

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta strojního inženýrství

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2021

Libor Černocký



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

**PROPOJENÍ CNC LASEROVÉ VYŘEZÁVAČKY S ERP
INFORMAČNÍM SYSTÉMEM**

CNC LASER CUTTER INTEGRATION WITH ERP INFORMATION SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Libor Černocký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ladislav Dobrovský

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Libor Černocký**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce: **Ing. Ladislav Dobrovský**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Propojení CNC laserové vyřezávačky s ERP informačním systémem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Problematika propojení výrobního stroje s informačním systémem firmy z hlediska výrobních dat.

Cíle bakalářské práce:

- 1) Popsat soustavu instalované CNC laserové vyřezávačky a popsat současný stav používaného informačního systému ERP.
- 2) Navrhnout integraci obou soustav.
- 3) Vyhodnotit možné přínosy integrovaného systému z hlediska koncepce digitalizace výroby Industry 4.0.

Seznam doporučené literatury:

SODOMKA, Petr, Informační systémy v podnikové praxi, Computer Press, a.s. Brno 2011, ISBN: 978-80-251-2878-7, Počet stran: 504.

ŠTULPA, Miroslav, CNC obráběcí stroje a jejich programování, Nakladatel: BEN - technická literatura Praha, ISBN: 80-7300-207-8, Rok vydání: 2006, Počet stran: 120.

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Management Press, 2016.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

V bakalářské práci se řeší kompatibilita výrobních strojů s informačním systémem v souvislostech digitalizace firmy. Teoretická část práce pojednává o struktuře a možnostech informačních systémů. Popsán je taktéž princip laseru a charakteristika nejpoužívanějších druhů v CNC laserových strojích. Nechybí vymezení populárního pojmu Průmysl 4.0 v souvislosti s digitalizací. V praktické části je představena zkoumaná společnost od svých počátků po současnost. Popíšu se nynější ovládací systémy a výrobní zařízení, které se v následném návrhu ERP informačního systému vzájemně propojí s řídicími moduly. Jaký vliv by měl navrhovaný informační systém zejména z pohledu digitalizace firmy, znázorní SWOT analýza.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the compatibility of production machines with the information system in the context of company digitization process. The theoretical part analyze the structure and variability of information systems. The principle of the laser and the characteristics of the most used types of lasers in CNC laser machines are described as well. There is also a definition of the popular term called Industry 4.0 from the perspective of digitization. The practical part presents the researched company from its beginnings to the present. There will be specified current control systems and production facilities which will be interconnected into synchronized control modules in design of the ERP information system. The SWOT analysis will show what effect the proposed information system would have, especially from the point of view of digitalization of the company.

KLÍČOVÁ SLOVA

Informační systém, ERP, digitalizace, laser, CNC, Průmysl 4.0, SWOT analýza.

KEYWORDS

Information system, ERP, digitization, laser, CNC, Industry 4.0, SWOT analysis.



ÚSTAV AUTOMATIZACE
A INFORMATIKY



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČERNOCKÝ, Libor. *Propojení CNC laserové vyřezávačky s ERP informačním systémem* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-19].

Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132075>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Ladislav Dobrovský.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Ing. Ladislavu Dobrovskému za vedení bakalářské práce, trpělivost a cenné rady, které mi poskytl při jejím zpracování. Velký dík patří také firmě XYZ, s. r. o. za ochotu dodat potřebné interní materiály a věnovat se této práci, aby vedla k praktickému obeznámení se s reálným průmyslovým podnikem.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona c. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 19. 5. 2021

.....

Libor Černocký

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 15 |
| 2 | PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY | 17 |
| 2.1 | Motivace podniku nasazovat informační systém..... | 17 |
| 2.1.1 | Zvýšení konkurenceschopnosti podniku | 18 |
| 2.2 | Architektura informačních systémů..... | 18 |
| 2.2.1 | TPS (Transaction Processing System)..... | 19 |
| 2.2.2 | MIS (Management Information System)..... | 20 |
| 2.2.3 | EIS (Executive Information System)..... | 21 |
| 2.2.4 | OIS (Office Information System)..... | 21 |
| 2.2.5 | EDI (Electronic Data Interchange)..... | 21 |
| 2.3 | Klasifikace ERP (Enterprise Resource Planning) | 21 |
| 2.4 | Životní cyklus informačního systému | 23 |
| 2.4.1 | Analýza podniku a rozhodnutí..... | 23 |
| 2.4.2 | Výběrové řízení na systém a implementačního partnera..... | 23 |
| 2.4.3 | Uzavření smlouvy..... | 24 |
| 2.4.4 | Proces implementace | 24 |
| 2.4.5 | Ostrý provoz a servis systému | 24 |
| 2.4.6 | Vývoj systému | 24 |
| 3 | TECHNOLOGIE LASERŮ PRO CNC | 25 |
| 3.1 | Princip funkce laseru | 25 |
| 3.2 | Druhy laserů a jejich použití..... | 26 |
| 3.2.1 | Nd:YAG..... | 26 |
| 3.2.2 | Diskový laser | 26 |
| 3.2.3 | Diodový laser..... | 27 |
| 3.2.4 | CO ₂ laser | 27 |
| 3.2.5 | Vláknový laser (fiber)..... | 27 |
| 4 | DIGITALIZACE VÝROBY V PRŮMYSLU 4.0 | 29 |
| 4.1 | Čtyři průmyslové revoluce | 29 |
| 4.2 | K naplnění konceptu průmyslu 4.0 vede zejména digitalizace..... | 29 |
| 5 | ZKOUMÁNÍ VE SPOLEČNOSTI | 31 |
| 5.1 | Charakteristika podniku XYZ, s. r. o..... | 31 |
| 5.1.1 | Historický vývoj společnosti | 31 |
| 5.1.2 | Současný stav společnosti | 31 |
| 5.1.3 | Dotace z programů Evropské unie..... | 34 |
| 5.1.4 | Popis CNC laserového 3D obráběcího centra a práce s ním | 34 |
| 5.1.5 | Ohraňovací lis..... | 37 |
| 5.1.6 | Současný stav informačního systému..... | 38 |
| 5.2 | Návrh vlastností informačního systému | 38 |
| 5.2.1 | Doporučené požadavky na hardwarové vybavení | 39 |
| 5.2.2 | Propojení informačního systému s obráběcím centrem a ohraňovacím lisem . | 39 |
| 5.2.3 | Průběh objednávky | 40 |
| 5.2.4 | Řízení výroby | 41 |
| 5.2.5 | E-sklad..... | 43 |
| 5.2.6 | Evidence zaměstnanců a účetnictví | 44 |
| 5.2.7 | Modul CRM (Řízení vztahů se zákazníkem) | 45 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.3 | SWOT Analýza | 45 |
| 5.3.1 | Silné stránky (Strengths)..... | 46 |
| 5.3.2 | Slabé stránky (Weaknesses)..... | 46 |
| 5.3.3 | Příležitosti (Opportunities)..... | 47 |
| 5.3.4 | Hrozby (Threats)..... | 47 |
| 6 | ZÁVĚR..... | 49 |
| 7 | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 51 |

1 ÚVOD

Současné průmyslové trendy digitálního Průmyslu 4.0 vedou firmy napříč specializací k mnoha změnám. Aby výrobní firmy předčily konkurenci, nestačí jim jen pracovitost a kvalitní výrobní zařízení. Ke zrychlení procesu potřebují také efektivní a automatizovanou propojenost komunikace uvnitř celého podniku i mimo něj. Proto se zavádějí podnikové informační systémy. Ty jsou vysoce komplexní téma propojující problematiku všech sektorů podniku. Každá firma se liší mnoha aspekty jako je oblast působení, zvyky, mentalitou pracovníků, strategií vedení atd. Firmy mají různé zařízení a stoje, jejichž propojení s informačním systémem lze provést více způsoby. Zásadním a nejdůležitějším obdobím životního cyklu informačního systému je bezpochyby proces zanalyzování podniku společně s návrhem nejefektivnějšího řešení. Od toho se odvíjí celkové přínosy pro daný podnik a entity s ním spjaté, což je hlavní důvod nasazování informačních systémů.

Díky neustálým inovacím a obecně pokroku v technickém světě se i řešení a možnosti informačních systémů stále rychlým tempem vyvíjí. Z tohoto důvodu usuzuji za vhodné informační systémy v teoretické části charakterizovat a klasifikovat pouze obecně, aby uvedené bibliografické informace nebyly neaktuální. Je zde uvedeno, jak se informační systémy sestavují a jak se pracuje s příslušnými daty. V menších výrobních firmách je kladen důraz převážně na zavádění dále specifikovaného ERP systému kontrolujícího výrobu. Integrace systému je však pouze jeden z několika momentů v životním cyklu informačního systému. Široký teoretický kontext doplní nastínění pojmu Průmysl 4.0 a pro zkoumanou firmu klíčová technologie laseru, která firmě upřesní jeho klasifikaci a vhodné použití.

V praktické části se představí zkoumaná výrobní firma nerezů od svých počátků až po současnost. Popíší se nynější výrobní technologie s dominujícím CNC laserovým obráběcím centrem. Poté se na základě dat společnosti a zkoumání tržních možností navrhne komplexní ERP informační systém vhodný pro potřeby firmy. Posoudí se využití stávajících aplikací v podniku a navrhne vhodný způsob propojení výrobních zařízení a pracovišť. Popíší se funkcionality pro jednotlivé sektory řízení výroby a návrh se doplní příkladným databázovým ER diagramem. SWOT analýzou se naznačí možné pozitivní i negativní dopady digitalizace na podnik.

2 PODNIKOVÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY

Samotný pojem *podnikový informační systém* (označován také jako IS/ICT = Information System/Information nad Communication Technologies) je ucelená množina komponent, které společně vytváří, shromažďují, zpracovávají, přenášejí a rozšiřují informace (data). *Prvky* informačního systému jsou jeho uživatelé, příp. IT personálu (informačních technologů), *komponenta* je chápána jako podsystém o jednom nebo více prvcích. *Data* podniku jsou jedním z jeho nejcennějších aktiv a jsou to:

- **Interní data podniku** – pro podnik zásadní, příkladem mohou být materiály cenových kalkulací, informace o zaměstnancích, plány výroby, obchodování, logistiky a mnoho dalších informací k fungování podniku.
- **Data z trhu** – zde jsou zařazeny informace k poptávce (zboží a služby), ke konkurenci, směřování a vývoji odvětví apod.
- **Data společných podmínek podnikání** – zahrnuje legislativní podmínky a očekávání, demografii sociálních a ekonomických stavů (příkladem může být současná logisticky nejvýhodnější cesta dopravce a vůbec oblast výběru tohoto dopravce) nebo externí trendy ovlivňující produkt či službu.
- **Data informačních technologií** – jde o metody práce s informacemi pomocí Software (programového vybavení) a Hardware (technického a výpočetního vybavení) [1]

2.1 Motivace podniku nasazovat informační systém

Abychom byli schopni lépe porozumět, jak nejlépe navrhnout efektivní informační systém, je třeba si odpovědět na následující otázku: Jaké přínosy vedou podniky k tomu, aby investici do informačních systémů vůbec uskutečnili?

Podnikový informační systém:

- Si dává za hlavní cíl podpořit růst výkonnosti neboli vytižení kapacit a hodnoty podniku pomocí optimalizace procesů v podniku.
- Má za úkol integrovat a automatizovat informační a komunikační toky uvnitř i vně podniku do jediného uceleného média, čímž dojde ke standardizaci sdílení dat, a tak k lepšímu zpracovávání běžné podnikové agendy (vyloučení manuálního přepisování dat). Nejvyšší automatizace se dosahuje zpravidla v účetnictví. Některé úkony pracovníků mohou být zcela nahrazeny informačním systémem, což přináší dlouhodobou úsporu.
- By měl podávat celostní pohled na dění v podniku tak aby byly co nejnázorněji podávány podněty k manažerským rozhodování.
- Může efektivně řídit zásoby. Informační systém automaticky hodnotí provázání skladových objednávek a kapacit materiálu. Výstupem mohou být automaticky načasované objednávky materiálu v jejich ekonomicky

optimálním množstvím v závislosti na produkci. Nastává tak jistota, že vstupní komponenty produkce budou v budoucnu ve správnou chvíli v optimálním množství na skladě a nedojde ke kolizím při naskladňování. Skladové pozice se mohou umisťovat a rezervovat podle frekvence jejich využívání bez složitých manuálních úvah, pouze dle návrhu informačního systému.

