

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STROJNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2024

**MATĚJ
LOUDA**



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

**ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ, PROJEKTOVÁNÍ
A METROLOGIE**

Návrh systému značení dílců

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR: Matěj Louda

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.

STUDIJNÍ PROGRAM: B 2343 Výroba a ekonomika ve strojírenství

STUDIJNÍ OBOR: 2303R014 Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Praha 2024

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Louda** Jméno: **Matěj** Osobní číslo: **501328**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh systému značení dílců

Název bakalářské práce anglicky:

Design of a system for marking parts

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky výrobních procesů
2. Rešerše technologií značení dílců
3. Analýza současného stavu ve výrobním podniku
4. Návrh variant řešení
5. Technicko-ekonomické zhodnocení variant

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Kyncl, Ph.D. ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS

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

Datum zadání bakalářské práce: **03.04.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Libor Beránek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Kyncla, Ph.D., a to pouze pomocí podkladů uvedených v seznamu použité literatury v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací, vydaným ČVUT v Praze 1. 7. 2009.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne:

.....

Podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval zejména panu Ing. Jiřímu Kynclovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, ochotu a trpělivost při vedení práce. Poděkování za vstřícný a ochotný přístup, za poskytnuté materiály, za konzultace a za možnost zpracovávat tuto práci patří také zaměstnancům společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o.

Anotace

Současný způsob značení dílců ve výrobním procesu společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. s sebou přináší určité problémy a výzvy k jejich řešení. Slabá místa momentálního stavu odhaluje analýza, na kterou navazuje stanovení nových variant řešení systému značení dílců. Všechny návrhy jsou technicky a ekonomicky zhodnoceny a je zvolen a zdůvodněn nejvhodnější z nich.

Název diplomové práce:	Návrh systému značení dílců
Autor práce:	Matěj Louda
Vedoucí práce:	Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.
Akademický rok:	2023/2024
Vysoká škola:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav:	12134 – Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Vedoucí ústavu:	Ing. Libor Beránek, Ph.D.
Rozsah práce:	122 stránek, 20 tabulek, 60 obrázků
Klíčová slova:	Průmyslová identifikace, průmyslové značení, identifikovatelnost, sledovatelnost, analýza.

Annotation

The current method of marking parts in the production process of EFAFLEX - CZ s.r.o. brings certain problems and challenges to be solved. Weaknesses of the current situation are detected through the analysis, which is followed by the determination of new options for the solution of the system for marking parts. All proposals are technically and economically evaluated, and the most appropriate one is selected and justified.

Title of the final thesis:	Design of a system for marking parts
Author:	Matěj Louda
Supervisor:	Ing. Jiří Kyncl, Ph.D.
Academic year:	2023/2024
University:	CTU in Prague, Faculty of Mechanical Engineering
Department:	12134 – Department of Machining, Process Planning and Metrology
Head of department:	Ing. Libor Beránek, Ph.D.
Extent:	122 pages, 20 tables, 60 pictures
Keywords:	Industrial identification, industrial marking, identifiability, traceability, analysis.

Obsah

1	Úvod a cíl práce	12
2	Problematika značení dílů ve výrobním procesu	13
2.1	Značení dílů jako součást systémů kvality	13
2.2	Identifikace v normách	15
2.3	Značení dílů v kontextu logistiky	17
2.4	Požadavky na průmyslové značení dílů	18
3	Technologie průmyslového značení dílců	21
3.1	Značení laserem	22
3.1.1	Princip laseru	23
3.1.2	Lasery využívané ke značení	25
3.1.3	Metody popisování laserem	27
3.1.4	Pozitiva a negativa laserového značení	32
3.2	Značení mikroúderem	33
3.2.1	Princip značení mikroúderem	34
3.2.2	Pozitiva a negativa mikroúderového značení	34
3.3	Značení rytím	36
3.3.1	Princip značení rytím	36
3.3.2	Pozitiva a negativa značení rytím	37
3.4	Inkoustové značení	38
3.4.1	Princip technologie CIJ	40
3.4.2	Pozitiva a negativa technologie CIJ	42
3.5	Značení barevným bodem	43
3.5.1	Princip značení barevným bodem	44
3.5.2	Pozitiva a negativa značení barevným bodem	45

3.6	Termotransferový tisk	45
3.6.1	Princip termotransferového tisku	47
3.6.2	Pozitiva a negativa termotransferového tisku	48
3.7	Ruční popisování.....	49
3.7.1	Princip ručního popisování	50
3.7.2	Pozitiva a negativa ručního popisování	50
3.8	Elektrochemické značení	51
3.8.1	Princip elektrochemického značení.....	53
3.8.2	Pozitiva a negativa elektrochemického značení.....	53
3.9	Značení odvalem.....	54
3.9.1	Princip značení odvalem	55
3.9.2	Pozitiva a negativa značení odvalem.....	56
3.10	Značení horkou ražbou	57
3.10.1	Princip značení horkou ražbou	58
3.10.2	Pozitiva a negativa značení horkou ražbou	58
3.11	Značení studenou ražbou	59
3.11.1	Princip značení studenou ražbou	60
3.11.2	Pozitiva a negativa značení studenou ražbou	60
3.12	Značení ražbou	61
3.12.1	Princip značení ražbou.....	62
3.12.2	Pozitiva a negativa značení ražbou.....	63
3.13	Značení štítky	64
3.13.1	Princip značení štítky	65
3.13.2	Pozitiva a negativa značení štítky	65
3.14	Značení pomocí RFID	66
3.14.1	Princip technologie RFID.....	66

3.14.2	Pozitiva a negativa značení pomocí RFID	67
3.15	Shrnutí technologií průmyslového značení dílců	68
4	Analýza současného stavu ve výrobním podniku	73
4.1	Představení společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o.	73
4.1.1	Historie	74
4.1.2	Organizační struktura	75
4.2	Analyzované pracoviště	75
4.2.1	Značení dílů v hale 7	76
4.3	Výsledky analýzy	79
4.4	Stanovení požadavků	83
4.5	Závěr analýzy	84
5	Návrh variant řešení	85
5.1	Návrh identifikačního štítku	86
5.2	Varianta č. 0	87
5.3	Varianta č. 1	88
5.4	Varianta č. 2	89
5.5	Varianta č. 3	93
5.6	Závěr návrhu variant řešení	95
6	Zhodnocení variant	97
6.1	Zhodnocení návrhů identifikačního štítku	97
6.1.1	Hodnocení návrhů štítků	98
6.2	Technické zhodnocení návrhu variant řešení	99
6.2.1	Technická hodnotící kritéria	99
6.2.2	Závěr technického hodnocení návrhů variant řešení	102
6.3	Ekonomické zhodnocení návrhů variant řešení	103
6.3.1	Ekonomická hodnotící kritéria	103

6.3.2	Závěr ekonomického hodnocení návrhů variant řešení.....	106
6.4	Závěr zhodnocení variant	107
7	Závěr.....	109
	Bibliografie.....	111
	Seznam tabulek	120
	Seznam obrázků.....	121

1 Úvod a cíl práce

Cílem této bakalářské práce je návrh systému značení dílců ve společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o., která se zabývá výrobou rychloběžných vrat. Řešení nového návrhu má za úkol odstranění problémů současného systému značení dílů při splnění požadavků výroby na identifikaci.

Důvodem k vytvoření nových návrhů je vyřešení problémů, které se vážou k současnému způsobu identifikace dílů ve firmě. Nejvýraznějším problémem je chybné označení dílu, které vede k následným problémům ve výrobě.

Ke splnění cílů je nutné analyzovat současný stav ve firmě, aby byly přesně určeny problémy značení a jejich příčiny. Dále je nezbytné vypracovat několik návrhů řešení, které umožní vybrat ten nejvhodnější.

Ve druhé kapitole je zpracována rešerše problematiky značení dílců ve výrobních procesech za účelem správného pochopení významu průmyslové identifikace. V této části práce je pracováno s pojmy identifikace a sledovatelnost, které jsou popsány v oblasti systémů kvality, v normách a v souvislosti s logistikou. Nakonec jsou popsány obecné požadavky na značení dílů.

Kapitola s číslem 3 obsahuje přehled a popis dostupných technologií značení dílců. Vždy je vysvětlen princip každé technologie, její použitelnost, přínosy a nedostatky. V závěru kapitoly jsou technologie navzájem porovnány a jejich přehled slouží jako podklad pro vypracování dalších částí práce.

Ve čtvrté kapitole je stručně představena společnost EFAFLEX – CZ s.r.o. a analyzován současný stav značení dílů ve výrobním podniku. Text obsahuje popis analyzovaného pracoviště a současného systému značení dílců. Dále jsou prezentovány výsledky analýzy a požadavky výroby na značení.

V předposlední kapitole jsou na základě analýzy a rešerše vypracovány tři návrhy variant systému značení dílců. Tato kapitola je doplněna o návrhy vzhledu nového identifikačního štítku. Všechny návrhy variant mají za cíl odstranit problémy aktuálního systému značení a splnit požadavky výroby zjištěné analýzou.

Závěrečná kapitola zahrnuje nejen zhodnocení návrhů identifikačních štítků, ale především zhodnocení návrhů variant řešení. K ohodnocení variant je použita vícekriteriální metoda. Na konci kapitoly je zvolena nejvhodnější varianta řešení a je odůvodněn její výběr.

2 Problematika značení dílů ve výrobním procesu

V následujících podkapitolách je popsána problematika značení dílů v kontextu výrobního procesu. Nechybí pohled na danou problematiku ze strany systémů jakosti a v té souvislosti není opomenuta ani norma. Dále je popsán význam identifikace dílů v logistice a jsou zmíněny požadavky na značení dílů.

2.1 Značení dílů jako součást systémů kvality

Podkapitola 2.1 popisuje značení dílů v systémech kvality. Značení dílů je vhodné chápat jakožto součást managementu kvality. V tomto smyslu lze mluvit o identifikovatelnosti, se kterou souvisí pojem sledovatelnost. Oba pojmy jsou známy v systémech jakosti a následující odstavce jsou věnovány jejich definici a významu.

Identifikovatelnost je vlastnost výrobku (popř. materiálu, dávky, služby nebo dat) umožňující okamžité a jednoznačné rozpoznání daného výrobku v procesu výroby anebo v jiném procesu kdykoliv později. Identifikovatelnost poskytuje možnost spojení informací o vyráběných dílech, subdodávkách a o materiálech spolu s fyzickými předměty. [1]

Jako sledovatelnost je označována schopnost zpětně zjistit díky identifikaci kdy, z čeho, kde a jak byl konkrétní produkt vyroben. Přesněji, tato schopnost umožňuje sledovat, jaké součásti a suroviny byly při výrobě použity, jací dodavatelé se zapojili do procesu, kteří pracovníci na výrobku pracovali a jaké zařízení a stroje byly využity k výrobě. Sledovatelnost znamená jedinečnou identifikaci, na rozdíl od běžné identifikace totiž umožňuje zjistit všechny podrobnosti žádané k vysledování jednotlivých prvků výrobků. Pokud jde o hmotné zboží, sledovatelnost zahrnuje obvykle čísla šarží a jiné jedinečné identifikátory. Pro případ služeb může sledovatelnost spočívat v uvedení osoby, která danou službu realizovala, data a místa realizace služby. Dále je možné sledovatelnost zjistit z cestovní a pracovní dokumentace. V souhrnu sledovatelnost vždy obsahuje jedinečné identifikátory a uchovávané dokumentované informace. [1] [2]

Sledovatelnost lze odlišit ve formě dvou různých typů. Prvním typem je jednosměrná sledovatelnost, jde o možnost zpětného vysledování všech subjektů vstupujících do výrobního procesu od konečného produktu až po jednotlivé díly. Dalším typem je obousměrná sledovatelnost, v tomto případě má organizace schopnost zpětně vyhledat informace nejen od finálního produktu po jednotlivé díly, ale i obráceně. [2] [3]

Identifikovatelnost je pro podniky známým pojmem. Pro realizaci sledovatelnosti je identifikovatelnost dlouhodobě využívána, a to hlavně tam, kde je to vyžadováno odběratelem. Informace získané na základě principů identifikace a sledovatelnosti napomáhají rychlejšímu zjištění příčin neshod a specifikování opatření vedoucích k nápravě a prevenci před vznikem neshod. [1]

Identifikovatelnost a sledovatelnost si klade za cíle především:

- Vyjádření příslušnosti subdodávek, materiálů a dílů ke konečnému výrobku v celém procesu výroby. Nechybí informace o tom, kdo a kdy na výrobku pracoval, odkud a s jakou kvalitou byl materiál dodán. K dosažení tohoto cíle je důležité, aby se identifikační znaky produktu od začátku jeho výroby až po dodání k odběrateli nezměnily.
- Zabránění záměně výrobků, polotovaru i materiálu.
- Jednoznačné a jasně vyjádřené výsledky zkoušení a kontroly. Identifikace stavu výrobku musí zaručit, aby se do rukou zákazníka dostal jen ten výrobek, který splňuje jeho požadavky.
- Tvorbu podmínek pro efektivní řízení neshodných výrobků. Je-li to možné, neshodné výrobky je nutné oddělit od ostatních, označit je vhodným způsobem a zabránit jejich použití ve výrobě.
- Poskytnutí dat k rychlejšímu zjištění příčin výskytu neshod a neshodných výrobků a formulování preventivních nebo nápravných opatření za účelem zlepšení procesu. [1]

Pro vytvoření koncepce identifikovatelnosti a sledovatelnosti je potřeba brát v úvahu charakter výrobních procesů i charakter výsledných produktů, jejich rozměry a složitost. Výběr vhodného způsobu identifikace výrobků má vliv na efektivnost systému identifikovatelnosti a sledovatelnosti. To, jak je výrobek označený, by mělo reflektovat důležitost z pohledu vlivu na jeho kvalitu. Konkrétní označení musí odpovídat daným specifikacím. Dále je nutné, aby bylo trvanlivé a čitelné. [1]

Mezi základní identifikační prvky v procesu výroby patří: název výrobku, číslo výkresu, číslo materiálu, číslo zakázky. Výrobně technická dokumentace, záznamy o kontrole a doklady o výrobě doprovázející výrobek obsahují informace o identifikaci. [1]

Identifikace fyzického výrobku může být realizována za pomoci etiket, štítků, barevných značek (nálepek), visaček, vytvořením identifikačního znaku vybranou technologií

atd. Takové prostředky identifikace vizuálně poskytují informaci o výrobku a vyjadřují jeho konkrétní stav. [1]

Způsoby identifikace dílů jsou dány typem výroby a složitostí výrobku. V sériové výrobě nachází často využití různé formy štítků, samolepicích etiket a čárových kódů. V kusové výrobě se lze setkat s tzv. záznamovými kartami, z nichž lze vyčíst hlavně číslo zakázky, výrobní číslo výrobku, čísla všech dílů a montážních skupin. [1]

Předešlý text rozebírá problematiku značení dílů v systémech jakosti. V tomto smyslu jsou zohledněny především termíny identifikace a sledovatelnost. Oba termíny jsou v textu definovány, je popsán jejich význam, účel, cíle i možný způsob identifikace výrobků.

2.2 Identifikace v normách

Téměř v žádné oblasti průmyslu nemůže být zapomenuto na povinnosti či doporučení předepsané technickými normami. Proto je podkapitola 2.2 věnována vysvětlení vybraných částí konkrétní normy, v nichž je popsána především již zmíněná identifikace a sledovatelnost. Oba termíny jsou v normě zohledněny v kontextu určitých aspektů výroby, to je v následujícím textu rozebráno.

Vzhledem k tomu, že je možné sledovat značení dílů v managementu kvality, nelze opomenout technické normy, a to zejména normu ČSN EN ISO 9001:2015 zabývající se požadavky systémů managementu kvality. [4] K dobrému porozumění normy bylo čerpáno mimo jiné ze zdroje [2].

Pro správné pochopení následujícího textu, který se věnuje zmíněné normě, je dobré vysvětlit některé termíny definované ČSN EN ISO 9000:2015. V textu níže se lze setkat s pojmem neshoda. Jako neshoda je chápáno nesplnění požadavku a shoda pak znamená splnění požadavku, přičemž požadavek je potřeba či očekávání, která jsou stanovena a obvykle jsou závazná nebo se očekávají. Služba představuje výstup organizace s minimálně jednou činností nezbytně prováděnou mezi organizací a zákazníkem. Organizace je osoba či skupina osob mající své vlastní funkce, které obnášejí odpovědnost, pravomoci a vztahy potřebné k dosahování cílů. Termín výstup znamená výsledek procesu. [5]

Co se týká výroby a poskytování služeb, zohledňuje norma ČSN EN ISO 9001:2015 identifikaci a sledovatelnost. Norma přikazuje organizaci použití vhodných prostředků k identifikaci výstupů, pokud je to nezbytné k tomu, aby byla zajištěna shoda produktů. Z toho plyne, že mohou nastat případy, kdy identifikace výrobků není nutná. Takový případ je vzácný,

může se jednat například o produkci jediného výrobku, který lze snadno rozpoznat pohledem. Skoro každá organizace však bude muset realizovat identifikaci výstupů. Pod pojmem výstup se skrývají komponenty, výrobky, suroviny, procesy i služby. Jak již bylo zmíněno, identifikace je běžně realizována za pomoci štítků, nálepek, čárových kódů, sériových čísel, přepravní a výrobní dokumentace. Za zmínku stojí příklady identifikace pomocí konkrétního umístění do kontejnerů nebo identifikace polohou. Jednotlivé díly nemusí být označeny, jsou identifikovány tím, na jakém místě jsou uloženy. [2] [3] [4]

Norma nezapomíná brát ohled na požadavky monitorování a měření, v tomto případě předepisuje, že organizace musí v průběhu výroby a poskytování služby identifikovat stav výstupů. Výstupy musí být určitým způsobem ověřeny za účelem ověření shody. V této části normy je vyžadováno, aby bylo jasně uvedeno, zda byl produkt měřen a monitorován a jaké byly zjištěny výsledky. To lze poměrně snadno realizovat. Výsledky kontroly mohou být například zaznamenány v přepravní a výrobní dokumentaci výrobku, je možné určit fyzická místa, kde se budou nacházet výrobky s různým stavem kontroly nebo výsledků. Výsledky zkoušek je také možné zpětně dohledat v databázi pomocí sériových čísel či čárových kódů, jimiž jsou výrobky označeny. Na výrobek nebo do jeho blízkosti bývají umístěny kontrolní listy. Výsledek kontroly může být také identifikován podpisem zákazníka při přijetí služby. [2] [4]

Jak už bylo zmíněno, norma se zabývá mimo identifikace také sledovatelností. Sledovatelnost není normou výslovně vyžadována. Přesněji, organizace musí zajistit jednoznačnou identifikaci výstupů a musí uchovávat dokumentované informace nutné pro udržování sledovatelnosti v případě, pokud je sledovatelnost požadavkem. Pak je dobré brát v úvahu, kdy je sledovatelnost požadavkem. Sledovatelnost bude vyžadována např. když bude představovat interní požadavek organizace. Zákazníci mohou sledovatelnost pokládat za podmínku jejich smluv či objednávek. V některých případech předepisují sledovatelnost konkrétní zákonné nebo regulační požadavky. [2] [4]

Identifikace souvisí i s majetkem zákazníků a externích poskytovatelů, který není v normě ČSN EN ISO 9001:2015 opomenut. Je předepsáno, že organizace musí tento majetek identifikovat, ověřovat, chránit a zabezpečit. Majetek byl předán za účelem použití nebo začlenění do služeb a produktů. [4]

Norma sleduje také souvislost identifikace s ochranou při výrobě a poskytování služeb. Organizace musí při výrobě a poskytování služeb zabezpečit ochranu výstupů procesu

v rozsahu nutném pro zajištění shody s požadavky. Tato ochrana může mimo jiné obsahovat identifikaci. [4]

Identifikace má svou roli také při řízení neshodných výstupů. Norma předepisuje, že organizace musí zajistit identifikaci a řízení neshodných výstupů tak, aby bylo zabráněno jejich nezamýšlenému používání či dodání. [4]

Pojem identifikace se objevuje v popisované normě také v oblasti požadavků na vytváření a aktualizaci dokumentovaných informací. Organizace musí zajistit popis a identifikaci během tvorby a aktualizaci těchto informací. [4]

V podkapitole byla vysvětlena norma ČSN EN ISO 9001:2015 ve smyslu značení dílců. Tato problematika byla přiblížena jak ve smyslu identifikace a sledovatelnosti, tak v souvislostech těchto vlastností s různými aspekty jako např. monitorování a měření, ochrana při výrobě a poskytování služeb, řízení neshodných výstupů a dalších.

2.3 Značení dílů v kontextu logistiky

Úkolem podkapitoly 2.3 je uvedení problematiky značení dílů v souvislosti s logistikou. Značení dílců je v podkapitole popsáno hlavně jako prvek logistického řetězce. Vysvětlení důležitých pojmů je obsaženo v následujícím odstavci. Dále jsou zmíněny otázky, které je nezbytné brát v zřetel během práce s hmotnou stránkou logistických řetězců. První z těchto otázek je pak podrobněji vysvětlena. Nechybí uvedení účelů klasifikace materiálu. Nakonec je objasněno, jak je chápána identifikace pasivních prvků.

Identifikace výrobku napomáhá k jeho rozpoznání a bližší specifikaci. Hraje důležitou roli kvůli zabránění záměny výrobků. Správná identifikace pasivních prvků je nedílnou součástí logistického řetězce. Pod pojmem pasivní prvky se skrývají věci procházející logistickým řetězcem, aktivní prvky jsou naopak prostředky, při jejichž působení jsou realizovány toky pasivních prvků v logistickém řetězci. Logistický řetězec představuje spojení hmotného a nehmotného sektoru, propojuje tedy polotovary, suroviny a materiály s poptávaným finálním produktem. [6] [7]

Znalost materiálu, se kterým bude manipulováno, jeho vlastností, tvaru i množství je nutností pro plánování logistických řetězců. Z tohoto důvodu je nutné materiál klasifikovat. Při práci s hmotnou stránkou logistických řetězců je důležité řešit následující otázky:

- Jaký materiál (díl) má být manipulován (jeho bližší specifikace),
- s jakým množstvím bude manipulováno,

- jak bude s materiálem manipulováno,
- jaké technické prostředky či aktivní prvky budou využity při manipulaci,
- kde bude manipulace probíhat,
- kdy bude s materiálem manipulováno. [6] [8]

Na základě výše popsaných otázek patří do řízení materiálového toku přesná znalost o pohybu pasivních prvků. Ty musí být v určitých místech logistického řetězce identifikovány. [6]

Rozhodující otázkou je, jaký materiál (díl) má být manipulován. Je-li řešena úloha o jediném druhu materiálu, otázka se omezuje na zjištění charakteristických vlastností daného materiálu, ty se mohou ve výrobním procesu měnit. Obvykleji se lze setkat s úlohami zabývajícími se větším počtem druhů materiálu. Řešení těchto úloh si žádá provedení klasifikace materiálu, ta má dva účely:

- Zjednodušit projektové, návrhové a analytické práce a rozdělit problém do menších efektivně řešitelných částí.
- Přesně specifikovat soubory vlastností materiálu a dát tak k dispozici dodavateli dopravních či transportních prostředků informace potřebné k výběru jejich vhodných typů. [8]

V předešlých odstavcích byl popsán význam identifikace výrobků v oblasti logistiky.

