

Optimalizace výrobního procesu pálení laserem a návaznosti skladů

Michal Škařupa

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Škařupa**

Osobní číslo: **T15145**

Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Optimalizace výrobního procesu pálení laserem a návaznost skladů**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární studie na dané téma.
2. Návrhy variant optimalizace výrobního procesu a návaznost na sklady.
3. Vyhodnocení navržených variant.



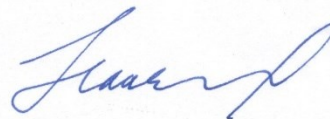
Rozsah bakalářské práce:
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
Dle doporučení vedoucí BP.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **18. května 2018**

Ve Zlíně dne 19. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 7.5.2018


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo;

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá optimalizací a zvýšením produktivity nekonvenčního dělení materiálu na laserovém dělicím centru a materiálovým tokem ve skladu plechů. V teoretické části je popsána funkce laseru a jeho rozdělení. Dále pak charakteristika skladování, význam a druhy skladů. V neposlední řadě je zmínka o informačním systému. V praktické části je popsán současný stav dělení na laserovém centru a propojení se skladem, návrh zefektivnění pracovních postupů a organizace práce. V závěru praktické části je nákladové a teoretické zhodnocení návrhu.

Klíčová slova:

Laser, sklad plechů, materiálový tok, pracovní postupy.

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with optimalization and productivity increase of unconventional material separation using laser cutting center and material flow in sheet metal warehouse. The theoretical part describes laser function and separation of lasers, warehouse characteristics, types and importance of warehouse. Last but not least, there is a mention of the information system. The practical part describes the current state of cutting using the laser center and connection with the warehouse, designing the optimalization of work processes and work organization. The practical part of thesis end with theoretical and cost evaluation of the proposal.

Keywords:

Laser, sheet metal warehouse, material flow, work processes.

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce, paní doc. Ing. Libuši Sýkorové Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 7.5.2018

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 NEKONVENČNÍ METODY OBRÁBĚNÍ	12
1.1 ROZDĚLENÍ NEKONVENČNÍCH METOD	12
1.2 DŮVODY ROZŠÍŘOVÁNÍ NEKONVENČNÍCH METOD DO PRŮMYSLU	13
2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ PAPRSKEM LASERU	14
2.1 HISTORIE LASERU.....	14
2.2 PRINCIP LASERU	15
2.3 VLASTNOSTI LASERU.....	16
2.4 TYPY LASERU.....	18
2.4.1 Pevnolátkové lasery.....	19
2.4.2 Plynové lasery	20
2.4.3 Polovodičové lasery.....	21
2.4.4 Kapalinové lasery	22
2.5 METODY LASEROVÉHO ŘEZÁNÍ.....	23
2.5.1 Tavné řezání	24
2.5.2 Oxidační řezání.....	24
2.5.3 Sublimační řezání	24
2.6 VÝHODY A NEVÝHODY LASERU	25
3 SKLADOVÁNÍ	26
3.1 ZÁKLADNÍ FUNKCE SKLADOVÁNÍ.....	26
3.2 TYPY SKLADŮ	27
3.3 SKLADOVACÍ SYSTÉMY.....	29
3.3.1 Regálové skladování.....	30
3.3.2 Stohové skladování.....	31
3.3.3 Volné skladování	31
3.4 SKLADOVÁ TECHNOLOGIE	32
4 INFORMAČNÍ SYSTÉM	35
4.1 ČÁSTI INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	35
4.2 ROZDĚLENÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU.....	35
4.3 ERP SYSTÉM.....	36
4.3.1 Implementace ERP systému.....	37
4.3.1.1 Etapy implementace ERP systému	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
5 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI	40
6 ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU	41
6.1 INFORMAČNÍ SYSTÉM MONEY S3	41
6.1.1 Moduly Money S3 Premium.....	42
6.2 LASER.....	43
6.3 SKLADY	46
7 ROZŠÍŘENÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	51

7.1	MONEY S4.....	51
7.1.1	Moduly Money S4.....	51
7.2	PŘEVOD DAT Z MONEY S3 DO MONEY S4	53
7.3	HARMONOGRAM IMPLEMENTACE.....	53
8	OPTIMALIZACE SOUČASNÉHO STAVU	56
8.1	LASER.....	56
8.1.1	Příprava pálicích plánů	56
8.1.2	Návoz materiálu	56
8.1.3	Vyskládání a značení jednotlivých dílů z laseru	58
8.2	SKLADY	59
8.2.1	Značení materiálu – čárové kódy	60
8.2.2	Značení regálů – štítky.....	60
9	NÁKLADOVÉ ZHODNOCENÍ.....	63
10	TEORETICKÉ ZHODNOCENÍ.....	64
	ZÁVĚR.....	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	71
	SEZNAM TABULEK	73

ÚVOD

V dnešním konkurenčním boji na nasyceném trhu není jednoduché se prosadit. Každá společnost, která chce být úspěšná, musí mít schopnost konkurovat ostatním. S prosazením společnosti jsou spojeny především lepší ceny, služby a kvalita než konkurence. Snižování nákladů a zvyšování efektivity procesů vede ke konkurenceschopnosti a snaze být lepší a maximálně optimalizovat svůj provoz. Uspěje pouze firma, která uspokojí stále náročnější potřeby zákazníků.

Důležitým procesem v každé výrobní společnosti je plánování a řízení výroby, a proto je nutné mu věnovat zvýšenou pozornost. Informační systémy jsou nedílnou součástí každé společnosti a slouží především ke shromažďování a vyhodnocování dat. Zvyšují efektivitu podnikání, urychlují zakázky, realizují podnikové procesy, evidují účetnictví.

Dělení materiálu je proces, při kterém dochází mechanicky, chemicky, tepelně anebo fyzikálně, tedy nekonvenčně, k dělení většího kusu materiálu na menší kusy různých tvarů a rozměrů. Nekonvenční metody obrábění jsou pro dnešní průmysl nezbytné. Při této metodě nedochází k tvoření klasické třísky, nýbrž k dělení materiálu za pomoci fyzikálního nebo chemického principu. Nejčastěji využívanými technologiemi jsou laser, plazma a paprsek elektronů.

Cílem společnosti je zajištění zdravého chodu skladu a jeho provozu. Minimalizací nákladů na výrobu i provoz a maximalizací zisku, je důležitou otázkou oblast skladování a zároveň kritickým bodem, kde lze ušetřit na nákladech.

Výše zmíněné problémy, které se týkají také společnosti STORM TECH s.r.o., kde pracuji na pozici vedoucí výroby, mě vedly k předmětu mé bakalářské práce, a to na optimalizaci výrobních procesů a skladů. Jedná se o firmu, která v současné době využívá pouze ekonomický systém pro vedení účetnictví.

Ve své práci budu vycházet z odborné literatury, interních materiálů společnosti STORM TECH s.r.o. a z praktických zkušeností získaných ve strojírenské praxi.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 NEKONVENČNÍ METODY OBRÁBĚNÍ

Nekonvenční metody dělení materiálu v mnoha případech nahradily mechanické způsoby řezání a dělení materiálu (konvenční metody). Hlavním důvodem této změny je, že součást nelze jiným způsobem vyrobit, z pohledu složitosti tvaru nebo použitého materiálu. Při nekonvenčních metodách dochází k úběru oddělením velmi malých částic materiálu působením chemických, elektrochemických, elektroerozivních, mechanických a tepelných procesů nebo jejich vzájemnou kombinací. Obrobitelnost materiálu pomocí nekonvenčních metod není dána jeho mechanickými vlastnostmi, např. tvrdost a pevnost, ale spíše fyzikálními vlastnostmi jako tepelná vodivost, elektrická vodivost, teplota tání a vypařování, chemická odolnost atd. Naopak mezi nevýhody patří nízká produktivita práce z hlediska úběru materiálu, vysoká energetická náročnost a také vysoká pořizovací cena. [31;32]

1.1 Rozdělení nekonvenčních metod

Podle stupně průmyslového použití dělíme do tří kategorií.

Oddělení materiálu mechanickým účinkem:

- Obrábění ultrazvukem
- Obrábění kapalinovým paprskem
- Obrábění proudem brusiva

Oddělení materiálu tepelným nebo elektrotepelným účinkem:

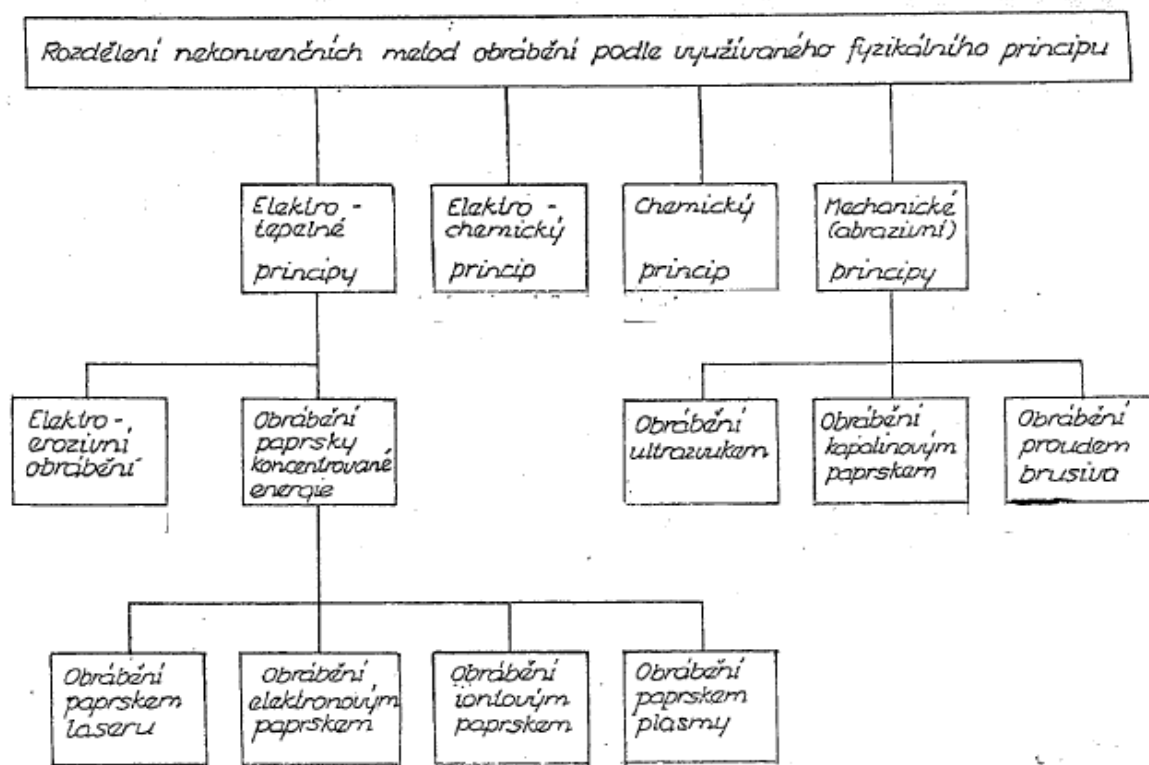
- Obrábění paprskem laseru
- Obrábění paprskem elektronů
- Obrábění paprskem plazmy
- Elektroerozivní obrábění.

Oddělení materiálu elektrochemickým nebo chemickým účinkem:

- Elektrochemické obrábění
- Chemické obrábění

[31]

Následující obrázek 1 uvádí základní rozdělení nekonvenčních metod obrábění dle fyzikálního principu.



Obr. 1. Rozdělení nekonvenčních metod obrábění dle fyzikálního principu. [31]

1.2 Důvody rozšiřování nekonvenčních metod do průmyslu

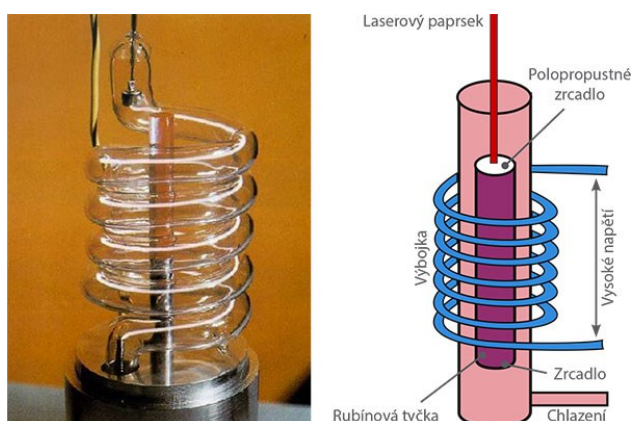
- Vývoj nových metod a zařízení
- Minimální tepelné zatížení obráběné součásti
- Zvyšující se nároky na produktivitu práce a zlevnění výroby
- Nárůst těžkoobrobitelných materiálů (kalené oceli, žárovečné a žáruvzdorné oceli, keramické materiály, titanové slitiny atd.)
- Tvarová složitost a rozměrová přesnost součástí (formy, nástroje)
- Automatizované provozy, využití systémů CAD, CAM
- Minimalizace

2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ PAPRSKEM LASERU

Důležitou výrobní operací je v současné době dělení materiálů. Máme celou řadu metod. V rámci strojírenství se budeme bavit o tepelném dělení, které patří mezi operace přípravy materiálu. Mám tím namysli technologii řezání, fungující na principu lokálního spalování, odpařování nebo tavení, popřípadě kombinací těchto jevů. Řezání různých materiálů laserem je založeno na přeměně světelné energie na energii tepelnou. Slovo laser je složeno z počátečních písmen anglických slov popisujících jeho funkci: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Česky: zesílení světla pomocí stimulované (vynucené) emise záření. [1;17]

2.1 Historie laseru

První předchůdce laseru byl zkonstruován v roce 1953, tzv. maser. Zařízení fungovalo na stejném principu jako laser, ovšem vytvářelo mikrovlnné záření. Až 16. května 1960 byl sestrojen konstruktéry Theodorem H. Maimanem, I. J. D'Haenesem a C. K. Asawou první laser na obrázku 2. Za použití krystalu rubínu jako aktivního prostředí s generovanou vlnovou délkou 694,3 nm. O dva roky později byl sestrojen první polovodičový laser. V Československé republice se první maser objedvil v roce 1962 a laser následující rok. V 70. letech 20. století došlo k vylepšení technologie sovětskými fyziky Nikolajem Basovem a Aleksandrem Prochodovem. [2]



Obr. 2. Fotografie a schéma prvního rubinového laseru. [3]

2.2 Princip laseru

Běžné světelné záření je vlnění, které se šíří všemi směry. Laser je kvantový generátor a zesilovač koherentního záření, které vzniká, když všechny fotony mají stejnou barvu, respektive vlnovou délku, frekvenci a nízkou rozbíhavost svazku. Na základě kvantové fyziky a zjednodušeného planetového modelu atomu objasníme podstatu laseru. Máme různé typy laserů, ovšem každý v sobě zahrnuje 3 základní části. Aktivní prostředí kde dochází k zesilování záření, zdroj čerpání pro excitaci aktivního prostředí a rezonátor, který vytváří zpětnou vazbu mezi zářením a aktivním prostředím. [4;5]

Laserové světlo vzniká v prostředí elektromagnetického záření potlačením spontánní emise na úkor vynucené (stimulované) emise záření znázorněné na obrázku 2. Spontánní emise záření vzniká tedy v ten moment, kdy vybuzené atomy s energetickou hladinou E_2 mají tendenci zaujmout hladinu s nižší energií E_1 a při tom emitují určité množství světelného záření s frekvencí f , která se jednoduše určí z následující rovnice (1):

$$E_2 - E_1 = h \cdot f \quad (1)$$

kde: $E_2 - E_1$ – Rozdíl energetických hladin, mezi kterými nastává přechod

h – Planckova konstanta ($h=6,626 \cdot 10^{-34}$ J.s)

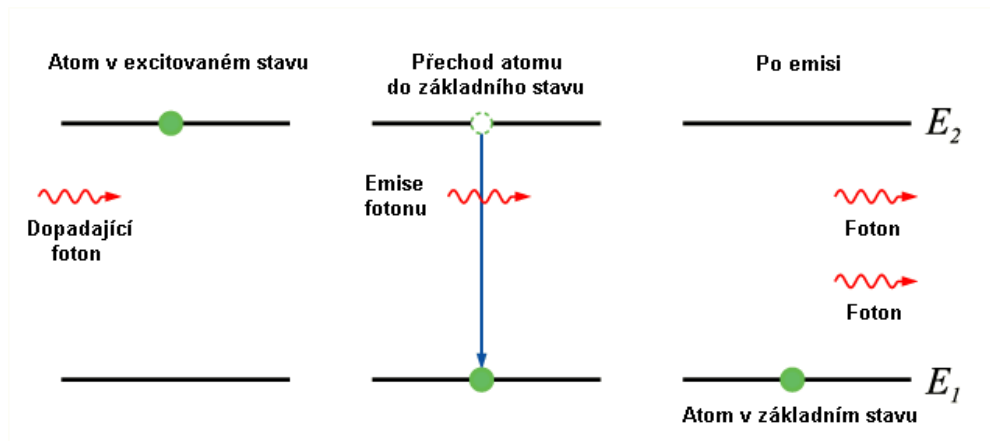
f – Frekvence uvolněného vlnění

Atom vybuzený na hladinu 2 může na této hladině setrvat určitou dobu. Energie excitovaného stavu je vyzářena ve formě fotonu spontánního záření. Jakmile se atom v excitovaném stavu dostane do interakce s fotonem záření o energii rovné energetickému rozdílu hladiny 2 a hladiny 1, může dojít ke stimulovanému vyzáření fotonu.