Zajištění stabilního chodu a automatické zabezpečení pomocí zálohování veškerých dat, dnes za pomoci *cloudových úložišť* [2]

2.1.1 Zvýšení konkurenceschopnosti podniku

Možnou hrozbou pro každý podnik, který není násilně či politicky monopolní, je navyšování konkurenčních sil. Pokud nastupuje nová konkurence nebo dochází k rozšiřování vlivu stávající, pravděpodobně to znamená, že na trhu je převis nabídky produktu či služby nad poptávkou.

Konkurenceschopnost pozitivně ovlivňuje nasazení optimálního informačního systému v podniku zejména následovně:

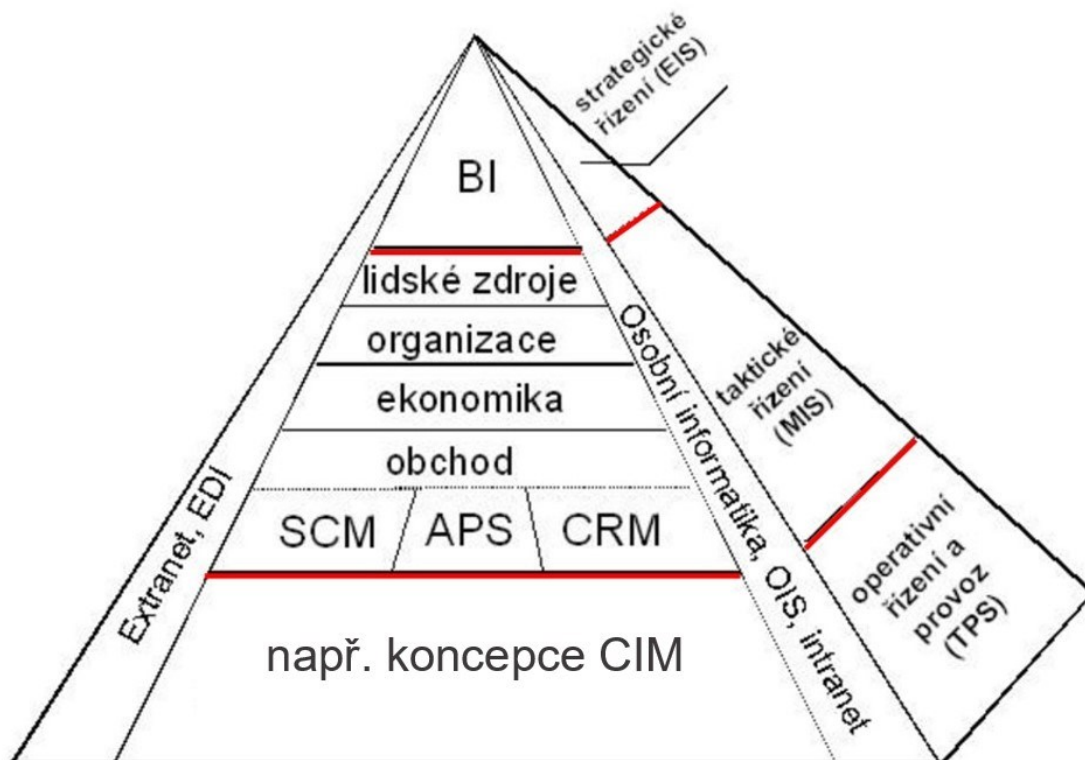
- Zlepšováním řízení dodavatelského řetězce, ideálně přechod na společné plánování (dodavatel - výrobce - distributor - prodejce - zákazník) a aktivního udržování zásob na jejich optimální úrovni v celém řetězci (*CPFR – Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*).
- Vztahy se zákazníky upevňuje zefektivnění komunikace a zvýšení průtoku zakázky podnikem. Doporučuje se logistická metodika *TOC* (Theory of Constraints) – metodika vede k stavu, kdy nejslabší článek podnikového řetězce (úzké místo) je tak silný, jak jen okolnosti umožňují (nastává tak silná pravděpodobnost ziskovosti).
- Analytické možnosti informačních systémů – analýza nákladovosti a návratnosti investic, určování atraktivních zákazníků dané oblasti produkce, kalkulace ocenění nabídky dle úrovně kvalitativního zpracování produktu či služby.
- Možnost transparentního aktuálního (on-line) stavu zakázky pro zákazníka [3]

2.2 Architektura informačních systémů

V podnicích o větším množství zaměstnanců existuje vždy několik organizačních (nadřazených) úrovní, například dělníků, manažerů a ředitelů. Tyto úrovně mají rozdílné úkoly. Každá vyšší úroveň zpracovává data nižší úrovně a potřebuje z nich vyvodit výstupy pro jejich rozhodování. Je tedy zřejmé, že také podnikový informační systém se bude muset skládat z informačních úrovní.

Kolik bude informačních úrovní a z čeho všeho se budou skládat, závisí samozřejmě na velikosti, organizační struktuře a také na způsobech a oblastech působení podniku. Od *malých společností* (10 – 50 zaměstnanců nebo roční obrat nepřesahuje 10 milionů Eur) se ale obecně jedná o **tři řídicí informační úrovně** a **dvě oblasti**

prostředků shodných pro všechny tyto úrovně. Pro názornost jsou graficky znázorněny v tzv. *informační pyramidě* na Obr. 1 níže, kde na pravé hraně pyramidy jsou uvedeny informační řídicí úrovně a z čelní strany jsou uvedeny jejich aplikační zaměření. Při implementaci plnohodnotného informačního systému (All-in-One ERP) všechny nebo alespoň většinu těchto úrovní a oblastí řízení **propojuje softwarově i hardwarově systém ERP** (viz podkapitola 2.3) [4]



Obr. 1: Informační pyramida dle organizačních úrovní řízení podniku [7]

2.2.1 TPS (Transaction Processing System)

TPS je nejnižší a nejrozmanitější řídicí informační úrovní operativního a provozního charakteru. Jejím úkolem je zajistit základní provoz, tj. hlavní činnost podniku. Podoba aplikací TPS velmi závisí na charakteru podniku, v případě *výrobního podniku* se výrobní procesy integrují ve dvou variantách:

- **Výrobní** – jde o variantu sériové produkce. Před zahájením výroby je nutné navrhnout výrobek, vhodnou technologii ke zhotovení a programy NC.
- **Zakázkový** – varianta vyhotovení produktu ve zvoleném množství podle přání zákazníka. Vyhotovení zakázky začíná jejím přijetím, pokračuje sestavením harmonogramu termínů, upřesní se požadavky kapacit a materiálů. Teprve poté se spouští samotná výroba, expedice, dodatečné kalkulace atd.

Konkrétními aplikacemi *TPS* pro výrobní podnik záleží na výše uvedené variantě a kompetencích podniku vůči zákazníkovi. Pokud mluvíme o dostatečně automatizovaném procesu produkce (tzv. **koncepce CIM** = Computer Integrated Manufacturing), obvykle se jedná o následující aplikace:

- **CAD** – konstrukční návrh výrobku pomocí počítačového grafického programu.
- **CAM** – návrh odeslaný do obráběcího CNC stroje (NC obráběcí stroj s počítačovou podporou) a software dnes zejména automaticky vytvoří optimální program drah obrábění a rozložení výrobků v polotovaru (CAM).
- **CAP** – automatizovaná technologická příprava pro výrobu.
- **CAT** – automatické testování výrobku.
- **PPC** – stará se o plánování kapacit a kontrolu řízení výroby.
- **CAQ** – zajišťuje dohled a optimalizaci celého procesu z pohledu kvality. [4]

2.2.2 MIS (Management Information System)

MIS je manažerský informační systém, který sbírá provozní data z ERP celé společnosti zobecněné a doplněné tak, aby vyhovovaly účelům manažerských prací nebo rozhodování na taktické úrovni (u malých firem zpravidla řeší vrcholový management, u velkých firem se mohou sbírat data také z např. SCM nebo CRM, čímž vzniká ještě řídicí meziúroveň). Na *taktické úrovni* je rozhodování soustředěno na inovace, prostředky vedoucí k navýšení produkce a snižování nákladů. Tyto manažerské úkony řídí ty, kteří rozhodují na procesní úrovni. Co se týká sběru a práce s daty, MIS se liší oproti TPS v tom, že procesy trvají déle (několik týdnů až dva roky). Bloky jsou již více standardizované, jejich složení ale stále závisí na charakteru podniku. [5]

Management se orientuje čtyřmi základními směry:

- **Obchodně-logistickým** – konkrétně se může jednat o aplikace nákupu a prodeje, zásobování materiály a technikou nebo řízení dopravy a skladů zařazené v těchto podoborech:
 - **SCM** (Supply Chain Management) – řízení dodavatelského a spotřebitelského řetězce.
 - **APS** (Application Service Provider) – je poskytování aplikačních služeb informačního systému prostřednictvím internetu. Uživatel tak na dálku užívá pronajatý software pomocí internetu. Stále více aplikací se v posledních několika letech začíná provozovat za pomoci APS. Umožňuje to rychlejší a spolehlivější technologie. Zpravidla se jedná o cloudové úložiště nebo online manažerské programy. Výhodou jsou nižší nároky na podnikový hardware a nižší počáteční investice.
 - **CRM** (Customer Relationship Management) – management, který se zaměřuje na jednání a udržení dlouhodobě prospěšných vztahů se zákazníky.
- **Finančně-účetním** – řízení např. účetnictví, daní, odpisů majetku nebo mzdového účetnictví.
- **Průřezovým** – aplikace mají celopodnikový charakter a může jít o správu prostor, organizační plánování, marketing nebo legislativní, jakostní či ekologické nařízení.

- **Lidské zdroje** – představuje výkony personálního oddělení jako nábor zaměstnanců, evidence školení nebo karierní stoupání ve firemní struktuře. [4]

2.2.3 EIS (Executive Information System)

EIS je strategické řízení podniku vrcholovým managementem. Aplikace této úrovně získávají data nejen z TPS i MIS, ale také z externích zdrojů (burzovní kurzy, výzkumy trhu, ekonomická situace atd.) a provádějí celopodnikové analýzy (zejména z dlouhodobějšího pohledu) ke stanovení strategie podniku. Podstatná data se pak dlouhé roky udržují pro další analýzy založené na srovnávání modelem Business Intelligence. [4]

Business Intelligence (BI), českým ekvivalentem by mohl být *datový systém pro podporu strategického rozhodování podniku*, je aplikace funkcí a instrukcí podporující analýzy a strategické rozhodování ve většině směrů vedení podniku. K analýze dat se využívá např. *systém vyvážených ukazatelů podniku (Balanced Scorecard)*. Metoda je založena na porovnání ukazatelů podniku s *vyváženými ukazateli* (též benchmarking). Na základě vah důležitostí konkrétního podniku se mohou jednotlivé poměry ukazatelů zprůměrovat k získání informace o celkové výkonnosti podniku. V automatizovanějších variantách může systém podávat dostatečně dopředu návrhy rozhodování. [6]

2.2.4 OIS (Office Information System)

OIS je oblast prostředků orientovaných na kancelářské práce a práci týmů. Spadá sem *osobní informatika*, což je soubor softwarových i hardwarových prostředků informatiky a jejich využití převážně při práci jednotlivce. OIS komunikačně propojuje všechny úrovně řízení uvnitř podniku, kde mají všichni uživatelé stejné možnosti (význam pojmu *intranet*).

Konkrétními aplikacemi mohou být textové, tabulkové, prezentační grafické i jiné editory, plánovací kalendář, evidence elektronické pošty, diskusní a konferenční skupiny, webový prohlížeč, nebo archiv dokumentů. [7]

2.2.5 EDI (Electronic Data Interchange)

Oblastí EDI jsou prostředky komunikace s externím okolím podniku (význam pojmu *extranet*) a to převážně pomocí internetu nebo standardizovaných aplikací pro výměnu dat. Tyto možnosti spojují podniky s dodavateli, zákazníky, poskytovateli informačních služeb, státními úřady, bankami aj. [7]

2.3 Klasifikace ERP (Enterprise Resource Planning)

Všechny úrovně a oblasti řízení mohou a nemusí být *softwarově a hardwarově integrovány* jediným systémem známým pod názvem ERP, český ekvivalent **plánování**

podnikových zdrojů prozrazuje, že by se mělo jednat minimálně o veškeré provozní úkony. Hlavní úkoly ERP by v podniku měly být integrace a automatizace přinejmenším všech klíčových procesů a funkcí od začátku až do konce a standardizace přenosu dat.

