From B2

Else

Wait

End

SELECT – ze zásobníku vybírá zásadně podle číselného výrazu. Obvykle jde o funkci:

SELECT ON X B1, B2 X značí číselný výraz

Výstupní pravidla

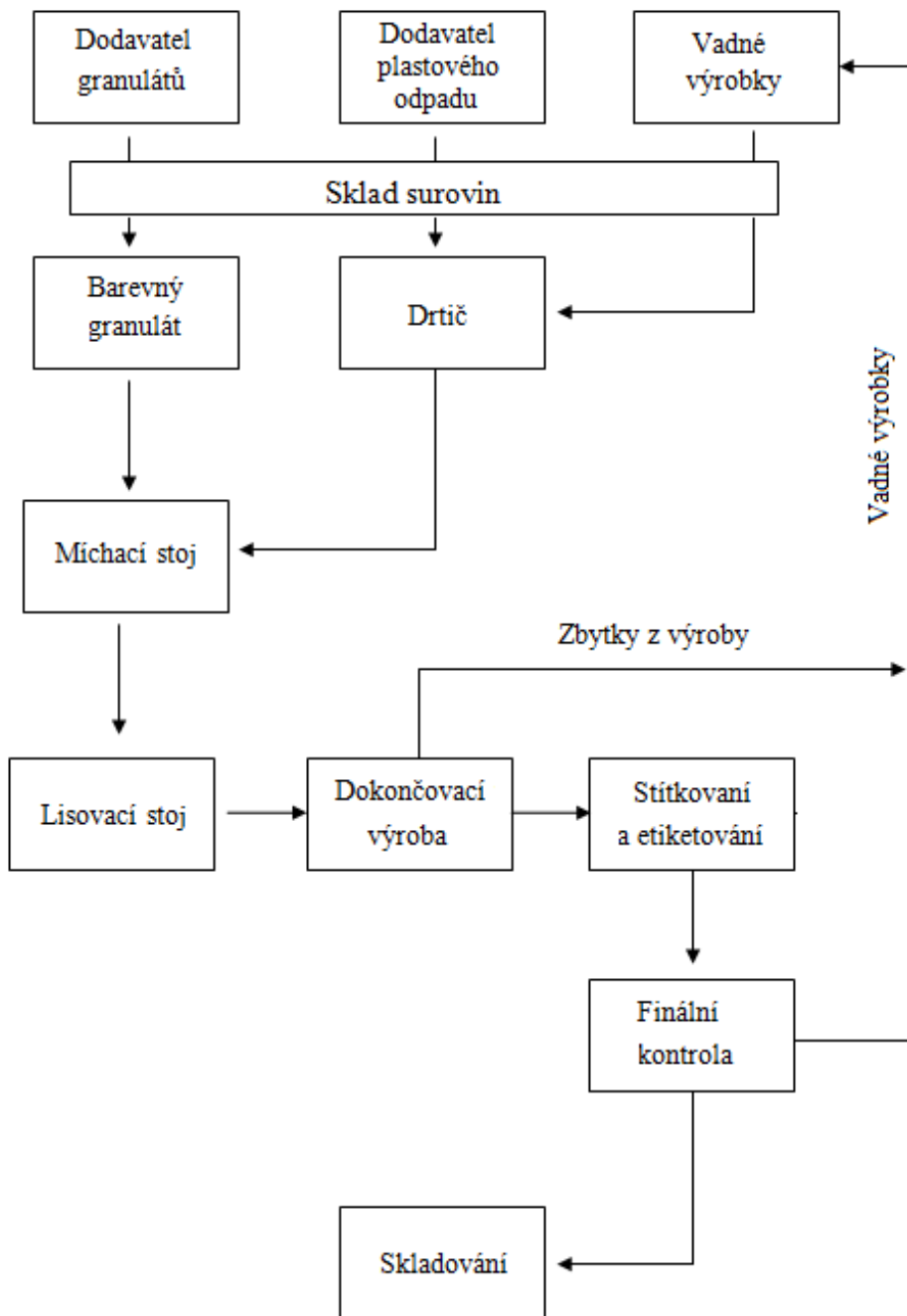
Stejně jako vstupní pravidla jsou obdobná pravidla výstupní, která jsou:

PUSH – stejné jako pravidlo PULL, ale toto pravidlo se používá pouze u výstupů.

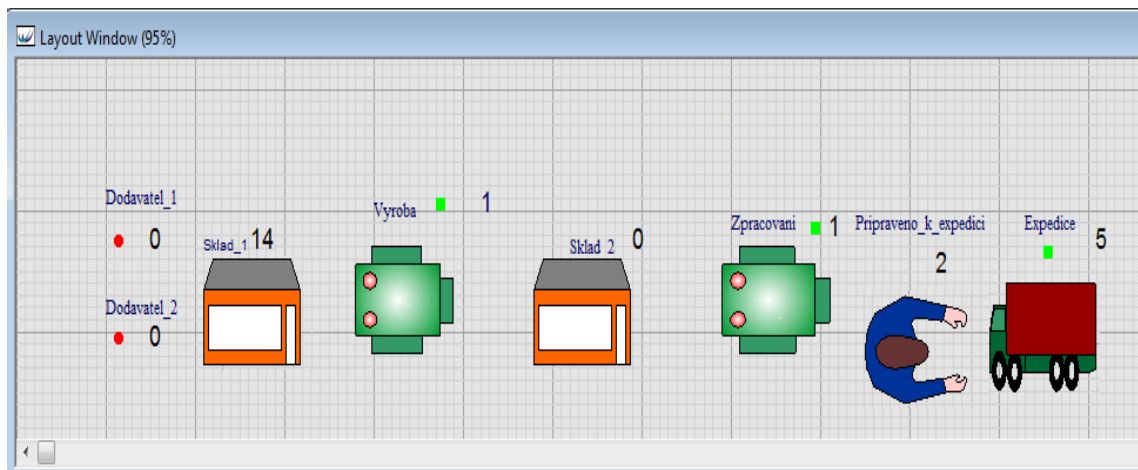
DESTINATION – používá se pro modelování tratí (pouze u vozíků).

Zbývající pravidla jako BUFFERS, WAIT, MOST PERCENT, IF, SELECT jsou stejná (Školení Witness Basic, s. 4-7,10-19,21-23, 27)

Příloha 2 Průběh výrobního procesu



Příloha 3: Witness 2012



Příloha 4: Tabulka pro potřeby ICT

Autor (vypracoval)	Bc. Michal Vyhlídal DiS.
Název DP	Modelování výrobního/logistického procesu pro implementaci AutoID technologií
Studijní obor	LOG
Rok obhajoby DP	2019
Počet stran	58
Počet příloh	4
Vedoucí DP	doc. Dr. Ing. Oldřich Kodým
Anotace	Diplomová práce je zaměřena na vytvoření logistického procesu, který využívá AutoID technologii. V první části se zabývám samotným logistickým procesem a jeho dělením. Další část obsahuje rozdělení automatických identifikačních technologií a jejich použití. Praktická část popisuje modelování, simulaci a hlavní informace o programu Witness. V závěrečné části je vytvořen fiktivní podnik pomocí programu Witness, který simuluje logistický proces a navrhované experimenty.
Klíčová slova	Witness, výroba, simulace, proces
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	