Stimulovaný foton má stejnou energii, směr, fázi a polarizaci s fotonem iniciačním. Na rozdíl od spontánně vyzářeného fotonu, který má náhodnou fázi, polarizaci i směr šíření. To je zásadní rozdíl mezi spontánním a stimulovaným zářením.

Při běžných podmínkách je atom v základním stavu. Absorpce je přechod elektronů ze základní hladiny na hladinu s vyšší energetickou hodnotou. Opačný jev se nazývá emise a jedná se o přechod elektronů z vyšší na nižší energetickou hladinu a je doprovázen vzni-

kem energie ve formě záření. Vybuzením lze atom přinutit k emisi záření. Při procesu čerpání jde o dodání příslušné energie na dosáhnutí vybuzeného stavu. [5;6;13;17]



Obr. 3. Stimulovaná emise v energetických hladinách. [7]

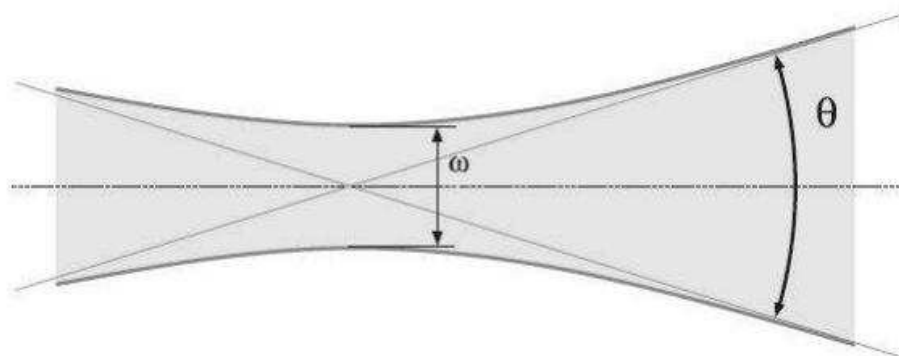
2.3 Vlastnosti laseru

Správnost fungování laseru je zajištěna jeho specifickými fyzikálními parametry, jež jsou koherentnost, monochromaticnost, směrovost a modová struktura. Tyto vlastnosti jsou velmi důležité pro fokusaci laserového paprsku, tzn. možnost soustředit do velmi malého bodu s vysokou hustotou energie. Dopadem energie na materiál pak může dojít k natavení až odpaření materiálu.

Koherentnost - koherentní světlo se skládá ze světél, jejichž vlnová délka a fáze je v určitém místě a čase stejná. Všechny částice světelné vlny kmitají se stejnou fází a to jak v rovině kolmé na směr šíření (prostorová koherentnost), tak i ve směru šíření paprsku (časová koherentnost).

Monochromaticnost – vyplývá z podstaty jevu stimulované emise. Laserový paprsek je tvořen fotony o stejné vlnové délce, má tudíž pouze jednu barvu. Díky této vlastnosti lze paprsek soustředit do intenzivního úzkého bodového svazku. Reálné generátory jsou schopny tuto podmínku splňovat s velmi malými odchylkami.

Směrovost – vzniká na výstupu z polopropustného zrcátka a podmínkou je koherentnost na ploše větší, než je vlnová délka záření. Směrovost můžeme popsat prostorovým úhlem dle vztahu (2), který se v praxi označuje jako rovinný úhel divergence paprsku na obrázku 4.



Obr. 4. Rovinný úhel divergence paprsku. [8]

$$SPP = \frac{1}{2} \omega \cdot \frac{1}{2} \theta = \left(\frac{\lambda}{\pi} \right) \cdot M^2 \quad (2)$$

kde: SPP - Parametr paprsku

ω - Průměr paprskového pásu

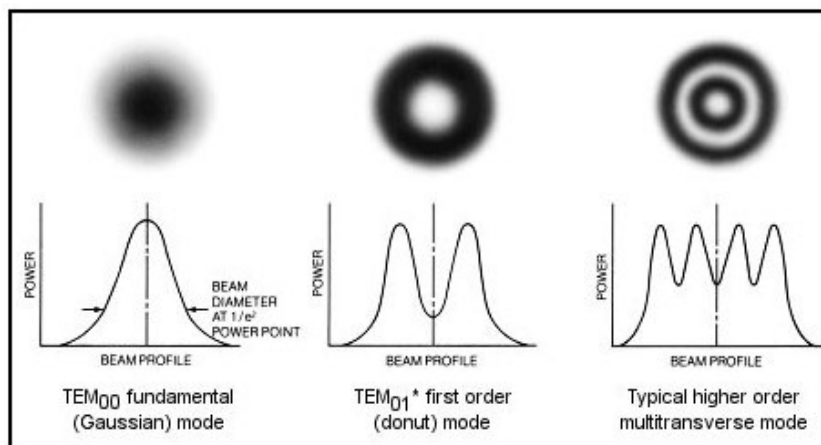
θ - Úhel divergence ve vzdáleném poli

λ - Vlnová délka

π - Ludolfovo číslo

K – šířící faktor paprsku ($K = \frac{1}{M^2}$)

Modová struktura – elektromagnetické pole vznikající v rezonátoru nám rozděljuje amplitudu a fázi vlnění. Toto rozdělení ovlivňuje TEM (Transverzální Elektromagnetický Mód) na obrázku 5. Mód nejnižšího řádu je označen TEM₀₀, známý také jako Gaussův mód s největší intenzitou energie v ose paprsku. Dalším často používaným módem je TEM₀₁, který svým tvarem připomíná prsteneček. Nejvyšší intenzitu energie dosahuje na vnější straně a nejnižší na ose paprsku. [2;10;11]



Obr. 5. Transverzální elektromagnetický mód. [9]

2.4 Typy laseru

Existuje velké množství typů laserů. Princip všech laserů je stejný, avšak liší se konstrukcí a realizací jednotlivých částí. Lasery můžeme rozdělit dle různých kritérií, nejčastěji se ovšem používá dělení:

Podle aktivního prostředí:

- Pevnolátkové
- Plynové
- Kapalinové
- Polovodičové

Podle vlnových délek optického záření:

- Infračervené
- Ultrafialové
- Rentgenové
- Viditelné pásmo

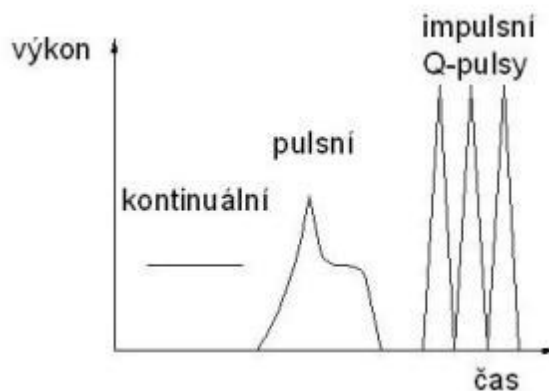
Podle zúčastněných energetických hladin na kvantovém přechodu:

- Molekulární (rotační, rotačně-vibrační, vibrační)
- Elektronové
- Jaderné

Podle časového provozu:

- Kontinuální (cw)

- Pulsní (pw)
- Impulsní (Qs)



Obr. 6. Režimy laseru. [5]

Podle délky generovaného pulsu:

- S dlouhými pulsy
- S krátkými pulsy
- S velmi krátkými pulsy

Podle typu buzení:

- Opticky
- Elektrickým výbojem
- Elektronovým svazkem
- Tepelnými změnami
- Chemicky
- Rekombinací
- Injekcí nosičů náboje

2.4.1 Pevnolátkové lasery

Aktivním prostředím je monokrystalická nebo amorfní látka, která musí vynikat svojí průzračností, optickou homogeností v celém objemu a také musí být uměle vyrobitelná. Představa konstrukce laseru je nejvíce spojena s aktivním prostředím tvořeným krystaly drahých kamenů, např. rubínu nebo safíru. Vlastnosti těchto laserů dovolují velké výkony pouze v krátkých pulzech. Při spojitém záření by došlo ke zničení krystalu. Proto se dnes používají omezeně. Tento problém řeší lasery s aktivním prostředím tvořeným sklem s přísadkou vzácných prvků, např. Nd: YAG. Jedná se o nejpoužívanější lasery v praxi.

Pevnolátkové lasery obvykle dosahují výkonu do 10 kW. Jsou využívány jak v pulzním, tak i v kontinuálním režimu. Je nutností při provozu používat účinného chlazení celého zařízení. Náročnost na údržbu je nízká a jejich vlnová délka se pohybuje v oblasti infračerveného až viditelného světla. [4;16;17;18;19]

Základní typy těchto laserů, jejich použití a zvýrazněných typů používaných ve strojírenství jsou v tabulce 1.

Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka	Spektrální oblast	Příklady použití
Rubínový laser	$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}^{3+}$	694,3 nm	červená	holografie, odstraňování tetování
Nd: YAG laser	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}^{3+}$	1 064,1 nm	IR	litografie, chirurgie, strojírenství, spektroskopie
Ho: YAG laser	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ho}^{3+}$	2 100 nm	IR	chirurgie, stomatologie
Er: YAG laser	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$	1 560 nm a 2 940 nm	IR	dálkoměry, chirurgie, stomatologie
Yb: YAG laser	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Yb}^{3+}$	1030 nm	IR	strojírenství, svařování, řezání
Titan - safírový laser	Ti, Al_2O_3	690 nm - 1000 nm	červená, IR	spektroskopie, fs pulsy
Alexandritový laser	$\text{Al}_2\text{BeO}_4:\text{Cr}^{3+}$	700 nm - 818 nm	červená, IR	žihání, řezání
Neodymový laser	$\text{SiO}_2:\text{Nd}_2\text{O}_5$ nebo $\text{P}_2\text{O}_5:\text{Nd}_2\text{O}_5$	1 062,3 nm	červená, IR	vysoce-energetické pulzní systémy
Nd: YLF laser	LiYF_4	1053 nm	červená, IR	průmyslové aplikace, lékařství

Tabulka 1. Přehled pevnolátkových laserů. [15]

2.4.2 Plynové lasery

Aktivním prostředím je plynná fáze, která může být tvořena atomy, ionty nebo molekulami. Buzení plynových laserů se provádí elektrickým výbojem, chemickou reakcí, opticky atd. Do této skupiny laserů patří: helium-kadmiový, jódový, argonový, vodíkový, dusíkový, excimerový, CO_2 a další uvedeny v tabulce 2.

Vlastnosti jako vysoká účinnost, homogenita laserového paprsku a jeho nízká rozbíhavost patří k hlavním výhodám plynového laseru. Plynné médium se rychle a snadno zahřívá, proto je nutné rezonátor chladit což je jedna z velkých nevýhod. Další je nemožnost vedení paprsku pomocí optických vláken.

Kontinuální provoz je pro plynové aktivní prostředí hospodárnější než provoz pulzní. Při kontinuálním provozu jsme schopni dosáhnout výkonu několika desítek kW, ovšem při pulzním provozu dokonce až několika desítek TW. [4;16;17;18;19]

Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka	Spektrální oblast	Příklady použití
He - Ne laser	He, Ne	543 nm, 633 nm	zelená, červená	zaměřování polohy
Měděný laser	Cu	510 nm, 578 nm	zelená	podmořská komunikace a lokace
Jodový laser	I	342 nm, 612 nm, 1 315 nm	UV, viditelné, IR	věda, termojaderná syntéza
Argonový laser	Ar	488 nm, 514 nm	modrá, zelená	oftalmologie, spektroskopie
CO₂ laser	CO₂	10 600 nm	IR	svařování, řezání, stomatologie, gravírování
CO laser	CO	5 000 - 6 500 nm	IR	
Dusíkový laser	N ₂	337 nm	UV	
Excimerové lasery	ArF, KrCl, KrF, XeCl, XeF	193 - 351 nm	UV	oftalmologie, laserová ablace, fotolitografie

Tabulka 2. Přehled plynových laserů. [15]

2.4.3 Polovodičové lasery

Aktivním prostředím je polovodičový materiál obsahující volné nosiče náboje. Podstata fungování spočívá ve schopnosti atomu přejít na vyšší energetickou hladinu v důsledku absorpce elektrického proudu procházejícího diodou. Ke vzniku tepelné a světelné emise dochází při návratu na nižší hladinu, na hranici polovodičů P a N v tenké přechodové vrstvě.

Hlavní předností polovodičových laserů je možnost regulace výkonu a vlnové délky pomocí změny elektrického proudu, vysoká účinnost (až 50%), miniaturizace a snížení energetické náročnosti. Naopak nevýhodou je rozbíhavost generovaného záření. Vážným problémem je potom chlazení.

Mezi představitele polovodičových laserů patří: polovodičový laser buzený svazkem elektronů, injekční polovodičový laser buzený elektrickým polem a další v tabulce 3. Výstupní výkon se u těchto laserů pohybuje mezi 30 W až 6 kW. [4;16;17;18;19]

Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka	Spektrální oblast	Příklady použití
GaAs laser	GaAs	650 nm, 840 nm	červená, IR	laserová ukazovátka, laserové tiskárny
GaAlAs laser	GaAlAs	670 - 830 nm	červená	telekomunikace, přehrávače CD, displeje
AlGaInP laser	AlGaInP	650 nm	červená	přehrávače DVD
GaN laser	GaN	405 nm	modrá	blu - ray disky
InGaAlP laser	InGaAlP	630 - 685 nm	červená	lékařství

Tabulka 3. Přehled polovodičových laserů. [15]

2.4.4 Kapalinové lasery

Aktivním prostředím je roztok organických barviv nebo speciální připravená kapalina dopovaná ionty vzácných zemin.

Hlavními nevýhodami jsou krátká životnost dána rozkladem aktivního prostředí za působení tepla a světla a dále pak divergence. Mezi výhody se řadí optická homogenita při velké koncentraci aktivační příměsi, což umožňuje získat velkou hustotu indukovaného záření. Snadná a plynulá změna vlnové délky. V neposlední řadě jednoduché chlazení.

Kapalinové lasery lze rozdělit do dvou skupin: lasery s anorganickými aktivními látkami a lasery s organickými aktivními látkami. Jejich příklady jsou uvedeny v tabulce 4. [4;16;17;18;19]

Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka	Spektrální oblast	Příklady použití
Rhodamin 6G laser	$C_{28}H_{31}N_2O_3C_1$	570 - 650 nm	žlutá, oranžová, červená	dermatologie
Kumarin C30 laser	$C_9H_6O_2$	504 nm	zelená	oftalmologie, chirurgie

Tabulka 4. Přehled kapalinových laserů. [15]

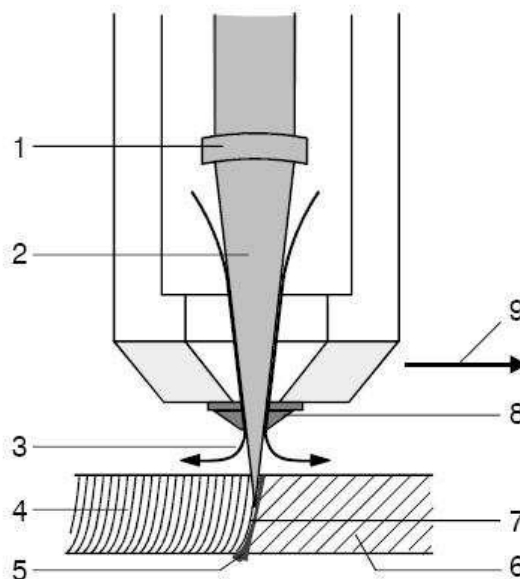
2.5 Metody laserového řezání

Laser je považován za univerzální nástroj při řezání materiálu. Velká koncentrace výkonu v zaostřeném (fokusovaném) laserovém svazku zajišťuje vysokou produktivitu práce a vynikající kvalitu řezu při dělení materiálů a slitin nezávisle na jejich tepelně fyzikálních vlastnostech. Ve spáře děleného materiálu dochází k roztavení až sublimaci a následně k vyfouknutí pomocí rezného plynu ven ze spáry. Dosahuje se malé šířky řezu s minimální tepelně ovlivněnou oblastí. Princip laserového řezání znázorněn na obrázku 6.