Podle rozsahu ERP ve společnosti, tedy jestli zahrnuje další důležité moduly (např. SCM, CRM, BI), rozlišujeme následující typy:

- **All-in-One ERP** – označení znamená, že ERP integruje všechny klíčové procesy podniku (tzn. všechny úrovně řízení). Dnes už se tyto systémy věnují modulům dostatečně do hloubky zahrnují většinu podnikových aplikací. Pro společnosti to znamená realizace jediného a nejvíce integrovaného projektu, což je jeden z hlavních důvodů, proč jsou ve společnostech od 10 zaměstnanců v České republice nejčastěji využívané, přestože jsou zároveň nejnákladnějším řešením.
- **Best-of-Breed ERP** – existují specifické obory, které z různých důvodů nemusí pokrývat všechny klíčové procesy nebo v případě podnikových divizí jsou další procesy zajišťovány jinými informačními systémy. Díky svému přesnému zaměření by měly špičkově do detailu pokrývat zahrnuté procesy. Přestože lze tento typ ERP integrovat s dalšími informačními systémy, tak vzhledem k nekonzistentnosti řešení, nutnosti více projektů a stále dokonalejším All-in-One ERP by pro takovou implementaci musel být v mnoha podnicích dobrý ekonomický či strategický důvod.
- **Lite ERP** – je jednodušší typ ERP určený zejména pro nejmenší a začínající společnosti, které se snaží zredukovat počáteční investiční náklady. Tento typ je omezený ve svých možnostech rozšiřování a počtu uživatelů. Ve většině společností je ale výhodné navyšovat své kapacity, a tak postupem času stejně vzrostou do stádia, kdy nastane nutnost nasadit nový či další systém ERP. [3]

Během tvorby návrhu ERP je potřeba také rozhodnout, jestli je vhodné, aby měl podnik veškeré hardwarové i softwarové komponenty systému fyzicky nainstalované v místě produkce nebo bude lepší, když některé komponenty bude pouze využívat z pronajatých serverů (tzv. cloudů) formou webových aplikací či úložišť.

Podle míry řešení ERP v cloudu potom vznikají následující varianty:

- **On-premise ERP** – je nejčastější provedení, přestože počáteční náklady řešení na úkor průběžných rostou. Systém ERP je po zakoupení licenčního software nainstalovaný přímo v podniku na vlastní hardwarové výbavě. Výhodou je, že ve většině případů se do licence zahrnuje i servis poskytovatele na ním dodávané komponenty. Licence se předplácí v řádech roků.
- **Hostovaný ERP** – je levnější řešení pro menší a začínající podniky, protože mimo základní hardwarové komponenty se servery i licenční software pronajímají převážně poskytovatelem. Tím dochází také ke snížení implementačního času, tudíž i nákladů na uvedení do provozu. Licence se předplácí převážně měsíčně, takže lze nevyužívané aplikace vypustit nebo

naopak potřebné doplnit. Podnik se tak nestává licenčně závislý a kontrakt může být kdykoli vypovězen.

- **SaaS ERP** – je nejvíce cloudové řešení. Nedochozí k zakoupení žádných licencí a licenční software se pronajímá pomocí webového rozhraní. Licenční smlouva je taktéž měsíčně flexibilní a počáteční náklady jsou nejnižší. *Výhodou* je, že veškerý licenční software i hardware je již připraven a není omezen pro daný počet uživatelů. Nabízí se „balíčky“ řešení, které jsou shodné pro všechny uživatele (tj. nejsou vytvářeny „na míru“ pro jednotlivé podniky), kde může být někdy *nevýhoda*. Řešení tak nemusí být uživatelsky zcela optimální. [8]

2.4 Životní cyklus informačního systému

Informační systém, jako každé jiné technické zařízení nemůže fungovat věčně, a proto budou v této kapitole postupně popsány jednotlivé etapy jeho životního cyklu.

2.4.1 Analýza podniku a rozhodnutí

Nejprve je potřeba zanalyzovat, jestli se podniku, který zvažuje zavedení prvního informačního systému, vůbec svými rozměry vyplatí informační systém zavádět. Pokud je ve společnosti již informační systém zaveden, vždy je vhodné zvážit, zda bude výhodnější inovace stávajícího systému (pokud je to možné) nebo se už oplatí investice do nového. V obou případech se implementace neoplatí, pokud firma dlouhodobě stagnuje nebo dokonce klesá na výkonnosti. Jedná se totiž o náročnou investici nejen z ekonomického pohledu. Závěrem této fáze by mělo být definování požadavků na informační systém, jeho žádoucích přínosů a zhodnocení důsledků pro společnost. [3]

2.4.2 Výběrové řízení na systém a implementačního partnera

Implementační společnosti je vhodné oslovit s podrobnou žádostí o předložení svých nabídek (pomocí tzv. poptávkového dokumentu). Vhodné je pak vybrat dvě až čtyři společnosti k detailnějšímu výběru. Za pomoci výběrového řízení se následně vyhodnotí vhodnost systému a implementačního partnera.

Když známe veškerá požadovaná kritéria, můžeme jim např. přidělit váhy podle důležitosti pro podnik, vynásobit je s procentuálním plněním kritérií a vážené hodnoty sečíst. Kritérii jsou jednotlivé vlastnosti systému, cena implementace, doba omezení provozu, požadavky na zahrnutý servis, poradenství aj. Systém a společnost s nejvyšším součtem vážených hodnot by následně měly být nejvhodnější volbou. Pokud není volba z dostupných údajů zcela evidentní, doporučuje se nechat si těmito společnostmi vyhotovit detailní analýzu společnosti s konkrétními parametry řešení pro podrobnější podněty k rozhodnutí. [3]

2.4.3 Uzavření smlouvy

Dodavatel s podnikem podepíše smluvní dokumentaci (většinou smlouvy licenční, implementační a servisní). Ve smlouvách by neměla chybět problematika požadovaných činností a součinností obou stran na projektu, podrobnosti cenových kalkulací, termínů a sankcí při neplnění. V této etapě se doporučuje právní přezkoumání. [3]

2.4.4 Proces implementace

Implementace je nejnákladnější fází, během níž probíhá nejen instalace softwaru a hardwaru přizpůsobeného pro danou firmu, ale i školení uživatelů ve zkušebním provozu, které je stěžejním procesem zasahujícím také do dalších etap životního cyklu systému. Aby vše probíhalo podle představ, doporučuje se vyžádat si detailní časový plán projektu. Ten je potřeba brát s mírnou rezervou, vždy mohou totiž vzniknout nečekané nesrovnalosti či chyby. [3]

2.4.5 Ostrý provoz a servis systému

Po zkušebním provozu se definitivně převedou data na nový systém a začne ostrý provoz a tím i tato etapa životního cyklu. V případě, že je uzavřena silně doporučená smlouva **SLA (Service Level Agreement)**, která určuje minimální měřitelnou hodnotu zavedené služby, může být po distributorovi požadována smluvní pokuta při poklesu pod tuto hodnotu. Měřitelnými hodnotami může být doba nefunkčnosti systému, zrychlení provozu či konkrétních dějů v systému. Než podnik, lépe řečeno jeho pracovníci, plně využijí potenciálu nového informačního systému, tak toto zdokonalování může i několik měsíců trvat a je potřeba v rozpočtu počítat se skromnější výkonností provozu. [3]

2.4.6 Vývoj systému

Růst podniku, technologie a obecně změna doby přináší nové podněty k inovacím informačního systému. Pokud se podnik vyvíjí mnohem odlišněji, než se předpokládalo, nebo se několikanásobně rozroste, je důležité zkoumat, zda je dosavadní informační systém stále vyhovující všem požadavkům. V případě, kdy informační systém přináší více škody než užitku a inovace jsou neefektivní, životní cyklus dospěl ke konci. Nezbývá nic jiného než zavedení nových systémů. [3]

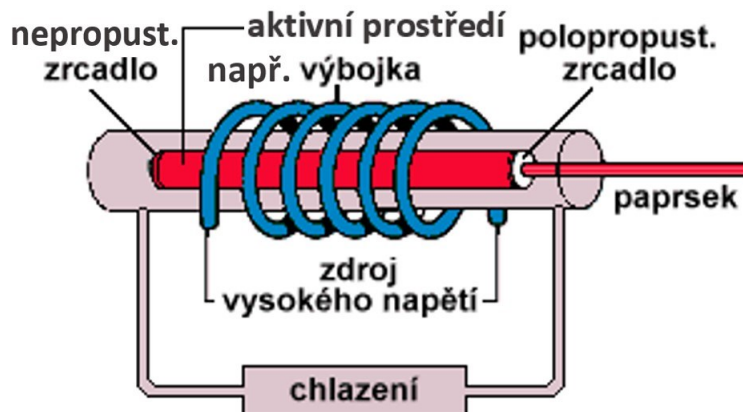
3 TECHNOLOGIE LASERŮ PRO CNC

Laser je původně zkratka pro zařízení, která v překladu znamená zesilování světla stimulovanou emisí záření. Je to velmi universální zařízení mající mnoho podob a využití v různých oborech. V *lékařství* nachází uplatnění třeba k operacím oka, dermatologickým zákrokům a v chirurgii, v *holografii*, což je obor zobrazování (pro laika je nejznámějším příkladem laserová show nebo 3D promítání), dále pak v *geodézii*, v *meteorologii*, v *tisku* nebo při běžném použití na mechanických discích u PC či při čtení čárových kódů atd. Z důvodu tak širokého rozsahu uplatnění s rozdílnými technologiemi se zaměříme pouze na obor *strojírenství*. [10,11]

3.1 Princip funkce laseru

Paprsek laseru vzniká v tzv. *aktivním prostředí*. Při objevu laseru v roce 1960 bylo jako aktivní prostředí použit krystal rubínu, dnes se však používá velké množství látek ve všech možných skupenstvích. Tyto látky však musí mít ve svých atomech možnost přechodu elektronů na vyšší energetické hladiny, mezi nimiž jsou tzv. *metastabilní hladiny* elektronového obalu. Ze zdroje vysokého napětí, např. výbojky, se vyzářejí fotony vstupující do aktivního prostředí.

Pokud takový foton narazí do náhodného elektronu, elektron absorbuje energii fotonu a stimuluje se na vyšší metastabilní hladinu. Následně je elektron buď zasažen dalším fotonem nebo po delší době sám klesne na původní hladinu za vyzáření dalšího fotonu, který společně s ostatními fotony ve stále narůstajícím počtu stimuluje další elektrony. Vzniká tak velké množství fotonů, které se postupně usměrní ve svazek ve velké dlouhé trubici zvané *optický rezonátor* se zrcadlem na koncích. Jedno zrcadlo přitom pouze odráží svazek fotonů, zatímco druhé je částečně propustné a po dosažení dostatečně silného svazku fotonů začne propouštět paprsek. Jeho parametry a směr lze pak přizpůsobit pomocí soustavy clon a čoček až se paprsek dopraví do laserové hlavice nebo optického vlákna. Množství energie fotonů je nutné regulovat pomocí počítačové podpory a zařízení chladit destilovanou vodou. [9, 10, 11]



Obr. 2: Schéma laseru [10]

3.2 Druhy laserů a jejich použití

Protože je mnoho podob laserů, lze je také dělit dle více hledisek. Vyzařované paprsky mají různou vlnovou délku (submilimetrové, infračervené, ultrafialové, viditelné/neviditelné nebo rentgenové světlo), tudíž i barvu a vlastnosti. Práce laseru je pulzní nebo spojitá a fotony vznikají v aktivních prostředích s rozlišnými počty energetických hladin. I samotné záření může vznikat elektronovým svazkem, elektromagnetickým polem nebo optickým zářením.

Pro průmyslové použití je však hlavním rozlišením **skupenství aktivního prostředí**:

- **Pevnolátkové** – Pro buzení se používají xenonové výbojky nebo dnes zejména polovodičové diody. Nejznámějšími je rubínový laser, Nd:YAG, Nb:YAG a hlavně vláknový laser, diskový laser a diodový laser.
- **Kapalinové** – Jako aktivní prostředí se využívají hlavně roztoky organických barviv. Využití ve spektrometrii z důvodu možnosti ladění vlnové délky světla difrakční mřížkou v rozsahu od 300 nm do 1 500 nm.
- **Plynové** – K buzení se používá hlavně doutnavý elektrický výboj. Mezi zástupce patří zejména CO₂ laser, He-Ne laser a měřicí excimerové lasery.