2.4 Požadavky na průmyslové značení dílů

V následující podkapitole jsou definovány některé obecné požadavky kladené na průmyslové značení dílů.

Konkrétní požadavky na průmyslové značení dílů se mohou lišit v souvislosti s odvětvím průmyslu, v závislosti na typu výrobku, výrobním prostředí a na základě specifických požadavků zákazníka. I přes to lze vymezit některé obecné požadavky, které jsou uplatňovány v průmyslové praxi. Tyto požadavky, jejichž přehled je znázorněn na obrázku 1, jsou stručně popsány v následujícím textu.



Obrázek 1: Přehled obecných požadavků na průmyslové značení dílů [9]

Často žádaným faktorem značení dílců je čitelnost a trvanlivost popisu. Čitelnost a trvanlivost značení je nutná i v nepříznivých podmínkách, např. v chemicky agresivním prostředí, za působení extrémních teplot atd. Značení by mělo být vhodné pro prostředí, v němž je označený díl provozován. Čitelnost bývá nutná především v automatizovaném procesu výroby, kdy je potřebné, aby bylo označení čitelné pro snímací zařízení. Přestože čitelnost popisu bývá chtěným aspektem téměř vždy, u trvanlivosti to platit nemusí. Existují případy, kdy je požadováno snadné odstranění nebo změna popisu. [9]

Mezi požadavky značení také patří unikátní označení dílců. To znamená, že by měl být každý díl opatřen jedinečným identifikátorem umožňujícím jednoznačné sledování a identifikaci nejen v průběhu procesu výroby, ale i během distribuce a používání výrobku. Na značeném popisu dílu by neměly chybět informace jako např. sériová čísla nebo výrobní čísla dílu, datum výroby a další. [9]

Obvykle je vhodné používat standardizované metody označení, kterými mohou být čárové kódy, RFID technologie a QR kódy. Použití těchto metod může vést k usnadnění interoperability a komunikace ve výrobním řetězci. Je důležité, aby značení vedlo k podpoře automatizace, to zahrnuje spolehlivou a rychlou identifikaci. Při zavádění nových způsobů značení do výrobního procesu je vhodné dodržet jejich kompatibilitu s již provozovanými výrobními systémy a informačními technologiemi v podniku. [9]

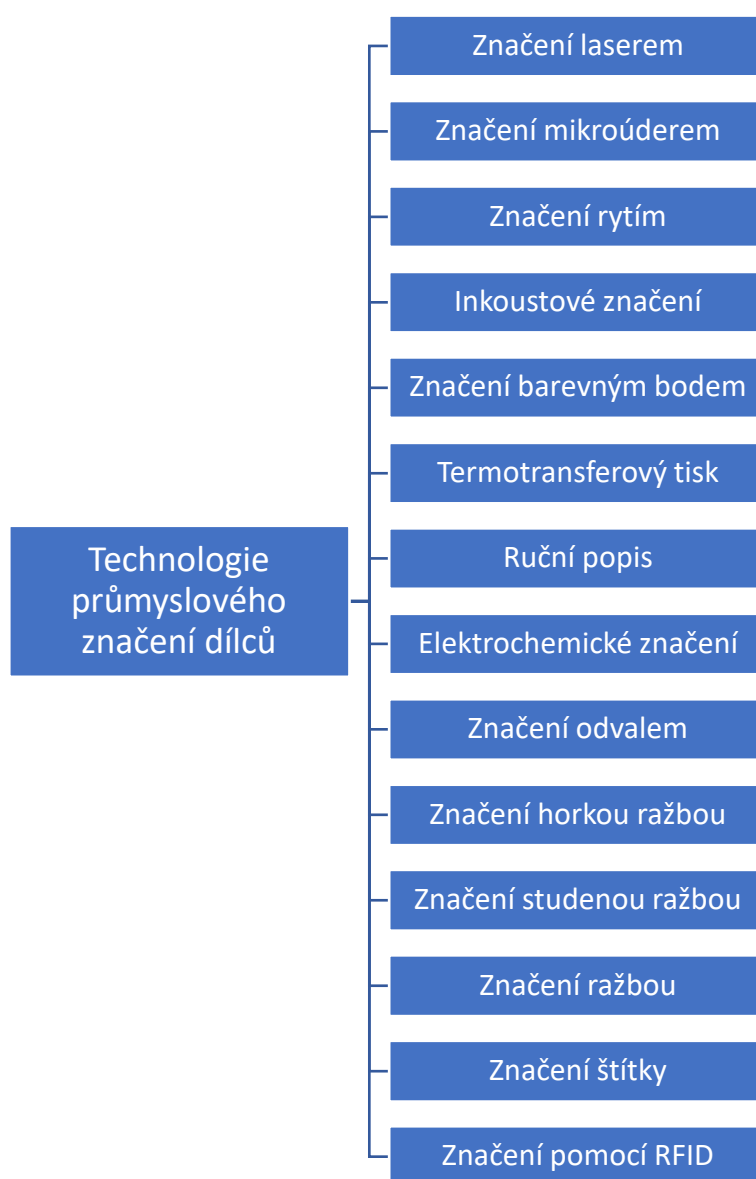
V některých průmyslových odvětvích může být vyžadováno dodržení daných norem a standardů týkajících se identifikace a označování. To souvisí s bezpečnostními aspekty označení. Tyto aspekty se mohou projevovat např. v leteckém, potravinářském a ve farmaceutickém průmyslu. [9]

Závěrem lze konstatovat, že důležitými požadavky výroby na značení dílů jsou čitelnost a trvanlivost výsledného značení. Významným faktorem zvoleného značení je také jeho vhodnost pro prostředí, kterému je popis vystaven. Mnohdy je požadováno označení dílu jedinečným identifikátorem, tím je realizováno unikátní označení. Často je vyžadováno použití standardizovaných metod, nejen tyto metody napomáhají podpoře automatizace. Dalším chtěným požadavkem je dodržení kompatibility se stávajícími výrobními systémy. Nelze zapomínat na bezpečnostní aspekty značení, s nimiž souvisí dodržování norem a standardů. Přehled požadavků zmíněných v tomto odstavci je znázorněn na obrázku 1.

3 Technologie průmyslového značení dílců

Následující kapitola se věnuje popisu technologických možností značení dílů a výrobků v průmyslu. Kromě principu dané technologie je zohledněna také její využitelnost, přínosy i nedostatky a finanční náročnost.

Díly jsou vyráběny z různých materiálů s odlišnými povrchy, mají dané rozměry i tvary. Nejen to, ale i samotný výrobní proces tvoří požadavky na značení dílů. Vzhledem k tomu je dostupná řada technologických možností značení dílů. Každá z oněch možností má svá specifika. [10]



Obrázek 2: Technologie průmyslového značení dílců

Jak je patrné z předcházejícího obrázku, na trhu je dostupné celé spektrum technologií využívaných ke značení dílců v průmyslu. Jednotlivé metody popisu dílců se vždy liší nejen

principem, ale i rychlostí, flexibilitou, variabilitou, trvanlivostí popisu, náklady na pořízení i provoz značícího zařízení, ovlivňováním nebo neovlivňováním povrchu materiálu, možností integrace značícího zařízení do výrobní linky a dalšími specifiky, od nichž se odvíjí vhodnost k jejich použití. Technologie znázorněné obrázkem 2 jsou popsány a zhodnoceny v následujících podkapitolách 3.1 až 3.14.

3.1 Značení laserem

První popisovanou technologií značení dílců je značení laserem. Laser nachází uplatnění v širokém spektru aplikací, ve kterém nechybí značení výrobků. Vzhledem k širokému spektru možností technologie značení laserem je tato podkapitola nejrozsáhleji rozpracována ve srovnání s ostatními zmiňovanými technologiemi.

V následujícím textu je zpracován úvod dané problematiky. Další podkapitola je pak věnována samotnému principu laseru, text pokračuje přehledem laserů využívaných ke značení. Podkapitola 3.1.3 rozebírá jednotlivé metody popisování laserem. Na závěr jsou zhodnoceny klady i zápory technologie.

Technologie laserového značení se zakládá na lokálním odpaření materiálu (ablaci) či na změně barvy jeho povrchu. Na povrchu výrobku je laserem vytvářen popis, který je charakterizován vysokou přesností, stálostí, mechanickou odolností a velkým kontrastem. Proces tohoto značení je realizován bez použití chemických přísad, inkoustů anebo bez mechanických zásahů do struktury materiálu. Znaky vytvořené laserem jsou běžně vysoké od zlomků až po jednotky milimetrů. Pakliže dochází k ablaci materiálu, pohybuje se rozměr odpařené vrstvy v řádu mikrometrů. [10] [11] [12]

Laserem lze popisovat všechny materiály, kterými jsou např. kalené i nekalené litiny a oceli, bronz, mosaz, titan, hliník spolu s jeho slitinami, keramiku, zlato, slinutý karbid, sklo, gumu, plasty, papír, dřevo, kůži, ... Povrch označovaného výrobku může být různě upraven, a to buď broušením, pískováním, lakováním, smaltováním, černěním nebo na něj může být aplikován povlak chromu, zinku, titannitridu, titankarbidu, keramický povlak i jiné. Lze značit rovinné, válcové i jinak tvarované plochy, a to i na obtížně přístupných místech. [10] [11] [12]

Technologie průmyslového značení laserem dodávají společnosti jako např. BOTTLING PRINTING s.r.o., LINTECH, spol. s r.o., Leonardo technology s.r.o., LIFTEC CZ a.s., SIC-VENIM s.r.o., Automator CEE a další. [13] [14] [15] [16] [17] [18]

3.1.1 Princip laseru

Ke správnému chápání použití laseru při značení je vhodné znát jeho princip, ten je popsán v této podkapitole.

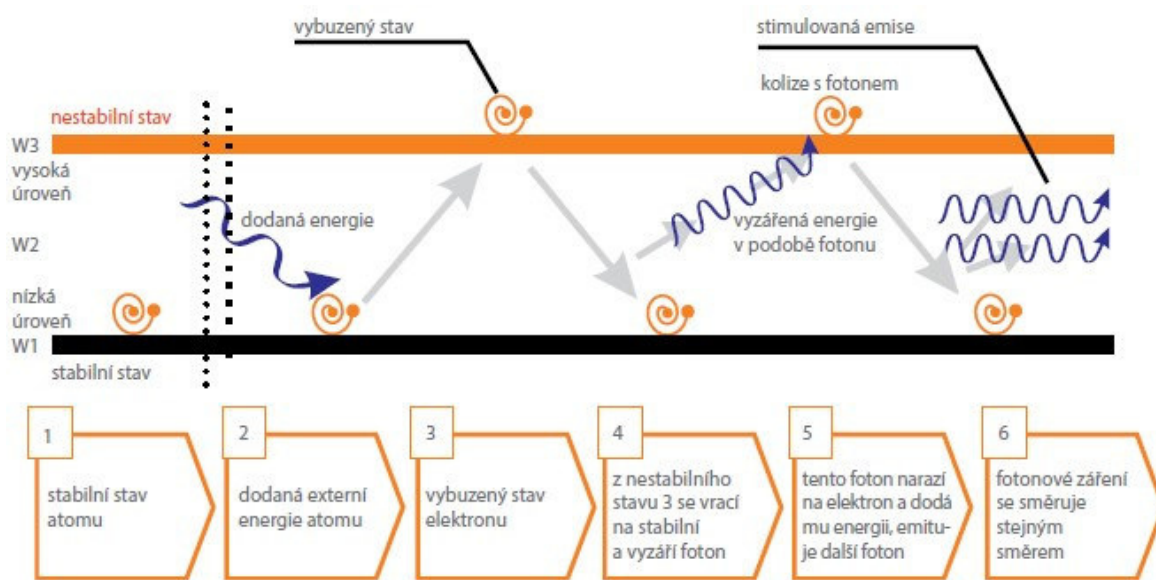
Podstata laseru spočívá v zesilování světla stimulovanou emisí záření, tomu napovídá i jeho název odvozený z anglického popisu (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). [19]

Stimulovaná (vynucená) emise záření probíhá u vzbuzených (excitovaných) atomů v důsledku vnějšího působení. Atom ze vzbuzeného stavu přechází do stavu s nižší energií za působení elektromagnetického pole. Lze si představit, že vzbuzený atom je po interakci s fotonem svržen z vyšší energetické hladiny. [19]

Aby došlo ke stimulované emisi, je nezbytné v látce vytvořit konkrétní podmínky. Během termodynamické rovnováhy je v materiálu málo atomů ve vzbuzeném stavu a většina se jich nachází ve stavu základním. To způsobuje, že při průchodu světla látkou dochází především k pohlcování světla. Aby vznikla stimulovaná emise, musí v látce převládat atomy ve vzbuzeném stavu. Pak během průchodu světla látkou převládá vynucená emise nad pohlcováním světla, jeho intenzita se zvýší. [19]

Jak může být patrné z předcházejícího textu, princip laseru stojí na poznatcích kvantové fyziky. Elektrony obíhající po kvantových drahách mohou absorbovat energii jiného elektromagnetického záření. Čím vyšší energií je elektron buzen, tím vyšší energie je mu předána a skokově se přesune na vyšší kvantovou dráhu. Dostačuje-li dodaná energie, nastane ionizace, kdy se elektron oddělí od atomu. Na vyšší kvantové dráze zůstává elektron krátce. Přechází-li elektron ze základní energetické hladiny na vyšší, dochází k absorpci. Když přechází elektron z vyšší na nižší energetickou hladinu, doprovází tento jev emise energie. Emitovaná energie je označována jako kvantum, je dána rozdílem energií sousedních hladin. [10]

Absorpci energie doprovází vznik spontánní a stimulované emise. Co se týče spontánní emise, elektron se přemístí na spodní kvantové dráhy. V případě stimulované emise je tomu naopak, elektron se dostává do horní kvantové dráhy, kde čeká na vybuzení fotonem, to dobře ilustruje obrázek 3. Foton do elektronu narazí a předá energii uvolněnému fotonu, to ovšem za předpokladu, že elektron sestoupí do nižší kvantové dráhy. Oba fotony jsou časově koherentní. [10]



Obrázek 3: Vybuzení fotonu laseru [85]

Laser generuje vysoce koherentní (dobře uspořádané) a monochromatické optické záření. Vznikající světelný svazek je málo rozbíhavý a přenášený výkon má vysokou hustotu. Jak již bylo uvedeno, světlo je zesilováno při stimulaci vybuzených atomů, atomy mohou přebytečnou energii emitovat ve formě fotonů o stejném kmitočtu a fázi jako má světelná vlna. [10]

V případě laserů rozlišujeme tři důležité parametry. Zaprvé je to vlnová délka, která specifikuje, v jaké části viditelného spektra se bude nacházet paprsek laseru. Vlnová délka je také významná pro velikost stopy laseru. Na základě vlnové délky lze lasery rozčlenit na termální (IR), jejichž vlnová délka je vyšší než 630 nm. Dále pak rozlišujeme lasery pracující ve viditelném světle, vlnová délka se tedy pohybuje od 380 do 630 nm, a lasery pracující v UV oblasti, vlnová délka je menší než 380 nm. S klesající vlnovou délkou záření roste energie a hmotnost fotonu. Mezi další parametry laseru patří jeho výkon a životnost. [10]

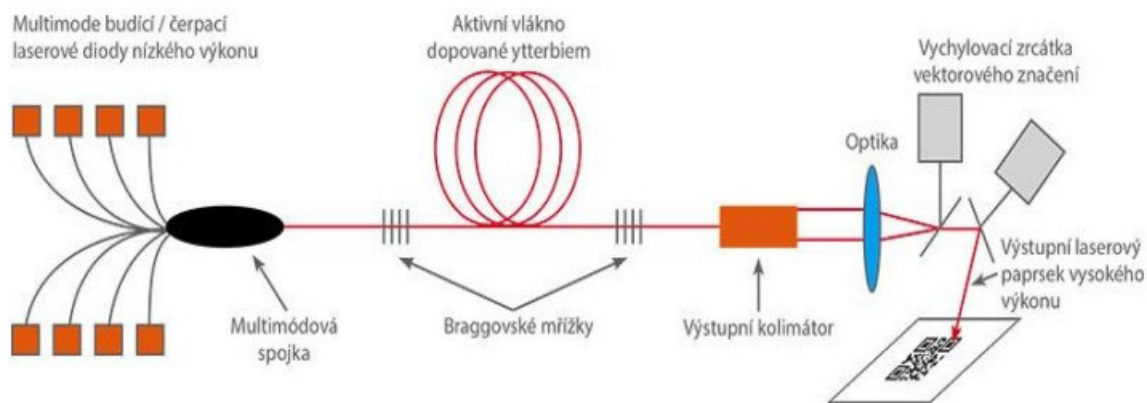
3.1.2 Lasery využívané ke značení

Ke značení výrobků lze využít tři typy laserů. Tyto lasery jsou zmíněny na obrázku 4, v následujícím odstavci jsou pak blíže popsány.



Obrázek 4: Lasery využívané ke značení [21]

CO₂ laser je řazen do skupiny plynových laserů, jeho aktivní prostředí je tvořeno směsí plynů, ve které nechybí oxid uhličitý. Další dva lasery jsou známy pod názvy Nd: YAG a vláknový. Tyto lasery patří do skupiny pevnolátkových laserů, aktivní prostředí představuje matrice umělého YAG krystalu dopovaného ionty neodynu nebo ytterbia. Dobré technologické vlastnosti pro značení vykazují vláknový laser. Oproti CO₂ laseru se liší dvakrát vyšší efektivitou a proti Nd: YAG je jeho efektivita dokonce čtyřikrát vyšší. Provoz vláknového laseru je prakticky bezúdržbový, má dlouhou životnost, nároky na prostor nejsou náročné a má nízké náklady na údržbu. Název vláknového laseru plyne z faktu, že v případě tohoto laseru je záření generováno v jádru optického vlákna dopovaného prvky vzácných zemin, které jsou součástí skupiny lanthanoidů. Obvykle se jedná o erbium, ytterbium anebo o společné použití těchto dvou prvků. Průřez vlákna určující specifikaci a využití paprsku může být kruhový, čtvercový, obdélníkový atd. V optickém vlákně plnicím funkci optického zesilovače vzniká laserový paprsek. Optické vlákno tedy zastává stejnou funkci jako krystal pevnolátkových laserů. Vytvořený paprsek vláknového laseru prochází kolimátorem a optikou na vychylovací zrcátka. Tam je složený paprsek o vysokém výkonu vychylován potřebnými směry tak, aby byl vytvořen žádaný popis. Princip vláknového laseru je znázorněn na obrázku 5. [20] [21]



Obrázek 5: Schéma vláknového laseru [21]

Na trhu s lasery pro značení je možné lasery rozčlenit podle rozměrů, ve kterých pracují. V tomto ohledu lze popsat dva druhy laserů, a to 2D a 3D řízené lasery. 2D laser musí mít přesně specifikovanou ohniskovou vzdálenost od značeného povrchu, aby byl díl správně označen. Označovaná plocha by měla být rovinná. Není-li tomu tak, je případný nedostatek řešen mechanickým či ručním posuvem ohniskové vzdálenosti k dílu. Je-li nutné označit díly najednou na několika místech, která se navíc nacházejí v několika úrovních, a jsou nakloněné či rotační, je vhodnou volbou 3D řízený laser. Takový laser je schopen ohniskovou vzdálenost upravit sám, což zvyšuje jeho efektivitu. 3D řízený laser označí veškeré úrovně dílu v jedné operaci bez zásahu obsluhy nebo potřeby dodatečné manipulace. Rozdíl v označení za pomoci 2D a 3D řízeného laseru ilustruje obrázek 6. [20]

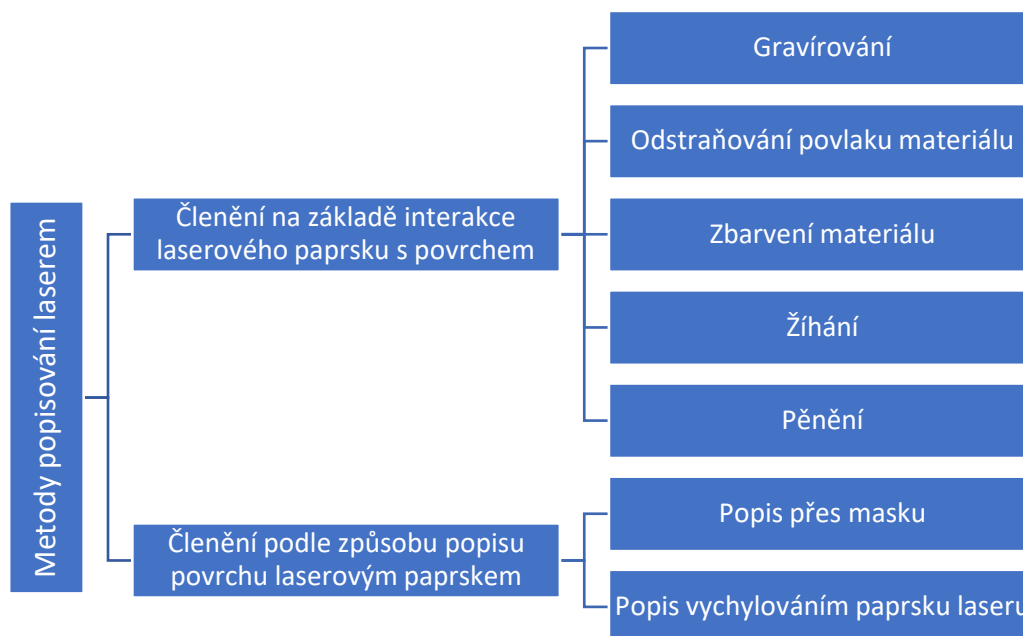


Obrázek 6: Rozdíl v označení 2D (vlevo) a 3D řízeného laseru (vpravo) [20]

V souhrnu lze konstatovat, že nejvýhodnějším laserem z hlediska efektivity, nutnosti údržby, životnosti a nákladů na údržbu je vláknový laser. Lasery mohou navíc pracovat nejen ve dvou, ale i ve třech rozměrech, to má za následek zvýšení efektivity značícího zařízení.