Tato metoda je vhodná pro využití jak pro malosériovou výrobu, tak i pro velkosériovou výrobu v dávkách. Nesmírnou výhodou jsou minimální deformace a vysoká přesnost. Jedinou, ale nepochybně důležitou nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady. Ve srovnání s ostatními technologiemi dělení materiálu je konkurence schopná produkce dělení laserem z hlediska cenového.

Mezi základní charakteristiky procesu řezání laserem patří rychlost řezání, kvalita řezu, šířka rezné spáry, šířka tepelně ovlivněného pásma.

V praxi existuje řada metod dělení laserovým paprskem, které jsou dány druhem rezného plynu. Mezi základní a nejčastěji používané patří: tavné, oxidační, sublimační. [12;13;18]



Obr. 7. Princip laserového řezání. [8]

1 - Fokusační (zaostřovací) optika, 2 - Laserový paprsek, 3 - Asistenční ochranný plyn, 4 - Rýhy po laserovém řezání,

5 - Roztavený kov nebo struska, 6 - Obrobek, 7 - Okraj řezu na obrobku, 8 - Laserová tryska, 9 - Směr řezání

2.5.1 Tavné řezání

Řezaný materiál je lokálně nataven pouze vlivem působení laserového paprsku a následně vyfukován z řezné spáry proudem inertního plynu, nejčastěji dusíku. S výkonem laseru roste maximální řezná rychlost přímo lineárně, a naopak klesá s tloušťkou a teplotou řezaného dílu, opět přibližně lineárně.

Tento způsob se používá převážně k vytváření kvalitních a nezoxidovaných řezů např. nerezových ocelí a barevných kovů. Použitím vysoce čistého dusíku (min. 99,999 objemových procent) jako inertního plynu s vysokým tlakem 1-2 MPa na trysce, dosáhneme povrchu bez okují, minimálního chemického ovlivnění a kovově lesklé řezné plochy, která nevyžaduje žádné finální úpravy. Při řezání titanu se využívá jako inertní plyn argon, který zabraňuje přístupu vzduchu k místu řezu.

Hlavní nevýhody tavného řezání jsou nižší řezná rychlost, vysoký výkon laseru, a především vysoká spotřeba inertního plynu. [12;13;18]

2.5.2 Oxidační řezání

Natavený kov je z řezné spáry vyfukován, ale zároveň částečně shoří v proudu čistého kyslíku (zhruba 99,95 objemových procent), který je použit jako řezný plyn a vstupuje do procesu řezu. Při vzájemné interakci kyslíku a nataveného kovu vzniká exotermická reakce, při níž dochází k dalšímu ohřevu řezaného materiálu. Díky tomuto jevu je řezání rychlejší, ale za cenu horší kvality povrchu, vznikajících okují na řezné hraně, širšího tepelně ovlivněného pásma a širší řezné spáry.

Používá se především pro dělení nelegovaných a nízkolegovaných ocelí do tloušťky 25 mm, které nejsou tak náchylné na oxidaci jako vysokolegované oceli. Jsme schopni řezat také vysokolegované oceli při snížené rychlosti a teplotě řezu, nebo přejít na pulzní režim laseru, který tyto parametry eliminuje. [12;13;18]

2.5.3 Sublimační řezání

V místě řezu působením vysoké intenzity laserového záření dochází k sublimaci (odpaření) materiálu. Vzniklé páry odvádí z místa řezu inertní plyn, nejčastěji dusík nebo argon a zabraňují oxidaci. Vzniká kvalitní úzký řez. Při sublimačním řezání je důležité kontrolovat tloušťku řezaného materiálu, která nesmí přesáhnout průměr paprsku. V opačném případě by došlo ke kondenzaci par a vytvoření svárového spoje. Omezení platí pro materiály, u

kterých vzniká tekutá fáze. Metoda je tedy vhodná pro tenké kovové fólie. Nekovových materiálu jako je například dřevo nebo keramika se omezení netýká. Dalším důležitým faktorem je precizní nastavení optiky v závislosti na tloušťce materiálu. Maximální rezná rychlost je nepřímo úměrná odpařovacímu teplu materiálu a přímo úměrná rychlosti proudění rezného plynu. [12;13;18]

2.6 Výhody a nevýhody laseru

Výhody

- Vysoká přesnost řezu u malých a středních tlouštěk materiálu (do 25 mm)
- Velmi malá šířka rezné spáry (0,2-0,4 mm), což umožňuje řezání detailních kontur
- Vysoká rezná rychlost
- Velmi malé přivedené teplo, téměř žádná deformace obráběného dílu
- Pravoúhlá rezná hrana umožňující přesné řezání úhlů
- Výborná automatizace u rezného procesu
- Vysoká flexibilita
- Reprokovatelnost
- Vysoká hospodárnost i při malých sériích
- Možnost použití mnoha materiálů
- Plochy řezu mají velmi dobrou jakost povrchu a obvykle nevyžadují další úpravy
- Dlouhá životnost

Nevýhody

- Vysoká pořizovací cena a provozní náklady
- Přísnější bezpečnostní opatření
- Ekologičnost
- Omezená tloušťka řezaného materiálu: konstrukční ocel 25 mm, vysokolegovaná ocel 15 mm, hliník 10 mm
- Snížení stability paprsku u lesklých materiálů a povrchů
- Nutné přesné řízení vzdálenosti k povrchu obrobku
- Hrubý řez u řezání konstrukční oceli s vyšším obsahem Si a P
- Menší účinnost (CO₂ laser max. 10%)
[5;12;14;18]

3 SKLADOVÁNÍ

Skladování je jednou ze základních a velice důležitých částí logistického systému, jelikož je spojovacím článkem mezi výrobcí a zákazníky. Sklady jako technická zařízení představují prostory, místa a budovy na předem určené ploše pro uskladnění surovin, dílů, produktů a hotových výrobků v místech jejich vzniku, a v místech mezi místem jejich vzniku a místem jejich spotřeby. Zároveň poskytuje managementu podniku informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladových zásob. Mezi nejdůležitější parametry každého skladu patří jeho skladovací plocha.

Skladovací systém umožňuje soustředit dodávky od několika výrobců do jednoho místa, odkud lze zákazníkům dodávat ucelené zásilky dle jejich potřeb a požadavků.

Manipulační technika prošla velkým vývojem od manuální obsluhy, přes mechanizaci úložných prací, automatizaci až k používání robotizovaného skladu. Z ekonomického hlediska jsou robotizované sklady výhodné a žádané za předpokladu určitého výkonu.

Sklad nemůžeme brát jako uložení nepotřebných zásob, jelikož nám tento článek synchronizuje výrobu s odlišnou kapacitou a krátkodobě zvýšený odbyt u interních i externích zákazníků. [20;21;22;23;24]

3.1 Základní funkce skladování

Poměrně velkou částí logistického systému je skladování. Požadovanou úroveň zákaznického servisu zajišťuje společně s ostatními procesy. Na základě činností probíhajících ve skladech můžeme hovořit o třech základních funkcích skladování. Jsou to činnosti, která mají za úkol přesun produktů, jejich uskladnění, a nakonec přenos informací.

Přesun produktů

- Příjem/přejímka zboží – vyložení, vybalení, aktualizace záznamů, kontrola stavu zboží a překontrolování průvodní dokumentace
- Transfer či ukládání zboží – přesun produktů do skladu, uskladnění a další přesuny
- Kompletace zboží podle objednávky – přeskupování produktů dle požadavků zákazníka
- Překládka zboží (cross-docking) – zboží se překládá z místa příjmu přímo do místa expedice s vynecháním uskladnění

- Expedice zboží – zabalení a přesun produktů do dopravních prostředků, kontrola zboží podle objednávek a úpravy skladových záznamů

Uskladnění produktů

- Přechodné uskladnění – krátkodobé uskladnění potřebné pro doplňování základních zásob
- Časově omezené uskladnění – týká se zásob nadměrných, tzn. pojistných, kvůli sezónní poptávce, kolísavé výrobě, úpravě výrobků, zvláštním podmínkám obchodu (např. množstevní sleva)

Přenos informací

- Týká se stavu zásob, stavu zboží v pohybu, umístění zásob, vstupních a výstupních dodávek, zákazníků, personálu a využití skladových prostor. Zvyšuje se využívání elektronické výměny dat (EDI) a technologie čárových kódů, čímž se zlepšuje přesnost a rychlost přenosu informací.

[21;22;24]

3.2 Typy skladů

Sklady mohou plnit mnoho funkcí. Podle toho, jakou funkci plní, dělíme sklady do různých skupin:

Podle toho, jakou plní funkci:

- Obchodní
- Veřejné a nájemní
- Odbytové
- Konsignační
- Tranzitní

Podle stanoviště:

- Vnitřní
- Vnější

Podle stupně centralizace:

- Centralizované
- Decentralizované

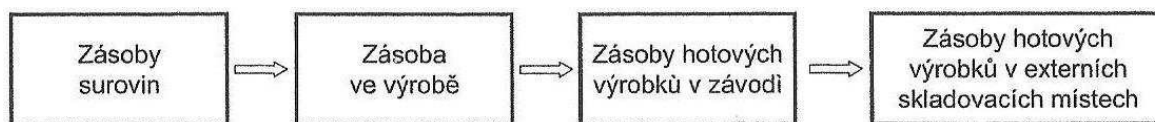
Podle správy skladu:

- Vlastní
- Cizí

Podle postavení v logistickém řetězci:

- Vstupní
- Mezisklady
- Odbytové

Dle rozdělení výše si popíšeme rozdělení skladů ve výrobní firmě na obrázku 8. Zásobovací sklady na straně vstupu, mezisklady k předzásobením mezi různými stupni výrobního procesu a odbytové sklady na straně výstupu, vyrovnávající časové rozdíly mezi výrobou a odbytem.



Obr. 8. Rozdělení skladů v hodnotovém procesu výrobní firmy. [21]

Podle typu skladovaného materiálu:

- Sklady tekutých materiálů
- Sklady sypkých materiálů
- Sklady plyných materiálů
- Sklady kusových materiálů

Podle počtu možných nositelů potřeb:

- Všeobecné
- Přípravné
- Příruční

Podle ochrany zboží před povětrnostními vlivy:

- Otevřené
- Polootevřené
- Uzavřené
- Speciální

Podle stupně mechanizace a automatizace:

- Automatizované
- Plně automatizované
- Polo automatizované
- Mechanizované
- Vysoce mechanizované

Mimo těchto rozdělení se můžeme v odborné literatuře setkat s mnoha dalšími rozděleními podle různých kritérií. Záleží jen na autorovi, z jakého hlediska danou problematiku posuzuje. [21;23;25;26]

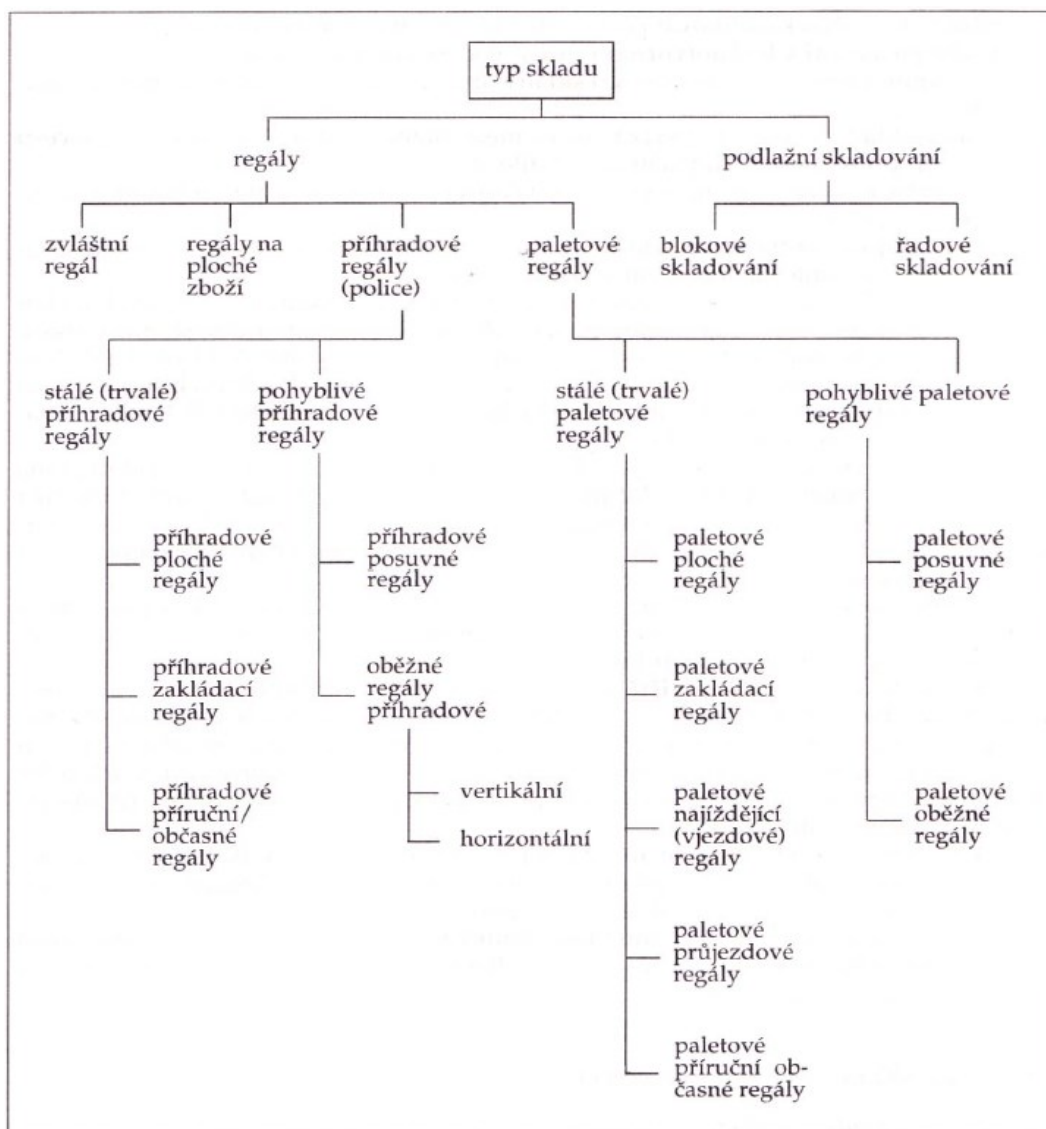
3.3 Skladovací systémy

Pojmem skladovací systémy se rozumí množina všech technických zařízení, včetně budov, ze kterých se sklad skládá. Systémy a zařízení pro manipulaci s materiálem často představují jednu z hlavních kapitálových investic. Proto by měl být jejich výběr zvláště pečlivý. Správné uložení materiálu například dle vnitřních norem podniku, působí na uchování jeho kvality. Způsob uložení je ovlivněn zejména druhem skladu a je provozní organizací, dále hmotností, objemem, vlastnostmi a četností odběru materiálu, způsobem manipulace, rozmístěním a uspořádáním materiálu ve skladu.