Blíže bude charakterizován pouze výběr současně nejpoužívanějších laserů ve sféře průmyslu. [12]

3.2.1 Nd:YAG

Názvem jsou zkratky látek v aktivním prostředí, kde neodým se dodává k tyčince z krystalů YAG, což znamená sloučenina yttria + alumina + granátu. Z uváděných je tento laser podstatně nejstarší. Buzení se pak uskutečňuje kryptonovými výbojkami (označení LPSS) nebo laserovými diodami (označení DPSS).

LPSS je nutné dostatečně chladit vodou, neboť vzhledem k nízké účinnosti přeměny energie z podoby elektrické na světelnou vzniká velké množství tepla. Výhodou je velmi vysoká energie v pulsním režimu, a proto nalézají využití při svařování a vrtání ušlechtilých ocelí a slitin. Nevýhodou je nízká životnost výbojek, přehřívání a vysoké náklady na provoz.

DPSS jsou účinnější a vytvářejí kvalitnější svazek světla než LPSS. Pokud jde o tzv. *buzení zadní*, záření se z diod převádí optickým vláknem a je tedy možnost diody uložit mimo optický rezonátor. Vznikne tak dost kvalitní svazek na úkor nižších výkonů. Přesně naopak je tomu u *buzení bočního*. DPSS se používají primárně pro gravírování, gravírování a označování nejen kovů, ale i plastů a kompozitů. Parametry DPSS jsou až na vysokoenergetické pulsní úkony obecně lepší než u LPSS. [13, 14]

3.2.2 Diskový laser

Diskový laser je obdobou Nd:YAG. Aktivní prostředí tvoří disk rovnoměrně rozkládající teplo. S dostačující kvalitou vycházejícího svazku se dosahuje vyšších výkonů v rozsahu až 16 kW. Využívá se tak ke svařování a řezání s vyšší potřebou výkonu. [13]

3.2.3 Diodový laser

Energie u diodových laserů je do aktivního prostředí dodávána elektrickým vodičem v polovodičové diody. Mají vysokou účinnost ale nízké výkony, proto se provádí především menší lasery využívané ke čtení CD a DVD nebo v laserových tiskárnách. Průmyslové využití je při vysokých výkonech ke svařování a kalení kovů a plastů. [13]

3.2.4 CO₂ laser

Plynové CO₂ lasery společně se stále dokonalejšími vláknovými lasery jsou aktuálně průmyslově nejpoužívanější v CNC strojích. Aktivní prostředí tvoří plyny smíchané s CO₂ a budí se radio-frekvenčně nebo častěji výbojem elektrické diody. Laser má nižší provozní náklady, jenže při vysokých výkonech se stále musí chladit. Přes velkou dominanci vláknových laserů jsou dnes CO₂ lasery stále primárně využívané na řezání plastů nebo gravírování motivů na dřevě, kůži, papíru či skle. [13, 14]

3.2.5 Vlákenný laser (fiber)

Z výše uvedených je vláknový laser technologicky nejpokročilejší a dnes už nejpoužívanější pro aplikace v CNC strojích, je neúčinnější a zároveň nejvýkonnější. Aktivní prostředí tvoří dlouhé optické vlákno s ytterbiem buzené laserovými diodami. Aby bylo záření ještě zesíleno, dodává se do něj kyslík nebo v případě práce s nerezem dusík, který snižuje opálení hran řezu při snížení rychlosti řezu přibližně o 30 %. Aktivní část optického vlákna (místo zrcadel) difrakcí zesílí záření a pasivní část transportuje záření do místa působení. Pracovní režim může probíhat kontinuálně, pulsně i kombinací. Benefitů vláknových laserů je mnoho:

- Odpadá nutnost chlazení (plocha vlákna dokáže teplo absorbovat)
- Vysoká účinnost, spolehlivost a zároveň možnost vysokých výkonů
- Umožňuje řezání i lesklých povrchů
- Detailní přesnost řezu bez estetických vad hran
- Bezkonkurenční životnost (uvádí se až 100 000 hodin)
- Nízké provozní náklady aj.

Pro případný **servis** náchylnějších komponent se doporučuje pořízení *zařízení s modulárním zdrojem*. Nejčastěji přestane fungovat právě zdroj, a proto se zapojí několik na sobě nezávislých zdrojů, přičemž výměna jednoho proběhne bez dlouhých nežádoucích odstávek. Životnost se uvádí pro samotné vlákno, jeho složitá výměna je pak dražším výdajem. Drobným průběžným servisům podléhá ještě procesní hlava s tryskou, odkud paprsek vychází. [13, 14]

4 DIGITALIZACE VÝROBY V PRŮMYSLU 4.0

Koncept Průmyslu 4.0 neboli Industry 4.0 vychází z dokumentu, který byl poprvé představen v roce 2013 na veletrhu v německém Hannoveru, a již dnes byl ve výrobním sektoru západních zemí realizován. Naplnění konceptu dnes však není v mnoha případech stále zcela uskutečnitelné. Dokument představuje popis „chytrých továren“, které budou schopny využívat kyberneticko-fyzikální systémy a zařízení. Ty převzou jednodušší opakující se lidskou práci, která byla prvky uvnitř výroby i nízké administrativy. Část ušetřené lidské činnosti se přesune na nově vzniklé pozice, které však budou vyžadovat hlubší znalosti. Koncept přináší do výroby širokou škálu aplikací internetu, který umožní komunikaci jednotlivých strojů a zařízení mezi sebou. Následující kapitola objasní název koncepce a mnoho dalšího. [15, 16]

4.1 Čtyři průmyslové revoluce

První průmyslová revoluce začala koncem 18. století objevem parního stroje a díky tomu výroba přecházela od ruční výroby v manufakturách ke strojové velkovýrobě. Z řemeslné výroby se náhle vlivem industrializace staly průmyslové podniky, což radikálně změnilo zvyky nejen v práci ale i ve společnosti samotné.

Druhá průmyslová revoluce následovala přibližně po 100 letech v průběhu 19. století po vynálezu žárovky T. A. Edisonem. Spustila se tak vlna elektrifikace a díky transformaci dělby práce ze stanovišť na pásové montážní linky se průmyslová výroba výrazně zrychlila a vlivem toho i zlevnila.

Třetí průmyslová revoluce přišla v 70. letech 20. století automatizací jednotlivých strojů po výrobě prvního programovatelného logického automatu (PLC). Program může pracovat buď bez zásahu člověka v cyklech nebo s jeho pomocí jako kolaborativní robot.

V současnosti se začíná uplatňovat **čtvrtá průmyslová revoluce** (neboli Průmysl 4.0, Industry 4.0). Cílem je zejména digitalizace výrobních zařízení pomocí internetu tak, aby stroje převzali přinejmenším veškeré stereotypní operátorské práce, komunikovaly mezi sebou, s řídicím centrem nebo se *Smart* zařízeními jednotlivých řídicích pracovníků kdekoli, kde je připojení k síti. Kontrola a řízení výroby bude možné provádět plně nebo převážně distančně pomocí digitálních technologií. [15, 16, 17]

4.2 K naplnění konceptu průmyslu 4.0 vede zejména digitalizace

Prvky digitalizace minimalizují náklady, protože maximalizují efektivitu práce. Sektory jsou propojeny a data jsou k dispozici kdykoli a kdekoli. Zařízení se samy optimalizují algoritmy umělé inteligence a hlubokého učení, k čemuž se vygenerují a odešlou příslušná hlášení. Stále větší množství dat se zpracovává co nejvíce automatizovaně,

všechna se přitom v reálném čase také zálohují na cloudu. Na kybernetickou bezpečnost myslí nezapomínají informační nástroje. Z pohledu údržby se servis plánuje prediktivně nebo také sensoricky. Manažerskému rozhodování, které zatím nelze přenechat strojům, velmi ulehčí práci systémy typu Business Intelligence, které dokážou velká data přenést na rozhodnutí (viz podkapitola 2.2.3)

Digitalizace v inteligentním prostředí umožňuje schopnost rychlého přizpůsobení se požadavkům zákazníka. Technicky kvalifikovaný zákazník s jasnou představou produktu si tak bude moci kdykoliv bez zatěžování části podnikového personálu zadat objednávku s přesnými parametry a množstvím, přičemž dojde ke snížení nákladů. Zákazník si ověří, zda je realizace možná pomocí digitální simulace výrobních prostor (tzv. digitálního dvojčete). Sám se tak může dozvědět předběžné termíny dokončení nebo v konkrétních případech přímo cenu objednávky. [15, 16, 17]

5 ZKOUMÁNÍ VE SPOLEČNOSTI

Při sestavování této práce se naskytla jedinečná možnost spolupráce s výrobní firmou většinou nerezové produkce. Pro účely této práce se bude pracovat s interními daty a know-how společnosti a jejímu názvu bude proto dáno anonymní označení firma XYZ, s. r. o. Po charakterizování firmy bude navrhnout nový ERP informační systém a jeho vlivy popíše SWOT analýza.

5.1 Charakteristika podniku XYZ, s. r. o.

Nejprve bude firma XYZ, s. r. o. popsána os historického vývoje po současný stav. Popíšu se aktuálně používané systémy a zařízení, které budu poté v návrhu kompatibilní s informačním systémem.

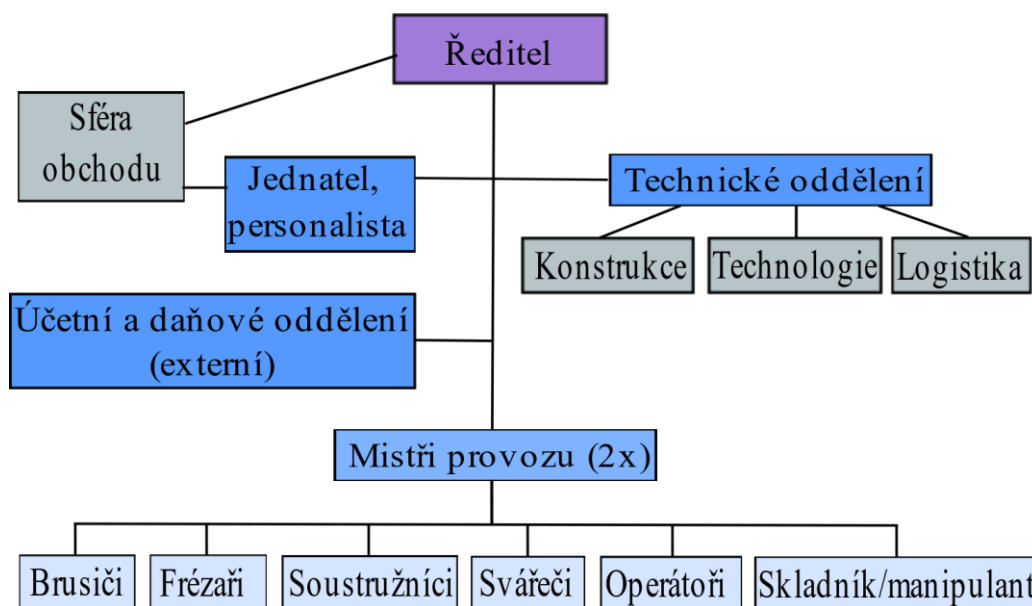
5.1.1 Historický vývoj společnosti

Dle uvedených informací ve veřejných rejstřících se může zdát, že firma patří na trhu k těm mladším, avšak její historie se píše již od roku 1993. Tehdy se dva mladí strojírensky orientovaní pracovníci ze Zlínska rozhodli, že nabytím dosavadních zkušeností nastal čas změnit svou budoucnost. Touha vybudovat efektivně fungující podnik, na který budou moct být řádně hrdí, nevedla k jinému východisku než začít podnikat. Na trh se v té době dostávaly nové technologie a mladíci na něm spatřili místo v oblasti výroby nerez a mosazi. Aby byla společná firma vznikající poblíž Zlína perspektivní, kladl současný majitel důraz na inovace. Zpracování mosazi nebylo příliš ziskové, a tak se od ní upustilo. Výrobky z nerez se však uchytily skvěle, obzvláště design v kombinaci se sklem. V průběhu let tato firma obdržela vícero prestižních zakázek, které pomohly a měly pomáhat k dalšímu rozvoji podniku. Ideologie a představy o dalším směřování firmy se nicméně se spoluvlastníkem stále více rozcházely a nezbylo nic jiného než spolupráci ukončit.