3.1.3 Metody popisování laserem

V podkapitole jsou popsány jednotlivé metody popisování laserem. Jejich přehled je znázorněn na obrázku 7.



Obrázek 7: Metody popisování laserem [12] [22]

Jak může být patrné, metody popisování laserem jsou rozčleněny podle dvou hledisek. Prvním hlediskem je to, jak laserový paprsek reaguje s povrchem materiálu, přesněji jak se jeho působení projeví po aplikaci na daný materiál. Popsaný faktor členění zahrnuje celkem 5 metod.

Druhý způsob rozdělení metod značení se řídí podle způsobu popisu povrchu laserovým paprskem. Toto členění zaznamenává dva způsoby značení, a to popis přes masku a popis vychylováním paprsku laseru.

Gravírování

Jako první metoda popisování laserem je definováno gravírování. Při gravírování je povrch materiálu laserem roztaven a odpařen. Laserový paprsek materiál odebírá, proto nelze tento způsob využít pro všechny materiály. V povrchu materiálu vznikne proláklina. [22]

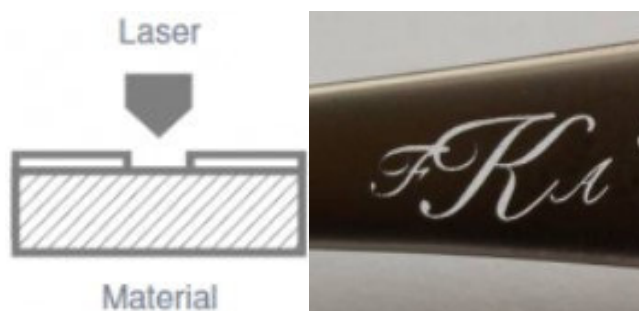


Obrázek 8: Gravírování [22]

Na obrázku 8 nalevo je znázorněn princip vzniku popisu, napravo je formou fotografie uveden příklad gravírování plastů. [22]

Odstraňování povlaku (coatingu) materiálu

V případě tohoto procesu odstraňuje laserový paprsek buď částečně, nebo úplně vrchní vrstvu aplikovanou na povrchu materiálu. Značení je vytvořeno v důsledku kontrastu různých barev vrchní vrstvy a podkladu. Tímto způsobem je obvykle popisován eloxovaný hliník, lakované nebo chromované kovy, fólie, filmy či lamináty. Odstraňování povlaku nachází aplikace především v automobilovém průmyslu, a to z důvodu velkého kontrastu. Touto metodou bývají značeny např. ovládací prvky nebo klávesnice. [22]

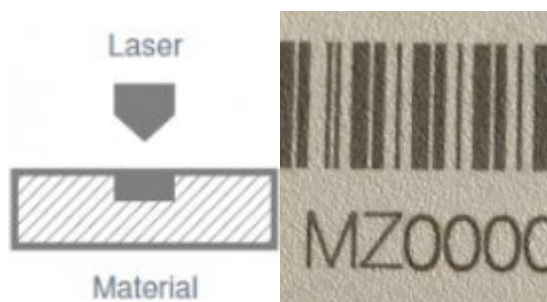


Obrázek 9: Odstraňování povlaku (coatingu) materiálu [22]

Vlevo na obrázku 9 je ilustrován princip odstraňování povlaku materiálu, vpravo se nachází fotografie zaznamenávající povrch, na němž je odstraněn povlak plastů. [22]

Zbarvení materiálu

Za působení tepla generovaného paprskem laseru vzniká chemická reakce. Podle složení materiálu jsou výsledkem odstíny různých barev. Příkladem může být popis světlého plastového materiálu, kdy se mohou tvořit částičky sazí, jejichž následkem je výrazné tmavé označení. Nedojde k poškození povrchu materiálu. [22]

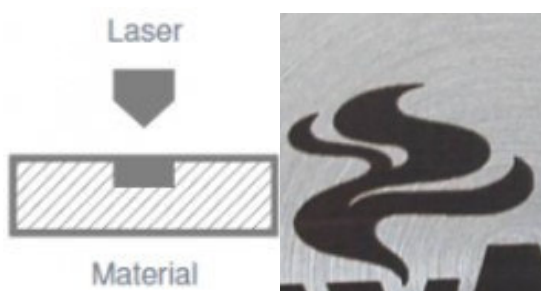


Obrázek 10: Zbarvení materiálu [22]

Obsah obrázku 10 je analogický k obrázkům doplňujícím dvě předešlé metody. Snímek nalevo dokresluje princip metody, vpravo je uveden příklad barvení plastů metodou zbarvení materiálu. [22]

Žihání

Působení tepla laserového paprsku zapříčiňuje proces oxidace pod povrchem materiálu. Důsledkem toho je změna barvy na povrchu kovu. Barevné změny je dosaženo lokálním ohřevem místa značení. Popis je zpravidla černý, barvy však mohou být jiné, a to v závislosti na teplotě ohříváných vrstev. Při použití této metody není povrch materiálu poškozen. [22]

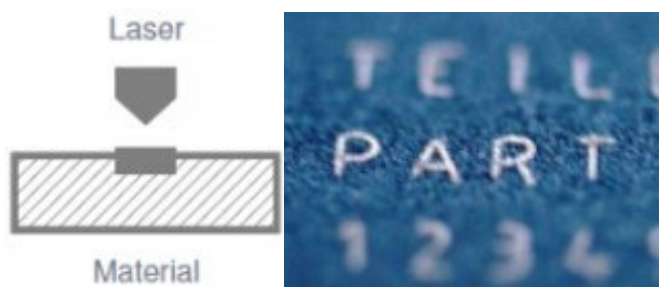


Obrázek 11: Žihání [22]

Nalevo na obrázku 11 je k vidění znázornění principu žihání, na opačné straně se nachází fotografie popisu vzniklého žiháním kovů. [22]

Pěnění (Foaming)

Laserový paprsek taví materiál, v materiálu vznikají plynové bubliny. Bubliny rozptýleně odrážejí světlo. Popisované místo se na tmavých plastech změní na bílou barvu a u světlých plastů je tomu naopak, barva je šedá či černá. Tato metoda laserového značení nachází uplatnění hlavně v případě plastů. Vzniklé značení je vypouklé. [22]

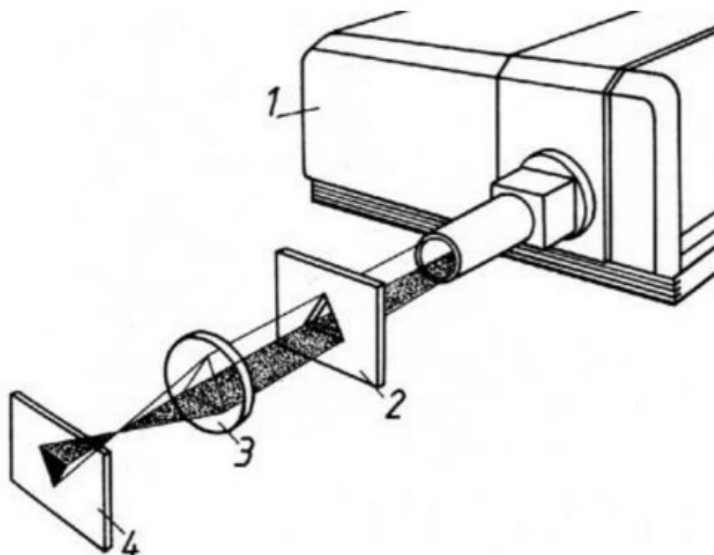


Obrázek 12: Pěnění (Foaming) [22]

Snímek vlevo na obrázku 12 doplňuje popis vzniku značení, napravo je k vidění ukázka pěnění plastů. [22]

Popis přes masku

Druhý způsob rozdělení metod popisu laserem zaznamenává dvě možnosti značení. První z nich je popis přes masku, který je popsán v následujícím textu.



Obrázek 13: Princip popisování součásti přes masku

(1 – laser; 2 – maska; 3 – objektiv pro zaostření paprsku; 4 – obrobek) [12]

Celý obsah popisu je vyříznut v masce vyrobené z mosazi, bronzu nebo ušlechtilé oceli. Maska je paprskem laseru osvětlena najednou či po řádcích, popis je tak přenesen na výrobek.

Místa, která jsou maskou zakrytá, zůstávají neoznačena. Princip popisu přes masku je obsahem obrázku 13. [12]

Popisovací systém je jednoduchý, náklady na pořízení jsou relativně nízké a rychlost popisování vysoká. Na druhou stranu, popisovací pole je malé, kvalita popisu horší. Metoda není příliš flexibilní a se změnou značení se nesou vyšší náklady, to je způsobeno nutností výroby a výměny celé masky. Tento způsob popisování výrobků je vhodný hlavně pro velké série značených dílů. [12]

Popis vychylováním paprsku laseru

Směr paprsku vycházející z laseru je měněn dvěma navzájem kolmými zrcadly, pohyby těchto zrcadel jsou ovládány počítačem. Princip popisování je znázorněn na obrázku 14. Pro tuto metodu jsou používány CO₂ lasery o výstupním výkonu 8 až 20 W nebo Nd: YAG lasery s výkonem od 50 do 100 W. Popisovací pole CO₂ laserů má rozměry 60 x 60 mm a součást je popisována rychlostí 1 mm/s. Co týká pevnolátkových laserů, Nd: YAG laser má popisovací pole o velikosti 260 x 260 mm a je možné dosáhnout popisovací rychlosti až 4 m/s. [11][12]



Obrázek 14: Princip popisování součásti vychylováním paprsku laseru

(1 – laser; 2, 3 – vychylovací zrcátko; 4 – objektiv; 5 – obrobek) [12]

Paprsek lze přenášet vláknovou optikou, to dovoluje značení součástí na obtížně přístupných místech. Je dosahováno vysoké kvality popisu s ohledem na jeho čitelnost a kontrast. Výhodou této metody je vysoká operativnost a rychlost změny psaného textu, protože tato změna je realizovatelná jen provedením změny řídicího programu v počítači. [11] [12]

Jsou-li porovnány obě metody členěné na základě způsobu popisu povrchu, je z pohledu flexibility, operativnosti a kvality popisu výhodnější metodou popis vychylováním paprsku laseru. Popis přes masku vyniká díky jednoduchosti a nízkým nákladům na pořízení.

3.1.4 Pozitiva a negativa laserového značení

Laserové značení výrobků se vyznačuje vysokou kvalitou, reprodukovatelností a variabilitou popisu. Značení touto metodou je odolné proti působení tepla, chemikálií a UV záření. Popisování laserem je bezkontaktní, proto nehrozí znečištění výrobku, opotřebení nástrojů ani nebezpečí deformace. Při této technologii se nepoužívají barvy ani rozpouštědla. Spektrum materiálů, které je možné laserem označovat, je široké (veškeré kovy, plasty, dřevo, kůže, kompozity, sklo atd.). Značení nemusí předcházet povrchová úprava. Rozlišení značících symbolů je vysoké, stejně tak i rychlost a přesnost značení. Lze označovat nerovný povrch a rotační součásti po celém obvodu. Zařízení nevyžaduje náročnou údržbu. [11]

Na druhou stranu nemohou být všechny materiály značeny ve stejné kvalitě. Barva popisu je omezená a náklady na pořízení laserového zařízení jsou vysoké. [11]

Tabulka 1: Pozitiva a negativa značení laserem [11]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká kvalita • Reprodukovatelnost • Variabilita popisu • Trvanlivost vůči negativním vlivům • Bezkontaktní metoda • Není nutné použít barvy ani rozpouštědla • Široká škála popsatečných materiálů • Značení nemusí předcházet povrchová úprava • Vysoké rozlišení značených symbolů • Vysoká rychlost a přesnost značení • Nenáročná údržba zařízení • Možnost označování nerovného povrchu 	<ul style="list-style-type: none"> • Různá kvalita značení (dáno materiálem) • Omezená barva popisu • Vysoké pořizovací náklady

Jak je patrné z tabulky 1, technologie značení laserem oplývá mnohými pozitivy. Laser navíc nabízí širokou paletu metod popisu, což umožňuje popis nejrůznějších materiálů.

3.2 Značení mikroúderem

Jako druhá technologie značení dílců je popsáno značení mikroúderem. Nejprve je představen úvod do popisované problematiky, následuje popis principu technologie a v závěrečné podkapitole je značení mikroúderem zhodnoceno.

Mikroúderové značení je řazeno mezi technologie kontaktního značení. Metoda dává možnost trvalého značení mnohých druhů materiálů jako je např. dřevo, sklo, kov (speciální razicí jehlou až do tvrdosti 64 HRC), plast, ... Výsledné značení je dobře viditelné a odolné, je aplikovatelné i před povrchovou úpravou materiálu, kterou může být např. tryskání, zinkování anebo aplikace barvy. Mikroúderem lze popsat tvrdé, nepravidelné, nerovné, zakřivené i ploché díly. Na výrobek je možné znázornit velkou škálu znaků, tvarů, obrázků, 2D kódů atd. s žadanými parametry. Jedná se o metodu rychlou, přesnou a bez vedlejších nákladů, proto nachází uplatnění hlavně ve stavebním, hutním, plastikářském, elektrotechnickém, automobilovém, zbrojním nebo strojírenském průmyslu. [10] [23]



Obrázek 15: Ruční verze značícího stroje s elektromagnetickým principem pohybu hrotu [86]

Na trhu se vyskytují mikroúderové systémy v různých provedeních, jako jsou ruční, stojanové, kombinované nebo určené k integraci do procesu. Ruční značící systém je k vidění na obrázku 15. Příslušenstvím mohou být přídavné rotační osy, popř. osy "Z", a to ovládané ručně či pracující automaticky. Řídící jednotky jsou schopny fungovat bez připojení k počítači, jsou totiž osazeny displejem spolu s klávesnicí sloužící k obsluze. [10]

Mikroúderová značící zařízení nabízí společnosti jako Marksys s.r.o., LINTECH spol. s r.o., LIFTEC CZ a.s., Leonardo technology s.r.o., SIC-VENIM s.r.o., Automator CEE a jiné. [24] [25] [26] [27] [28] [29]

3.2.1 Princip značení mikroúderem

Princip metody je založen na pohybu hrotu vyrobeného z velmi tvrdého materiálu, zpravidla z kalené oceli, v dražších verzích se využívá diamant. Hrot se nachází nad povrchem popisovaného dílu a je rozkmitáván buď za pomoci stlačeného vzduchu, nebo elektrickým pohonem. Krátce před spodní úvrátí udeří hrot do povrchu dílu, tím stlačí, resp. vytlačí materiál, a tak je vytvořen bod. Značící nástroj s hrotem je umístěn ve značící hlavě. Pohyb v osách x a y je realizován krokovými motory. [10] [20] [30]



Obrázek 16: Označení ocelového dílu metodou mikroúderu [20]

Popis vytvořený metodou mikroúderu je složen z husté řady jednotlivých bodů, ty tvoří jednotnou linii. Lze vytvářet i značení, při němž jsou jednotlivé body vzdáleny více, pak ucelená řada bodů nevznikne a označení výrobků je bodové. Takový popis se nachází na obrázku 16. Hloubka značení může být až 0,8 mm. Vzdálenost hrotu od značeného objektu je max. 10 mm, to je závislé na značícím přístroji. Vzhledem ke kmitavému pohybu hrotu je možné označovat i povrchy s nerovnostmi do 6 mm, to závisí na použitém značícím nástroji. [30]

3.2.2 Pozitiva a negativa mikroúderového značení

Jedná se o spolehlivou technologii značení dílů s trvalým výsledkem. Lze značit tvrdé, nerovné, nepravidelné, zakřivené i ploché výrobky. Vzhledem k možnosti přesného nastavení

parametrů značícího stroje nejsou součástí deformovány ani nadměrně namáhány. Výhodou této metody je dlouhá životnost, provoz bez nutnosti údržby a snadné začlenění do výrobních linek bez potřeby připojení PC, to vše dělá z technologie mikroúderu spolehlivý nástroj pro trvalé značení produktů. Pozitivem je i to, že není potřeba dalšího spotřebního materiálu, opotřebovává se jen hrot. Není nutné, aby hrot na povrch dopadal pod pravým úhlem, lze nastavit dopad pod úhlem. To je výhodou v případě řešení uspořádání výrobní linky, kdy je žádáno provádění více operací naráz a jednotlivé stroje, popř nástroje spolu nesmí kolidovat. Na trhu nechybí ani vícehrotové verze značících strojů, tyto stroje vynikají oproti jednohrotovým verzím vyšší rychlostí značení. Je-li vyznačován jen text, lze značit rychlostí až 21 znaků za sekundu. Technologie je vhodná pro aplikaci do těžkých provozů. [10]

Na druhou stranu nelze zmiňovat jen výhody. Možnost značení výrobků je omezené rozsahem tvrdosti jejich povrchů. Jsou-li materiály poddajné, může se popis vzhledem k elasticitě materiálu ztrácet. U příliš tvrdých materiálů se hrot velmi rychle opotřebovává, popřípadě vůbec nedojde k vytvoření stopy nástroje. Negativem metody je také hluk vznikající při značení. [10]

Tabulka 2: Pozitiva a negativa značení mikroúderem [10]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Trvanlivost • Možnost značení nepravidelných i zakřivených ploch • Provoz bez nutnosti údržby • Snadná integrace do výrobních linek bez nutnosti připojení PC • Není nutný spotřební materiál • Možnost kontaktu hrotu s povrchem pod různými úhly • Vhodné pro těžké provozy 	<ul style="list-style-type: none"> • Omezeno tvrdostí povrchu materiálu • Hluk během značení

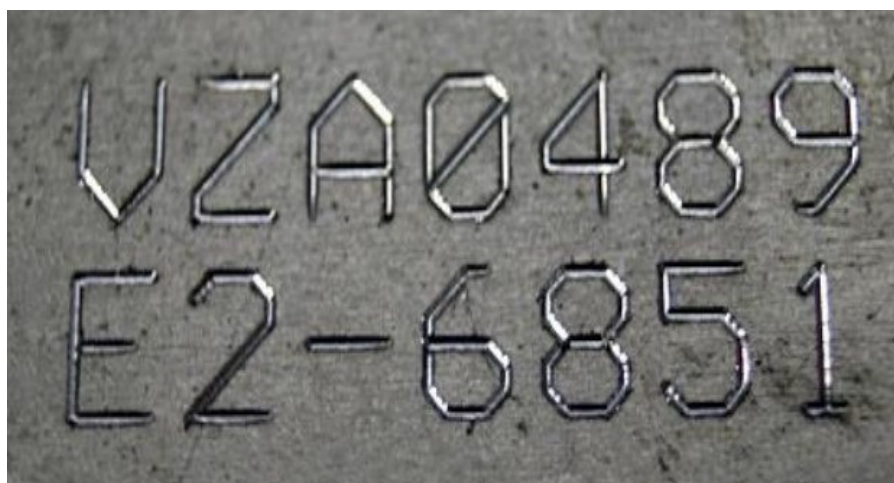
V tabulce 2 jsou zhodnoceny klady i zápory značení mikroúderem. Jakožto kontaktní technologie dosahuje metoda trvalého popisu a je vhodná pro náročné provozy. Omezení mikroúderové technologie se mohou projevit při poddajnosti anebo příliš vysoké tvrdosti materiálu.

3.3 Značení rytím

Další popisovanou technologií značení dílů je značení rytím. V odstavcích níže je metoda stručně uvedena. Následuje text zabývající se principem technologie a nakonec nechybí zohlednění kladů i záporů značení rytím.

Metoda značení rytím je známější pod názvem gravírování a principiálně se podobá mikroúderovému značení a stejně jako mikroúder se řadí mezi technologie kontaktního značení (rytí lze provádět i bezkontaktně, a to za použití laseru viz. str. 28). Lze značit materiály od plastů až po oceli do tvrdosti 62 HRC. Vzhledem k podobnosti s předešlou technologií je možné po změně nástroje hlavy značit mikroúderem, tato změna může být realizovatelná pouze u rycí hlavy. Důvodem jsou vyšší odpory oproti mikroúderu. [20]

Rytím jsou značeny především duté díly s vysokou rezonancí, trubky a desky. Značící hlava ani nástroj neosciluje, popisované povrchy proto musí být rovné. Bude-li se na povrchu nacházet nerovnost, hloubka výsledné linie se bude s touto nerovností měnit. Příklad označení výrobku rytím se nachází na obrázku 17. [20]



Obrázek 17: Označení výrobku pomocí rytí [20]

Technologická zařízení pro značení rytím dodávají SIC-VENIM s.r.o., LIFTEC CZ a.s., Automator CEE, Marksys s.r.o. a další společnosti. [28] [31] [32] [33]

3.3.1 Princip značení rytím

Značení rytím se zakládá na vyrývání popisu do povrchu. To je realizováno karbidovým či diamantovým hrotem umístěným v hlavě stroje. Hrot je pneumaticky nebo elektricky vtlačován do povrchu materiálu. Dvourozměrný pohyb v osách x a y realizují krokové motory. Výsledkem je plynule opracovaný povrch, kde může být vyznačen text, číslice nebo logo.