Z prostorového hlediska můžeme způsoby uskladnění materiálu rozdělit na podsystémy:

- Statické – jsou tvořeny samotnou budovou, jejich skladovací plochou nebo vnitřním skladovým vybavením
- Dynamické – představují manipulaci s materiálem v rámci skladů
- Informační – zabezpečuje evidenci skladových položek a jednotlivé skladové práce spojené s příjmem, evidencí i výdejem. Moderní informační systémy umožňují samotné řízení pohybu materiálu v rámci skladů

Podrobněji se budu v rámci této práce zabývat statickým systémem, který se dělí na regálové skladování, stohové skladování a volné skladování. [22;23;27]



Obr. 9. Typová struktura skladů. [23]

3.3.1 Regálové skladování

Regálové sklady patří k nejrozšířenějším systémům skladování, které může být obsluhováno i vysokým stupněm automatizace. Používá se tehdy, když se materiál pro malé množství nedá vrstvit ani stohovat, popřípadě jde o materiál křehký nebo o materiál, u kterého se objem manipulační jednotky mění. Výhodou a cílem je přehlednost a dostupnost ke každé skladové položce. Manipulace je prováděna ručně, vysokozdviznými vozíky nebo zakládači.

Mezi typy regálových systémů patří:

- Policové regály

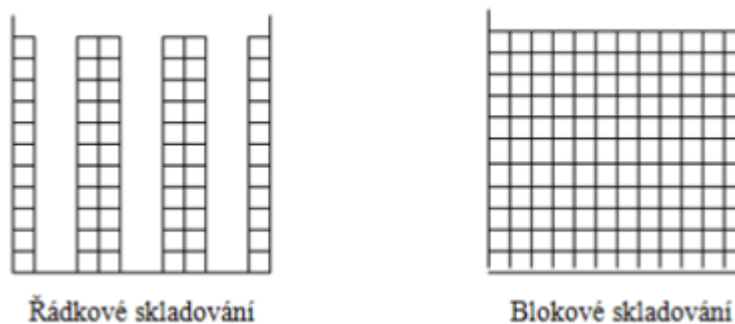
- Paletové regály
- Vjezdové regály
- Průjezdové regály
- Konzolové regály
- Sklady s posuvnými regály

3.3.2 Stohové skladování

Stohové skladování je skladovací systém, převážně na volném prostranství, bez regálů, založený na manipulaci paletizovaného materiálu vysokozdvíhnými vozíky. Palety se ukládají na sebe. Mezi přednosti patří větší využití skladové plochy a prostoru, dokonalý přehled o uloženém materiálu a poměrně nízké provozní náklady. Hlavní nevýhodou je špatný přístup ke spodním skladovým položkám. Menší možnost mechanizace a automatizace.

Existují dva hlavní způsoby stohového skladování viz. obrázek 10:

- Skladování blokové
- Skladování řádkové



Obr. 10. Způsoby stohového skladování. [23]

3.3.3 Volné skladování

Volné skladování představuje systém skladování, který je z hlediska nákladovosti a složitosti na uskladnění nejjednodušší, protože se používá k uskladnění základních surovin, které jsou bez obalu většinou sypkého charakteru (písek, uhlí, brambory, obiloviny) nebo materiálu nevyžadující složité balení (hutní materiál, odlitky, výkovky, dřevo). Materiál se uskladňuje buď v jednotlivých boxech nebo na volném prostranství v případě, že nepodléhá vlivům počasí. Materiál se může ukládat do různě tvarovaných vrstev, pyramid, palet

nebo přímo na zem. Terén, na který se materiál ukládá, bývá upravený, případně zpevněný. Manipuluje se ručními vozíky, plošinovými vozíky, jeřáby atd. [23;27]

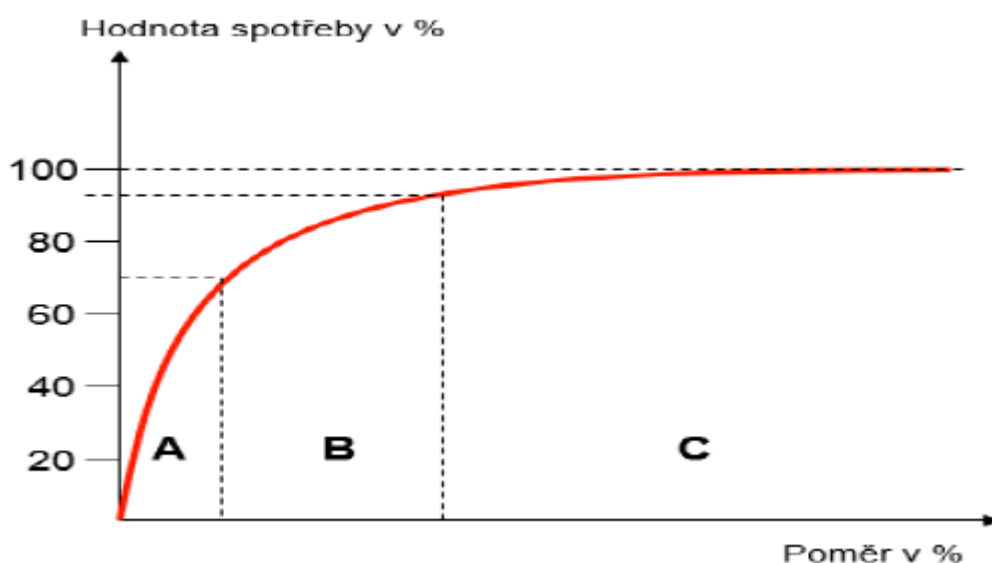
3.4 Skladová technologie

Do skladové technologie je zahrnuta oblast způsobu skladování včetně užitého technologického postupu, který primárně určuje druh manipulačních jednotek užívaný ke skladování (palety, bedny), druh skladového zařízení (regály) a druh obslužného manipulačního prostředku (vysokozdvížené vozíky, regálové zakladače). Manipulačními prostředky a zařízeními tzv. aktivními prvky, je prováděna netechnologická operace s tzv. pasivními prvky (materiály, díly, výrobky), jako jsou například operace při nakládce, přepravě, vykládce, uskladnění, vyskladnění a jiné operace v rámci skladovacích procesů.

Volba vhodné skladové technologie vychází z analýzy ABC na obrázku 11. Ta může poukázat na potřebu řešit sklad diferencovaně v zónách o různých kapacitách a s odlišnými skladovými technologiemi. Materiál je kategorizován podle rychlosti obrátek:

- Kategorie A – malý počet rychloobrátkových položek s dominantním podílem na obratu, často s celopaletovou expedicí. U těchto položek je důležité opětovně provádět inventury, propočítávat předpověď poptávky, velikost dávky a pojistnou zásobu.
- Kategorie B – položky se subdominantním podílem na obratu, středněobrátkové, především kompletované. Pojistná zásoba bude větší než u položek z kategorie A.
- Kategorie C – nízkoobrátkové a zároveň nejpočetnější položky s malým podílem na obratu. Nutná kompletace. Inventury se provádějí s větším časovým odstupem, většinou ročně. Výhodné objednávat velké objednacímnožství.

ABC analýza je základem pro jednoznačné kvalifikování hodnotových kritérií. Cílem je identifikovat skupinu prvků, které jsou důležité pro celkový výsledek podnikání, což znamená zjistit, které prvky vydělávají nejvíce či nejméně peněz.



Obr. 11. ABC analýza. [29]

Technologie lze dělit do následujících 4 kategorií:

- Klasické – tvorba manipulačních skupin, kombinovaná doprava či centralizace skladů.
- Telematické (podsystem informacní a komunikační) – technologie automatické identifikace, radiofrekvenční datové komunikace, elektronické výměny dat včetně internetu.
- Virtuální (podsystem řízení) – simulace a grafická vizualizace
- Komplexní (multisystemové) – Efficient Consumer Respose (ECR), Quick Response (QR), just-in-time (JIT) nebo kanban.

Existuje velké množství manipulačních prostředků, které lze dělit na:

- Prostředky a zařízení pro zdvih – zvedáky, zdvižné plošiny, nákladní výtahy, kladky a kladkostroje, jeřáby.
- Prostředky a zařízení pro pojezd – speciální kolové podvozky, pojízdné plošiny, bezmotorové a poháněné vozíky, paletové vozíky nízkozdvižné.
- Prostředky a zařízení pro stohování – vysokozdvižné vozíky, regálové zakladače, stohovací jeřáby. [21;27;28;30]

Podrobnější členění nalezneme v tabulce 5.

KATEGORIE POLOŽEK MATERIÁLU, MANIPULAČNÍ JEDNOTKY	SKLADOVÁ SOUSTAVA	
	SKLADOVÉ ZAŘÍZENÍ	OBSLUHA ZAŘÍZENÍ
Velkoobjemové (nad 30 PJ/pol.) palety	Žádné, blokové stohování	- Vysokozdvížený vozík s bočně sedícím řidičem - Čelní vysokozdvížený vozík
	Vjezdové a průjezdné konzolové regály	- Vysokozdvížený vozík retrack - Čelní vysokozdvížený vozík
	Spádové regály	- Čelní vysokozdvížený vozík, event. speciální vysokozdvížený vozík - Regálový zakladač
	Speciální konzolové regály s průjezdnými buňkami	- Regálový zakladač s autonomním vozíkem projíždějícím buňkami – systém „Robot“ - Vysokozdvížený vozík retrack s autonomní vidlicí projíždějící buňkami – systém „Satelit“ - Elevátor a přesuvné vozíky s lankovým pohonem projíždějící buňkami – systémy „Activ“, „Relax“
	Výškové řadové paletové regály	- Regálový zakladač
	Standardní řadové paletové regály	- Vysokozdvížený vozík retrack
Středněobjemové (2-30 PJ/pol.) palety Ukládací bedny, kartony na plast. podložkách	Výškové řadové paletové regály s úzkými manipulačními uličkami	- Speciální vysokozdvížený vozík s otočně výsuvnou vidlicí nebo s oboustranně výsuvnou vidlicí, vertikální výtahový vychystávací vysokozdvížený vozík - Regálový zakladač
	Přesuvné řadové paletové regály	- Čelní vysokozdvížený vozík
	Výškové řadové regály	- Regálový zakladač
Maloobjemové (do 2 PJ/pol.) ukládací bedny, zásuvky, kartony, volně ložené kusy materiálu	Policové regály Zásuvkové regály Spádové regály	Ruční manipulace
	Patrové policové regály	Ruční manipulace, event. vysokozdvížený vozík, regálový zakladač nebo dopravník
	Přesuvné policové regály	Ruční manipulace

Tabulka 5. Klasifikace manipulačních prostředků a zařízení. [28]

4 INFORMAČNÍ SYSTÉM

Informační systém (IS) je systém, složený z počítačového hardwaru a souvisejícího softwaru. Dále jsou součástí lidé, kteří tento systém využívají prostřednictvím technologických prostředků a procesů, které slouží k ukládání, zpracování a poskytování informací sloužících k plánování, rozhodování a řízení. [33;34]

4.1 Části informačního systému

Informační systém se skládá z prvků, které mají určité chování a všechny tyto prvky jsou navzájem spojeny vazbami.

- Hardware – složka IT, technické vybavení
- Software – složka IT, programové vybavení
- Datová základna – místo, kde se ukládají všechna potřebná data v reálném čase a na správných místech
- Lidé – musí umět pracovat s IS, k čemuž jsou zaškoleni.
- Orgware – soubor pravidel a odpovědností, jak s IS zacházet a kdo je za co zodpovědný
- Řízení – management firmy, který je zodpovědný za fungování IS a má dohled nad jeho činností [35]

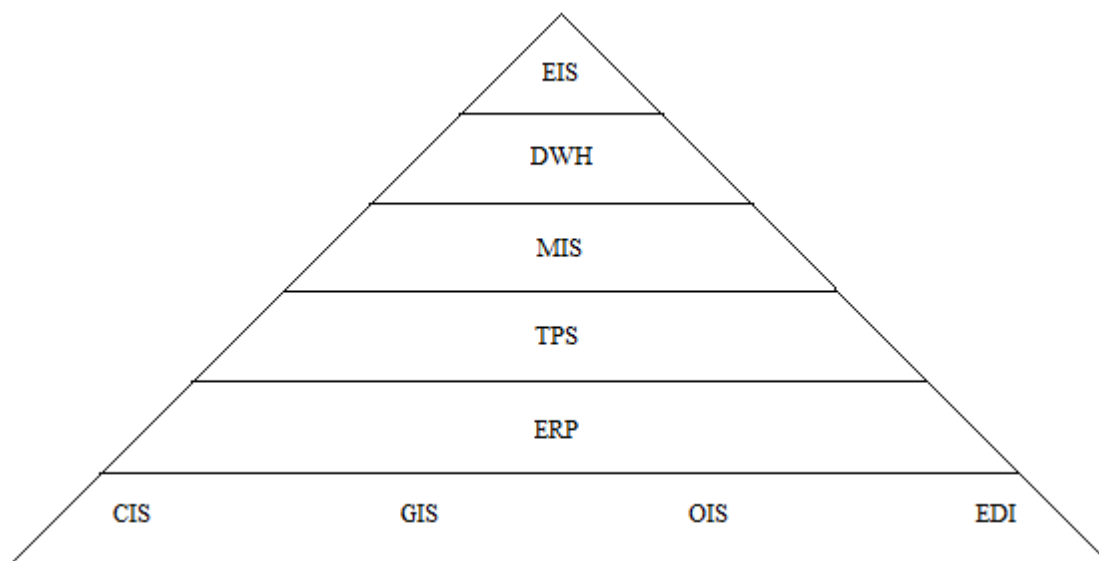
4.2 Rozdělení informačního systému

Informační systém lze dělit dle mnoha kritérií. Zde je použito rozdělení podle architektury, jelikož v něm vidíme souvislost jednotlivých IS a nadřazenost/podřazenost systémů na obrázku 12.

Rozdělení podle architektury:

- Executive Information System (EIS)
- Data Warehouse (DW)
- Management Information System (MIS)
- Transaction Processing System (TPS)
- Enterprise Resource Planning (ERP)
- Customer Information System (CIS)
- Geographical Information System (GIS)
- Office Information System (OIS)

- Electronic Data Interchange (EDI)



Obr. 12. IS z pohledu architektury. [36]

4.3 ERP systém

ERP neboli Enterprise Resource Planning je podnikový informační systém, který je schopen pokrýt, integrovat a automatizovat hlavní podnikové procesy na všech úrovních. Konkrétně to je plánování a řízení podnikových zdrojů, jako jsou výroba, logistika, distribuce, správa majetku, prodej, fakturace, účetnictví a údržba. ERP systém je určen k tomu, aby zvýšil v klíčových procesech podniku efektivitu. [33]

ERP +

- Zefektivnění a zrychlení procesů v podniku
- Snížení chyb
- Centralizace dat
- Umožnění zpracování historických dat
- Úspory investic do IT
- Podpora pro účetnictví
- Zvýšení konkurenceschopnosti
- Možnost propojení s dodavateli a odběrateli

ERP –

- Vysoká cena

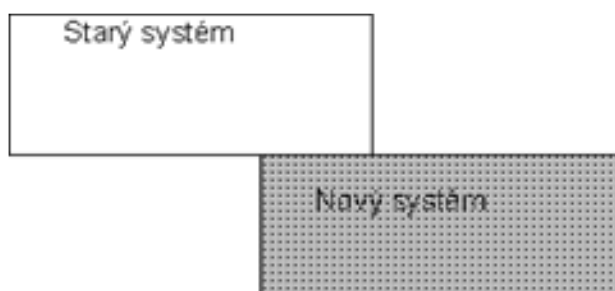
- Další náklady – údržba, školení, rozšiřování
- Závislost na dodavateli
- Obtížné ovládání
- Funkčnost neodpovídá potřebám

4.3.1 Implementace ERP systému

Po vybrání vhodného informačního systému následuje jeho zavedení neboli implementace. Nespočívá pouze v instalaci software, ale zahrnuje také analýzu stávajících postupů a navržení nových postupů a řešení. Úkolem implementace je dále popsat dosavadní procesy a nadefinovat procesy do ERP systému tak, aby se procesy zefektivnily, zrychlily a zjednodušily. Změnu či rozšíření ERP systému je dobré provádět na začátku kalendářního roku nebo na konci kvartálu.

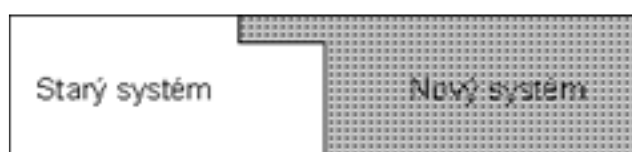
Máme několik typů strategie na zavedení nového informačního systému, které mají své klady i zápory. Mezi používané strategie patří:

- Souběžná strategie – několik pracovních týdnů či měsíců pokračuje činnost starého systému spolu se systémem novým. Tato činnost je tak dlouho, dokud nový systém nepracuje spolehlivě. Velmi bezpečná strategie. Vysoká náročnost na pracovní kapacity.