Současný majitel tak v roce 2014 založil vlastní společnost pod současným obchodním názvem XYZ, s. r. o., ke které přešla i nadpoloviční část zaměstnanců z rozpouštějící se firmy. Svou výrobu nejprve přesunuli do centra Zlína do budov bývalého areálu Baťových závodů, kde se stabilizoval provoz. Vysoké náklady energeticky nevhodné historické budovy přiměly ale firmu, aby investovala do vlastních prostor v Otrokovicích, kde působí doteď.

5.1.2 Současný stav společnosti

V současnosti má firma XYZ, s. r. o. celkem 20 zaměstnanců a spolupracuje s několika externími pracovišti. Udržuje se stále příjemný jednosměnný provoz. Pro bližší pochopení vztahů v podniku je níže na obr. 3 znázorněna organizační struktura funkcí. Společnost se však rychlým tempem rozrůstá. Tomu nasvědčuje i obrat ročně rostoucí o desítky procent, dnes přesahující 40 mil. Kč.



Obr 3: Schéma organizační struktury firmy [vlastní zpracování]

Firma se zabývá zpracováním a povrchovou úpravou polotovarů (převážně plechů a trubek) klíčového materiálu – nerez. Dodatečně provádí kombinace se sklem nebo dřevem a úpravu jiných materiálů. Technologické vybavení podniku umožňuje:

- Zpracování polotovarů na 2D a 3D laserech.
- Změny tvaru na moderním přesném ohraňovacím lise.
- Soustružení a frézování. Práce na víceosých CNC obráběcích centrech.
- Svařování metodami TIG a MAG.
- Broušení, kartáčování nebo leštěného povrchu.
- Povrchové úpravy dílů dle vzorníků.
- možnost zpracování oceli, mosazi i hliníku.

Odbyt nalézá ve stavebnictví, domácnostech, obchodech, zdravotnictví a průmyslových objektech v tuzemsku i v zahraničí. Obchodní partneři jsou například z Velké Británie, Singapuru, Švýcarska, Německa či USA.

Výrobky na míru vybavují *komerční prostory*:

- nerezovými regály, tyčemi, policemi.
- nerezovými stoly a pulty.

Do domácností i firem se dodává *nábytek* jako:

- sedačky, postele a noční stolky.
- židle a stoly.
- rámy a nosné konstrukce.



Obr. 4: Ukázka nerezového nábytku [vlastní zpracování firemních fotografií]

Ze stavebních prvků na míru zpracuje a namontuje:

- zábradlí a schodiště.
- posuvné brány a ploty.



Obr. 5: Ukázka schodiště [vlastní zpracování firemních fotografií]

Stejně jako dříve, klade majitel velký důraz na inovace a maximálně vstřícné rodinné zacházení se zaměstnanci. To jsou pravděpodobně důvody stability firmy. Jednotliví

pracovníci tak za mnoho let nasbírali velké množství zkušeností a naučili se být adaptabilní širokému spektru stále různorodějších zakázek, nově zaváděným technologiím a organizačním změnám. Napomáhá to podstatně tomu, aby inovační projekty byly pro podnik skutečně účinné.

5.1.3 Dotace z programů Evropské unie

V posledních dvou letech vedení firmy přikročilo k rozsáhlým a nákladným projektům, přičemž využili dotací operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost z *Evropského fondu pro regionální rozvoj*.

První projekt byl zaměřený na ekologii a snížení dopadu podnikových procesů na životní prostředí. Znamenalo to instalaci odvětrávání jednotlivých pracovišť, pořízení nového ohráňovacího lisu, výměnu osvětlení a snížení energetické náročnosti výrobní haly.

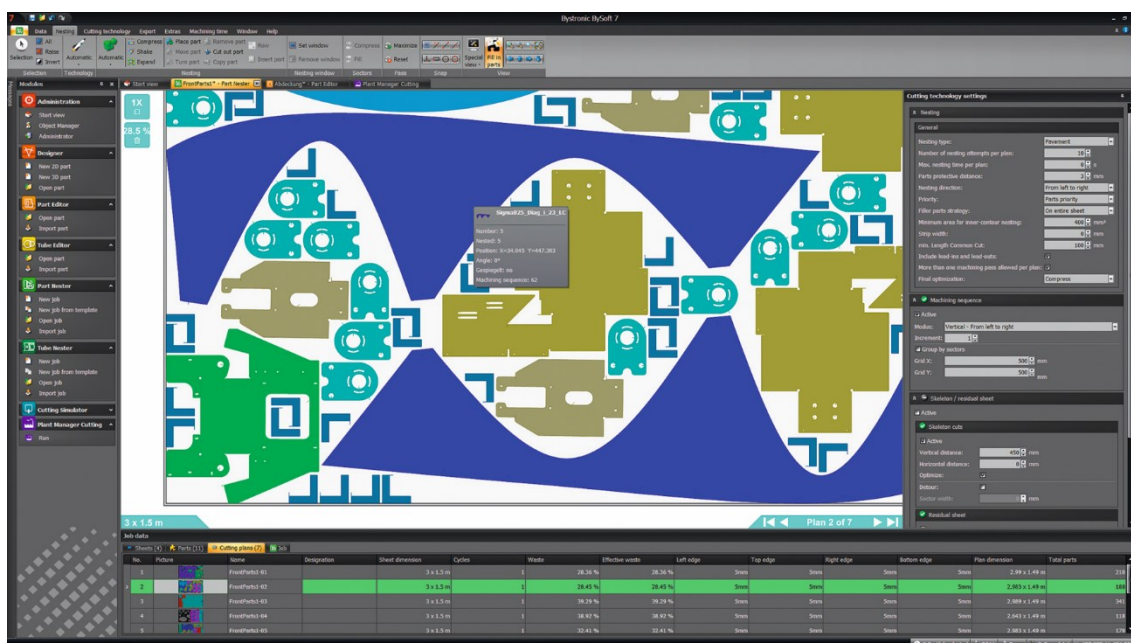
Druhý projekt navýšil konkurenceschopnost podniku novými technologickými postupy i vybavením, aby rozšířil možnosti své nabídky. To umožnilo také pořízení CNC obráběcího laserového centra a nového ohráňovacího lisu.

Aby tyto kapacitní zlepšení výroby plně využily svého potenciálu, byl zahájen *třetí projekt*, jehož cílem je rozvoj digitalizace směřující k Průmyslu 4.0. Přípravuje se zavedení informačního systému, který přinese množství benefitů.

5.1.4 Popis CNC laserového 3D obráběcího centra a práce s ním

Součástí technologických inovací bylo pořízení CNC laserového obráběcího centra *ByStar Fiber 3015* a zároveň CAD/CAM softwaru *BySoft 7* od stejného výrobce *Bystronic*. Jakmile firma obdrží a schválí objednávku, započne svou práci konstruktér. Nejprve vytvoří 3D model. Lze využít jakéhokoliv 3D CAD softwaru (zde např. využívá konstruktér prostředí SolidWorks) s možností vytvořit export modelu ve formátu .STEP, což je formát pro standardizovanou výměnu dat modelu. Tento formát je kompatibilní se softwarem *BySoft 7*, kde se konstruktér po importu modelu dozví požadavky na materiál a náklady standardizované práce. Ve skladu je udržováno převážně rezervní množství polotovarů a vhodné odřezky, a proto se pro potřeby objednávky odesílá požadavek na materiál dodavateli.

V oblast softwaru, která má na starosti CAM se pouze zadají požadavky na výrobu, tj. např. materiál, tryska laseru a jiné požadavky objednávky. Zhotovení řezných plánů již vytvoří a zoptimalizuje software automaticky (naprosto obdobně je tomu u nového ohraňovacího lisu). Není tedy již nutné žádné ruční programování, konstruktér však může pozměňovat detaily dle specifických potřeb úpravou parametrů nebo manuálně tažením myši. Po schválení se objednávka odešle do obráběcího centra a zařadí se do fronty. Prostředí pro lepší představivost umožňuje také simulaci řezání či ohýbání. Software zná zadaný pracovní harmonogram obráběcího centra. Může dopočítat dobu zpracování objednávky a po zařazení do fronty zjistí očekávaný čas dokončení, což šetří pracovní vytížení a ulehčuje plánování. Součástí softwarového vybavení je modul *Plant manager*, který bude umožňovat komunikaci s informačním systémem ERP (více v podkapitole 5.2.1).



Obr. 6: Ukázka vygenerovaného optimalizovaného řezného plánu [19]

Jakmile je materiál naskladněn a objednávka se dostane na řadu, přiveze jej skladník k manipulační ploše (viz Obr. 7). V případě, že nad obráběcím centrem svítí oranžová signalizace, je laserový zdroj připraven k provozu a operátor pak na dotykové obrazovce potvrdí začátek práce, připraví na laserovou hlavu technologicky navrženou trysku a převážně pomocí jeřábu vloží na manipulační plochu materiál (zejména plechy). Zařízení obsahuje velké množství bezpečnostních prvků. Pokud svítí červené světlo signalizace, nastala nutnost na monitoru popsané údržby nebo vznikla závada (aktivní emise, vystupující laserový paprsek aj.). Je-li vše v pořádku, spustí připravený program a plech vjede do zabezpečené části zařízení. Polotovar nemusí být na ploše nijak vycentrován, jelikož zařízení samo rozpozná orientaci a polohu polotovaru a přizpůsobí tomu automaticky souřadnice řezného programu. Běžně laser vyřeže či jen vypálí požadované součástky, které po operaci vyjedou včetně plechu opět na otevřenou manipulační plochu a operátor je z plechu lehce vyloupne. Mnoho součástí pak pokračuje

na ohraňovací lis, přičemž data z laseru se automaticky v reálném čase odesílají do jeho řídicí jednotky.

Fiber značí, že byla zvolena technologie vláknového laseru. Ta nejlépe odpovídala požadavkům pro výrobu. Dosahuje se velmi kvalitního řezu a samotný proces je mnohonásobně rychlejší, neboť řezací hlava se může pohybovat rychlostí až 169 m/min. Laserový paprsek může být ještě podpořen kyslíkem nebo dusíkem. Laser o dosažitelném výkonu až 10 kW dokáže řezat nerezové plechy o tloušťce až 12 mm a maximálních rozměrech 3000 × 1500 mm. Při takovém výkonu už nastává i u vláknového laseru nutnost chlazení. Komunikace s okolím probíhá pomocí Wi-Fi bezdrátově prostřednictvím monitoru s dotykovou obrazovkou na bázi tabletu o úhlopříčce 21,5 palce, který je s obráběcím centrem spojen polohovatelným ramenem.



Obr. 7: Popis laserového obráběcího centra Bystronic ByStar Fiber 3015 [18]



Obr. 8: Manipulační plocha včetně jeřábu [vlastní zpracování]

Přestože je proces práce laseru automatizovaný, dodatečně mohou nastat případy, kdy se použije ruční ovládání. Takovými případy jsou:

- Oddělování zbytků plechů.
- Zkoušky ke zjištění parametrů.
- Kalibrace paprsku laseru a seřizování

5.1.5 Ohraňovací lis

Druhým výrobním zařízením, které má možnost v budoucnu komunikovat s informačním systémem je ohraňovací lis Xpert 150 taktéž od firmy Bystronic. Postup práce a ovládání



Obr. 9: Ohraňovací lis Bystronic Xpert 150 [vlastní zpracování]

stroje jsou velmi obdobné jak u práce s laserovým obráběcím centrem. Konstruktor nejprve vytvoří model, zadá veškeré potřebné parametry do softwaru BySoft 7, provede kontrolní simulaci procesu a odešle data do samotného stroje. Výhodou tohoto ohraňovacího lisu je zejména vlastnost velmi vysoké přesnosti ohybu, které by nebylo manuálním ohýbáním operátorem možno dosáhnout. Software totiž na základě uvedených materiálových vlastností přesně vypočte místo a úhel ohybu, přičemž propočítá potřebný přehyb (kvůli zpětné pružnosti materiálu) a prodloužení materiálu. Maximální tlak tohoto ohraňovacího lisu je až 150 tun.

5.1.6 Současný stav informačního systému

Řízení celé firmy je řešeno převážně papírovou formou a Excel tabulkami, které si mezi sebou pracovníci přeposílají pomocí e-mailu. K docházce slouží systém RON, který dokáže taktéž připravovat data pro mzdy. Program automaticky spočítá odměny, příplatky za přesčasy a jiné nároky. Následně se vytvoří export dat pro mzdové účetnictví. Účetnictví využívá systému POHODA, který by mohl být více efektivní, jenže množství dat se zatím musí do systému zadávat manuálně. Přenos a záznam dat mezi konstruktérem/technologem a laserovým obráběcím centrem a ohraňovacím lisem je zahrnut v podkapitole 5.1.4.