Rozměry (poloměry) hrotu se obvykle pohybují od 0,5 do 1 mm. Obecně platí, čím menší je poloměr hrotu, o to větší je hloubka výsledné linie. Aplikace malého průměru hrotu může zapříčiňovat vytrhávání materiálu z povrchu výrobku namísto toho, aby byl tvářen. [20]

Úhel hrotu k povrchu ve směru pohybu je běžně 110°. Je-li žádána speciální operace, může být tento úhel upraven. Nejvyšší hloubka vyryté linie se pohybuje kolem 0,5 mm. Hrot dopadá na povrch jen na začátku linie, a to ze vzdálenosti 0,5 až 7 mm, doporučuje se vzdálenost 3 až 4 mm. [20]

3.3.2 Pozitiva a negativa značení rytím

Stejně jako technologie mikroúderového značení je tato metoda spolehlivá a její výsledek je trvalý. Není nutné využívat další spotřební materiál, nastává pouze opotřebení hrotu. Zařízení má dlouhou životnost. Samotné značení je rychlé a výsledek dobře čitelný. Oproti mikroúderu je hlučnost stroje během značení nízká, to je dáno tím, že hrot nekmitá a nedopadá na povrch opakovaně, ale jen na začátku linie, jak již bylo uvedeno. [20]



Obrázek 18: Rycí stroj [86]

Ve srovnání s mikroúderem či laserovým gravírováním nelze značit tvarované a nerovné povrchy, to je způsobeno absencí oscilačního pohybu hrotu. Tvrdost značených materiálů je omezená (podobně jako u mikroúderového značení). Rycí stroje jsou dostupné jen ve verzi určené k integraci do procesu výroby. Příklad takového stroje je obsahem obrázku 18. [20] [34]

Tabulka 3: Pozitiva a negativa značení rytím [20] [34]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Trvanlivost, rychlost a čitelnost popisu• Dlouhá životnost zařízení• Není nutný spotřební materiál• Nízká hlučnost oproti mikroúderu	<ul style="list-style-type: none">• Nelze označovat nerovné a tvarované plochy• Omezená tvrdost značených materiálů

Tabulka 3 obsahuje hodnocení přínosů i nedostatků technologie značení rytím. V mnohých ohledech se metoda podobá technologii značení mikroúderem, na rozdíl od ní není hlučná, ale nelze popisovat nerovné a tvarované plochy dílců.

3.4 Inkoustové značení

Tato podkapitola se věnuje technologii inkoustového značení. V úvodu kapitoly nechybí přehled používaných technologií inkoustového značení. Další text je pak věnován podrobnějšímu popisu nejčastěji využívané metody inkoustového tisku. V poslední části je pak tato metoda zhodnocena.

Jak již název napovídá, inkoustové značení využívá k bezkontaktnímu značení výrobků nanášení vrstev inkoustu, a to buď pigmentového, nebo nepigmentového. Značení inkoustovým tiskem je často známo pod pojmem inkjet (inkoustové), který vystihuje princip technologie. Inkoust nanáší a rozptyluje tisková hlava, ta je součástí tiskového přípravku. Je možné popisovat savé i nesavé materiály, kterými jsou kupř. sklo, keramika, papír, kov, dřevo, plasty a karton. Inkoustový potisk je složen z drobných kapiček rychleschnoucí barvy, to umožňuje drobné písmo. [10] [20]

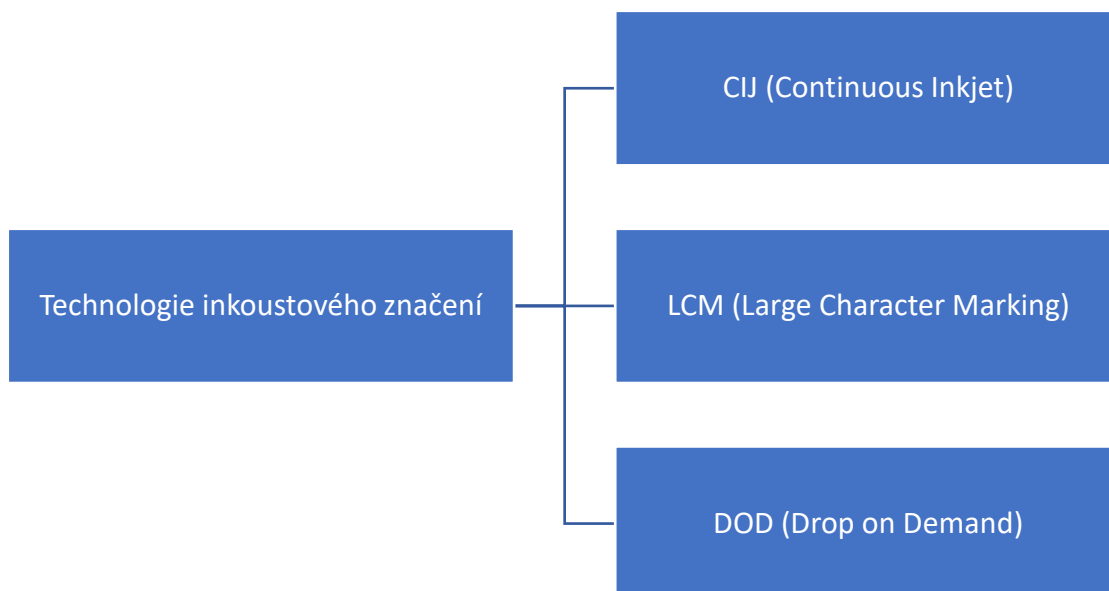
V technologii tisku velkých a malých znaků lze sledovat rozdíl. V případě velkých znaků je tisk realizován pomocí výrazně větších kapek s hrubším rastrem. Aplikaci nachází hlavně u kartonových obalů při skupinovém balení a značení výrobků. Tisknou-li se znaky malé, dochází k rozptylu velmi malých kapiček rychleschnoucí barvy, tak lze docílit vysokého rozlišení (HR tisk (High Resolution)). [10]

Tiskárny s možností tisku o vysokém rozlišení jsou používány hlavně k tisku čárových kódů, 2D kódů atd. Vzhledem ke strojovému čtení takovýchto kódů je nezbytná dostačující kvalita tisku. [10]

Zařízení určená k tisku mohou být do procesu implementována dvěma způsoby. Buď je možné stroj začlenit přímo do výrobního procesu, popř. může pracovat jako samostatná stanice, nebo existuje možnost přenosného zařízení. Takový stroj je mobilní a dokáže označovat místa, kde je označení žádané, velikost značeného textu je však omezená. [20]

Na trhu je dostupná rozmanitá škála inkoustů lišících se barevnými odstíny i jinými vlastnostmi. Některé inkousty mají za úkol vydržet na součásti co nejdéle a nemělo by je být možné odstranit ani ředidlem. Některé z inkoustů lze ředit jen vodou, takové inkousty jsou vhodné z důvodu snadného odstranění, je-li kupř. při recyklaci žádána změna kódu za nový. [20]

Technologie využívané k inkoustovému značení jsou uvedeny na obrázku 19.



Obrázek 19: Technologie inkoustového značení [20]

Princip technologie DOD (Drop on Demand) plyne z jejího překladu, který zní: „Kapka na vyžádání“. To znamená, že jednotlivé inkoustové kapky jsou z tiskové hlavy vytlačovány jen tehdy, je-li k tomu dán pokyn. Na rozdíl od technologie CIJ inkoust v tiskárně necirkuluje. Je to vhodná volba pro tisk velkých znaků i v drsných výrobních podmínkách. Používá se třeba ke značení dřevěných palet či pytlů s cementem. Příklad označení pytle je uveden na obrázku 20. [20] [35]

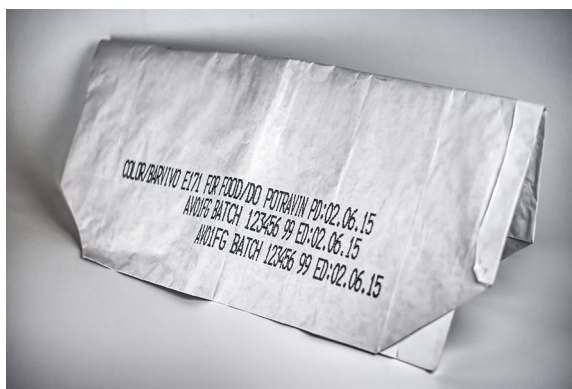
Další technologií je LCM (Large Character Marking), tedy označení pomocí velkých znaků. Na povrch objektu jsou nanášeny výrazně větší kapky než u tisku malých znaků. Využití nachází, jak název napovídá, v případě tisku velkých znaků nebo grafik. [10] [20]

V průmyslu je nejvyužívanější technologie CIJ (Continuous Inkjet), proto se jí bude podrobněji věnovat následující podkapitola. [20]

V souvislosti s inkoustovým tiskem je vhodné zmínit některé společnosti, které se touto technologií zabývají. Příklady těchto firem jsou BOTTLING PRINTING s.r.o., Leonardo technology s.r.o., AJP – tech spol. s r.o. a další. [36] [37] [38]

3.4.1 Princip technologie CIJ

Technologie CIJ tisku je využívána od začátku 70. let minulého století. V doslovném překladu je to kontinuální inkoustový tisk. Jde o bezdotykovou metodu tisku, kdy je kontinuálně značen pohybující se díl, tisková hlavička zůstává na stejném místě. Inkoustové kapky vychyluje silné elektrické pole a ovládá je nabíjecí elektroda. Z tryskové hlavy proudí konstantní množství inkoustu, pakliže není inkoust potřebný, je dopravován zpět do zásobníku. [20] [39]

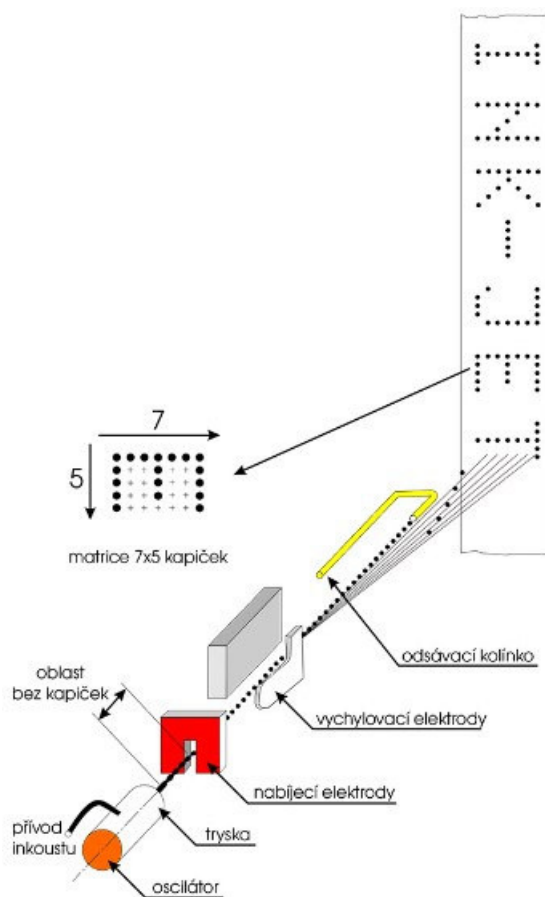


Obrázek 20: Popis vytvořený technologií DOD [35]

Přesněji probíhá proces tisku následovně. Ze zásobníku je inkoust dopravován pod tlakem do trysky, kde dochází k formování inkoustu a k jeho vystřikování rychlostí kolem 20 m/s. V zadní části trysky se nachází piezo elektrický měnič, který se vychyluje v závislosti na polaritě napětí přiváděného do měniče. Je-li do měniče přivedeno střídavé napětí, piezo krystalová membrána se cyklicky vychyluje. Toto vychylování narušuje kontinuální paprsek inkoustu. Pokud má signál přivedený na piezo měnič rezonanční frekvenci inkoustového paprsku, nastává přerušování kontinuity a proud paprsku je roztrhán na jednotlivé kapičky. [10] [39]

Rozdělení kapek inkoustu je rovnoměrné a jejich velikost je stejná. K oddělování kapiček pomáhá také nabíjecí napětí. V oblasti, kde dochází ke změně paprsku z kontinuálního proudu na kapičky, se nachází nabíjecí elektroda, ta vypadá jako štěrbinová určená pro paprsek inkoustu. Na elektrodu je přivedeno napětí s frekvencí shodující se s frekvencí přivedené do piezo měniče, velikost napětí se však liší. [10] [39]

Kapičky lze vychylovat v důsledku jejich nabití nabíjecí elektrodou. Průchodem nabíjecí elektrodou (štěrbínou) se nabíjí pouze kapičky určené k tisku a jiné ne. Velikost nabíjecího napětí není konstantní, jeho hodnota se mění podle potřeby od 0 do 255 V. Paprsek inkoustu má v cestě dvě vychylovací desky, na které je přivedeno konstantní velmi vysoké napětí o hodnotách 2 až 8 kV (závisí na typu tiskárny). Díky přivedenému napětí je mezi deskami vytvořeno silové pole. V tomto místě dochází k vychylování nabitých kapiček. Průletem silovým polem se kapka vychýlí k jedné z vychylovacích desek. Úhel vychýlení kapičky je úměrný jejímu náboji. Čím je kapka inkoustu nabita více, tím více se vychýlí. Na podobném principu pracovaly dříve hojně využívané CRT (Cathode Ray Tube) obrazovky, v tomto případě byl však namísto inkoustu přiváděn paprsek elektronů. Popis technologie CIJ doplňuje obrázek 21. [10] [39]



Obrázek 21: Princip technologie CIJ [39]

Aby docházelo k nanášení obrazu na výrobek, je nezbytný pohyb jedné z komponent tisku, tím je zajištěn pohyb v druhé ose. Kapičky letí vzduchem na vzdálenost kolem 10 mm, tak je zajištěno bezkontaktní nanášení inkoustu na předmět, na kterém poloha kapičky odpovídá napětí nabíjecí elektrody. V tiskové hlavě nechybí odsávání, to odsává nevyužité

a nenabité kapky, které jsou odtud přemístěny zpátky do zásobní nádrže inkoustu, z nádrže mohou být znovu využity. Vzhledem k nabíjení kapiček potřebných k tisku a žádných jiných je v praxi inkoustový tisk velmi efektivní. [10] [39]

Nevyužité kapičky nacházejí uplatnění v různých měřeních, k synchronizaci přerušování proudu inkoustu a při korekci vzájemného ovlivnění nabitých kapiček (sousední kapičky se stejným nábojem se odpuzují a naopak). Mezi nabité kapičky jsou umístěny takzvané ochranné kapičky, ty mají za úkol zamezení vzájemnému ovlivnění, a tím i dosažení konstantních vzdáleností mezi kapičkami. Vzhledem ke kontinuálnímu toku inkoustu lze použít široký rozsah inkoustů, obzvláště rychleschnoucích inkoustů. [10] [39]

Technologie CIJ je nejvýhodnější pro použití na porézních substrátech, jako např. na výrobky z plastů, s nimiž je nutno brzy po označení manipulovat. Metoda také umožňuje využití pigmentových inkoustů (inkoust obsahující pevné nerozpustné částice). S rostoucí vzdáleností potiskovaného objektu od tiskové hlavy klesá kvalita tisku. I přesto lze dosáhnout vzdálenosti 20–25 mm od potiskované součásti, přičemž kvalita tisku je stále dostačující. [10] [39]

3.4.2 Pozitiva a negativa technologie CIJ

Kladem inkoustového značení metodou CIJ je jeho rychlost a adaptabilita. Široké spektrum inkoustů pro různé materiály zajišťuje velkou pružnost v aplikacích. Technologií je možné popisovat skoro všechny povrchy, a to savé i nesavé materiály, např. kov, keramika, sklo, plasty, dřevo, papír a jiné. Metoda CIJ tisku nachází využití především při nutnosti barevného značení, které není u jiných metod k dispozici. [10] [40]

Pořizovací ceny CIJ tiskáren nejsou vysoké, provozní náklady zařízení však technologii významně prodraží. Nevýhodou inkoustového tisku je právě nutnost doplňování inkoustu, který tvoří nezanedbatelný náklad. V některých tiskárnách také nesmí chybět ředidlo, to je nutné doplňovat podobně často jako inkoust. Po 6 až 12 měsících by měl být stroj servisován, při pravidelném servisu jsou měněny filtry. [10] [40]

Záporem, ale i kladem technologie může být nestálost inkoustu na produktu, tedy špatná odolnost vůči otěru, UV záření a nedostatečná chemická odolnost. Je-li žádáno odstranění popisu, stávají se zmíněné vlastnosti pozitivem. Příkladem mohou být vratné lahve, přeznačení opraveného produktu, dočasná značení a další. [10] [40]

Tabulka 4: Pozitiva a negativa značení technologií CIJ [10] [40]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Rychlost a adaptabilita • Mnoho použitelných inkoustů • Široká řada označitelných materiálů • Možnost barevného značení • Nízké pořizovací náklady 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost doplňování inkoustů, popř. ředidel • Vysoké provozní náklady • Nutnost pravidelného servisu a výměny filtrů • Nízká odolnost popisu

Porovnání přínosů i nedostatků technologie CIJ je shrnuto v tabulce 4. Metoda vyniká svou rychlostí, flexibilitou a náklady na pořízení jsou nízké. Na druhou stranu není dosahováno vysoké odolnosti popisu, výhodou není ani nutnost údržby a doplňování inkoustů, s těmito faktory se pojí rostoucí provozní náklady.

3.5 Značení barevným bodem

Tato podkapitola dává prostor k vysvětlení technologie značení barevným bodem. Po úvodních odstavcích je zformulován princip metody. Nakonec neschází ohodnocení popisované technologie.

Značení barevným bodem je řazeno mezi bezkontaktní technologie inkoustového značení. Technologií lze realizovat značky barevným bodem nebo linkou. Ukázkou označení barevným bodem lze vidět na obrázku 22. Značené povrchy mohou být savé i nesavé. Kromě barev lze aplikovat i jiná média jako aromatické esence, lepidla, antikoroziční vrstvy, laky atd. Značící stroje mohou být využity jak ve výrobních linkách, tak v jednoúčelových strojích. [41] [42]

Značení barevným bodem se uplatňuje v mnohých průmyslových odvětvích, kupř. v automobilovém průmyslu, při označování pneumatik, při značení polohy řezání v dřevozpracujícím a hutním průmyslu, metodou lze také značit díly v elektrotechnickém nebo strojírenském průmyslu. [43]



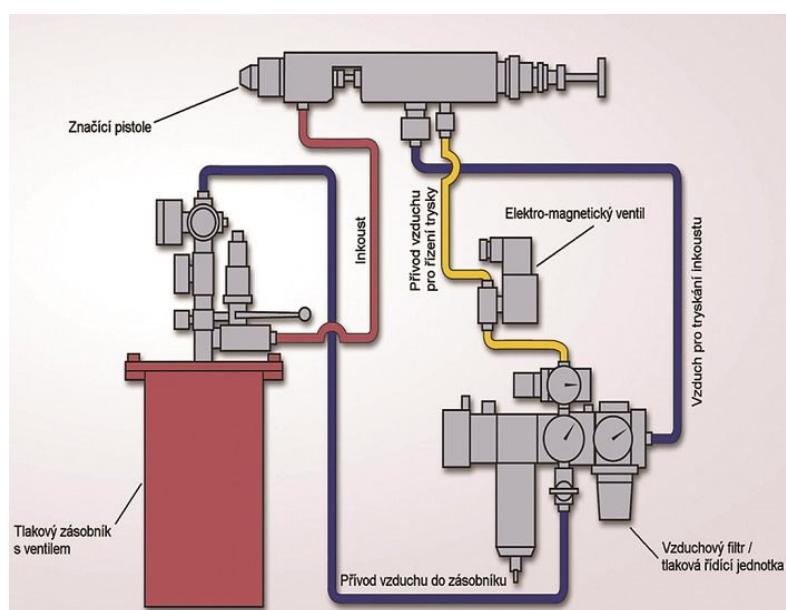
Obrázek 22: Ukázka značení barevným bodem [43]

Rychlost značení může být až 20 bodů za sekundu, průměr značeného bodu se nachází v intervalu od 4 do 55 mm. Stříkácí pistole je vzdálena od povrchu materiálu 5–40 mm a požadovaný pracovní tlak je 6–8 bar. [43]

Technologie může být na trhu známa pod různými názvy. Společnost SIC-VENIM s.r.o. nabízí značení barevným bodem pod názvem Spray-Jet. Identifikace barevným bodem nechybí ani v nabídce firmy Leonardo technology s.r.o. a AJP – tech spol. s r.o. [41] [42] [44]

3.5.1 Princip značení barevným bodem

Systém používá ke značení stlačený vzduch. Značící cyklus začíná impulzem elektromagnetického ventilu, ten má za úkol otevírání a zavírání trysky stříkácí pistole. Po



Obrázek 23: Princip značení barevným bodem [43]

otevření trysky je inkoust ze stříkací pistole pod tlakem vystříknut na označované místo. Inkoust se nachází v tlakovém zásobníku. Vzhled výsledné značky je dán ovládním řídicího ventilu. Princip technologie je ilustrován obrázkem 23. [43]

3.5.2 Pozitiva a negativa značení barevným bodem

Zařízení pro značení barevným bodem vyžaduje jen minimální údržbu, ani po několikadenním odstavení systému není nutné systém čistit. Jednoduchost údržby snižuje provozní náklady technologie. Výhodná je také schopnost značení v různých polohách. Díky nízké hmotnosti a malým rozměrům stříkací pistole ji lze zabudovat do míst s omezeným prostorem. Vzhledem k jednoduché konstrukci zařízení je zaručen spolehlivý provoz. [41] [43]

Záporem metody může být nutnost doplňování barev jakožto spotřebního materiálu.

Tabulka 5: Pozitiva a negativa značení barevným bodem [41] [43]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Nenáročná údržba • Možnost značení v různých polohách • Spolehlivý provoz • Vysoká rychlost 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost spotřebního materiálu (doplňování barev)

Jak je patrné z tabulky 5, značení barevným bodem je rychlé, spolehlivé, flexibilní a nenáročné na údržbu. Nevýhodou je, podobně jako u jiných inkoustových metod, nutnost doplňování spotřebního materiálu.

3.6 Termotransferový tisk

V této podkapitole je popsán termotransferový tisk. Po úvodních odstavcích je v podkapitole formulován princip technologie. Plusy i mínusy metody jsou zpracovány na závěr.