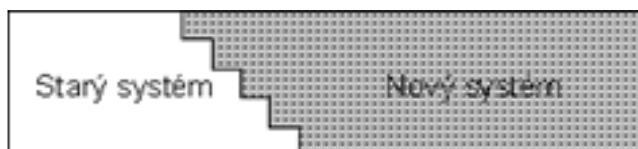
Obr. 13. Souběžná strategie zavádění IS. [35]

- Pilotní strategie – zavedení nového systému např. v jednom oddělení či jedné kanceláři, jeho testování a ověření a následné zavedení naráz v celé společnosti.



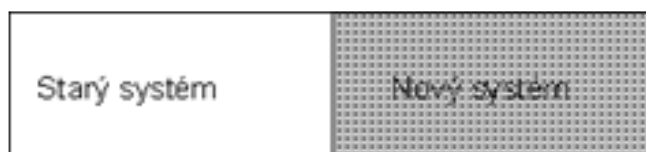
Obr. 14. Pilotní strategie zavádění IS. [35]

- Postupná strategie – pro rozsáhlejší systémy se složitými vzájemnými vazbami je tato strategie velice vhodná. Při zavádění začínáme podmiňujícími úlohami pro jiné úlohy a postupujeme v zavádění v souladu s výrobním cyklem výrobku. Je to strategie, která musí být velmi dobře naplánovaná a které je časově náročná.



Obr. 15. Postupná strategie zavádění IS. [35]

- Nárazová strategie – činnost starého systému je ukončena a po nezbytně nutné pauze se spustí nový informační systém. Strategie je riskantní, ale vyhneme se více činností spojeným se souběžností dvou systémů.



Obr. 16. Nárazová strategie zavádění IS. [35]

4.3.1.1 Etapy implementace ERP systému

Etapa I – Rozhodnutí pro změnu podnikového IS a vytvoření týmu

Etapa II – Výběr vhodného řešení

Etapa III – Vlastní implementace vybraného IS

Etapa IV – Provoz a údržba vybraného IS

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

Hlavním cílem bakalářské práce je optimalizace výrobních toků a procesů na dělicím centru a ve skladu plechů.

Dílčími cíli jsou:

- Seznámení se stávajícím stavem dělení na laseru a práce ve skladu plechů
- Navržení úspor na dělicím centru, zlepšení přípravných a výrobních časů a postupů
- Navržení úspor ve skladu plechů, eliminace neefektivních toků materiálu
- Hodnocení navržených změn

6 ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU

V této práci jsem se věnuji oblasti obrábění materiálu paprskem laseru a skladového hospodářství. Není zde pochyb o důležitosti a provázanosti těchto procesů. Za účelem budování silné pozice na trhu či její udržení je potřeba procesy stále analyzovat a optimalizovat. Z tohoto důvodu se rozhodla společnost STORM TECH s.r.o. investovat do rozšíření stávajícího informačního systému, profesionálního zaškolení zaměstnanců a optimálního využití technologického vybavení a skladových prostor.



Obr. 17. Logo společnosti.

[interní zdroj společnosti STORM TECH s.r.o.]

STORM TECH s.r.o. působí na trhu od roku 2014 a je ryze českou společností. Vznikla spojením dvou subjektů jako dceřiná společnost KRIŠTOF trade s.r.o. s cílem posílit technickou podporu mateřské společnosti a systémovým inženýringem doplnit stávající technologické možnosti. Díky tomuto kroku získala společnost technické a strojní vybavení. Dodávky výrobků a služeb se zabezpečují na základě konkrétních požadavků zákazníka.

Sídlo společnosti a kancelářská budova s obchodním oddělením se nachází v Hranicích. Výrobní a skladovací haly, kterých se bude týkat optimalizace, se nachází ve Valašském Meziříčí.

6.1 Informační systém Money S3

Poskytovatel informačních systémů společnost CÍGLER SOFTWARE se zabývá vývojem a implementací moderních finančních a ekonomických produktů řady Money. Nejrozšířenější účetní a ekonomický systém je Money S3 Premium určený především pro menší firmy a živnostníky. Počet instalací zhruba 100 000. Na trhu je uveden 18 let. Cena se pohybuje od 2 000 – 20 000 Kč. Ovládání systému je rychlé a přehledné, vyvinuto ve spolupráci s uživateli. Není problém okamžitě přejít na vyšší verzi nebo dokoupit některé moduly. Základní balíček Money S3 Premium v sobě zahrnuje všechny požadované funkcionality a moduly pro menší firmy či živnostníky.

Prostředí systému je zpracováno přehledně a srozumitelně. Snadnou práci se systémem umožňují vyznačené ikony různých funkcí modulů. Služba Podpora a Aktualizace zaručuje automatické sjednocení Money s legislativními změnami a dostupnou pomoc vždy, když je potřeba.

V následující tabulce je přehled modulů a cen za prodej produktu Money S3 Premium do společnosti STORM TECH.

Název modulů a rozšíření	Cena
Účetnictví	0 Kč
Finance	0 Kč
Majetek	0 Kč
Objednávky	0 Kč
Fakturace	0 Kč
Kniha jízd	0 Kč
Sklady	0 Kč
Správa zaměstnanců	0 Kč
Mzdy	0 Kč
Účetní analýzy	2 990 Kč
Cena (bez DPH)	17 465 Kč
Roční údržba (bez DPH) - první kalendářní rok zdarma	5 470 Kč
Poznámka: v ceně jádra jsou moduly s cenou 0 Kč; cena modulů je kalkulována pro 3 licence.	

Tabulka 6. Money S3 Premium-prodej.

6.1.1 Moduly Money S3 Premium

Objednávky

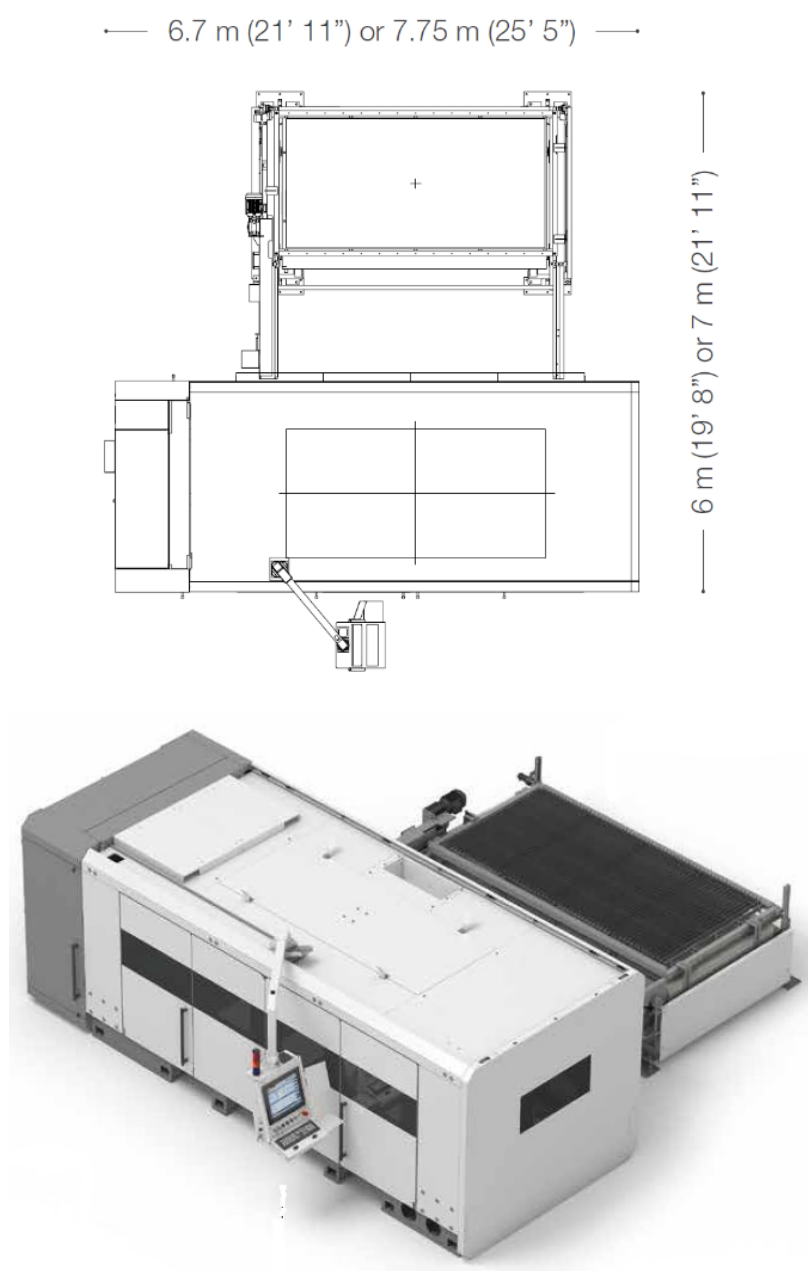
Poptávky-nabídky-objednávky navazují přímo na sklad. Položky objednávkového systému se přenáší do faktur, přičemž dochází k automatickému generování příslušného dokladu.

Sklady

Podpora vedení neomezeného množství skladů a skladovaných skupin. Sklad obsahuje funkcionalitu práce s cenami a cenové hladiny (základní cena, dealerská cena, množstevní sleva), evidence výrobních čísel a dodávek, skladové doklady a inventury, skladové přehledy sestav (obrat zboží), hromadné operace, intrastat (sledování zboží v rámci EU).

6.2 Laser

Laserové dělicí centrum Adige LS5 od společnosti BLM Group, které disponuje pevnolátkovým Yb: YAG laserem s výkonem 4000 W. Speciální zapouzdření tohoto centra snižuje emise kouřeni a hluku na minimum. Součástí jsou i další konstrukční prvky jako jsou například bezúdržbová magnetická ložiska nebo automatický měnič trysky. Řezný systém je typu létající optika, což znamená, že opracovávaný materiál leží na roštu a pohybuje se pouze řezná hlava, která je řízena CNC programem. Podrobnější technické parametry laserového centra obsahuje tabulka 8.



Obr. 18. Dispoziční rozmístění dělicího centra Adige LS5.



Obr. 19. Laserové dělicí centrum Adige LS5.

Výkon [W]	4000
Vlnová délka [nm]	1030
Maximální souběžná rychlost polohování [$m \cdot min^{-1}$]	140
Maximální rychlost v ose XY [$m \cdot min^{-1}$]	196
Přesnost [mm]	0,1/1000
Maximální tloušťka řezané konstrukční oceli [mm]	15
Maximální tloušťka řezané nerezové oceli [mm]	12
Maximální tloušťka řezaných slitin hliníku [mm]	10
Maximální tloušťka řezané mědi a mosazi [mm]	6
Řezná oblast X x Y x Z [mm]	3000 x 1500 x 150
Rozměry laserového řezacího stroje D x Š x V [mm]	6700 x 6000 x 2700
Nosnost stolu [kg]	710
Hmotnost centra [kg]	13910

Tabulka 7. Technické parametry laserového dělicího centra Adige LS5.

Nedílnou součástí práce na laserovém centru je příprava a tvorba podkladů pro dělení neboli pálicí plány neboli Nestingy. Aktuálně se připravují jednotlivé zakázky zvlášť, což má za důsledek nevyužití celé plochy plechu a častá výměna. Příklad vyskládání dílů v Nestingu na konkrétní zakázky vidíme na obrázku 10.



Obr. 20. Nestingy jednotlivých zakázek.

Prodloužení práce na konkrétní zakázce je také dána nahráváním mnoha plánů (Nestingů), častou výměnou plechů, koordinace skladu plechů a obsluhy laseru. Při malé zakázce, a tudíž krátkém pálicím plánu, nestihne obsluha laseru během dělení přehodit nový plech za již hotové výpalky a vzniká prodleva. Pro ideální využití a návratnost vkladu do laserového centra, by mělo pálit 24 hodin denně bez zastavení. Současně se ideálně využívá přibližně 6 hodin denně při používání 12 hodin za den.

6.3 Sklady

Hala, ve které se nachází sklad plechů a hotových výrobků má celkový rozměr 17 m x 38 m, tj. 646 m². Poměrově tvoří 80 % sklad plechů a 20 % sklad hotových výrobků. Vypočtením nám vychází 516 m² sklad plechů a 130 m² sklad hotových výrobků. Sklad plechů je vybaven pěti paletovými regály PROMAN o nosnosti 12 000 kg na jeden sloupec a čtyřmi paletovými regály vlastní výroby o nosnosti 12 000 kg na jeden sloupec. Celkem tvoří regály 2 pole na délku z obou stran haly, kde jsou plechy uskladněny podle velikosti, jakosti materiálu a tloušťce. Regály jsou označeny pouze štítkem dodavatele společnosti PROMAN.



Obr. 21. Regály PROMAN.



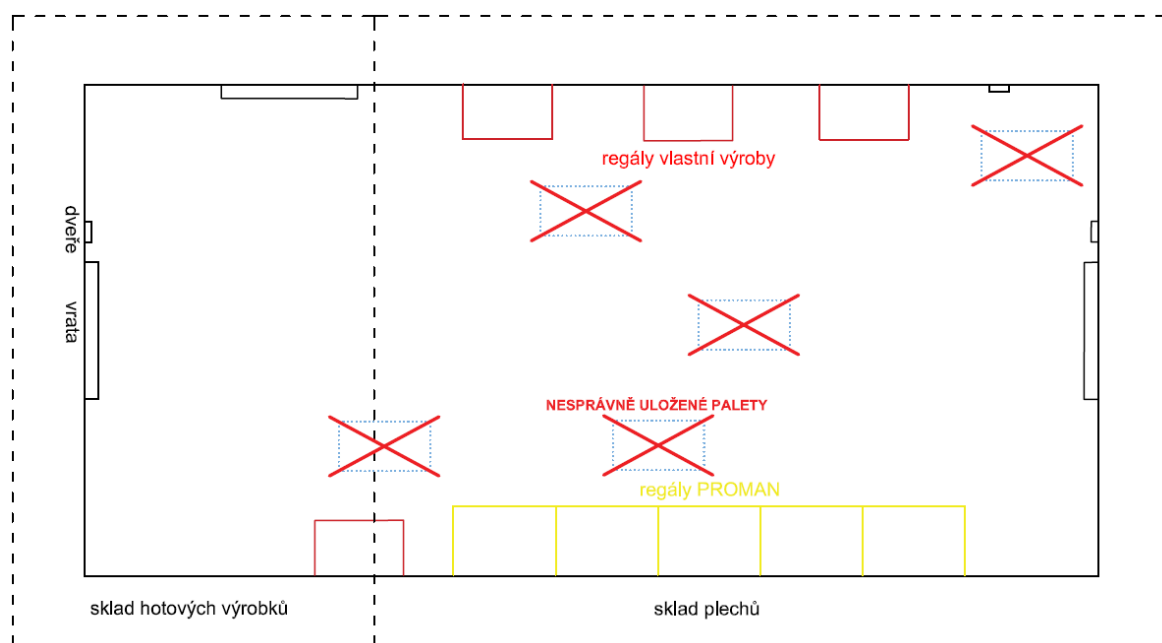
Obr. 22. Regály vlastní výroby.

Naskladnění a vyskladnění z regálů a jejich následné navážení k laserovému centru se provádí pomocí vysokozdvížných vozíků do nosnosti 5 tun, 3,5 tuny a 1,5 tuny. Celková hodnota skladových zásob plechů aktuálně k 1.1.2018 dosahovala 3,5 mil. CZK. Sklad čítá na 186 skladových položek.

Na obrázku 13 uvádím současný stav skladu plechů, kde je materiál uložen také na několika místech mimo regály. Takové rozmístění není vhodné z bezpečnostního hlediska a přemísťování těchto palet plechů zdržuje pracovníka skladu při vychystání plechů přímo na laser.



Obr. 23. Sklad plechů.



Obr. 24. Náčrt skladu plechů a hotových výrobků – stávající stav.