Postupným rozrůstáním firmy se dosavadní způsoby řízení staly nedostačující a zdržující a vznikla tedy potřeba řešit nasazení výkonného řídicího ERP systému, který bude zahrnovat oblast výroby, nákupu, prodeje, evidence skladů, správu dat k zaměstnancům a také ekonomické procesy firmy.

5.2 Návrh vlastností informačního systému

V současné době firma XYZ, s. r. o. zahajuje první kolo dvoukolového výběrového řízení na dodavatele informačního systému. Integrátoři jsou oslovení, aby se seznámili s provozem a předložili podrobnou indikativní nabídku svého řešení. Osnovy indikativních nabídek se mírně liší, přesto většinou popisují:

- Koncepti řešení informačního systému.
- Podrobnou cenovou kalkulaci jednotlivých položek.
- Popis hardwarových doporučení.
- Postup implementace, důležité je školení obsluhy a kompetence po uvedení informačního systému do ostrého provozu.

Do druhého kola výběrového řízení postoupí 2-3 uchazeči, kteří se budou svou indikativní nabídkou implementace informačního systému nejvíce blížit představám a požadavkům firmy XYZ, s. r. o. Ve druhém kole se upřesní bližší detaily a uchazeč bude dle vedení zvolen hlavně podle hledisek nákladovosti, dobré komunikace s distributorem a možností rozšiřování informačního systému v budoucnosti. Jako nejvhodnější se podle průzkumu možností na českém trhu pro charakter a parametry firmy XYZ, s. r. o. jeví řešení All-in-One ERP s několika dalšími moduly (viz dále), z důvodu aby firma měla veškerá potřebná data zaevidovaná v jednom systému na vlastním hardwaru a licencovaném softwaru integrátora, jehož obsah bude zároveň v reálném čase cloudově zálohován. Mělo by to být řešení cenově dostupné, do budoucna dobře rozšiřitelné (dle možností integrátora) a zálohováním bezpečné. Doposud zaznamenaná data se budou do systému muset zadat manuálně.

Rozšiřitelnost systému a cenové požadavky je vhodné si předem ověřit. Někteří integrátoři si totiž účtují nadměrně vysoké pravidelné poplatky pro větší počet uživatelů, což by přes dobrý informační systém mohlo být v budoucnu dlouhodobě cenově

náročnější. Z nabídek vyplývá pravidlo, že se oplatí vyšší počáteční investice, protože čím vyšší jsou jednorázové náklady licence, tím nižší jsou pak pravidelné poplatky za licenci. Licenční smlouvu bez možnosti úpravy se doporučuje uzavírat na dobu kratší (přibližně rok). Podnik nebude zavázán v případě, že později zjistí potřebu změny nebo nevyužití modulů, za které by musel platit. Vhodnější však bude platit mírně více za flexibilní licenční smlouvu s možnostmi změn. Na údržbu a servis nemá firma dostatečné kapacity vlastního technika, proto se doporučuje zahrnout servisní služby do kompetencí distributora.

Z databázového hlediska je přeposílání excelových tabulek neefektivní a doporučuje se veškeré interní data sdílet v jednotném informačním systému za využití vyšších normálních forem databázových struktur. Ty zajistí hlubší relace tabulek, jednodušší synchronizaci a spojování tabulek dle potřebných požadavků na výpis, sníží množství duplicitních zápisů nebo sníží anomálie zapříčiněné změnou rozměrů struktur. Vztahy základních databázových struktur v ERP informačním systému budou následně znázorněny formou ER diagramů v prostředí MySQL Workbench.

5.2.1 Doporučené požadavky na hardwarové vybavení

V prostorách firmy je již zavedeno internetové připojení optickými kabely s přenosovou rychlostí 40 Mb/s pro download a 6 Mb/s pro upload v síti tvořené 1 Gb/s switchemi.

Při zavádění informačního systému v kapacitním rozsahu jako pro firmu XYZ, s. r. o. se běžně instalují databázový, aplikační server a terminály. Parametry (počet jader CPU, operační paměť RAM, úložiště pevného disku) se mezi výrobci dost liší a konfiguraci provádí dle vlastního uvážení. Parametry pracovních stanic (PC, notebooky, laserové obráběcí centrum a ohraňovací lis) se doporučuje zvolit minimálně o dimenzi vyšší než je dostačující z důvodů předpokládaného navyšování kapacit a objemu dat v budoucnosti. To znamená v případě firmy mít PC sjednocené s operačním systémem Windows 10, operační paměť alespoň 16 GB, čtyřmi jádry CPU a ideálně s možností frekvence adaptabilní aktuálnímu zatížení. Už nyní je evidentní potřeba zavedení Wi-Fi sítě ve výrobních prostorách. Ta je nezbytná například pro čtečky ve skladu. Protože se počítá s využitím služeb cloudu, bude potřeba navýšit rychlost linky internetu, a to minimálně na 50 Mb/s, dle předchozích doporučení však lépe na vyšší hodnotu.

5.2.2 Propojení informačního systému s obráběcím centrem a ohraňovacím lisem

Výrobci podobných zařízení jako Bystronic dnes již předpokládají jejich napojení na informační systémy podniku. Proto, aby integrátor informačního systému nemusel obtížně programovat každý složitější stroj firmy pro výstupy potřebné v podnikovém plánování ERP, obsahují tyto zařízení softwarové vybavení s nástroji takových výstupů. Takové řešení je levnější a předpokládá se, že i dokonalejší, když jej sestavuje přímo výrobce zařízení. Konkrétně u výrobce Bystronic se nástroj nazývá *Plant Manager*. Je součástí CAD/CAM rozhraní BySoft 7 a relativně jednoduše podporuje sdílení výstupů se standardními ERP.

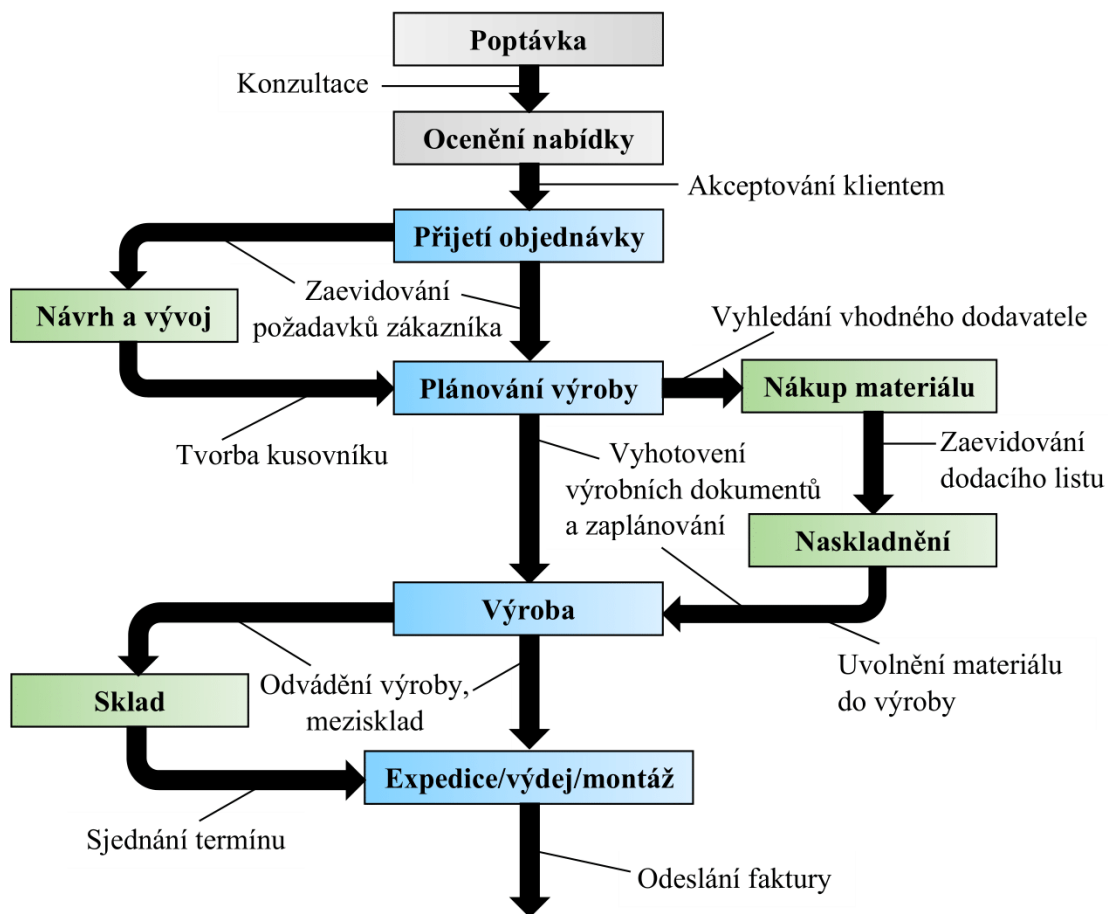
Plant manager zajišťuje plánování samotných procesů řezání a ohýbání, které lze dále ladit. Nástroj sleduje proces výroby v reálném čase a vyhotovuje kompletní statistická data pro výstup do ERP. Naopak zase přijímá data z ERP a propojuje je také s BySoft 7 daty. Předávání dat s ERP a naopak se většinou provádí automatizovaným exportně-importním způsobem. Plant manager provádí nejen správu zakázek, ale také uvádí a signalizuje termíny údržby. Na jakoukoli událost lze vytvořit upozornění, které se odešle například na uvedený e-mail. Tím se dosáhne vysokého přehledu výroby, zautomatizují se a urychlí se další procesy a hlavně se sníží možnost lidských chyb a nedorozumění.

5.2.3 Průběh objednávky

Jakmile do systému dorazí poptávkový požadavek zákazníka, je potřeba vyhotovit cenovou kalkulaci. Protože se tržní podmínky neustále mění, mění se i hodnoty ve vzorcích pro kalkulaci. Automatizovaný ERP modul cenové kalkulace si sám stahuje data s měnovými kurzy, vybere nejvýhodnější materiál ze škály dodavatelů a propočítává normovanou práci. Specifické položky navýšení (koeficient naléhavosti aj.) mohou být naceněny a přičteny manuálně. Z předpokládané délky řezu a počtu ohybů se propočítá hrubý čas a náklady výroby, což stačí pro orientační cenovou nabídku k odeslání. Náklady výroby se automaticky změni např. při navýšení poplatků za energie. Pro přesnější cenovou kalkulaci, mohou být po zkonstruování výrobku použity parametry ze simulace ze softwaru BySoft 7.

Akceptováním nabídky v portále objednávky v rozhraní pro zákazníky se nabídka přesune do objednávek. Management zde doplňuje faktury, daňové doklady a jiné informace k objednávce. Příslušné dokumenty nebo alespoň oznámení se automaticky odešle také na klientův e-mail. Pokud nejde o nový výrobek, přesune se objednávka rovnou do všech příslušných modulů a zařadí se podle naléhavosti termínu do výroby. Pokud jde o nový výrobek proběhne vše stejně po zkonstruování a vytvoření technologického postupu. Po zkonstruování systém ze softwaru BySoft 7 obdrží požadavky na materiál, rezervuje dostupné množství ve skladu a na zbytek se schválí objednávka u dodavatele v modulu *SCM (správa dodavatelského řetězce)*. Systém vybere cenově nejvýhodnější materiál z aktuální nabídky zadaných dodavatelů.

Pokud se klientovi schválí přístupy, může v portále sledovat aktuální stav vyřizování objednávky až na úroveň odvedeného počtu kusů na jednotlivých pracovištích s terminálem. Funkcionality tak podrobného stavu práce slouží ale převážně pověřeným zaměstnancům, kteří ho budou moci sledovat odkudkoli třeba s využitím aplikace v osobních chytrých telefonech. Podle stavu objednávky se budou generovat potřebné dokumenty. Procesní schéma stavů objednávek je pro přiblížení naznačeno na obr. 10 níže.