Technologie termotransferového tisku byla vyvinuta před více než 40 roky v Japonsku, kdy byla určena k tisku původního japonského písma s názvem kandži. Bylo možné tisknout jakékoliv znaky. V půlce 80. let minulého století našla tato technologie uplatnění v automatické identifikaci, v této oblasti si vydobývala hlavní místo při označování produktů datem a časem a stala se náhradou horké ražby. [45]

Jedná se o nepřímou metodu tištění. Znaky jsou nejdříve vytištěny na karbonovou, voskovou či jinou pásku, ta je tiskovou hlavou nahřáta a pak prudce zchlazena. Tím je uhlík, vosk, popř. jiný materiál přenesen na výrobek. [10] [45]

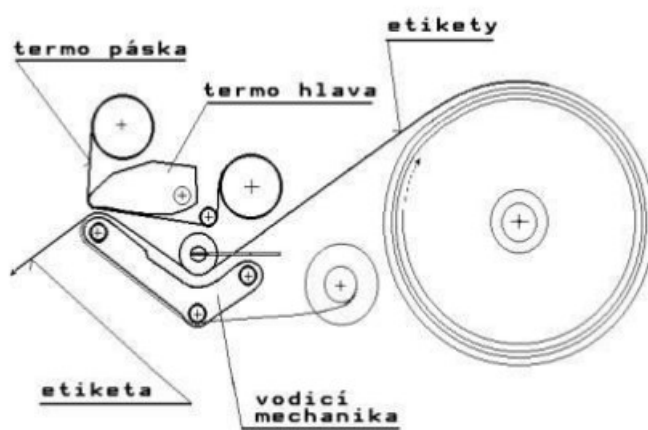
Vedle termotransferového tisku jakožto nepřímé metody existuje i přímý způsob tištění, tím je „termotisk“. Tato metoda je v průmyslu nevhodná, nedají se jí totiž dobře značit jiné materiály než papír. Tento tisk také využívá teplo s tím rozdílem, že není přítomna páska. Je ale nutné použít speciální papír (obvykle termochemický). Vzor na tomto papíru se zahřeje, tím se zbarví oblasti tvořící vzor. [10]

Jak už bylo uvedeno, součástí tiskárny je tisková hlava a termotransferová (přenášecí) páska. Tisková hlava přenáší za působení tlaku a tepla motiv z pásky na povrch konečného nosiče. Takovým nosičem je např. papír, ale i tkaniny, porcelán, keramické hmoty, kov či keramika. Přestože nepatří termotransferový tisk do skupiny trvalých typů značení, je možné odolnost vytištěného znaku několika způsoby zlepšit. Často se používají speciální úpravy povrchu nosičů mající za úkol zvýšení odolnosti potisku vůči oděru, otěru nebo chemickým vlivům. Další spektrum možností poskytuje fakt, že prvotní tisk na specifické přenášecí fólie určené pro termotransferový přenos může být realizován několika tiskovými technikami, ze kterých ty digitální dávají možnost individuálních jednokusových tisků s akceptovatelnou cenou. [10]

Zařízení určená k termotransferovému tisku lze najít na stránkách prodejců jako Leonardo technology s.r.o., LIFTEC CZ a.s., BOHEMIA ZNAK s.r.o. a dalších. [46] [47] [48]

3.6.1 Princip termotransferového tisku

Princip tisku vysvětluje samotný název. Technologie vyžaduje tiskárnu obsahující tepelnou tiskovou hlavu, ta je staticky umístěna nad termotransferovou páskou. Páska je dávkována ze zásobní role a pak nahřata tiskovou hlavou nad označovaným povrchem materiálu. Tisková hlava nejprve vytiskne motiv přímo na přenášečí pásku a pak ji nad povrchem materiálu zahřeje na konkrétní teplotu a ve své podstatě zalaminuje text na povrch. Princip metody je znázorněn na obrázku 24. Termotransfer nachází využití zejména při aplikaci samolepicích etiket, nechybí možnost značení přímo na součást. [10] [40]



Obrázek 24: Princip termotransferové tiskárny [87]

K přenosu grafických motivů na jejich konečný nosič jsou používány termotransferové lisy. V současnosti se používají dva základní druhy takových lisů, těmi jsou deskové a speciální. Mechanická část deskových lisů se skládá ze dvou desek, jedna je vytápěná a druhá přítlačná. Tyto lisy se uplatňují při termotransferovém přenosu na rovné materiály, a to buď na tuhé nebo elastické (kupř. textil). Desky speciálních termotransferových lisů jsou tvarované do tvaru „kopyt“. Tyto lisy se využívají především k popisování textilu, keramiky a dalších podobných předmětů, které nelze zalisovat mezi dvěma rovnými deskami. Aby byla kvalita vytištěné grafiky nejvyšší, je nutné, aby na celou její plochu při přenosu tepla působil všude stejný tlak i teplota. Teplota přenosu by se měla nacházet v intervalu teplot 177–190 °C. Hlavní proměnnou během termotransferového tisku je doba, po kterou teplota i tlak na potisk působí. [10] [40]

Tato doba je závislá na materiálu, na nějž je termotransferový tisk aplikován, a také na použité přenášečí fólii. V manuálech jednotlivých typů fólii jsou vždy specifikovány délky aplikačních časů na konkrétní materiály. Pokud nebude dodržena dostatečná doba vystavení

materiálu teplotě a tlaku, tisk se dokonale neuvolní od nosné vrstvy a grafika se správně neuchytí k potiskovanému povrchu. Během stahování nosného papíru se pak mohou části tisku vytrhávat. Je-li naopak působení teploty i tlaku příliš dlouhé, může se stát, že se budou barviva v použitých tiskových barvách či inkoustech tzv. „srážet“ nebo přepalovat, měnit barvu či se dokonce vytratit. [10]

3.6.2 Pozitiva a negativa termotransferového tisku

V průmyslu se nejčastěji termotransferový tisk používá hlavně k tisku nalepovacích etiket, ne tak často i k tisku přímo na materiál. Tisk etiket se hodí zejména pro náročnější a průmyslové aplikace. Potisk je realizován za pomoci termotransferových pásek, díky nimž etikety vyhovují i přísným požadavkům na odolnost. Termotransferové tiskárny se využívají především v automobilovém, chemickém nebo potravinářském průmyslu a ve větších logistických centrech. Tyto tiskárny jsou rychlé, odolné a spolehlivé i v náročných podmínkách. Tiskovým zařízením často nechybí příslušenství sloužící k odlepování či řezání etiket, Wifi karta určená k příjmu dat pro tisk nebo RFID modul. Pořizovací cena stroje je jednou z nejnižších v oblasti popisovacích technologií, zejména porovnáme-li ji s laserovou technologií nebo s metodou CIJ tisku. [10] [40]

Podobně jako u inkoustových tiskáren je nezbytné dodávat spotřební materiály jako je páska nebo etikety. Cena těchto komponent ale není vysoká, proto je termotransferový tisk výhodný, a tak patří k nejpoužívanějším technologiím. Existují také aplikace, při nichž nelze označené nalepovací etikety využít. Metoda totiž nemůže poskytnout trvalé značení. Někdy je také nutné, aby povrch výrobků byl hladký anebo aby na něm nebylo nic nalepeno. To vylučuje použití metody termotransferového tisku. [10] [40]

Tabulka 6: Pozitiva a negativa termotransferového tisku [10] [40]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Rychlost, odolnost a spolehlivost tiskových zařízení • Nízké pořizovací náklady • Nízká cena spotřebního materiálu 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutnost spotřebního materiálu • Neposkytuje trvalé značení

V tabulce s číslem 6 jsou v bodech shrnuta pozitivní i negativní hlediska popisované technologie. Termotransferové tiskárny vynikají v rychlosti, odolnosti i spolehlivosti. Náklady na pořízení ani na provoz zařízení nejsou vysoké. Technologie termotransferového tisku neumožňuje trvalé označení, navíc je nutné doplňovat spotřební materiál.

3.7 Ruční popisování

V neposlední řadě je zmíněno značení ručním popisováním. Po následujících odstavcích obsahujících uvedení do problematiky značení následuje podkapitola 3.7.1 zmiňující princip ručního popisování. Poslední podkapitola 3.7.2 je věnována zhodnocení technologie.

Ruční popisování je nejjednodušší a často nejsnadněji realizovatelná metoda. Potřebné informace jsou na povrch výrobku zaneseny za pomoci vhodného média sloužícího k psaní nebo kreslení, tím je např. pero, tužka, fixa, barva apod. S touto technologií se lze obvykle potkat v místech, kde je vyžadováno rychlé označení a snadná identifikace dílů. Ukázka značení ručním popisováním je k vidění na obrázku 25. [49]



Obrázek 25: Ukázka značení ručním popisováním [88]

Na trhu jsou dostupné průmyslové popisovače určené pro vytvoření nesmazatelných i smazatelných popisů. Lze jimi označovat nejrůznější materiály s rozdílnými povrchy. Mezi materiály patří např. beton, kámen, plast, sklo, dřevo, guma, kov, ... a jejich povrchy mohou

být rovné i nerovné, mokré, mastné, rezavé, ... Prodejce uvádí garanci až 10 let stálosti barvy popisu. V prodeji je celá řada různých popisovačů, které se liší provedením, účelem použití atd. [50]

Průmyslové popisovače má v nabídce např. firma SIC-VENIM s.r.o. nebo Pramark s.r.o. [50] [51]

3.7.1 Princip ručního popisování

Princip technologie ručního popisování může být patrný už z názvu metody. Jak již bylo uvedeno, popis je realizován prostřednictvím média sloužícího k psaní nebo kreslení. Dané médium je ovládáno lidskou rukou, člověk označuje díl příslušným popisem, značkou či symbolem. [49]

3.7.2 Pozitiva a negativa ručního popisování

Ruční popisování dílců je jednoduché a rychlé, vyniká flexibilitou. Pracovník může totiž vybrat vhodný prostředek k popisu součásti podle potřeby. Náklady na realizaci této metody patří mezi nejnižší v oblasti technologií značení dílců. Důvodem toho je, že k popisu není nutné využít zvláštní vybavení nebo speciální technologická zařízení, jednoduché nástroje určené ke kreslení a psaní jsou postačující. Jednoduchost i rychlost metody umožňuje její vhodné využití ve chvílích, kdy je potřebné okamžité značení. [49]

Nelze však zapomenout na nevýhody spojené s ručním popisováním. Trvanlivost značení touto technologií je omezená, což však může rovněž představovat výhodu v případě nutnosti odstranění popisu. Rukou psané či vyznačené informace mohou být náchylné vůči opotřebení nebo nečitelnosti způsobené vnějšími vlivy (otěry, chemikálie, vlhkost, ...). K nečitelnosti popisu může přispět zaměstnanec, který díl značí. Důvodem této nečitelnosti může být neúhledný pravopis onoho zaměstnance. Ručně realizované značení může také vést k omezení možností automatického sběru dat, následkem toho mohou být chyby a neefektivita během sledování a řízení zásob. [49]

Tabulka 7: Pozitiva a negativa ručního popisování [49]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Jednoduchost• Rychlost• Flexibilita• Nízké pořizovací i provozní náklady	<ul style="list-style-type: none">• Omezená trvanlivost a odolnost popisu• Nečitelnost• Omezené možnosti automatického sběru dat

Tabulka 7 obsahuje stručný výčet přínosů i nedostatků ručního popisování. Technologie s sebou nese jedny z nejnižších pořizovacích a provozních nákladů, důležitá je také její jednoduchost, rychlost i flexibilita značení. Problémy mohou nastat při automatickém sběru dat. Další omezení přináší případná nečitelnost a omezená odolnost popisu.

3.8 Elektrochemické značení

Elektrochemické značení je tématem této podkapitoly. Nejdříve je v textu obecně představena problematika dané technologie. Pro správné chápání metody je popsán její princip. V posledních odstavcích jsou formulovány pro a proti popisovaného značení.

Elektrochemické značení je snadný a levný způsob označování dílů. Technologií vzniká nesmazatelný popis. Kvalita značek vytvořených tímto způsobem se může v některých případech rovnat laserovému značení, proto ho lze použít jako jeho alternativu, a to například v místech, kde je nutné znázornit stálé grafické či jiné objekty na vodivý kovový povrch. [52]
[53]



Obrázek 26: Ukázka elektrochemického značení [89]

Technologie je vhodná jak pro kusovou, tak pro sériovou výrobu. Uplatnění nachází při značení opracovaných strojních součástí, nástrojů, ložisek, pilových pásů, kotoučů (ukázka na obrázku 26), výrobních štítků, výrobků z korozi-vzdorné oceli a při značení dílů v leteckém průmyslu. Je možné značit velké i různě tvarované díly. Systémy elektrochemického značení lze zahrnout do výrobního procesu buď jako součást linky, nebo jako jednoúčelové stroje. Pro ilustraci se na obrázku 27 nachází značící stanice pro elektrochemické značení. Malý rozměr značící hlavy poskytuje možnost značení míst s obtížným přístupem, to je vhodné pro označování složitě tvarovaných dílů. Obvyklá rychlost značení se nachází v intervalu od 0,5 do 4 sekund. [52] [53] [54]



Obrázek 27: Značící stanice [90]

Během elektrochemického značení nedochází k narušení struktury materiálu, proto je tato technologie příhodná pro aplikace, kde by mechanické značení bylo nevhodné. Takové aplikace lze najít v jaderném či leteckém průmyslu. Jde také o technologii vhodnou ke značení chirurgických nástrojů, tomu přispívá skutečnost, že při značení není deformován povrch součásti a jsou dostupné normou (ČSN EN ISO 10993) schválené elektrolyty. [52]

Je dobré zdůraznit použití během značení kovových výrobních štítků v různých částech průmyslu, kupř. výroba elektromotorů, armatur atd. Tyto štítky vynikají dostatečným kontrastem a čitelností i malých znaků. [52]

Elektrochemické značení nechybí v potravinářském průmyslu, důvodem je fakt, že se kolem vyleptané značky neusazují nečistoty. Tady se technologie nachází v oblasti výroby z korozi-vzdorných materiálů. Jsou-li značeny barevné kovy, je značka do povrchu realizována ve větší hloubce a vyznačuje se tak přírodní barvou označovaného kovu. [52]

Metoda nachází použití také v případě označování povrchově upravených materiálů, příkladem je značka bílé barvy vytvořená na černěném povrchu. [52]

Mezi prodejce zařízení k provozování elektrochemického značení se řadí SIC-VENIM s.r.o., Automator CEE, Pramark s.r.o. a mnoho dalších. [53] [54] [55]

3.8.1 Princip elektrochemického značení

Princip technologie využívá chemické reakce elektrolytu s materiálem za působení elektrického proudu. Značka je na povrch aplikována značící hlavou přes šablonu. Vzhledem ke způsobu vzniku označení je nutné, aby byl povrch součásti elektricky vodivý. [52] [53]

V průběhu značení se značící hlava dotýká šablony přiložené k označovanému povrchu. Nedochází k úderům ani rázům, popisovaný díl není nutno fixovat. Na jednom pracovišti lze označit dílce o různých velikostech i tvarech. [52]

K realizaci značení je nutná značící jednotka, ta má za úkol provádět samotné značení, šablona nesoucí obraz značky, dále elektrolyt fungující jako vodič el. proudu mezi značící hlavou a označovaným materiálem a značící hlava, která je přikládána k šabloně. [53]

3.8.2 Pozitiva a negativa elektrochemického značení

Jak už bylo popsáno, výhodou elektrochemického značení jsou nízké náklady s ním spojené. Náklady na pořízení technologie jsou ve srovnání s jinými technologiemi jako například laserové a mikroúderové značení, gravírování apod. nižší. Mohou být označovány měkké i kalené materiály. Problémem není značení výrobků o různých tvarech i velikosti, přičemž upnutí součásti je nepotřebné. Pro různé aplikace je důležité, že vytvořeným popisem není narušena struktura materiálu. [52] [53]

Na druhou stranu je dobré připomenout, že je technologie limitována elektrickou vodivostí značeného materiálu, tedy el. nevodivé materiály nelze označit. Nevýhodou může být i nutnost použití šablon, které jsou limitovány počtem značících cyklů. Pro změnu označení musí být použita jiná šablona, z toho důvodu jde o metodu příhodnou ke značení neměnných objektů jako jsou stupnice, texty, loga, čísla atd. [53] [54]

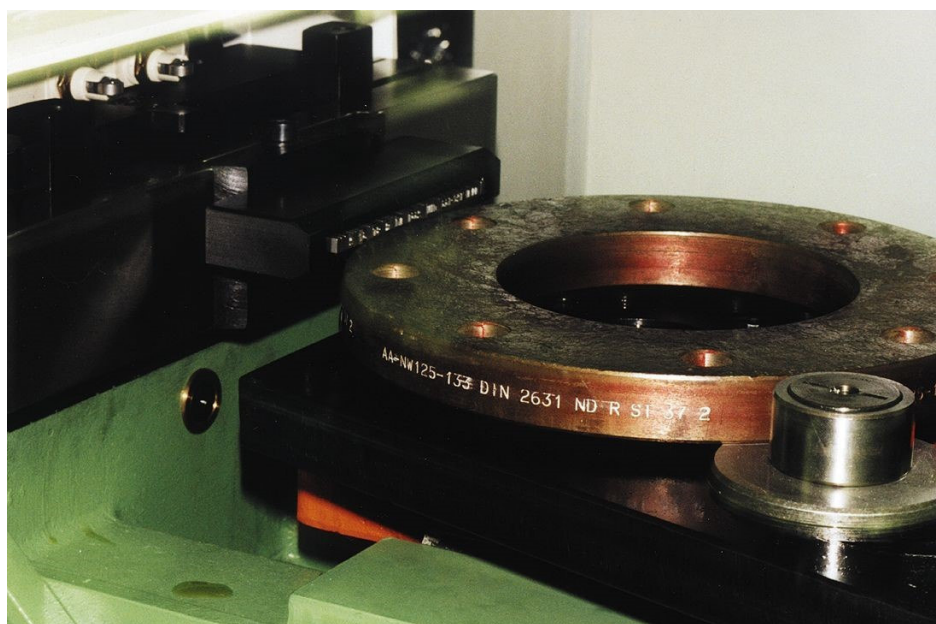
Tabulka 8: Pozitiva a negativa elektrochemického značení [52] [53] [54]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Nízké pořizovací náklady• Možnost značení dílů o různých tvarech i velikostech• Upnutí součásti není nutné• Není ovlivněna struktura materiálu	<ul style="list-style-type: none">• Limitováno el. vodivostí materiálu• Nutnost použití šablon

Tabulka 8 je přehledem pozitivních i negativních vlastností elektrochemického značení. Použití technologie je vhodné z důvodu nízkých nákladů na pořízení, kladem je také nepotřebné upínání součásti během značení a neovlivňování struktury materiálu. Metoda má však svá omezení, mezi ně patří např. podmínka elektrické vodivosti materiálu a nutnost použití šablon.

3.9 Značení odvalem

V této podkapitole je popisováno značení odvalem. Obsah podkapitoly je analogický k ostatním. První část je věnována úvodnímu přehledu o technologii, další pak jejímu principu a poslední hodnocení kladů a záporů metody.



Obrázek 28: Značení odvalem [56]

Značení odvalem patří mezi kvalitní, trvanlivou, rychlou a kontaktní technologii značení dílů. Hodí se pro značení kulatých anebo válcových dílů (obrázek 28) po obvodě a do hloubky.

Lze popisovat jak duté, tak plné díly. Příkladem značených dílů mohou být trubky, koncovky, brzdové kotouče i šestihranné tyče, problémem není ani značení dlouhých dílů jako jsou kovové nebo plastové profily. [56] [57]

Na trhu se lze setkat s různými verzemi zařízení pro značení odvalem jako jsou manuální, elektrické a elektro-pneumatické stroje. Manuální stroje jsou vhodné pro menší objem značených dílů, odval stroje je realizován ručně. Elektrické stroje napomáhají k výraznější značce, protože dovolují jedno místo značit opakovaně. Tyto přístroje lépe obstarají popis většího počtu dílů. [56] [57]

Značící hlavy s kolečky se hodí ke zvýraznění sériových nebo pořadových čísel. Po označení se kolečko vždy otočí a změní se o jedničku. Na trhu nechybí ani kombinované hlavy obsahující pevnou a proměnlivou část. [56]

V případě značení dlouhých dílů jsou využívány kónické razníky umístěné po obvodu kruhového držáku. Text je na díl vytlačován, když díl prochází strojem a v daný čas je k jeho povrchu přitlačováno jedno odvalovací kolečko. Tento děj probíhá, dokud není popis kompletní. [56]

Zařízení pro provozování technologie značení odvalem jsou v nabídkách firem Automator CEE, Pramark s.r.o. a dalších. [57] [58]

3.9.1 Princip značení odvalem

Princip metody je srovnatelný s ražbou. Do držáku jsou upnuty razníky, které jsou silou vtlačovány do povrchu materiálu. Na rozdíl od ražby, kde je síla realizována předepnutou pružinou a značen je plochý materiál, bývá odvalem značen zaoblený materiál. Síla přitlaku je dána vzdáleností razníků od povrchu materiálu. Tato vzdálenost musí být taková, aby se razníky během posunu do materiálu otiskly kontrastně za vzniku chtěného textu nebo grafiky. Jsou-li odvalem popisovány dlouhé ploché povrchy, má držák kruhový tvar a obsahuje kónické razníky. [56]

Ke zdařilé realizaci značení je nezbytné dobře nastavit sílu přitlaku. Dále nesmí chybět vhodné razníky. Pod pojmem razníky jsou chápány objekty, jejichž reliéf je vtlačován do povrchu materiálu. Razníky mohou obsahovat symboly, loga, písmena, čísla či jiné zvláštní tvary. Jsou vyrobeny z vhodných materiálů, musí mít potřebnou velikost a v držáku musí být pevně upnuty. [56]

Pro provedení popisu je také nutné správně umístit značený díl do odvalovacího stroje. Vzdálenost razníku od povrchu se během odvalu nesmí změnit, stejně je tomu se silou vtlačení. Značený výrobek se může při působení síly deformovat, je proto důležité, aby byl dostatečně tuhý. K tomu napomáhají upínače, podpory a trny. [56]

3.9.2 Pozitiva a negativa značení odvalem

Jde o trvanlivou a rychlou technologii značení dílců, která je vhodná nejen pro rotační součásti. Vzniklý popis je konstantní a dobře čitelný a lze ho použít pro různé velikosti dílů. [56]

Omezení však představuje nízká tuhost některých dílů. Vzhledem k tomu, že jde o kontaktní metodu, může docházet k deformaci značených povrchů, je proto nutné používat různé přípravky pro jejich fixaci. Pro změnu značení je nutné vyměnit razníky, není-li použita značící hlava s proměnlivou částí. Materiál, z něhož jsou razníky vyrobeny, musí být z vhodného materiálu, aby nedocházelo k jejich nadměrnému opotřebení. Nevýhodou může být i nutnost správného umístění značeného výrobku do odvalovacího stroje. [56]

Tabulka 9: Pozitiva a negativa značení odvalem [56]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Trvanlivost a čitelnost popisu • Rychlost značení 	<ul style="list-style-type: none"> • Hrozící deformace značené součásti • Kvůli změně popisu nutno vyměnit razníky • Nutnost přesného umístění součásti do značícího stroje

Tabulka 9 shrnuje přínosy i nedostatky technologie značení odvalem. Podobně jako ostatní kontaktní technologie také značení odvalem vyniká z pohledu trvanlivosti a čitelnosti popisu, navíc označování probíhá rychle. Na druhou stranu hrozí deformace značené součásti a díl musí být v odvalovacím stroji vhodně umístěn. Změna textu popisu je realizována výměnou razníků.