Kvůli nesystematičnosti a neoznačení regálů potřebným štítkem, jsou palety s plechy různě proházeny a promíchány. Umístění jednotlivých plechů je pouze na domluvě skladníků, nikoliv přesně určeného místa daného plechu. Čas strávený při vyskladnění plechu se tímto prodlužuje. Při inventarizaci všech položek před koncem roku 2017 se zjistil přebytek plechů v hodnotě 500 000 CZK. Ten byl způsoben převážně velkým množstvím plechů stejné síly, rozmístěných po různých regálech bez označení.

Plechys jsou v současné době značeny pouze ručně a označení vypadá následovně: síla plechu, rozměr, jakost, množství. Značení vidíme na obrázku 15.



Obr. 25. Současné značení plechů.

Jelikož se zakázky nekumulují dohromady podle síly a jakosti materiálu, ale pálí se dle přijatých objednávek, je vyskladňování ze skladu zadáváno vedoucím laserového centra po jednotlivých pleších na konkrétní zakázku. Po dělení zakázky se případný zbytek plechu odváží zpět do skladu a naváží se nový plech jiné síly. Při tomto způsobu výroby se stane, že plech o stejné síle a jakosti se naváží několikrát za den.



Obr. 26. Zbytek plechu po vypálení zakázky.

7 ROZŠÍŘENÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

7.1 Money S4

Druhý produkt od společnosti CÍGLER SOFTWARE, kterým bude nahrazen stávající produkt Money S3 Premium, je produkt Money S4. Z účetního programu Money S3 Premium, který již není dostačující a nároky na informační systém stoupají, lze plynule přejít na ERP systém Money S4. Tento ERP systém je velice přizpůsobivý potřebám zákazníka, možnost velkého množství nastavení, snadná ovladatelnost a rychlá instalace systému.

Název modulů a rozšíření	Cena
Účetnictví	0 Kč
Majetek	0 Kč
Objednávky	0 Kč
Fakturace	0 Kč
Kniha jízd	0 Kč
Sklady	0 Kč
Správa zaměstnanců	0 Kč
Mzdy	0 Kč
Adresář firem	0 Kč
Document management system	0 Kč
Cena (bez DPH)	61 141 Kč
Roční údržba (bez DPH) - první kalendářní rok zdarma	9 173 Kč
Poznámka: v ceně jádra jsou moduly s cenou 0 Kč, cena modulů je kalkulována pro 6 licencí.	

Tabulka 8. Money S4-prodej.

7.1.1 Moduly Money S4

Objednávky

Modul Objednávky je určený k podpoře předprodejní fáze obchodu a je úzce svázaný s moduly Sklady a Fakturace. Pomocí modulu Objednávky můžete přehledně evidovat přijaté a vydané objednávky na obrázku 17, nabídky a poptávky. Automaticky lze provádět rezervace zboží na skladě a evidovat předpokládaný stav. Modul Objednávky nabízí i celou sadu pokročilých funkcí, jako je hromadné generování objednávek, který zabezpečí objednání všech potřebných položek za hlavními dodavateli, včetně objednání složení výrobku bez ohledu na složitost kusovník nebo převody mezi jednotlivými sklady, dle nadefinované logiky priorit mezi sklady. To vše s ohledem na platnosti objednávek a definice obrátových či minimálních zásob.

Objednávka přijatá OP00001 - karta

OK Zpět Cizí měny Korekce Zrušit slevu Výpočet ceny Výpočet zisku Přidat do adresáře

Obečné Texty Poznámka Zisk

Číslo dokladu OP00001 OBJ_PRI x

Popis Sada Clare

Přijatý doklad ABC1111

Vyřízeno

Způsob platby Bankovním převodem x

Doprava Přepravní služba x

Odběratel Kon. příjemce Fakt. adresa

IČ 25568736 DIČ CZ25568736

Název firmy CÍGLER SOFTWARE, a.s. x

Osoba ...

Ulice Drobného 555/49

PSČ 60200 Město Brno-Královo Pole

Stát Česká republika

Datum

Vystavení 14.9.2010

Platná od 14.9.2010

Platná do 30.9.2010

Vyřízení nezadáno

Podrobnosti

		Základ	DPH	Včetně DPH
Sředisko	0 %	0,00	0,00	0,00
Zakázka	10 %	0,00	0,00	0,00
Činnost	20 %	9 880,00	1 976,00	11 856,00
Sleva [%]	5,00	9 880,00	1 976,00	11 856,00
Zisk	0,00	V domácí měně		CZK 11 856,00

Pevné ceny

Položky Poplatky

Opravit Přidat dokladem Přidat výběrem Přidat Kopírovat Smazat Σ Legenda Čárové kódy

Název	Pořadí	Počet MJ	Množství k vyřízení	Množství k přeobjednání	MJ	Sazba DPH	Typ ceny	Jedn. cena v měně	Celková cena v měně
Sada Clare	1	1,0000	0,0000	0,0000	ks	20,00	Bez daně	9 880,0000	9 880,00
Stůl Clare	1	1,0000	0,0000	0,0000	ks	20,00	Bez daně	3 800,0000	3 800,00
Židle Clare	2	4,0000	0,0000	0,0000	ks	20,00	Bez daně	1 520,0000	6 080,00

Obr. 27. Karta Objednávka přijatá v IS Money S4.

Sklady

Skladové moduly v Money S4 patří k nejvíce propracovaným na trhu a vyhoví i společnostem s vysoce strukturovanými sklady, výrobním společností či společností provozujícím internetové obchody. V záložce Katalog se jedná o evidenci všech produktů a služeb, se kterými firma při své činnosti přichází do styku – zboží, materiál, vlastní výroby, obaly, služby, výkony, poplatky atd. Na základě katalogu se pak vytváří Seznamy zásob a Ceníkové ceny, které se dají kdykoliv synchronizovat s aktuálním stavem katalogu. Je možné používat složené položky katalogu – Sady, Komplety či Výrobky. K dispozici jsou i speciální položky, jako je Příslušenství, používané např. pro evidenci obalů. Také lze definovat logické (neskladovatelné) položky typu Služba nebo Poplatek. Málokterý program umí sklady tak dobře jako Money S4. Velmi snadno zde můžete doplňovat skladové karty o vlastní údaje, vždy vidíte poslední nákupní cenu, objednané a rezervované množství, můžete pracovat s variantami nebo alternativami položek. Množství různých pohledů na data zaručuje, že rychle a přehledně získáte požadované údaje. Každé položce je možné přiřadit detailní evidenci, např. výrobní číslo, sérii, čárové kódy či kódy PLU, datum expirace, velikost v libovolných jednotkách nebo uživatelské parametry. Evidence dodavatelů a odběratelů u položky katalogu dovoluje sledovat individuální dodací podmínky pro jednotlivé partnery a specifické dodavatelské i odběratelské kódy a názvy položky. Je možné

pracovat s neomezeným počtem fyzických nebo logických skladů. Struktura zásob se dá vytvořit individuálně, ale také ji lze přebrat z katalogu či jiného skladu. V rámci jedné zásoby se vede detailní evidence dílčích zásob podle výrobních sérií nebo data expirace a podle skladových pozic. Pro ocenění skladu je možné použít jak metodu váženého průměru, tak i FIFO. Do ceny zásob kromě vlastní ceny pořízení vstupují i náklady související s pořízením zásob. Pro celý sklad nebo jen pro skupiny zásob lze nastavit řadu parametrů, kterými se řídí zpracování zásob. Mezi nejdůležitější patří povolení výdeje do záporného stavu. Systém zpětně automaticky vyrovnává rozdíl mezi nesprávně odhadnutou pořizovací cenou a následným příjmem za odlišnou částku. Modul Sklad dovoluje nastavit maximální (obratový) a minimální (pojistný) stav zásoby. Toho se dá využít např. k upozornění při poklesu stavu pod limitní hranici, k výpisu nadlimitních a podlimitních zásob nebo k automatickému vystavení objednávky na dodavatele.

7.2 Převod dat z Money S3 do Money S4

Převod dat má dvě etapy. Za pomoci převodního můstku z Money S3 do Money S4, který se automaticky nainstaloval při instalaci Money S4. Poté je potřeba provést nastavení přímo v aplikaci Money S4.

Doporučení k převodu dat

- Data Money S3 by měla být před převodem verifikovaná a reindexovaná.
- K datům z Money S3 by měl být přístup.
- Pro plné využití Money S4 se doporučuje nastavit v převodu sklad, podle kterého se vytvoří struktura položek katalogu
- Měly by být korektně převedené/navedené počáteční stavy salda, účtů – tj. správně vytvořená závěrka minulého období v Money S3.

Z kapacitních, legislativních a praktických důvodů Money S4 nepřevádí z Money S3 všechny účetní roky, ale pouze jeden zvolený.

7.3 Harmonogram implementace

Analýza požadavků a procesů

Konfrontací zadavatelské firmy a dodavatele dojde k návrhu koncepce komplexního IS. Musí se brát v potaz také organizační struktura, finanční možnosti či platná legislativa.

Hlavním cílem je pochopení požadavků zadavatelské firmy, vzájemný souhlas obou stran a vzájemné pochopení všech požadavků.

Sestavení týmu

Projektový tým je složen převážně z členů dodavatelské firmy, ředitelem zadavatelské firmy a třemi budoucími uživateli IS. Zde spadá stanovení komunikace mezi členy týmu či jejich pravidelné setkávání.

Vývojářská část

Jakékoliv nedostatky nebo nevhodné funkcionality lze odstranit či na míru upravit. Lze doplnit také v průběhu implementace.

Implementace a konfigurace

Jedná se o nejdůležitější část celého harmonogramu. Následek špatného provedení implementace je nesprávné fungování systému. Za účasti firemních uživatelů se kompletní implementuje celý IS. Proveďte se konfigurace, nastavení a celková optimalizace. Navrhují paralelní instalaci nového IS to znamená souběžný chod starého i nového IS. Uživatelé z počátku pracují se starým IS a po úspěšné implementaci přestoupí na nový IS.

Testování

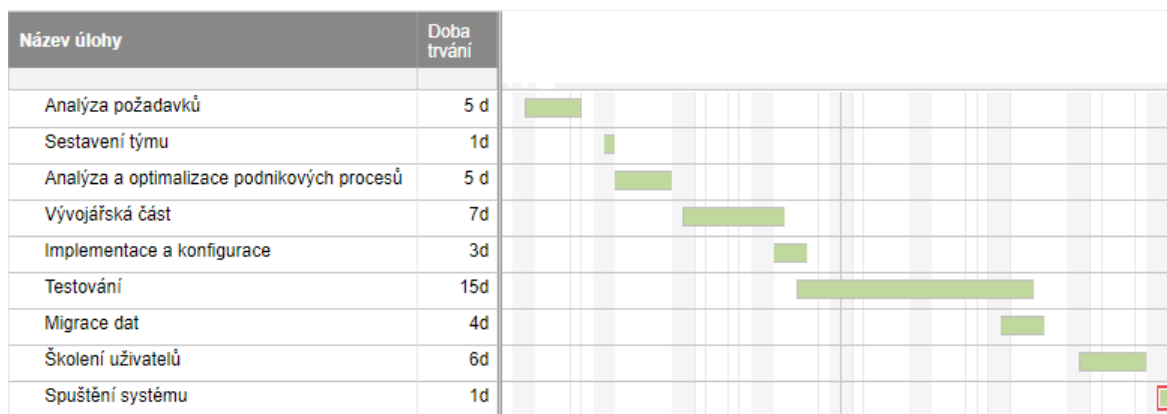
Testování nastává před přechodem na nový IS. Zde uživatelé testují nový IS, pracují s ním naplno a vkládají do něj data. Při jakékoliv závadě dávají zpětnou vazbu dodavateli, který řeší nedostatky systému.

Migrace dat

Jakmile se jeví nový IS jako bezproblémový a plně funkční, dojde k migraci dat ze starého systému do nového.

Školení uživatelů

Po nasazení nového IS zaniká starý. Je potřeba zaškoliv všechny uživatele, jež budou se systémem pracovat. Uživatelům jsou poskytnuty užitečné rady a postupy pro práci v systému, které ušetří spoustu času ve firmě.



Obr. 28. Ganttův diagram implementace IS.

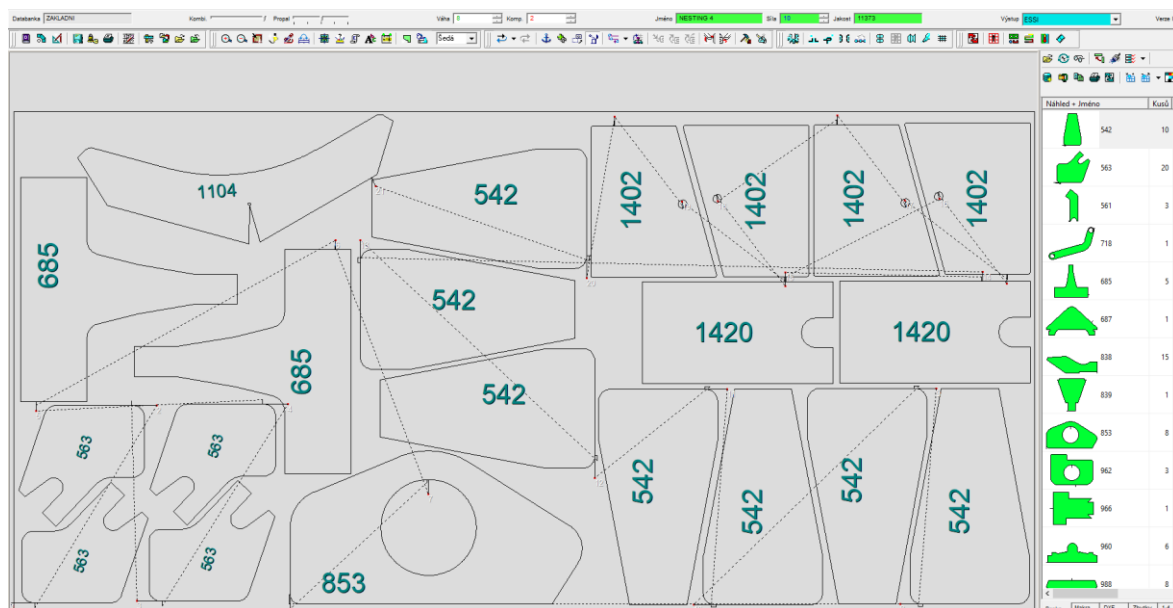
Ganttovým diagramem na obrázku 18 lze namodelovat doba trvání celého projektu, doba trvání jednotlivých činností, posloupnost činností a jejich souběžné prolínání. Celková doba trvání projektu je 51 dnů. Při vytváření časového plánu byly zahrnuty časové rezervy pro kritické činnosti.

8 OPTIMALIZACE SOUČASNÉHO STAVU

8.1 Laser

8.1.1 Příprava pálicích plánů

Hlavním úkolem programátora je vytvoření pálicího plánu (dále Nestingu) tak, aby bylo co nejmenší procento odpadu, tedy největší využití tabule plechu. Pracovník musí počítat s nerovným okrajem plechu, minimální mezerou mezi díly apod. Pro minimální odpad z tabule plechu je důležité kumulovat díly z více zakázek o stejné síle a jakosti materiálu. Funkci kumulace materiálu bude zajišťovat nový informační systém Money S4. Díky tomu by se měl téměř vždy ideálně zaplnit plech. Dojde ke snížení odpadu, plynulého času dělení, nižšího počtu výměn plechů, korekcí ze strany obsluhy, kvůli dělení do zbytků plechů. Příklad vyskládání dílů v Nestingu na ideálně zaplněný plech u kumulovaných zakázek vidíme na obrázku 19.



Obr. 29. Nesting kumulovaných zakázek.

8.1.2 Návoz materiálu

Materiál se naváží ze skladu plechů k laserovému centru, které je vzdáleno cca 30 m. Tyto přejezdy je potřeba snížit na minimum jak z hlediska finančního, tak z hlediska bezpečnosti.

Vždy den dopředu budou již připraveny Nestingy a výdejní lístek s požadavky na vychystání plechů na další den. Skladník tyto plechy přichystá, odepíše ze skladových zásob a na konci směny je převezme k laserovému centru. Plechy budou seřazeny dle pořadí Nestingů, aby obsluha dělicího centra měla co nejkratší manipulaci. Tento postup urychlí navážení plechů a nebudou vznikat prodlevy, kvůli přejezdům a vychystávání před každým pálením plechu. Sníží se spotřeba vysokozdvizného vozíku, jelikož se nebudou vozit plechy po jednom, ale ve větším množství dle nosnosti vysokozdvizného vozíku. Z hlediska bezpečnosti se sníží pohyb více vozíků ve skladu naráz.