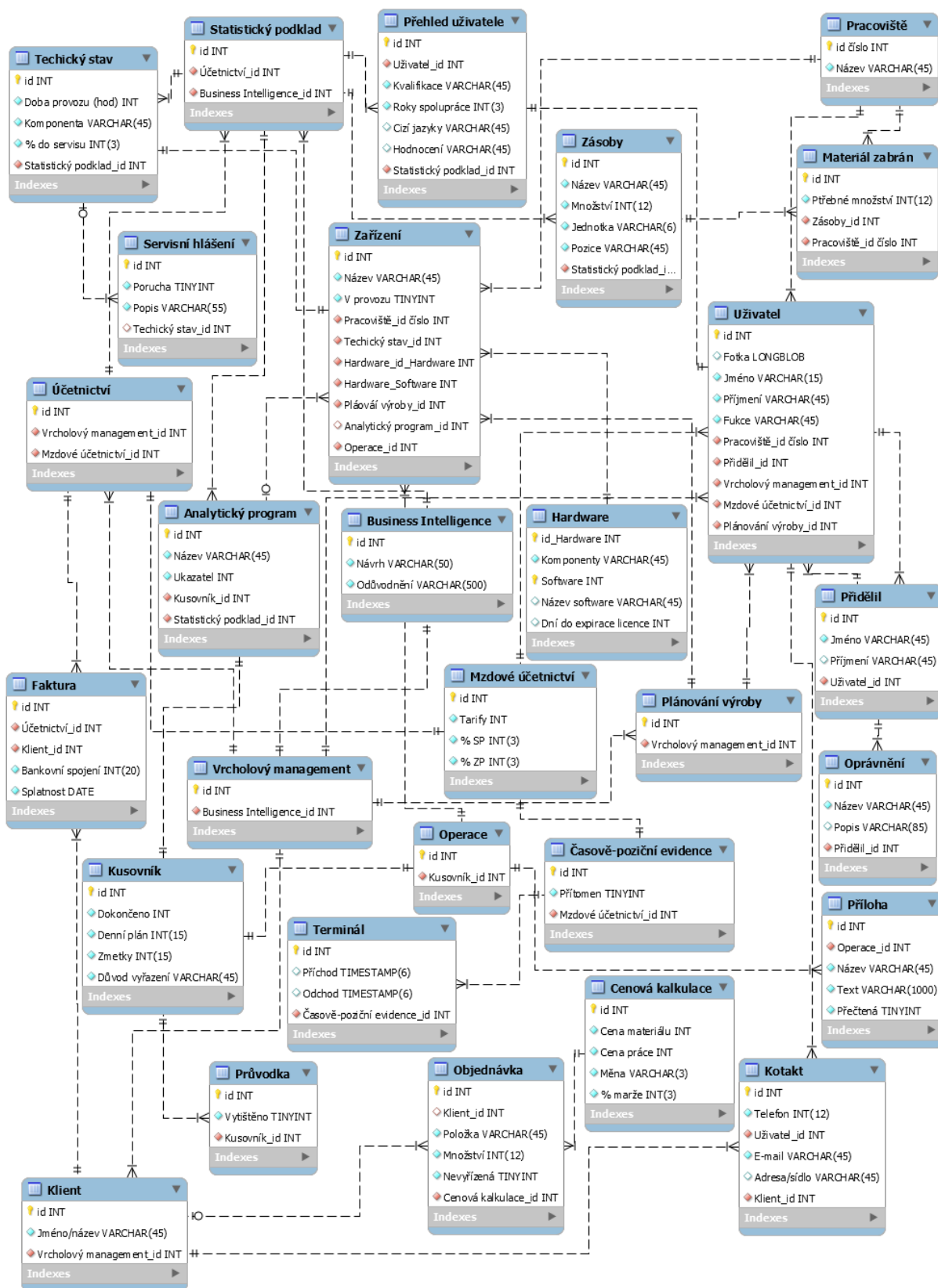


Obr. 10: Procesní schéma standardní objednávky (zeleně nepovinné) [vlastní zpracování]

5.2.4 Řízení výroby

V řízení výroby se používá nástroje kusovník, který bude sloužit k definici výrobku, stanovení normy spotřeby materiálu i práce nebo k popisu průběhu výroby. Kusovník má pro stejné typy výrobků jedinečné označení. Při zakládání kusovníků se zadává materiál, jednotlivé složky prací včetně normovaných časů a konkrétních nástrojů, postupy a testování kvality. Na monitorech výrobních zařízení propojovaných s ERP byl doposud odpočet kusů již zaznamenáván, nyní však budou podrobnosti ze stroje dostupné kdekoli všem příslušným pracovníkům pro další použití těchto dat. Je potřeba, aby obsluha výroby dbala na řádný zápis zmetků a změn, aby nebyla data nepřesná také v následné práci s daty.

Výrobek se pro zamezení omylů ve výrobě bude na jednotlivých pracovištích navíc zpracovávat s průvodním dokumentem. Na jednotlivých pracovištích typu brusírna či svařování budou mít pracovníci umístěný pouze dotykový terminál (příp. PC) ke sledování toku materiálu a výkonů pracovníků i celkově pracovišť (hledání úzkých míst) ve firmě.



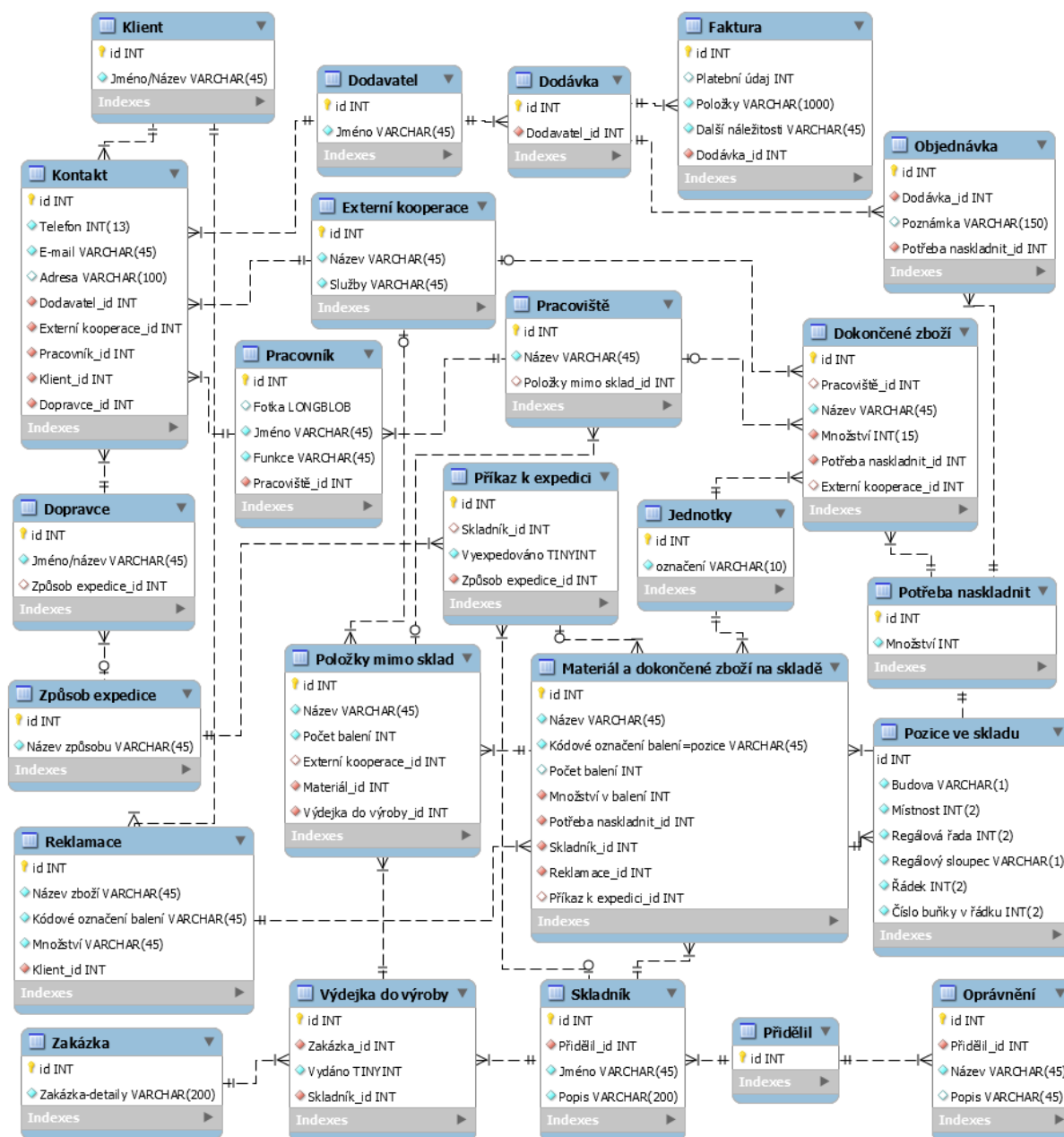
Obr. 11: Základní zjednodušený databázový ER diagram řízení výroby [vlastní zpracování]

5.2.5 E-sklad

Modul e-sklad bude rozšířené skladové hospodářství, jehož hlavním cílem bude přesnost evidence zásob a urychlení skaldových procesů. Na celých baleních nebo jednotlivých kusech zboží budou nalepeny štítky s čárovými kódy a popisy (balení si může skladník rozdělit na menší množství dle potřeby). Tyto položky budou ve skladu umístěny v regálech na pozicích označených čárovým kódem a pozičním popisem k rychlé orientaci. Sklad bude vybaven terminálem s tiskárnou čárových kódů a *PDA mobilním terminálem*. Jde o tzv. ruční čtečku čárových kódů s displejem, která pomocí Wi-Fi komunikuje s databází informačního systému a naviguje obsluhu na pozice v regálu. Skladník musí čtečkou sejmout kód pozice než zboží uloží nebo odebere (prevence chyb). Obdobně bude probíhat příjem do skladu (dodací list) a expedice.



Obr. 12: Vysvětlivky k označení poziční značky v regálu [vlastní zpracování]



Obr. 13: Základní ER diagram modulu skladové evidence [vlastní zpracování]

5.2.6 Evidence zaměstnanců a účetnictví

Pro docházku se může použít stávající systém docházky RON, který opět pomocí online automatického exportně-importního způsobu přeneše data do modulu mzdového účetnictví. Management bude mít pracovní dobu přednastavenou a dělníci budou při příchodu a odchodu čipovat na docházkovém terminálu (v potaz se berou pauzy, určené zaokrouhlování času příplatky a jiné benefity). Stejně tak budou pracovníci čipovat svou aktivitu u zařízení propojených s ERP, včetně činností ve skladu.

Vedení bude mít možnost provádět dodatečné změny v evidenci zaměstnanců manuálně. U jednotlivých zaměstnanců budou evidovány kontakty daňové údaje, smlouvy,

certifikáty kvalifikace, školení atd. včetně upozornění na blížící se konec platnosti. Modul nabídne také množství vyplněných formulářů jako výplatní pásky, potvrzení od zaměstnavatele, potvrzení o zdanitelných příjmech aj.

Dosavadní systém *Pohoda* pro účetnictví je relativně dostačující, aby byl však systém více unifikovaný, doporučuje se použít modulu pro účetnictví nově instalovaného informačního systému. Maximálně se automatizuje proces účetnictví, pohledávek, závazků, různých finančních operací či odpisů v evidenci majetku. Systémy dostávají newslettery nejen o ekonomických novinkách a správce systému podle toho ideálně zasílá updaty informačního systému (z důvodu české legislativy se doporučuje integrovat informační systém s kvalitním zázemím v České republice).

5.2.7 Modul CRM (Řízení vztahů se zákazníkem)

Oblast CRM je nadstavbou samotné evidence dodavatelů a odběratelů. Podstatné zaznamenané údaje a data (e-mail, přílohy, záznamy z jednání, telefonický hovor, smlouvy) budou pověřeni pracovníci zadávat do systému automaticky či manuálně (dle potřeby). Všechny tyto údaje se stanou zároveň součástí zálohované databáze. Součástí bude pošta sloužící jak pro vnitropodnikovou komunikaci, tak pro komunikaci se zákazníkem a dalšími externími subjekty. Výhodou je možnost přiložení dokumentů přímo z databáze. V poli detail zákazníka s běžnými informacemi (kontakty, účty, platební podmínky a historie, aj.) budou uvedeny také procentuální ziskovosti za zvolené období. Ve statistikách se tak budou moci kompletně určit klíčoví klienti nebo nejvýnosnější produkt. Klienti se budou moci řadit také podle frekvence a druhů objednávek, což zatím postačí jako základ pro marketingovou agendu.