3.10 Značení horkou ražbou

Technologie značení horkou ražbou je tématem této podkapitoly. Nejprve je technologie popsána obecně. Text pokračuje principem metody a je zakončen jejím zhodnocením.



Obrázek 29: Značka vytvořená horkou ražbou [60]

Horká ražba je další kontaktní technologií značení výrobků v průmyslu. Jde o metodu vhodnou k označování různých materiálů, kdy se obsah jejich popisu mění jen zřídka. [59]

Označovány bývají zejména materiály dobře reagující na vysokou teplotu, zpravidla se jedná o organické materiály jako například papír, dřevo, kůže (příklad na obrázku 29), může ale být označován i plast. Konkrétně se lze s horkou ražbou setkat při výrobě obalů, v polygrafii na knižních vazbách, při výrobě etiket, označení a výstražných pokynů. [60] [61] [62]



Obrázek 30: Ruční stroj pro horkou ražbu [91]

Stroje sloužící ke značení horkou ražbou mohou být nejen integrované do výrobní linky, ale lze je také použít v ruční verzi (obrázek 30). Existuje možnost různých barev popisu, kdy je využívána barevná páska. Barevné značení se uplatňuje během značení plastů. [60]

Společnosti jako LIFTEC CZ a.s., Automator CEE a další dodávají zařízení pro značení horkou ražbou. [59] [60]

3.10.1 Princip značení horkou ražbou

Samotný popis je realizován v samostatném výrobním mezikroku na výsekovém stroji. Výsekový stroj je vybaven razicím štočkem obsahujícím požadovaný motiv. Těchto štočků může stroj obsahovat více, pokud se nachází více užitků na jednom tiskovém archu. Nejprve je tedy nutné, aby byly archy potištěny na tiskovém stroji, v následujícím kroku jsou zvýrazněné motivy za horka oraženy přes fólii s daným odstínem. V tomto kroku musí být s žádanou přesností spasován tisk spolu s ražbou. Po oražení archu štočkem je na povrch materiálu vyražen reliéf, dochází totiž k fyzickému kontaktu štočku, fólie a tiskového archu. Barva je přenesena díky tepelnému působení štočku, který barvu na fólii roztaví a tím je následně přenesena na značený povrch. [61] [62]

Posledním krokem horké ražby je další průchod výsekovým strojem, v této fázi je vyseknuta krabička, etiketa či jiný předmět s potiskem. Oba výrobní kroky nelze provést současně, protože fólie procházející výsekovým strojem by byla ustřižena. [61]

3.10.2 Pozitiva a negativa značení horkou ražbou

Horkou ražbou lze dosáhnout dokonalého pokrytí raženého motivu příslušnou barvou. Během použití při potisku obalů poskytuje dojem luxusního vzhledu. Označením vzniká tvarovaný popis (reliéf). [61]

Pro značení je nutný spotřební materiál, který představuje barevná páska. Technologie není vhodná pro popisy, jejichž znění se často mění. Pro změnu popisu je nutno změnit razicí štoček. Problémy může způsobovat nedosažená přesnost spasování tisku s ražbou. Výrobní možnosti razicího štočku limitují minimální šířku vyznačené linky. [61]

Tabulka 10: Pozitiva a negativa značení horkou ražbou [61]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Tvarovaný popis• Trvanlivost• Dobré pokrytí barvou• Luxusní vzhled popisu	<ul style="list-style-type: none">• Nutnost spotřebního materiálu• Náročná změna popisu• Nutnost přesného spasování tisku s ražbou• Omezená šířka značené linky• Vhodné hlavně pro organické materiály

Obsah tabulky 10 je souhrnem kladů i záporů značení horkou ražbou. Jak je patrné, metodou je dosahováno trvanlivého popisu. Označením je na povrchu vytvořen reliéf a dochází k dobrému pokrytí barvou. Nevýhodou je nutnost použití spotřebního materiálu, omezená množina označitelných materiálů a potřeba spasování tisku s ražbou. Metoda je také nevýhodná pro aplikace s častou změnou textu popisu.

3.11 Značení studenou ražbou

Vedle značení horkou ražbou je vhodné popsat technologii značení studenou ražbou. Je popsán princip, pozitiva i negativa technologie.

Tato metoda není náhradou horké ražby. V porovnání s předešlou technologií jde o novější metodu, povědomí o ní se rozvíjí v posledním desetiletí. Poprvé byla technologie představena roku 2008. Použití nachází hlavně při výrobě etiket (obrázek 31). [61]



Obrázek 31: Etikety potištěné studenou ražbou [64]

Potisk etiket technologií studené ražby nabízí např. společnosti BAUCH, NAVRÁTIL s.r.o. a LOGIK, s.r.o. [61] [63]

3.11.1 Princip značení studenou ražbou

K aplikaci studené ražby se používá flexotiskový stroj, štoček, lepidlo a ražební fólie. Lepidlo je nanášeno pomocí flexotiskového štočku. Na rozdíl od horké ražby není barva z fólie na výrobek přenášena za působení tepla, ale k přilnutí příslušného odstínu pomáhá lepidlo. Lepidlo je nanášeno na příslušná místa, na tato místa je obtisknut pigment nacházející se na fólii. [64]

Pro správné pochopení popsaného principu je nutno vysvětlit pojem flexotisk. Jde o tiskovou techniku, která se řadí k technologiím tisku z výšky. Flexotiskový stroj obsahuje několik válců. Prvním je barvu navalující válec, který se stará o čerpání barvy ze zásobníku a přenáší ji na aniloxový (rastrovací) válec. Povrch tohoto válce obsahuje drobné jamky vytvořené gravírováním či laserovým gravírováním, válec bývá vyroben z keramiky či z kovu. Na tomto válci se barva zachytí v jamkách, z nichž se přenáší na formový válec. Na povrchu formového válce se nachází elastická tisková deska, materiálem této desky je v současnosti fotopolymer nebo guma. Tisková deska je k formovacímu válci upevněna díky oboustranným lepicím fóliím anebo díky návlekům. Posledním válcem je tlakový válec vytvářející potřebný tlak k otištění vzoru na potiskový materiál, ten se nachází právě mezi formovým a tlakovým válcem. V případě studené ražby obsahuje zásobník flexotiskového stroje lepidlo místo barvy. [65]

3.11.2 Pozitiva a negativa značení studenou ražbou

Technologie umožňuje potisk již nanášené fólie, což dává možnost vytváření metalických efektů. Celý popis je nanášen rovnou v tiskovém stroji a stejně jako při horké ražbě dává obalům luxusní vzhled. Výsledkem ražby není reliéf. Oproti předešlé technologii lze dosáhnout lepšího rozlišení potisku a potisk je realizován v jedné operaci. [61]

Se studenou ražbou se pojí podobné nevýhody jako s horkou ražbou. Vždy je nutný spotřební materiál ve formě pásy nebo lepidla. Je-li žádána změna popisu, je nutno změnit štoček. [61]

Tabulka 11: Pozitiva a negativa značení studenou ražbou [61]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Luxusní vzhled popisu• Lepší rozlišení potisku (oproti horké ražbě)	<ul style="list-style-type: none">• Náročná změna popisu• Nutnost spotřebního materiálu

Z tabulky 11 plyne, že se technologie studené ražby v některých ohledech podobá technologii horké ražby. Rozdílem je např. lepší rozlišení potisku a menší počet kroků nutných k realizaci označení. Odpadá problém spasování tisku s ražbou. Tisk je vhodný zejména pro etikety, což může znamenat omezenou trvanlivost značení.

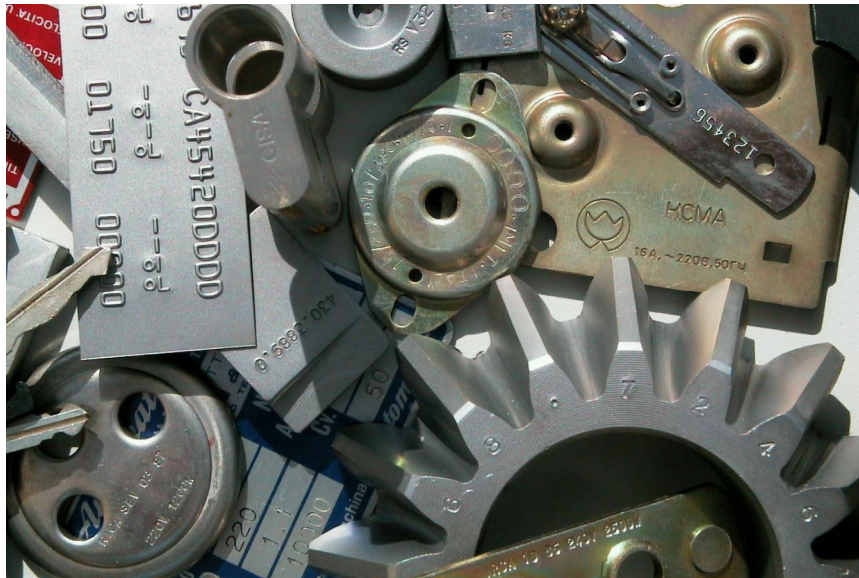
3.12 Značení ražbou

V souvislosti s předešlými technologiemi ražby za studena, za tepla a značení odvalem nelze opomenout značení ražbou. Po následujících úvodních odstavcích je dále popsán princip technologie a nakonec její pozitiva i negativa.

Ražba je metoda trvalého a kontaktního značení, vyniká v jednoduchosti, univerzálnosti, variabilitě i ve vysoké kvalitě popisu a může být prováděna jak ručně, tak v úderových lisech. Technologii lze využít od kusové až po velkosériovou výrobu. Charakter výroby, druh a tvar materiálu a použití stroje je rozhodující pro volbu konkrétní technologie. [66] [67]

Razicí lisy jsou aplikovatelné nejen ke značení, ale i při nýtování, montování či děrování. Pro menší série jsou vhodné manuální lisy, pneumatické lisy se hodí pro větší počty výrobků. Ke značení pořadových nebo sériových čísel může být stroj vybaven značící hlavou s kolečkem, po označení se vždy číslo změní o jedničku. Hlavy s pevnou a proměnlivou částí jsou známy pod názvem kombinované. [66] [67]

Ve spektru značených materiálů nechybí plasty, dřevo, papír, kovy a jiné materiály. Příklady dílů označených ražbou jsou obsahem fotografie na obrázku 32. [66]



Obrázek 32: Díly označené ražbou [66]

Vybavení pro ražbu mají ve své nabídce Automator CEE, Pramark s.r.o., LINTECH spol. s r.o. a jiné firmy. [67] [68] [69]

3.12.1 Princip značení ražbou

Princip technologie je možné popsat stručně. Do povrchu označovaného materiálu je prostřednictvím vhodného razníku při působení síly vyražen požadovaný popis. [66]

Dříve, než byly vyrobeny lisы, byla síla při ražbě vyvolávána např. palicí. Tento způsob značení byl využíván již v pravěku, po objevu kovů byly právě kovy materiálem razidel. Ruční ražba je využívána dodnes a je vhodná zejména pro kusovou výrobu. [66]

S rozvojem průmyslu a s růstem produkce výrobků došlo ke zvýšení nároků na značení. K uspokojení těchto nároků pomohlo využití razicích lisů. Takové lisы umožňují nastavení síly úderu a přesné umístění značky na povrch výrobku. [66]

Pro značení ražbou jsou nezbytné razníky, které nesou popis vyznačovaný do povrchu výrobku. Důležité je také správné umístění dílu během značení. Díl musí být pevně zajištěn, aby bylo zamezeno deformacím, k tomu pomáhají podpory, trny a upínače. Dále je nutná kolmá poloha dílu k raznici. [66]

Razicí lis je volen na základě označovaného materiálu. Na lisu lze díky předpětové pružině nastavit správnou sílu úderu. Princip fungování razicích lisů se liší od ostatních lisů. V lisu se nachází pružina, ta je manuálně nebo pneumaticky stlačována do té doby, než je

dosaženo nastaveného bodu. V té chvíli je pružina uvolněna, což má za následek způsobení rázu definované síly. [66]

3.12.2 Pozitiva a negativa značení ražbou

Ve smyslu ražby na razicích lisech jde o rychlou technologii značení. Popis jednoho dílu lze realizovat v čase menším než 0,1 sekundy. Lze označovat mnoho různých materiálů, přičemž výsledný popis je trvalý a odolný. Ve srovnání s ostatními metodami značení je ražba velmi levná. [66]

Během značení je nutné předcházet deformacím prostřednictvím různých přípravků a nesmí chybět správné a pevné umístění dílu. Značený povrch musí být k raznici nastaven vždy pod pravým úhlem. Za účelem změny popisu musí dojít k výměně raznice, není-li použita značící hlava s kolečkem nebo hlava s proměnlivou částí. [66]

Tabulka 12: Pozitiva a negativa značení ražbou [66]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">• Rychlost, trvanlivost, čitelnost a odolnost popisu• Nízké náklady	<ul style="list-style-type: none">• Hrozící deformace součásti• Nutnost správného a pevného umístění dílu• Pro změnu popisu nutná výměna raznice

Klady i zápory technologie ražby se mohou lišit podle toho, je-li ražba prováděna ručně či strojně. Tabulka 12 je věnována zejména problémům a přínosům strojní ražby. Lze konstatovat, že jde o rychlou metodu, kterou je dosahováno odolného, trvanlivého, čitelného popisu. Rychlost ražby není výhodou při ruční aplikaci popisu, v tomto případě však vynikne flexibilita technologie. Náklady na pořízení ani na provoz zařízení nejsou vysoké. Nepříznivým faktorem je hrozící deformace součásti během značení. Aby byl popis správně proveden, je nutná pevná a správná fixace dílu v zařízení. Změna značeného textu vyžaduje zásah do zařízení.

3.13 Značení štítky

Jednou z nejpoužívanějších a nejeфекtivnějších technologií identifikace dílů a výrobků je jejich označení identifikačními nebo výrobními štítky. Proto je tomuto způsobu značení věnována tato podkapitola. V začátku podkapitoly je stručně uvedena problematika daného tématu. Pro správné pochopení metody je popsán její princip. Podkapitola 3.13.2 obsahuje hodnocení technologie.



Obrázek 33: Příklady označení štítků [72]

Štítky mohou být vyráběny z různých materiálů (obrázek 33), jako je například kov, plast, samolepicí fólie atd. Na materiál štítku je aplikován popis, a to prostřednictvím některých zmiňovaných metod. Technologie značení štítky je dána materiálem štítku, požadavky zákazníka, požadavky výrobního procesu a prostředím, jemuž bude štítek vystaven. [70] [71]

Štítky jsou využívány, pokud nelze značit přímo na vyráběný díl, u něhož je vyžadována identifikace a sledování. Důvodem značení štítky může být zamezení možného ohrožení nebo změny označovaného materiálu. Tento způsob značení je široce využíván pro identifikaci zařízení či komponent instalovaných v prostředí těžkého průmyslu a v místech, kde jsou součásti vystaveny trvalému fyzickému namáhání. [72]

Samotné štítky nebo technologie k jejich označení nabízí společnosti jako LINTECH spol. s r.o., Automator CEE a jiné. [71] [72]

3.13.1 Princip značení štítky

Na štítek z vhodně zvoleného materiálu je žádanou technologií vyhotoven popis. Označený štítek je pak připevněn na samotný výrobek. Štítek může být popisován např. mikroúderem, laserem, ražbou, odvalem, horkou ražbou, termotransferovým tiskem atd. Štítek lze na povrch součásti upevnit za pomoci lepidel, nýtování, šroubových spojů a jiných způsobů. [72]

3.13.2 Pozitiva a negativa značení štítky

Během značení štítky není ovlivňován povrch označovaného materiálu. Ke značení lze využít různé materiály i různé technologie v závislosti na požadavcích výroby. Je-li to požadováno, mohou štítky spolu s popisem dlouhodobě odolávat náročným vlivům. Na druhou stranu, je-li požadavkem odstranitelnost či změna polohy označení, lze štítky rychle odstranit, příkladem mohou být popisy provedené na samolepicí fólii.

Nevýhodou značení štítky může být nutnost spotřebního materiálu, kterým je materiál, na jehož povrch je vyznačen popis. Dále musí proběhnout aplikace či montáž štítku na výrobek, k tomu je nutná buď samolepicí fólie, nebo lepidla, nýty, šrouby atd. a příslušné nářadí.

Další klady a zápory spojené se značením štítky mohou nést různé technologie, jimiž jsou popisy na štítky realizovány.

Tabulka 13: Pozitiva a negativa značení štítky

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none">Není ovlivněn povrch materiáluPoužití libovolných technologií značení i materiálů	<ul style="list-style-type: none">Nutnost spotřebního materiáluNutnost montáže štítku

V tabulce 13 jsou ohodnoceny některé aspekty značení štítky. Důležitým přínosem metody je neovlivnění povrchu materiálu, přičemž pro výrobu štítků lze využít libovolné materiály i technologie. K označení je však nezbytný spotřební materiál, neboť označení je realizováno na vybraný nosič, který je nutno upevnit k povrchu značeného dílu.

3.14 Značení pomocí RFID

Poslední popisovanou technologií značení dílů je technologie značení pomocí RFID. Technologie je popsána podobným způsobem jako předešlé. První odstavce uvádějí základní přehled o metodě, dále neschází text věnující se principu metody. Řádky poslední podkapitoly potom hodnotí pozitiva i negativa technologie.

RFID (Radio Frequency Identification) patří mezi technologie automatické identifikace. Značení výrobku je uskutečněno umístěním RFID čipu, ten může existovat v podobě etikety (obrázek 34) nebo v zapouzdřené formě různých tvarů, velikostí a materiálů. Etikety obsahující RFID čip je možné potisknout metodou termotransferového tisku. Čtecí zařízení RFID je dostupné jak v mobilní verzi, tak ve verzi stacionární. [10] [73]



Obrázek 34: Potisknutelná etiketa obsahující RFID čip [74]

S technologií se lze setkat v oblastech jako např. výroba, logistika, expedice a dodávky, při kontrole výrobních procesů, v obchodních řetězcích i během identifikace zvířat. Technologie RFID se uplatňuje v automobilovém průmyslu, ve zdravotnictví, v pivovarnictví a všude, kde je žádána rychlá bezdrátová identifikace objektů. [10]

Jako příklady prodejců či dodavatelů RFID technologií je možné zmínit KODYS, spol. s r.o., topex GmbH nebo SMART-TEC s.r.o. [73] [74] [75]

3.14.1 Princip technologie RFID

Jde o komunikační technologii, která využívá elektrického výkonu radiofrekvenčních vln. Informace nutné k označení objektu jsou uloženy do mikročipu, z něj jsou informace prostřednictvím komunikačního zařízení načítány do systému. [76]

Mikročip je připojen k anténě a tyto součásti jsou zality do substrátu, tím je plast fungující jako ochrana čipu. Takto zkompletované komponenty spolu tvoří tzv. tag, ten je schopen vyslat uložená data do čtečky opatřené anténou. Existují tři provedení mikročipů, a to read-only (jen čtení), WORM (write once read many, v překladu jeden zápis, mnoho čtení) a read/write (čtení/zápis). [10]

Dále jsou rozlišovány čipy pasivní, aktivní a BAP (Battery Assisted Passive) systémy. V případě pasivních čipů vysílá komunikační zařízení periodicky pulsy do okolí. Pasivní čip využije vysílaný signál k nabití napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Aktivní čipy jsou díky složitosti a vyšší ceně méně používané než čipy pasivní. Jsou používány k aktivní lokalizaci, obsahují totiž zdroj napájení a dokážou samy vysílat své identifikace. BAP systémy kombinují vlastnosti obou předchozích typů. Během příjmu signálu se čip chová jako pasivní, přijímaný signál ale využívá k napájení přídavné baterie, ta má za úkol podporu vysílaného signálu. [10]

V každém státě nepracují RFID systémy na stejném kmitočtu, převažují frekvence o hodnotách 125 kHz, 135 kHz a 13,56 MHz. [10]

3.14.2 Pozitiva a negativa značení pomocí RFID

Informace uložené v čipech je možné přijímat z velké vzdálenosti, z toho plyne, že čip nemusí být nezbytně umístěn na viditelném místě. Lze jej umístit dovnitř výrobku, tím je ochráněn vůči negativním vlivům, tak může být zvýšena odolnost a životnost čipu. Identifikace pomocí technologie RFID se také vyznačuje určitou úrovní bezpečnosti, to je dáno možností šifrování či zaheslování uložených informací. Významným kladem je zapisování dat do čipu a jejich rychlé čtení. [10]

Nevýhodou technologie RFID je vysoká cena. Problémem bývá také vzájemné rušení, které může nastat během čtení jednoho čipu (tagu) ze dvou čteček zároveň. Vyloučena není ani kolize tagů, pokud v okolí komunikuje více tagů ve stejnou dobu. V současnosti lze tyto chyby softwarově odstranit. Stále však přetrvává problém čitelnosti RFID tagů pod vodní hladinou nebo nachází-li se tag v kovovém obalu. [10]

Tabulka 14: Pozitiva a negativa značení pomocí RFID [10]

Pozitiva	Negativa
<ul style="list-style-type: none"> • Čip nemusí být na viditelném místě • Při vhodném umístění je dosaženo dlouhé životnosti a dobré odolnosti značení • Možnost šifrování a heslování dat • Rychlé zapisování i čtení informací • Rychlá bezdrátová identifikace • Čip může existovat v různých podobách 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoké náklady • Případné vzájemné rušení • Problematické čtení, je-li čip umístěn v kovovém obalu či pod vodní hladinou

Tabulka 14 obsahuje souhrn plusů i mínusů technologie značení pomocí RFID. Vypsane body jsou vysvětleny v předchozích dvou odstavcích.