Výdejka	č.					
Strana 1 z 1						
Odběratel:						
IČO:	DIČ:					
Příjemce:	Datum výdejky:					
	Sklad:					
Poznámka: Výdej Laser						
Doprava:						
Č. artiklu	Název artiklu	Množství	MJ	Účet	Středisko	Skladová cena
0150S355MC	PLECH 15 mm S355 MC (1.0976)	2	tab4	501 110		23 040,00
0150S355MC	PLECH 15 mm S355 MC (1.0976)	1	tab4	501 110		11 520,00
0060700M	PLECH 6 mm S700 MC	1	320*4	501 110		174,06
0060700M	PLECH 6 mm S700 MC	1	1500*	501 110		4 006,94
0080700M	PLECH 8 mm S700 M	1	300*5	501 110		428,24
0080700M	PLECH 8 mm S700 M	1	tab3	501 110		10 214,00
010014220	PLECH 10 mm 14220	1	tab1	501 110		3 984,00
00801.4301	PLECH 8 mm 1.4301/III.C	1	1500*	501 110		12 166,56
01001.4301	PLECH 10 mm 1.4301 1D	1	1000*	501 110		4 460,70
008011523	PLECH 8 mm 11523	5	tab13	501 110		45 056,00
008011523	PLECH 8 mm 11523	1	tab13	501 110		9 011,20
008011523	PLECH 8 mm 11523	0.99826	tab22	501 110		1 782,78
005011375-M	PLECH 5 mm 11375 mořený	4	tab3	501 110		12 045,00
005011375-M	PLECH 5 mm 11375 mořený	2	tab3	501 110		6 048,00
005011375-M	PLECH 5 mm 11375 mořený	1	tab3	501 110		3 024,00
005011375-M	PLECH 5 mm 11375 mořený	1	tab3	501 110		3 024,00
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	1	tab3	501 110		6 151,09
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	1	tab3	501 110		6 151,09
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	1	tab3	501 110		6 151,09
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	1	tab3	501 110		6 151,09
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	2	tab3	501 110		12 302,19
010011375-L1	PLECH 10 mm 11375-Listkový	1	1200*	501 110		2 466,56
						189 358,59
Převzal:				Datum:		

Obr. 30. Výdejní lístek ze skladu plechů.

8.1.3 Vyskládání a značení jednotlivých dílů z laseru

Aby mohl informační systém vykonávat svojí základní funkci, vyžaduje neustálé naplňování mnoha různými daty a informacemi. V průběhu výrobního procesu vznikají nová data. Jak rychle se tyto data dostanou do informačního systému, tak rychle dokáže systém reagovat. Situace se také komplikuje, dochází-li k nepřesnostem vlivem lidského faktoru.

Z výše uvedených důvodů by se při výrobním procesu měl začít používat čárový kód. Na každý přijatý materiál či rozpracovaný výrobek bude nalepena nebo přiložena průvodka s čárovým kódem obsahující např. číslo výkresu, identifikaci finálního výrobku, počet kusů, čísla a popis operací, číslo zakázky, typ materiálu, množství. Vzor průvodky vidíme na obrázku 21.

		Zakázka:		Termín:		Strana 1 z 2	
* 1 / 7 1 0 6 5 4 2 7 / 2 6 *				Termín prv			
Podprodukt:		Varianta:		Sklad:		Název:	
		Č.plánu:		Č.položky:		Počet podproduktů:	
Sestava:		Název:				Kusovník:	
Fin.produkt:		Název:				Řešitel:	
Č. výkresu:							
Č.pol.	Č.artiklu	Sklad	Název artiklu	Jednotka	Množství	Poznámka	
	1/71065427/26	RV02	4349	ks	10	(01)	
1	012011523	PL01	PLECH 12 mm 11523	kg	8.8	(01)	
Č.op.	Popis činnosti	Obsl	Čas (min)	Os.č.	Kusy	Pozn.	
01	Pálit TVAR	010	1,0	5,2			

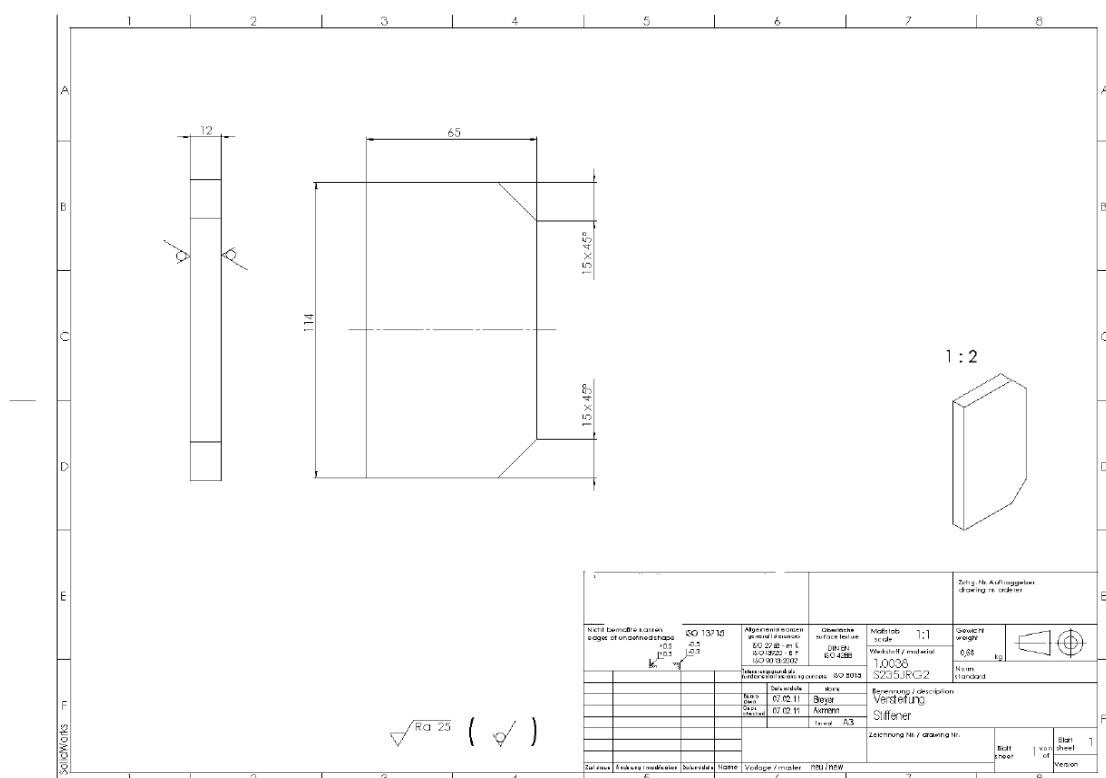
SKLAD

datum:.....

Množství:.....

Podpis:.....

Obr. 31. Průvodka.



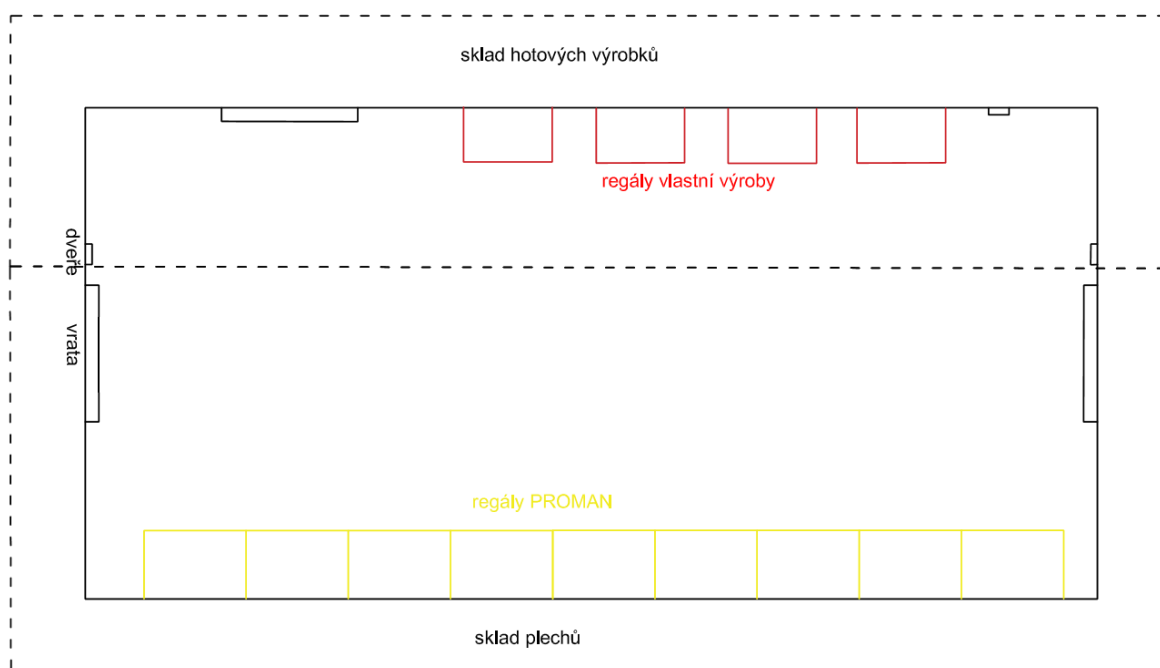
Obr. 32. Výkres produktu.

Průvodka a výkres budou s produktem procházet celým výrobním procesem. Pomocí čárového kódu na průvodce jsme schopni zjistit okamžitý stav výroby, skladový materiál či prozatímní náklady. Získána data z průvodce na skladových materiálech, polotovarech či hotových výrobcích umožňují přesně stanovit, kdo práci vykonával, jaké množství polotovaru vstupuje do výroby, jaký dodavatel materiál dodal i kdo je koncovým zákazníkem.

Díky tomuto řešení se sníží na minimum chybovost ovlivněná lidským faktorem, vedoucí pracovník bude mít okamžitý přehled o výrobě, programátor bude mít přehled o materiálu na skladu, expedice bude mít přehled o připravených výrobcích pro zákazníky a další.

8.2 Sklady

Navrhoval bych dokoupení čtyř kusů regálu PROMAN. Pro lepší využití skladu a přehlednost plechů jsem navrhnul nové rozmístění regálů, které vidíme na obrázku 23. Plechy by byly naskladněny pouze v regálech PROMAN, které mají vyšší nosnost a pojmu větší množství palet s plechy. Díky většímu počtu regálů, by již nedocházelo ke špatně zaskladněným paletám a jejich volnému umístění na podlaze před regály. Regály vlastní výroby by se využily k zaskladnění hotových výrobků, a ty by nemusely být pouze volně na paletách.



Obr. 33. Sklad plechů a hotových výrobků – nový navrhovaný stav.

8.2.1 Značení materiálu – čárové kódy

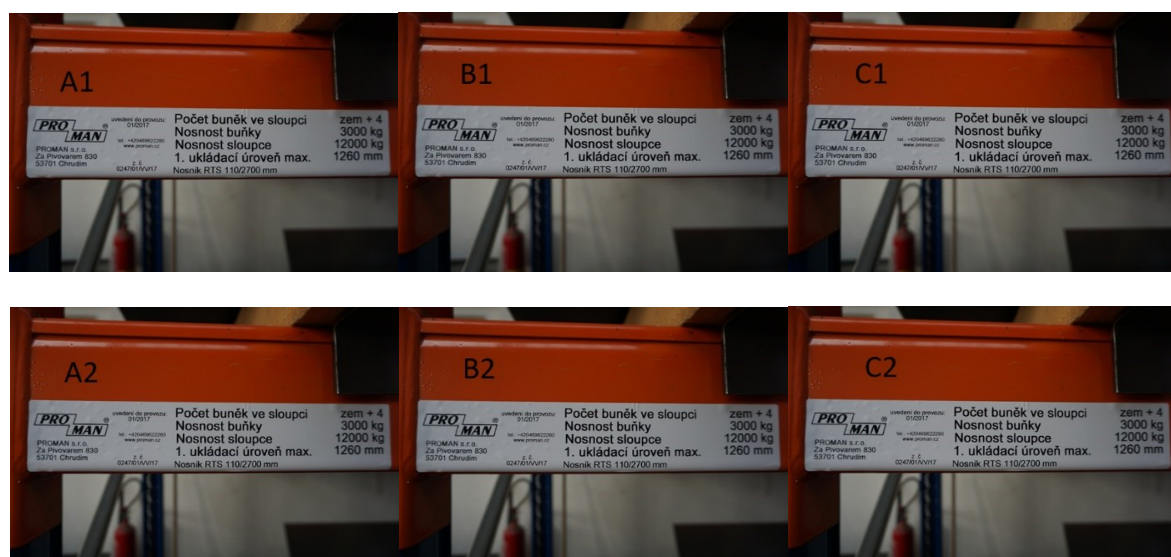
Veškeré plechy by byly před zaskladněním označeny průvodkou s čárovým kódem. Tento čárový kód by určoval v systému místo uskladnění. Nastavila by se systematickosti v ukládání plechů a každý plech by měl v systému své místo. Díky přesnému umístění každého plechu by měl pracovník skladu jednodušší vychystání pro další zpracování.

8.2.2 Značení regálů – štítky

Současný stav značení regálů splňuje požadavky dle ISO. Po zavedení nového systému a potřeby znát přesné místo plechu či polotovaru, bude značení nedostačující. Navrhují regály PROMAN rozdělit ve sloupce i řádku. Sloupce budou značeny písmeny abecedy a řádky čísly. Dle navrhovaného počtu regálů by bylo značení od A1 až po I4. Stávající značení vidíme na obrázku 24. A následně navrhovaný stav na obrázku 25.

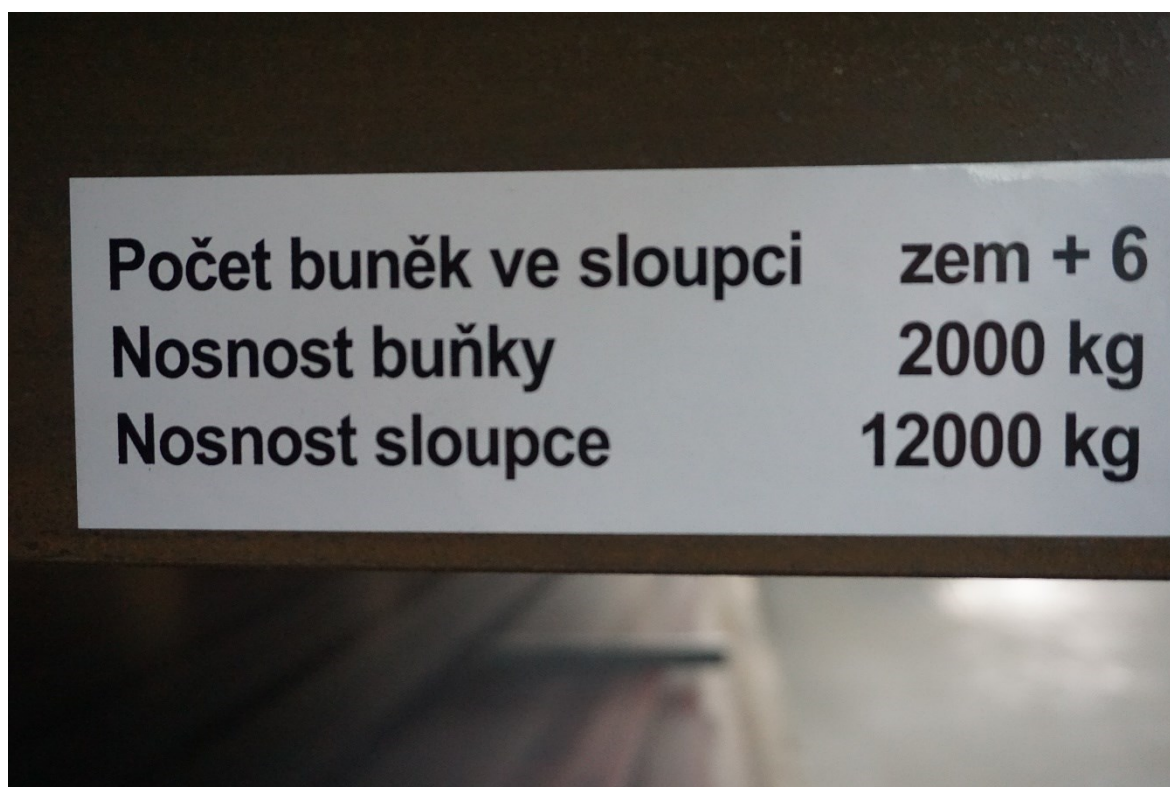


Obr. 34. Štítek regálu PROMAN.