5.3 SWOT Analýza

Při zavádění informačního systému, stejně jako jiného prvku Průmyslu 4.0, do výroby je nutností mít sestavený *strategický plán* k dosažení svých cílů, podle kterého se postupuje, aby byly kroky smysluplné. Dle vedení firmy jsou inovační kroky strukturalizované. Jejich hierarchie taktéž dává smysl. Strategické cíle firmy XYZ, s. r. o. (mimo nezbytný předpoklad maximalizace zisku) směřují ke zefektivnění a urychlení výroby, snížení jejich nákladů, rozšíření sortimentu, tudíž i technologických možností a uchování přátelské rodinné atmosféry mezi zaměstnanci a vedením.

Zavádění inovačních prvků má různorodé vlivy na podnik včetně jeho okolí a ještě před instalací konkrétního prvku se vyplatí tyto vlivy posoudit, zda jsou v souladu se strategickým plánem. Proto byla zvolena *SWOT analýza*, která nahlédne na vlivy zavedených prvků z více pohledů. Konkrétně nalezne všechny silné a slabé stránky uvnitř i zvnějšku firmy. Analýza vedení pomůže upřesnit strategický plán nebo přímo nalézt oblast zaměření do budoucna. [20]

Zaměříme se však zejména na zanalyzování možných následků způsobených digitalizací, tj. instalací navrhovaného informačního systému.

5.3.1 Silné stránky (Strengths)

- **Efektivní práce s daty** – Po vložení dat do systému je budou mít příslušní pracovníci automaticky k dispozici bez nutností přeposílání. Více automaticky sdílených dat a generování dokumentů.
- **Jednotný systém** – Unifikovaný vzhled a principy provázaného systému zjednoduší mezioborové chápání. Snadnější, názornější a intuitivní práce na všech úrovních.
- **Kontrola a optimalizace výroby** – Vznikne okamžitý přehled a kontrola výroby, nacházení souvislostí a limitních míst ve výrobním řetězci. Lepší možnosti optimalizace výrobního procesu. Zaměstnanci budou pod vyšší kontrolou a pozitivní motivace (např. benefity za výkon) navýší se i lidské úsilí.
- **Automatické podklady dat** – Plnohodnotné automaticky vyhotovované podklady pro analýzu dat ušetří manažerské úsilí ve sběru dat a následném rozhodování (v návrhu informačního systému jsou uvedeny příklady použití).
- **Připravenost zaměstnanců** – Ke změnám mezi zaměstnanci dochází vlivem vstřícného přístupu málo, pracovníci mají tudíž letité zkušenosti a vysokou odbornost vedoucí k větší samostatnosti.
- **Zvýšení konkurenceschopnosti** – Nové technologie rozšiřují sortiment, zkracují výrobní časy, zvyšují kvalitu výrobků a zlepšují komunikaci se zákazníky.
- **Zálohování a dohledatelnost dat** – všechna data se budou automaticky cloudově zálohovat. Pokud bude nutné zpětně dohledat dokumenty, budou bezpečně uloženy v příslušné složce.
- **Získávání externích dat a updatů** – systém pro svou potřebu automaticky zjišťuje a porovnává kurzy, ceny dodavatelů atd. Systém pak dostává pravidelné aktualizace.
- **Podpora mobilních aplikací** – možnost sledování dění ve firmě odkudkoli v rozsahu zvolené vedením.

5.3.2 Slabé stránky (Weaknesses)

- Riziko nedůsledného odvádění údajů pracovníky výroby s následkem nepřesných údajů pro vyšší rozhodování.
- Nutnost určení osoby pro údržbu a školení digitálních technologií.
- Nižší informační gramotnost zejména u starších pracovníků.
- Po uvedení informačního systému do ostrého provozu může nastat dočasné snížení produkce než si pracovníci nový systém „zažijí“.

5.3.3 Příležitosti (Opportunities)

- Možnost využití digitálních technologií ke školení nových zaměstnanců nebo vizualizaci pro zákazníka.
- Pro plné využití informačního systému by bylo vhodné navýšit objem zakázek.
- K zajištění stabilního chodu firmy při ekonomických a jiných výkyvech je vhodné si potrpět na co nejrovnoměrnější a nejširší rozložení klientely z různých sektorů. Napomůže tomu širší rozsah možností nově zavedených technologií.
- Vznikne připravené zázemí pro nové specializované pozice (expedice, technické práce aj.).
- Relativně mladou firmu XYZ, s. r. o. by mohlo poznat více potenciálních klientů mimo fyzickou reklamu také formou digitálních internetových reklam. Mezinárodní charakter by dodaly webové stránky s alespoň anglickou jazykovou variantou.
- Pravidelné ověřování kybernetické bezpečnosti.

5.3.4 Hrozby (Threats)

- Možné zvýšení konkurence na trhu.
- Méně stabilní doba na investice způsobená vlivem pandemie onemocnění COVID-19 a jejími následky.
- Legislativní změny a mezinárodní politika mohou pozměnit postavení firmy
- Možná větší regulace a dohled státních orgánů.
- Vystoupení z trhu nebo neaktivní přístup integrátora informačního systému.

6 ZÁVĚR

Pro účely této bakalářské práce byla navázána spolupráce s rychle rostoucí firmou laserově zpracovávající nerez ze Zlínska. Vedení firmy v nedávné době pořídilo moderní výrobní zařízení a inženýrské aplikace. S rostoucím potenciálem růstu firmy a navýšením výrobních kapacit však bylo zjištěno, že podnik zaostává v digitalizaci. Veškerá výrobní, skladová a částečně i manažerská evidence byla prováděna sdílením excelových tabulek nebo dokonce v papírové podobě. Zbývající management pracoval s rozdílnými nebo nevhodně kompatibilními softwary. Bylo potřeba zvýšit efektivitu práce s daty, a proto se vedení rozhodlo pro nasazení komplexního ERP informačního systému, jehož navržení se stalo výsledkem této práce.

Teoretická část popisující informační systémy vytváří představu efektivní práce s daty a znázorňuje princip jejich zpracování systémem, přičemž zdůrazňuje výhody rozdílných řešení. Byla zde rozepsána architektura podnikových informačních systémů s konkrétními detaily a příklady, které jsou adekvátní výrobním firmám jako je zkoumaná společnost. Klasifikován byl pro orientaci i systém ERP, který plánuje firma zavádět a aby vedení znalo celý proces i po zavedení informačního systému, rozepsal se také jeho životní cyklus. Dále byl uveden princip laseru a přehled průmyslově nejpoužívanějších druhů včetně jejich výhod a využití, protože firma zpracovává nerez dominantně za pomoci laserové technologie, jejíž softwarové řešení bude přímo propojeno s novým informačním systémem. Pro lepší pochopení cílů koncepce Průmyslu 4.0 je jeho podstatě věnována samostatná kapitola.

V praktické části je představen historický vývoj zkoumané firmy vyrábějící nerez. Je zřejmé, že k dnešnímu stavu firmy vedly kromě tvrdé práce i strukturované inovace, které nyní umožňují široký rozsah práce firmy. Pro návrh informačního systému bylo po poznání provozu popsáno nově instalované CNC laserové obráběcí centrum a ohraňovací lis včetně jejich softwarového vybavení pro CAD/CAM. Následně byl po diskusích navržen komplexní All-in-One ERP informační systém, který by standardizoval systém, účinněji by propojil moduly a zajistil nejlepší podmínky pro budoucí růst. Bylo zjištěno, že popsaná nově zakoupená výrobní zařízení jsou pro propojení s informačním systémem vybaveny datovým modulem Plant manager, který by nejlépe sdílel informace na bázi okamžitých exportů/importů. Novému informačnímu systému se doporučily hardwarové i softwarové požadavky a detailně se navrhly uživatelské možnosti v jednotlivých odděleních. Pro databázové struktury byla navržena základní „kostra“, graficky znázorněna ER diagramem. Závěrečná SWOT analýza poukázala na pozitivní i negativní digitalizační vlivy takového informačního systému na firmu. To nasměřuje vedení k upřesnění strategického plánu, a tím i k dalším do budoucna potřebným inovačním aktivitám.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi*. 3., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2015, 240 stran: ilustrace, portréty. ISBN 978-80-247-5457-4.
- [2] HELIOS. *Produkty* [online]. Asseco Solutions, a. s. [cit. 1.2.2021]. Dostupné z: <https://products.helios.eu/>.
- [3] SODOMKA, Petr. *Informační systémy v podnikové praxi*. Computer Press, a.s. Brno 2011, ISBN: 978-80-251-2878-7, Počet stran: 504.
- [4] VOŘÍŠEK, Jiří. *Informační systémy a jejich řízení*. Praha: Bankovní institut vysoká škola, 2007. ISBN 978-80-7265-100-9. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:571fbb50b4e4-11e7-91d5-005056825209>.
- [5] GUPTA, Hitest. *Management Information Systems*, first edition. New Delhi: International Book House PVT. LTD., 2011. ISBN 978-93-81335-05-5.
- [6] OLAP.com. *What is Business Intelligence (BI)* [online]. PARIS Technologies, Inc. [cit. 3.2.2021]. Dostupné z: <https://olap.com/learn-bi-olap/olap-bi-definitions/business-intelligence/>.
- [7] TESAŘOVÁ, Šárka. *Globální architektura IS/ICT* [online]. [cit. 2.2.2021]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/user/3823464/>.
- [8] ERP Forum. *ERP trendy* [online]. IT Business [cit. 12.2.2021]. Dostupné z: <https://www.erpforum.cz/erp-trendy/2.html>.
- [9] KACHLÍK, Lukáš. *Laser a vše o něm. Princip* [online]. [cit. 5.3.2021]. Dostupné z: <http://lasery.wz.cz/princip.html>.
- [10] Skupina ČEZ. *Lasery kolem nás* [online]. ČEZ, a. s. [cit. 5.3.2021]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/obsah.htm>.
- [11] LAPŠANSKÁ, Hana. *Lasery v praxi* [online]. [cit. 5.3.2021]. Dostupné z: <https://fyzika.upol.cz/cs/system/files/download/vujtek/granty/laser.pdf>.
- [12] Leonardo technology. *E-learning. Možné dělení typů a druhů laserů* [online]. Leonardo technology s. r. o. [cit. 8.3.2021]. Dostupné z: <http://www.lt.cz/e-learning/laser/mozne-deleni-typu-a-druhu-laseru>.
- [13] DUŠEK, Jiří. *Hlavní typy laserů používaných v průmyslu* [online]. In: Megalex, spol. s. r. o. 28.2.2013 [cit. 8.3.2021]. Dostupné z: <https://www.mega-blog.cz/lasery/hlavni-typy-laseru-pouzivanych-v-prumyslu/>.
- [14] GWEIKE. *O nás. Fiber vláknový laser* [online]. Raptor Technologies s. r. o. [cit. 9.3.2021]. Dostupné z: <https://www.cnc-laser.cz/fiber-vlaknovy-laser.html>.
- [15] KAMINSKÝ, Daniel. *MM Průmyslové spektrum. Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce* [online]. MM Publishing, s. r. o. 8.6.2016 [cit. 13.3.2021]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce>.
- [16] Českomoravská konfederace odborových svazů. *Průmysl 4.0, Vzdělávání 4.0, Práce 4.0 a Společnost 4.0: učební text*. Praha: Sonda, s. r. o., 2017. ISBN: 978-80-86809-23-6. Dostupné z: <https://dnnt.mzk.cz/view/uuid:51feb690-0299-11e9-a5a4-005056827e52?page=uuid:30d638ad-b0fa-48f6-9a73-4022fb9886f7>.
- [17] VACHTL, Pavel. *Digitalizace výroby: prorůstání světa strojů se sférou dat. Hospodářské noviny* [online]. 19.7.2017 [cit. 21.3.2021]. ISSN 1213-7693. Dostupné z: https://ictrevue.ihned.cz/c3-65803200-0ICT00_d-65803200-digitalizace-vyroby-prorustani-sveta-stroju-se-sferou-dat.

- [18] Conzzeta. *Bystronic – ByStar Fiber 3015* [online]. Conzzeta Management AG [cit. 21.3.2021]. Dostupné z: <https://conzzeta.com/en/media-center/media-library/111/bystronic-bystar-fiber>.
- [19] Fabricating Metalworking. Supplier Directory. *CAD/CAM Sheet Metal Fabrication Software: The Latest Trends and Advances* [online]. Alliance Communications, Inc. [cit. 21.3.2021]. Dostupné z: <https://www.fabricatingandmetalworking.com/2014/04/cadcam-sheet-metal-fabrication-software-the-latest-trends-and-advances/3/>.
- [20] STŘELEČ, Jiří. *Metody. Marketingová komunikace. SWOT analýza. Vlastní cesta CZ.* 23.7.2012 [cit. 4.4.2021]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/swot-analyza/>.