3.15 Shrnutí technologií průmyslového značení dílců

Předešlých čtrnáct podkapitol bylo věnováno jednotlivým technologiím značení dílců. Každá metoda byla nejprve uvedena v kontextu značení dílců. Dále nechyběl popis jejího principu a v závěru zhodnocení kladů i záporů technologie.

Technologie značení laserem a inkoustové značení zahrnují více způsobů značení, proto v kapitolách věnujícím se těmto metodám byly tyto způsoby zmíněny.

Na závěr je vhodné zhodnotit kritéria jednotlivých technologií v porovnání s ostatními. K tomuto účelu byla vypracována tabulka 15. Kritéria byla zvolena na základě dřívějšího hodnocení jednotlivých metod. Vztah mezi technologiemi značení a kritérii je vyjádřen buď symboly ✓ a ×, nebo písmeny. Symbol ✓ znamená, že je dané kritérium pro příslušnou technologii příznivé, symbol × znamená opak, tedy že je kritérium nepříznivé. Pod písmeny se skrývají konkrétní slova. V případě hodnocení spektra označitelných materiálů představuje písmeno Š širokou a písmeno O omezenou skupinu těchto materiálů. Písmeno K značí kontaktní technologii značení, písmeno B pak označuje technologii bezkontaktní.

Tabulka 15: Hodnocení technologií značení dílců

		Kritéria									
		Čitelnost	Trvanlivost	Flexibilita	Reprodukovatelnost	Rychlost	Náklady	Nutnost spotřebního materiálu	Snadná změna popisu	Spektrum označitelých materiálů (Š – široké, O – omezené)	Kontaktní (K)/ Bezkontaktní (B)
Technologie značení	Značení laserem	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	Š	B
	Značení mikroúderem	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	O	K
	Značení rytím	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	O	K
	Inkoustové značení	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	Š	B
	Značení barevným bodem	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	Š	B
	Termotransferový tisk	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	Š	K
	Ruční popis	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	Š	K
	Elektrochemické značení	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	O	K
	Značení odvalem	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	O	K
	Značení horkou ražbou	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	O	K
	Značení studenou ražbou	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	O	K
	Značení ražbou	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	O	K
	Značení štítky	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	Š	B
Značení pomocí RFID	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	Š	B	

Ke správnému pochopení tabulky je nutné vysvětlit význam jednotlivých kritérií. První kritérium čitelnost slouží k posouzení dosažené čitelnosti popisu. Ve sloupci uvedeném pojmem trvanlivost je hodnoceno, jak je výsledný popis trvanlivý v čase a vůči nepříznivým vlivům. V případě flexibility je posuzována použitelnost technologie při označování různě tvarovaných či obtížně přístupných povrchů. Co se týká reprodukovatelnosti, je porovnávána možnost vytvoření stejného označení pro více výrobků. Následující sloupec srovnává rychlost realizace popisu, další sloupec náklady. Ve čtvrtém sloupci zprava je hodnocena nutnost použití spotřebního materiálu. Jak snadno lze změnit obsah značeného textu, je posouzeno ve třetím sloupci zprava. Předposlední sloupec klasifikuje spektrum označitelých materiálů buď jako široké (Š), nebo omezené (O). Nakonec jsou jednotlivé technologie rozděleny podle toho, jestli je značení aplikováno kontaktně (K) či bezkontaktně (B).

V dalších odstavcích budou okomentována zhodnocení jednotlivých technologií v tabulce 15.

Jak je patrné, značení laserem oplývá příznivými kritérii. Negativem jsou náklady s technologií spojené. V tomto ohledu je dobré odlišit provozní a pořizovací náklady. Pořizovací náklady na laserové značící zařízení jsou vysoké, ale náklady na provozování tohoto zařízení jsou nízké.

Mikrouderové značení je flexibilní metodou kontaktního značení s trvalým výsledkem. Rychlost popisování je nižší ve srovnání s laserem, lze ji však zvýšit použitím vícehrotových strojů. Označitelné materiály jsou limitovány tvrdostí povrchu.

Značení rytím je nevhodné pro tvarované povrchy. Hodí se hlavně pro rovné povrchy bez výstupků a prohlubní, ty mohou znamenat vadu v popisu. Tím je omezena flexibilita metody. Rychlost značení je srovnatelná se značením mikrouderem. Tvrdost materiálu je limitem pro použití metody.

Inkoustovým značením není dosaženo trvanlivého popisu. Ačkoli jsou pořizovací náklady tiskových strojů nízké, náklady na jejich provoz jsou vysoké. Stroje totiž vyžadují pravidelnou údržbu a musí do nich být doplňovány barvy, které představují spotřební materiál.

Značení barevným bodem lze popsat jako inkoustovou bezkontaktní metodu. Přestože je nutné do značícího stroje doplňovat barvy, provozní náklady nejsou vysoké, odpadá totiž nákladná údržba.

I do termotransferových tiskových zařízení musí být dodáván spotřební materiál, který ale není nákladný. Jde proto o levnou a často využívanou metodu značení. Tisk je proveditelný na rovné povrchy a je využíván především k potisku etiket i přes to, že lze značit různé materiály. Potisk tvarovaných povrchů je realizovatelný prostřednictvím tvarovaných lisů. Termotransferový tisk není snadno přizpůsobivý různým tvarům. Výsledné označení je náchylné k opotřebení, což omezuje jeho trvanlivost.

Nejjednodušší technologií značení dílů je pravděpodobně ruční popisování. Velký vliv na výsledný popis má při ručním popisování zaměstnanec, který značení provádí. Rukopis každé osoby je individuální, to má negativní dopady na čitelnost popisu a automatický sběr dat je takřka nemožný. Ruční popis obvykle dobře neodolává nepříznivým vlivům, z tohoto důvodu není trvanlivý. Problémem je také reprodukovatelnost popisu. Pokud je nutno realizovat jeden shodný popis na vícero dílců, člověk nedokáže tento popis reprodukovat ve stejné kvalitě jako jiné technologie. Ruka člověka ovládajícího popisovač se také nemůže vyrovnat ostatním metodám v rychlosti popisu.

Elektrochemické značení je kontaktní technologií značení s trvalým a dobře čitelným výsledkem. Negativa metody se projevují nutností používání šablon, které jsou využitelné pro daný počet značících cyklů. Aby byl změněn text popisu, musí být použita jiná šablona. Lze označovat pouze elektricky vodivé materiály, to významně omezuje použitelnost technologie. Navíc není metoda příliš flexibilní, tvar značeného povrchu je dán tvarem značící hlavy.

Značení odvalem je prováděno v odvalovacím stroji a je vhodné hlavně pro válcové součásti, příp. pro dlouhé díly. Použití je tedy omezeno velikostí stroje a tvarem součásti, čímž je limitována flexibilita metody. Ke změně popisu musí být použity jiné razníky. Metodou jsou popisovány zejména kovové materiály.

Materiály, které dobře reagují na vysokou teplotu, lze značit horkou ražbou. Text popisu je možné změnit použitím jiného razicího štočku. Při značení je spotřebována barevná páska. Vzhledem ke způsobu realizace značení ho nelze aplikovat na nejruznější místa.

K potisku etiket je často používána studená ražba. Stejně jako při horké ražbě i během studené ražby je nutný spotřební materiál, v tomto případě v podobě pásy a lepidla. Změna popisu je řešena použitím jiného štočku. Studená ražba probíhá za použití flexotiskového stroje, popis je vyznačován na etikety. Tím je omezeno označení různých povrchů a tvarů.

Další kontaktní technologií značení dílců je ražba. Probíhá-li ražba strojně, je značení prováděno v razicím lisu, což má negativní vliv na flexibilitu metody. Ražbu lze však realizovat ručně, potom je možné značku umístit na libovolné místo. Je-li měněn popis, je použita jiná raznice. Změna popisu není snadná. Označitelné materiály mohou být omezeny jejich tvrdostí.

Značení štítky je velmi používané. Jak je zřejmé z tabulky 15, mnohá kritéria jsou pro tuto technologii příznivá. Jako nepříznivé kritérium byla označena rychlost, to je dáno tím, že pro označení je nutné štítek upevnit k povrchu součásti, což může být časově náročné. Rychlost značení může být vyšší, pokud jsou štítky nalepovány nebo pokud je jejich aplikace automatizována. Technologie je klasifikována jako bezkontaktní, protože samotné značení není prováděno přímo na povrch součásti. Do kontaktu s výrobkem přichází materiál štítku.

Poslední zmíněnou technologií je značení pomocí RFID. Tato metoda je technologií automatické identifikace. Identifikace výrobků je prováděna bezkontaktně. Potřebné informace jsou uloženy na tzv. RFID tag, který se nemusí nacházet na viditelném místě. Data z tagu jsou čtena bezdrátově prostřednictvím čtečky. Značení pomocí RFID je označeno jako

bezkontaktní, protože během značení nemusí být povrch výrobku v kontaktu se zařízením ukládajícím informace na tag. Kromě nákladů jsou hodnotící kritéria pro tuto metodu příznivá.

V tabulce s číslem 15 byla zjednodušeně zohledněna některá základní kritéria jednotlivých značících technologií. Je důležité poznamenat, že při volbě technologie značení dílců nelze z této tabulky jednoznačně vycházet. Vždy je nezbytné zohlednit požadavky a charakter konkrétního výrobního procesu a v neposlední řadě musí být respektovány požadavky zákazníka. Každou technologii je tedy dobré posuzovat nejen vůči ostatním metodám, ale také vůči přesným požadavkům.

4 Analýza současného stavu ve výrobním podniku

První část čtvrté kapitoly je věnována představení společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. Druhá část je analýzou aktuálního stavu značení dílců ve výrobním podniku. Analýzou jsou zjištěny problémy současného způsobu značení dílců a požadavky výroby na značení.

4.1 Představení společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o.

Podkapitola 4.1 a její podkapitoly obsahují stručnou prezentaci společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. V následujících dvou odstavcích je firma představena obecně. Podkapitola 4.1.1 se pak věnuje zmínce o historii společnosti, v další podkapitole je popsána organizační struktura společnosti.



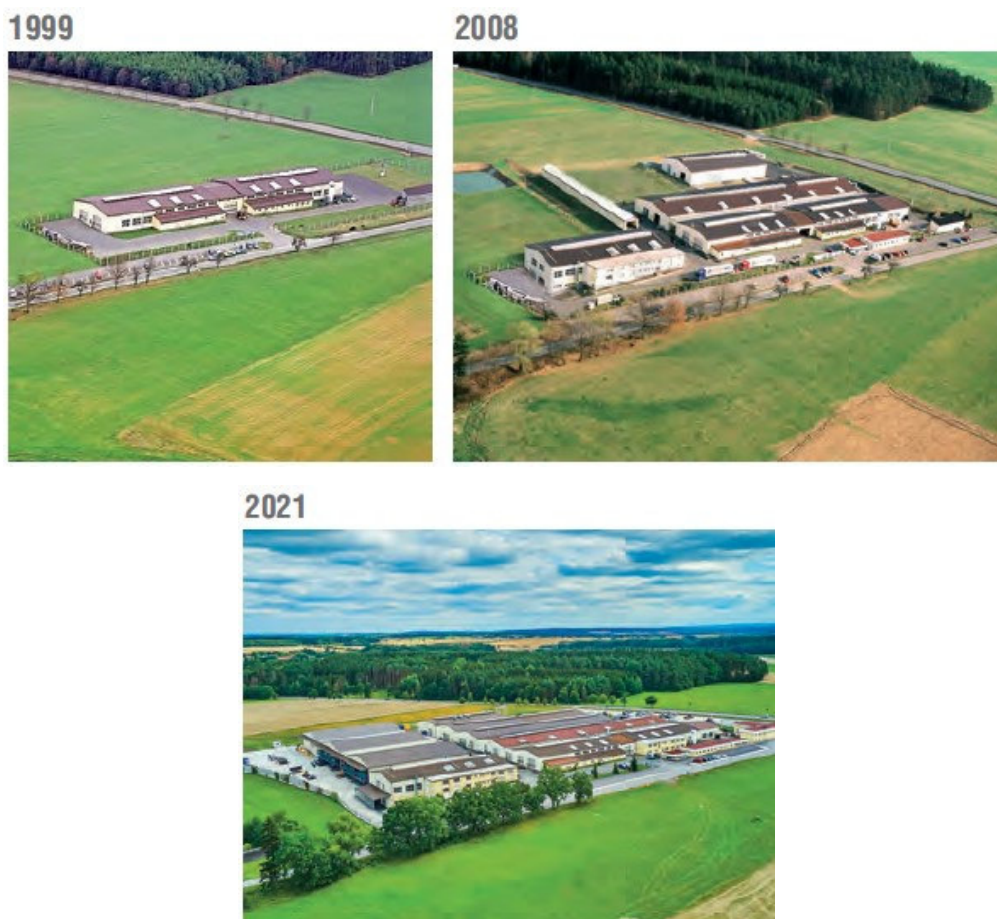
Obrázek 35: Logo společnosti EFAFLEX [77]

Společnost EFAFLEX je prezentována jako výrobce nejrychlejších průmyslových vrat na světě, která se vyznačují spolehlivostí a bezpečností. Rychlost vrat dobře reprezentuje logo společnosti (obrázek 35), na němž je zobrazen gepard. EFAFLEX je vůbec prvním světovým výrobcem rychloběžných vrat a stále si udržuje vedoucí postavení v této oblasti. Firma se zaměřuje na výrobu nejrůznějších provedení vrat, jako jsou vrata spirálová, skládací, rolovací, vrata určená pro mrazírenské prostory a pro čisté provozy, vrata k ochraně strojních zařízení a mnohá další provedení vrat na základě přání zákazníka. Společnost si našla zákazníky na všech pěti kontinentech ve více než 60 zemích světa. Vzhledem k půlstoletí trvajícím vývoji a výrobě vrat je dnes na trhu k dispozici celkem 65 druhů vrat vhodných pro nejrůznější odvětví. Firma má jediný výrobní závod, který se nachází v Olši u Tábora. Právě z tohoto závodu putují vrata do celého světa. [77] [78]

Bakalářská práce se zabývá již zmíněným českým výrobním závodem v Olši s názvem EFAFLEX – CZ s.r.o. Konkrétně v tomto závodě probíhá kompletní výroba vrat. Dříve se nacházel výrobní závod v Německu, ale dobré podmínky pro podnikání v České republice iniciovaly přemístění výroby do Čech. V roce 2022 zaměstnávala společnost EFAFLEX – CZ s.r.o. průměrně 301 zaměstnanců a dosáhla celkových tržeb ve výši 1,368 mld. Kč. Firma se stará o prodej, o montáž vrat a o servisní činnost na českém trhu. [79] [80]

4.1.1 Historie

Historie společnosti EFAFLEX se začala psát roku 1974, kdy byla založena. Tehdy byl EFAFLEX první firmou, která se věnovala výhradně výrobě rychloběžných vrat. [81]

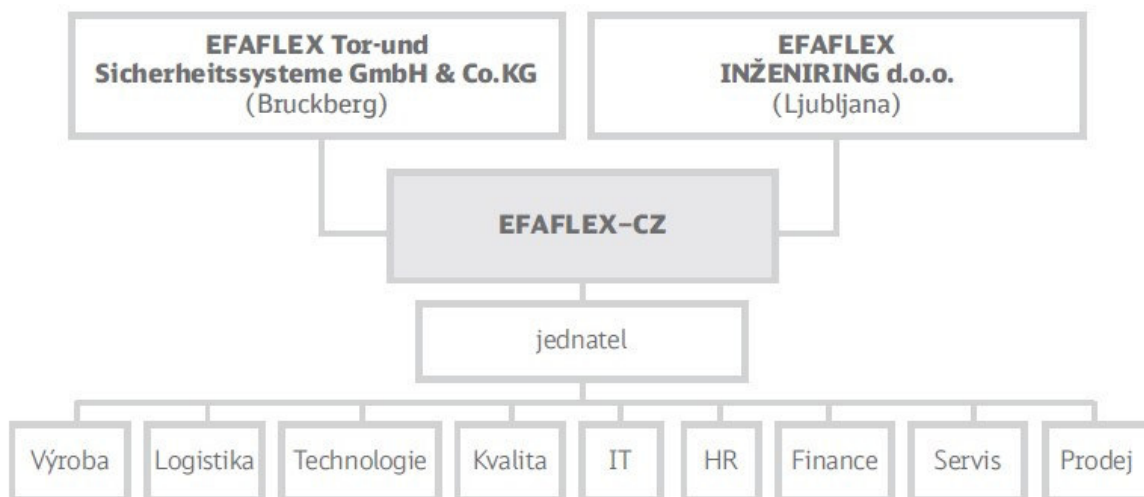


Obrázek 36: Areál společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. v letech 1999, 2008, 2021 [80]

Založení firmy EFAFLEX – CZ s.r.o. je datováno do roku 1995. První budovy českého výrobního závodu v Olší byly vybudovány roku 1999. Jak je patrné z obrázku č. 36, výrobní závod je s rostoucím objemem výroby rozšiřován. V současnosti se v areálu firmy nachází 7 výrobních hal, lakovna a nemalé skladové prostory. K produkci izolovaných rychloběžných vrat jsou využívány lamely vyplněné polyuretanovou pěnou. Výrobní linka vyrábějící tyto lamely byla vybudována roku 2007. [79] [80]

4.1.2 Organizační struktura

Organizační strukturu společnosti EFAFLEX vhodně ilustruje následující obrázek, který je součástí výroční zprávy firmy z roku 2022.



Obrázek 37: Organizační struktura [80]

V prvních třech obdélnících jsou na obrázku znázorněny společnosti, které zajišťují jednotlivé hospodářské činnosti. Jak již bylo uvedeno, společnost EFAFLEX – CZ s.r.o. má na starost výrobu. EFAFLEX INŽENIRING d.o.o. sídlící ve slovinské Ljubljani se zabývá konstrukcí a vývojem vrat. Montáž a prodej je náplní firmy EFAFLEX Tor- und Sicherheitssysteme GmbH & Co. KG., která má své sídlo v bavorském Bruckbergu. Tato firma se na základním kapitálu společnosti podílí 40 procenty. Zbýlých 60 procent je podílem slovinské společnosti EFAFLEX INŽENIRING d.o.o. [80] [81] [82]

4.2 Analyzované pracoviště

Po konzultaci s technologem společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. byla k analýze současného stavu značení dílců ve firmě zvolena hala 7 a její pracoviště, kde dochází k první identifikaci dílců. Tato pracoviště i hala 7 jsou v následujícím textu stručně popsány za účelem ilustrace výrobního procesu v hale.

V hale 7 probíhá výroba plechových dílů potřebných zejména ke kompletaci jednotlivých podsestav vrat. Tato výroba je realizována pod vedením dvou mistrů. Proces výroby dílů začíná nakoupením plechových tabulí, které jsou po dodání do firmy uskladněny přímo v hale v blízkosti 2D laserových řezacích strojů. Z plechových tabulí jsou na těchto strojích vyřezávány dílce, po vyřezání dochází k jejich značení. Vyřezané a označené díly jsou

operátorem laseru uskladněny na mezioperační skladové plochy. Je-li nutné vyrobené díly dále zpracovat, jsou přemístěny k ohraňovacím lisům prostřednictvím jejich obsluhy, tam jsou dílce ohýbány a pak znovu umístěny na mezioperační skladové plochy. Některé dílce jsou zpracovávány na pracovišti, kde dochází k montáži matek. Po ukončení operace montáže matek jsou díly meziskladovány. V hale se nachází také pracoviště komise, tam jsou naohýbané a namatkované díly podle zakázek kompletovány do speciálních palet. Tyto palety s díly jsou pak skladníky přemístěny na pracoviště v jiných halách k navazujícím výrobním operacím. Kromě výroby plechových dílců probíhá v hale 7 také montáž malých dílů, přesněji montáž podsestav. Po kompletaci dílů následuje jejich meziskladování. Mezioperační manipulaci v rámci haly 7 zajišťují pracovníci výroby.

Na základě popisu výrobního procesu lze lokalizovat, že značení dílců je realizováno primárně na pracovištích laserových řezacích strojů. Na pracovišti montáže matic a montáže malých dílů mohou být dílce přeznačovány.

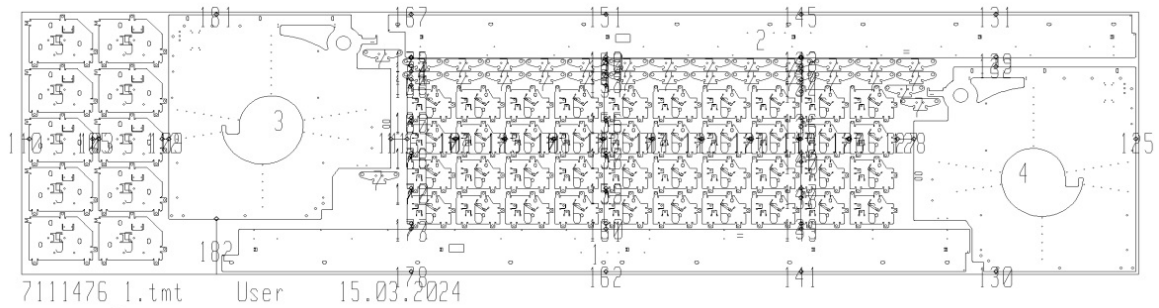
4.2.1 Značení dílů v hale 7

V následujícím textu je vysvětleno, jak je značení i přeznačování dílů v hale 7 realizováno.

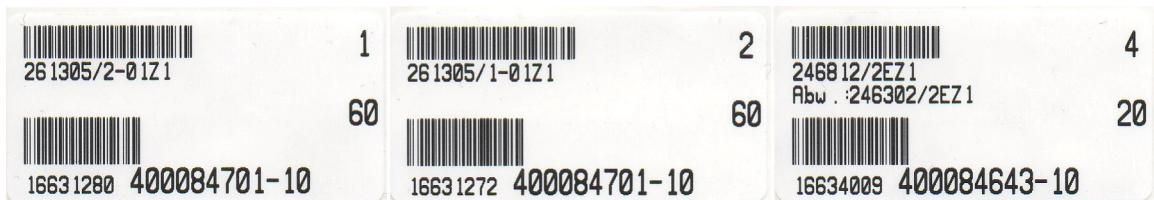
V hale 7 se nacházejí tři 2D laserové řezací stroje značky TRUMPF. Polotovarem, z něhož jsou díly vyřezávány, jsou plechové tabule. Materiálem tabulí bývá nejčastěji pozinkovaná a korozivzdorná ocel. Tabule jsou na rošt řezacího stroje umísťovány za pomoci portálového jeřábu, na jehož hák je zavěšen manipulátor s přísavkami. Jeřáb i manipulátor ovládá obsluha laseru. Řezací stroj bývá obsluhován jedním až dvěma pracovníky.