Obr. 35. Nově navrhované značení regálů PROMAN.

U regálů vlastní výroby je současný stav značení dostačující. Budou sloužit k zaskladnění hotových výrobků před expedicí. Hotové výrobky již nemají v systému přesné místo, a proto nemusí být štítky doplněny.



Počet buněk ve sloupci	zem + 6
Nosnost buňky	2000 kg
Nosnost sloupce	12000 kg

Obr. 36. Štítek regálu vlastní výroby.

9 NÁKLADOVÉ ZHODNOCENÍ

Dle uvedené optimalizace se sníží přejezdy mezi skladem a laserem z 20 na 2. Díky kumulaci zakázek se sníží výměna plechů na stole laseru z 20 na 7. Při vyskládání vypálených dílů ze stolu laseru na paletu, při vypálení kumulovaných zakázek naráz, se sníží o třetinu. Označené položky ve skladu plechů budou snadno dohledatelné a příprava plechů se sníží na polovinu. Nenastanou prodlevy mezi výměnami plechů na laseru. Přesná evidence a umístění každého plechu sníží skladové zásoby o 500 000 CZK.

Sazba skladník – 120Kč/hod = 2Kč/min

Sazba obsluha pálicího centra – 135Kč/hod = 2,25Kč/min

Jeden přejezd – 2 minuty, za den se ušetří 36 minut (skladník)

Jedna výměna plechu – 8 minut, za den se ušetří 104 minut (obsluha pálicího centra)

Jedno vyskládání plechu – 10 minut, za den se ušetří 70 minut (obsluha pálicího centra)

Vychystávání plechů – 120 minut, za den se ušetří 60 minut (skladník)

Na prodlevách se ušetří za den 20 minut (obsluha pálicího centra)

Celkem v Kč za den – 628,5Kč

Celkem v Kč za rok – 157 125Kč (počítáno 250 pracovních dnů)

Snížení skladové zásoby – 500 000Kč

CELKEM UŠETŘENO ZA ROK – 657 125Kč

Roční finanční úspora by díky optimalizaci byla 657 125Kč. Do této částky nejsou například započítány ušetřené pohonné hmoty, obalový materiál atd.

10 TEORETICKÉ ZHODNOCENÍ

Je důležité teoreticky vyčíslit přínosy nového IS před zahájením projektu. Nespecifikování přínosů by mohlo přinést při implementaci komplikace ve formě ztrát či minimálních benefitů z nového systému. Nový IS a jeho přínosy je důležité po určité době zhodnotit, vyčíslit, přiřadit odpovědnou osobu, naplánovat termín a způsob hodnocení. Optimální doba je po 6 měsících a před zahájením nového kvartálu, proto je vybrán termín a hodnocení dle tabulky 10. Vyčíslení přínosů je pouze orientační, ale přihlížel jsem ke zkušenostem z podobně orientovaných spolupracujících firem, které změnu či rozšíření IS již zavedly. Hodnoceno je v procentech oproti předešlému systému.

Přínos	Vyčíslení	Způsob vyhodnocení	Odpovědná osoba	Termín
Zvýšení produktivity práce	+50 %	IS	Vedoucí výroby	10.12.2018
Úspora pracnosti	+20 %	IS	Vedoucí výroba	10.12.2018
Zvýšení ziskovosti	+30 %	IS	Vedoucí výroba	10.12.2018
Zvýšení konkurenceschopnosti	+40 %	Analýza	Vedoucí výroba	10.12.2018
Snížení celkových nákladů	-20 %	IS	Vedoucí výroba	10.12.2018

Tabulka 9. Očekávané přínosy.

Opodstatnění teoretických vyčíslených přínosů.

Zvýšení produktivity práce – kumulované nestingy připraveny na následující den, vychystání plechů ze skladu na následující den, snížení přejezdů mezi skladem a laserem.

Úspora pracnosti – bohužel tato činnost má opačný efekt, bude pracnější vytvořit kumulované nestingy, náročnější vyskládání ze stolu laseru po pálení, rozdělení dílů na jednotlivé zakázky.

Zvýšení ziskovosti – díky zkumulovaným zakázkám se ušetří čas na výměnu plechů, sníží se odpad materiálu, sníží se přejezdy mezi skladem a laserem, zvýší se čistý čas dělení laserem.

Zvýšení konkurenceschopnosti – díky zvýšení ziskovosti je možné ceny ponížít, zkrácení doby výroby zakázky.

Snížení celkových nákladů – souvisí se zvýšením ziskovosti, sníží se čas, který laser nedělí - stojí a nevydělává.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována ve spolupráci s firmou STORM TECH s.r.o. a jejím hlavním cílem byla optimalizace výrobních toků a procesů na pálicím centru, zlepšení materiálových toků a snížení přebytečných zásob ve skladu plechů.

Obrábění paprskem laseru je v oblasti strojírenství v současné době jedna z nejprogresivnějších technologií. Používá se především pro řezání materiálu, značení a gravírování. Nevýhodou jsou stále vysoké pořizovací náklady a provoz zařízení.

V teoretické části práce jsem se věnoval nekonvenčním metodám obrábění se zaměřením na problematiku laserového obrábění, jeho význam, funkci a rozdělení. Dále pak skladování a okrajově informačním systémům.

Cílem praktické části bylo navrhnout pracovní postupy, výrobní procesy a materiálové toky vedoucí ke snížení nákladů při výrobě.

Nejprve jsem analyzoval současný stav, ve kterém jsem shledal velké nedostatky při přípravě dat na dělicí centrum a s tím následný materiálový tok. Ve skladu plechů není zavedena systematičnost a není dostatečné značení regálů a plechů, s tím souvisí prodlevy při vychystávání materiálu.

Navrhuji začít kumulovat zakázky dohromady, díky čemuž dojde ke snížení přípravných časů, časů při přejezdech, výměny plechů, vyskládávání hotových výpalků ze stolu dělicího centra. Ve skladu plechů navrhuji změnit uspořádání regálů, přikoupení nových a jejich dostatečné značení. Jakmile budou regály vhodně značeny, je možné v novém navrhovaném informačním systému určit každému plechu jeho místo zaskladnění. Tím se sníží časy při vychystávání a dojde k zaskladnění volně ložených palet.

Na konci praktické části bylo důležité spočítat náklady, které se díky navrhované optimalizaci ušetří. Vzniklá úspora činí 628,5Kč/den, když vynásobíme počtem pracovních dnů (250), tak se dostaneme na 157 125Kč. K tomuto přičteme ušetřených 500 000Kč za snížení skladových zásob a roční úspora celkem činí 657 125,-. Do této částky nejsou například započítány ušetřené pohonné hmoty, obalový materiál atd.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HLAVATÝ, Ivo. Laserové a plasmové řezání [online]. 2009 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~hla80/2009svarovani/16-17-83-84.pdf>.
- [2] BENKO, Bernard. *Laserové technológie*. 1. vyd. Bratislava: Nakladatelství STU, 2000, 122 s. ISBN 80-227-1425-9.
- [3] Historie vývoje laseru. Lintech [online]. 2010. [cit. 2017-011-13]. Dostupné z: <http://www.lt.cz/e-learning/laser/historie-vyvoje-laseru>.
- [4] SOCHOR, Václav. *Lasery a koherentní svazky*. 1. vyd. Praha: Academia, 1990, 195 s. ISBN 80-200-354-1.
- [5] MAŇKOVÁ, Ildikó. *Progresívne technológie*. 1. vyd. Košice: Viena, 2000, 275 s. ISBN 80-7099-430-4.
- [6] PÍŠKA, Miroslav et al. *Speciální technologie obrábění*. 1. vyd. VUT v Brně, FSI: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009, 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
- [7] Stimulated emission. Wikipedia [online]. 2008, last modified 31st March 2011 [cit. 2017-11-13]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Stimulated_emission.
- [8] Laser processing. Technical information [online]. Ditzingen: TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH+Co. KG, 2007-02 [cit. 2017-11-33]. Dostupné z: <http://www.trumpf.com>.
- [9] Sicurezza Laser Conoscenza. LaserTo [online]. 2006 [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: <http://it.laserto.com/laser-safety-knowledge/>.
- [10] TURŇA, Milan; KOVAČÓCY, Pavel. *Zváranie laserovým lúčom*. 1. vyd. Bratislava: Nakladatelství STU, 2003, 90 s. ISBN 80-227-1921-8.
- [11] TURŇA, Milan. *Speciálne metódy zvárania*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 383 s. ISBN 80-05-00097-9.
- [12] MORÁVEK, Rudolf. *Nekonvenční metody obrábění*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, Fakulta technologie obrábění, 1999, 102 s. ISBN 80-7082-518-9.
- [13] LAPŠANSKÁ, Hana. *Laserové technológie v praxi*. 1. vyd. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, 2010. ISBN 978-80-87240-65-6.
- [14] GELETA, Vojtech. *Progresívne technológie obrábania*. Bratislava: Nakladatelství STU, 2013. ISBN 978-80-227-3997-9.

- [15] POKORÁK, Milan. *Optimalizace laserového tavného dělení povlakovaných hliníkových plechů*. [online]. Brno, 2014 [cit. 2017-11-15]. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=84331.
- [16] HÁBOVČÍK, Peter. *Lasery a fotodetektory*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 318 s. ISBN 80-050-0526-1.
- [17] KOČMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno: Akademické nakl. CERM, s.r.o., 2005, 270 s. ISBN 80-214-3068-0.
- [18] BARCAL, Jaroslav. *Nekonvenční metody obrábění*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, 1989, 122 s. Číslo publikace: 6523.
- [19] VRBOVÁ, Miroslava, JELÍNKOVÁ, Helena, GAVRILOV, Petr. *Úvod do laserové techniky*. Praha: ČVUT v Praze, 1998, 228 s. ISBN 80-01-01108-9.
- [20] ČUJAN, Zdeněk, MÁLEK, Zdeněk. *Výrobní a obchodní logistika*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-9.
- [21] SIXTA, Josef, MAČÁT, Václav. *Logistika: teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [22] LAMBERT, Douglas M., STOCK, James R., ELLRAM, Lisa M. *Logistika*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005, 589 s. ISBN 80-251-0505-0.
- [23] SCHULTE, Christof. *Logistika*. Přel. G. Tomek, A. Baudyš. 1. vyd. Prahy: Victoria Publishing, 1994, 301 s. ISBN 80-85605-87-2.
- [24] DRAHOTSKÝ, Ivo, ŘEZNÍČEK, Bohumil. *Logistika: procesy a jejich řízení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003, 334 s. ISBN 80-7226-521-0.
- [25] STEHLÍK, Antonín, KAPOUN, Josef. *Logistika pro manažery*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008, 266 s. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [26] STEHLÍK, Antonín. *Logistika – strategický faktor manažerského úspěchu*. 1. vyd. Brno: Studio Kontrast, 2002, 231 s. ISBN 80-238-8332-1.
- [27] VANĚČEK, Drahoš. *Logistika*. 2. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, 216 s. ISBN 80-7040-323-3.
- [28] PERNICA, Petr. *Logistika (Supply chain management) pro 21. století*. Díl 2. Praha: Radix, 2005, 571-1095 s. ISBN 80-86031-59-4.

- [29] Lean Fabrika. Roi Management Consulting a.s. [online]. 2012 [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/analyza-skladovych-zasob#.WmZogqijaUk> .
- [30] EMMETT, Stuart. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008, 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3.
- [31] MORÁVEK, Rudolf. *Nekonvenční metody obrábění*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita Plzeň, 1999, 102 s. ISBN 80-7082-518-9.
- [32] KOČMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2.
- [33] SODOMKA, Petr, KLČOVÁ, Hana. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 351 s. ISBN 978-80-251-2878-7.
- [34] MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. 2. vyd. Praha: ČVUT, 2009, 195 s. ISBN 978-80-01-04380-6.
- [35] KOCH, Miloš, DOVRTĚL, Jan, HRŮZA, Tomáš a kol. *Management informačních systémů*. 3. vyd. Brno: Cerm, 2010, 171 s. ISBN 978-80-214-4157-6.
- [36] ŠVARCOVÁ, Ivana, RAIN, Tomáš. *Informační management*. 1. vyd. Praha: Alfa, 2011, 183 s. ISBN 978-80-87197-40-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TEM	Transverzální Elektromagnetický Mód
W	Watt
%	Procento
MPa	Mega Pascal
mm	Milimetr
Si	Křemík
P	Fosfor
IS	Informační systém
IT	Informační technolog
ERP	Enterprise Resource Planning – podnikový informační systém
kg	Kilogram
mil.	Milión
CZK	Českých korun
m	Metr
min.	Minuta
ISO	International Organization for Standardization – mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rozdělení nekonvenčních metod obrábění dle fyzikálního principu.</i>	13
<i>Obr. 2. Fotografie a schéma prvního rubínového laseru.</i>	14
<i>Obr. 3. Stimulovaná emise v energetických hladinách.</i>	16
<i>Obr. 4. Rovinný úhel divergence paprsku.</i>	17
<i>Obr. 5. Transverzální elektromagnetický mód.</i>	18
<i>Obr. 6. Režimy laseru.</i>	19
<i>Obr. 7. Princip laserového řezání.</i>	23
<i>Obr. 8. Rozdělení skladů v hodnotovém procesu výrobní firmy.</i>	28
<i>Obr. 9. Typová struktura skladů.</i>	30
<i>Obr. 10. Způsoby stohového skladování.</i>	31
<i>Obr. 11. ABC analýza.</i>	33
<i>Obr. 12. IS z pohledu architektury.</i>	36
<i>Obr. 13. Souběžná strategie zavádění IS.</i>	37
<i>Obr. 14. Pilotní strategie zavádění IS.</i>	37
<i>Obr. 15. Postupná strategie zavádění IS.</i>	38
<i>Obr. 16. Nárazová strategie zavádění IS.</i>	38
<i>Obr. 17. Logo společnosti.</i>	41
<i>Obr. 18. Dispoziční rozmístění dělicího centra Adige LS5.</i>	43
<i>Obr. 19. Laserové dělicího centrum Adige LS5.</i>	44
<i>Obr. 20. Nestingy jednotlivých zakázek.</i>	45
<i>Obr. 21. Regály PROMAN.</i>	46
<i>Obr. 22. Regály vlastní výroby.</i>	47
<i>Obr. 23. Sklad plechů.</i>	48
<i>Obr. 24. Náčrt skladu plechů a hotových výrobků – stávající stav.</i>	48
<i>Obr. 25. Současné značení plechů.</i>	49
<i>Obr. 26. Zbytek plechu po vypálení zakázky.</i>	50
<i>Obr. 27. Karta Objednávka přijatá v IS Money S4.</i>	52
<i>Obr. 28. Ganttův diagram implementace IS.</i>	55
<i>Obr. 29. Nesting kumulovaných zakázek.</i>	56
<i>Obr. 30. Výdejní lístek ze skladu plechů.</i>	57
<i>Obr. 31. Průvodka.</i>	58
<i>Obr. 32. Výkres produktu.</i>	59

<i>Obr. 33. Sklad plechů a hotových výrobků – nový navrhovaný stav.....</i>	60
<i>Obr. 34. Štítek regálu PROMAN.....</i>	61
<i>Obr. 35. Nově navrhované značení regálů PROMAN.....</i>	61
<i>Obr. 36. Štítek regálu vlastní výroby.....</i>	62

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1. Přehled pevnolátkových laserů.</i>	20
<i>Tabulka 2. Přehled plynových laserů.</i>	21
<i>Tabulka 3. Přehled polovodičových laserů.</i>	22
<i>Tabulka 4. Přehled kapalinových laserů.</i>	22
<i>Tabulka 5. Klasifikace manipulačních prostředků a zařízení.</i>	34
<i>Tabulka 6. Money S3 Premium-prodej.</i>	42
<i>Tabulka 7. Technické parametry laserového dělicího centra Adige LS5.</i>	44
<i>Tabulka 8. Money S4-prodej.</i>	51
<i>Tabulka 9. Očekávané přínosy.</i>	64