Pracovník do stroje zakládá plechové tabule, celý stroj ovládá a nastavuje, které řezné plány mají být řezacím strojem realizovány. Řezné plány spolu s identifikačními štítky vytvářejí a poskytují programátoři. Obsluha řezacího stroje má k dispozici schéma řezného plánu v papírové podobě spolu se štítky. Po vyřezání dílů v plechové tabuli je jeden ze dvou roštů stroje obsahující hotové díly dopraven mimo pracovní oblast řezací hlavy. Druhý rošt je dopraven dovnitř stroje a může být spuštěn další řezný plán. Vyřezané díly na roštu obsluha laseru označuje ručně pomocí samolepicích štítků potisknutých technologií termotransferového tisku. Každý z těchto štítků je mimo jiné označen číslem v pravém horním rohu, toto číslo odpovídá číslům uvedeným na schématu řezného plánu. Čísla na tomto schématu dávají pracovníkovi informaci, na který díl má příslušný štítek umístit bez specifikace

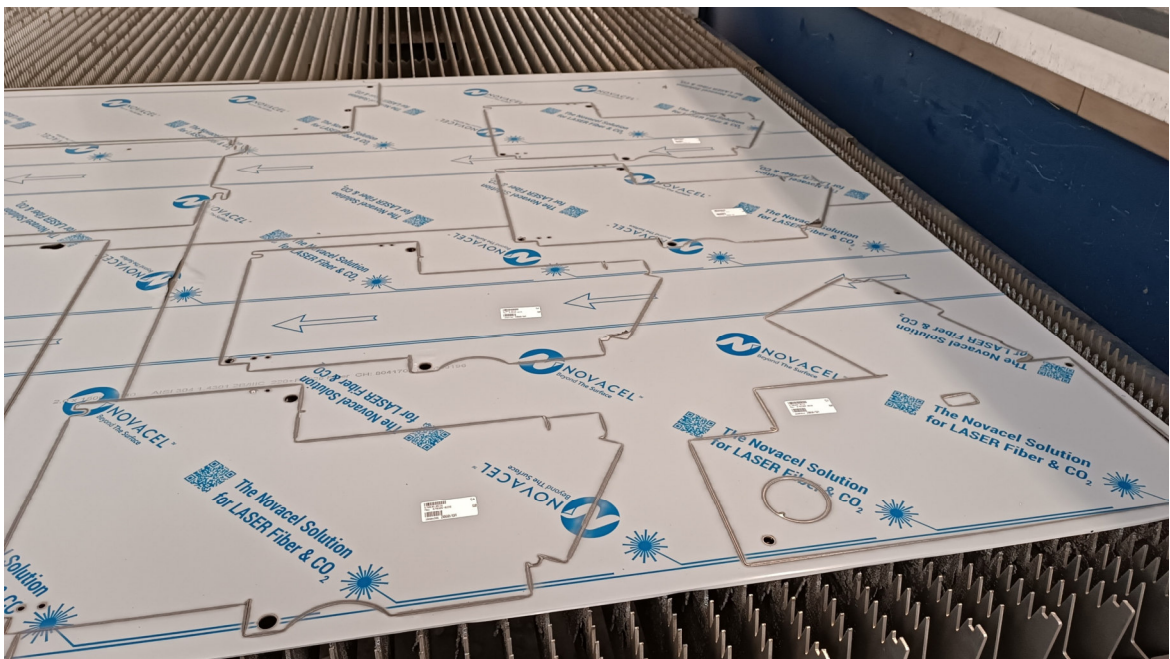
přesné polohy na dílci. Samolepicí štítky a schéma je znázorněno na obrázku 38 a 39. Na dalších fotografiích (obrázky 40 a 41) je zachycen rošt řezacího stroje nesoucí hotové díly a pohled na označené díly.



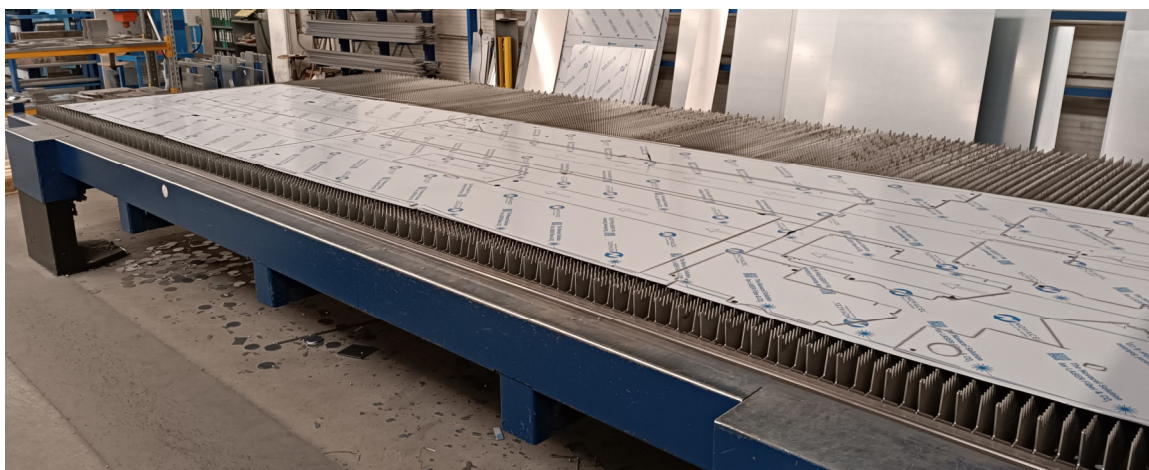
Obrázek 38: Schéma řezného plánu



Obrázek 39: Samolepicí štítky potisknuté termotransferovým tiskem



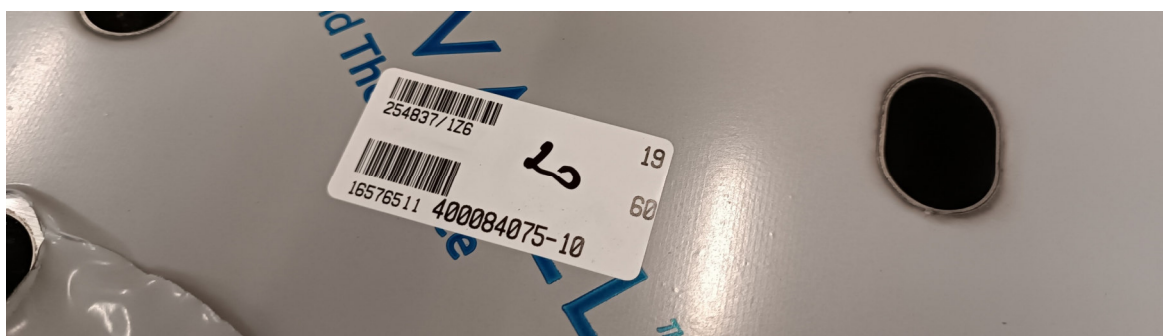
Obrázek 40: Pohled na označené díly



Obrázek 41: Rošt řezacího stroje obsahující vyřezané díly

Označené díly jsou z roštu stroje přemísťovány na mezioperační skladové plochy buď prostřednictvím jeřábu s manipulátorem s přísavkami, nebo ručně. Odpadní materiál je odstraňován ručně do vozíků k tomu určených. Manipulace s díly a s odpadem je pracovní náplní obsluhy laseru.

Na pracovišti 2D laserového řezacího stroje je realizováno nejen značení potišťnými samolepicími štítky, ale i technologie ručního popisování. Touto metodou jsou označovány samolepicí štítky určené pro zakázkově vyráběné díly. Značení probíhá lihovým fixem a provádí ho obsluha stroje. Na štítek je ručně zapsáno číslo, které představuje den měsíce, kdy má být výroba daného dílu v hale 7 dokončena. Příklad takto označeného štítku je k vidění na obrázku 42. Díl označený na tomto obrázku byl vyroben 19. února, na štítku je napsáno číslo 20. To znamená, že díl má být hotový 20. února. Po vyřezání je díl v hale dále zpracováván. Číslo zakázky je umístěno ve spodní části štítku a začíná číslicí 4. Pokud není díl označen číslem zakázky, jde o komponentu určenou do skladových zásob. Štítky těchto komponent nejsou ručně označovány.



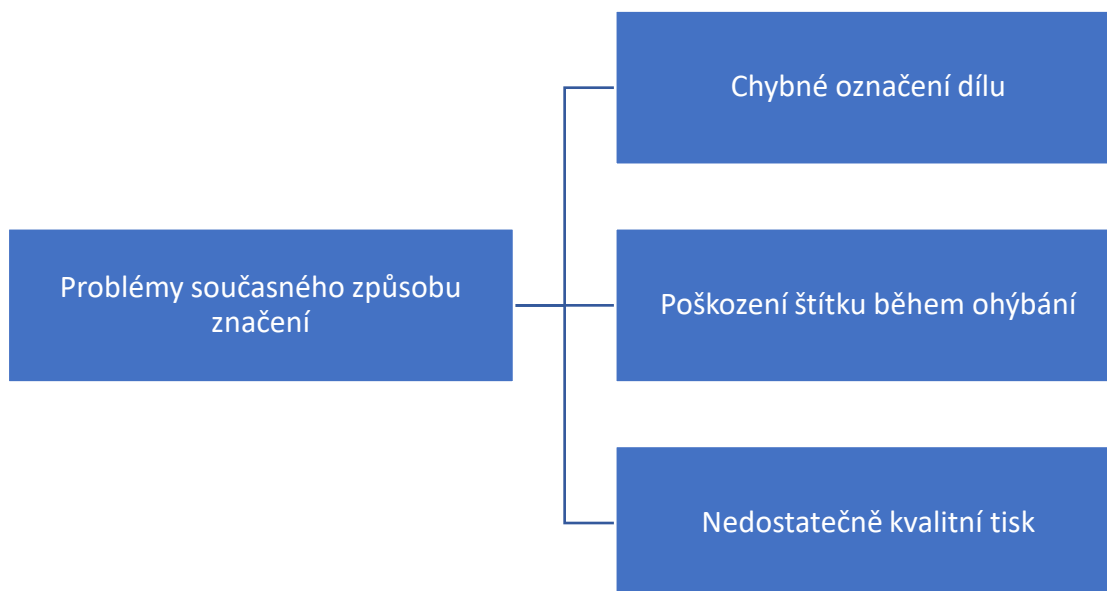
Obrázek 42: Štítek označený ručním popisováním

Identifikace dílů samolepicími štítky není v hale 7 realizována pouze na pracovištích řezacích strojů. Na některých pracovištích haly jsou dílce přeznačovány. Ke změně označení jsou používány rovněž samolepicí štítky. Před aplikací jiných štítků jsou původní štítky odstraněny. Odstranění i nalepení nových štítků je prováděno ručně. Díly jsou přeznačovány např. na pracovišti, kde jsou montovány matice. V tomto případě dochází ke změně označení nakupovaných dílců (nakoupený díl je označen výrobcem pomocí samolepicího štítku, po montáži matek je opatřen novým identifikačním štítkem). Další pracoviště, na němž je měněno označení dílů, je pracoviště montáže malých dílů. Zde jsou nově označeny smontované podsestavy.

V této podkapitole je přiblížen proces značení dílů v hale 7, který probíhá především na pracovištích 2D laserových řezacích strojů. Text vysvětluje způsob značení dílů a na závěr zmiňuje pracoviště, kde jsou díly přeznačovány.

4.3 Výsledky analýzy

Současný způsob značení dílců v hale 7 sebou nese určité problémy, jejichž popisem se zabývá tato podkapitola. Výčet těchto problémů je obsahem obrázku č. 43.

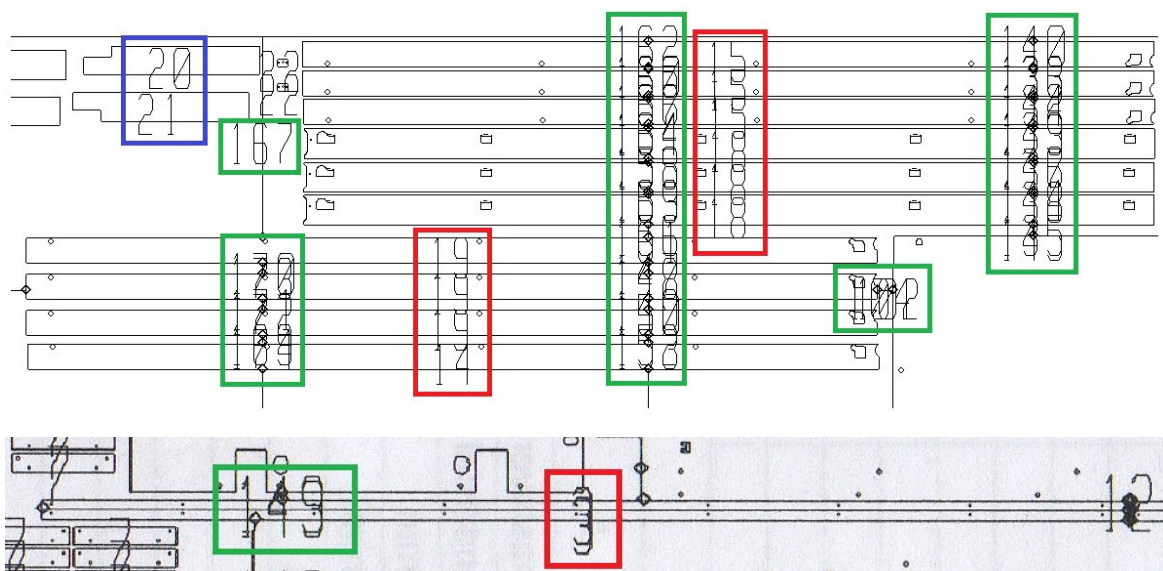


Obrázek 43: Problémy současného způsobu značení

První a hlavní problém spojený se značením dílců nastává na pracovišti 2D laserového řezacího stroje, kde začíná produkce plechových komponent. Jak už bylo popsáno, štítky jsou na vyřezané dílce nalepeny na základě čísel v pravém horním rohu štítku. Tato čísla odpovídají číslům označujícím jednotlivé díly na schématu řezného plánu. Problémem může být umístění

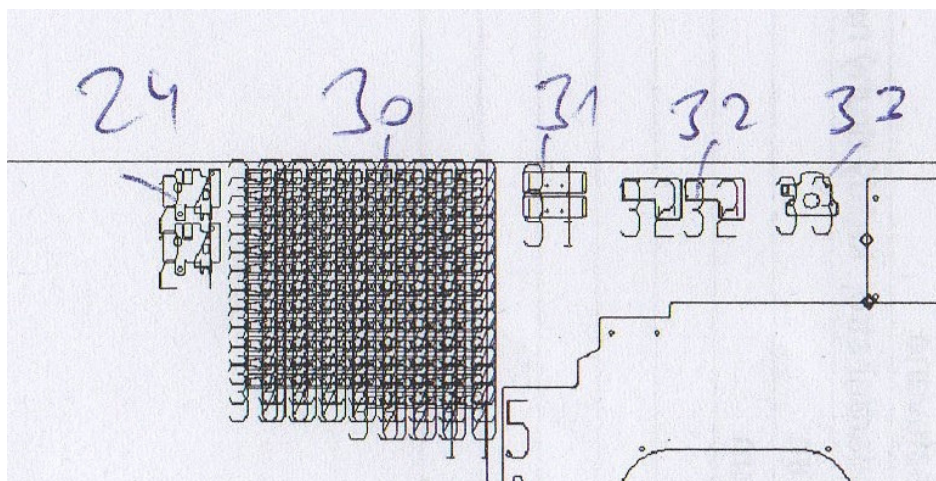
štítků na nesprávný díl. Důvodem tohoto chybného umístění štítku je zpravidla lidská nepozornost, která je však často důkladně podpořena nepřehledným schématem řezného plánu, na němž jsou některá čísla označující dílce obtížně čitelná. Čísla na schématu se nezřídka překrývají, na plánu se navíc nachází více čísel, než je nutno k provedení značení. Jedna skupina čísel označuje jednotlivé díly, skupina druhá značí řezy odpadního materiálu. Tyto řezy jsou prováděny za účelem snazšího odstranění tohoto materiálu. Čísla mohou být navíc překřížena obrysy vyřezávaných dílců, což rovněž nenapomáhá vhodné čitelnosti.

Na obrázku 44 se nacházejí ilustrativní snímky schémat řezných plánů. V těchto snímcích jsou barevně vyznačena různá čísla. Obsahem červených obdélníků jsou obtížněji čitelná identifikační čísla, problémem jsou v tomto případě překrývající se znaky. Zelené rámečky ohraničují čísla označující řezy odpadního materiálu. Modře jsou rámována dobře viditelná čísla dílců.



Obrázek 44: Ilustrativní snímky schémat řezných plánů

Některá těžko rozpoznatelná čísla dílů dopisují ručně do schématu programátoři tvořící řezný plán, ti si mohou schémata na svých monitorech přiblížit a čísla přečíst. Obsluha laserového řezacího stroje tuto možnost nemá. Ukázka ručně dopsaných čísel se nachází na obrázku 45.

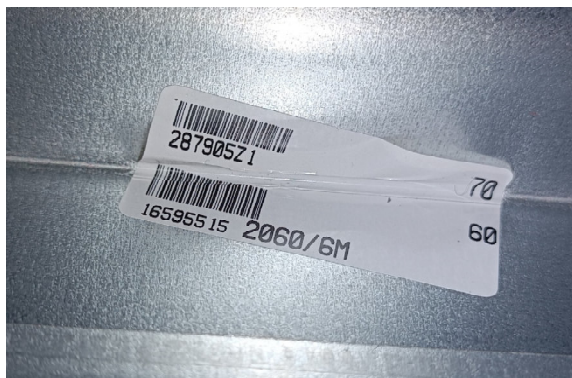


Obrázek 45: Ručně dopsaná čísla dílců ve schématu

Nesprávně označený díl může ve výrobním procesu způsobovat určité problémy. Pokud není takový díl pracovníky rozpoznán již při dalších výrobních operacích v hale 7, je dopraven na další pracoviště, nejčastěji jde o pracoviště montáže. Montéři nesprávný díl často rozpoznají, neboť ho nelze smontovat s ostatními komponenty sestavy. V nejlepším případě je na základě zkušeností zaměstnanců, anebo podle výkresů zjištěno správné označení daného dílu, ten je pak přiřazen k příslušné sestavě. V opačné situaci je díl určen k zešrotování a musí být vyrobena jeho náhrada, pak je nutné pozastavení započaté montáže a přemístění nekompletní sestavy na některou z mezioperačních skladových ploch. Nedokončený výrobek potom zabírá prostor i transportní vozíky či palety.

Nerozpozná-li špatné značení komponentu ani montér, dostává se díl na pracoviště balení. Zde probíhá kompletace součástí vrat do balíku, který je dopraven zákazníkovi. Pracovníci balení kontrolují identifikační údaje jednotlivých dílů podle přiřazené dokumentace zakázky, ale ani tito zaměstnanci nedokážou rozpoznat každý chybně označený díl. Jsou-li štítky na díly nesprávně nalepeny, jde především o součásti, které se sobě vzájemně podobají. Mohou se lišit např. délkou. Zaměstnanci na pracovišti balení nekontrolují vždy rozměry ani vzhled jednotlivých dílců podle příslušných výkresů. Jsou-li identifikační údaje na štítku shodné s údaji v dokumentaci zakázky, je to pádný důvod považovat díl za správný. Součásti vrat jsou pak zabaleny do jednoho či více balíčků, jsou transportovány do skladu a odtud k zákazníkovi. Chyba vzniklá v průběhu značení dílců se potom projeví až při finální montáži vrat, to má za následek reklamaci a s ní spojené náklady.

Další problémy při značení mohou nastávat během ohýbání dílců. Je-li identifikační štítek umístěn v místě budoucího ohybu, může po jeho vytvoření dojít k poškození onoho štítku, a to buď roztržením, nebo pomačkáním. Takové poškození může mít negativní dopady na čitelnost identifikačních údajů. Pomačkáný štítek je zobrazen na obrázku 46, jde o ilustrativní snímek, údaje na štítku nejsou na zobrazeném štítku poškozeny.



Obrázek 46: Pomačkáný identifikační štítek

Ve smyslu výše popsaného nedostatku nelze opomenout fakt, že není zavedena podniková norma ani jiný dokument, který by byl předpisem pro značení dílců. Není tedy určeno místo, kam by měl být štítek umístěn. Co se týče polohy štítku na dílu, existuje vzájemná dohoda zaměstnanců na úrovni haly 7. Štítek má být nalepen na kraji dílu, to má význam především u dlouhých dílců. Takto umístěný štítek usnadňuje práci pracovníkům na dalších pracovištích, kde je s díly často manipulováno ručně ve dvojici. Jeden z pracovníků pak může údaje na štítku přečíst, aniž by musel složitě hledat jeho umístění.

Dále je vhodné zmínit problém nečitelnosti kódů z důvodu nekvalitního tisku. K této chybě dochází před samotným provedením značení již při tisku štítků. Tato závada není častá.

Následkem poškození štítku během ohýbání bývá nemožnost přečtení čárových 2D kódů čtečkami. U každého čárového kódu se však nachází i jeho číselná podoba, je proto možné zadat číslo kódu ručně. Stejně řešení se nabízí i v případě nekvalitního tisku štítků.

Tato část práce byla věnována popisu problémů souvisejících s aktuálním způsobem značení dílců v hale 7. Pro případ každého problému byly shrnuty jeho důsledky. Jako hlavní nedostatek bylo uvedeno nesprávné označení dílu zapříčiněné především obtížnou čitelností čísel na schématu řezného plánu. V další části textu byly popsány problémy vznikající při ohýbání dílců či při tisku samotných štítků.

4.4 Stanovení požadavků

Z důvodu navržení systému značení dílců je vhodné specifikovat požadavky výroby na značení dílů. Ty budou popsány v následujících odstavcích. Konkrétně budou definovány požadavky na značení dílců vyráběných v hale 7.

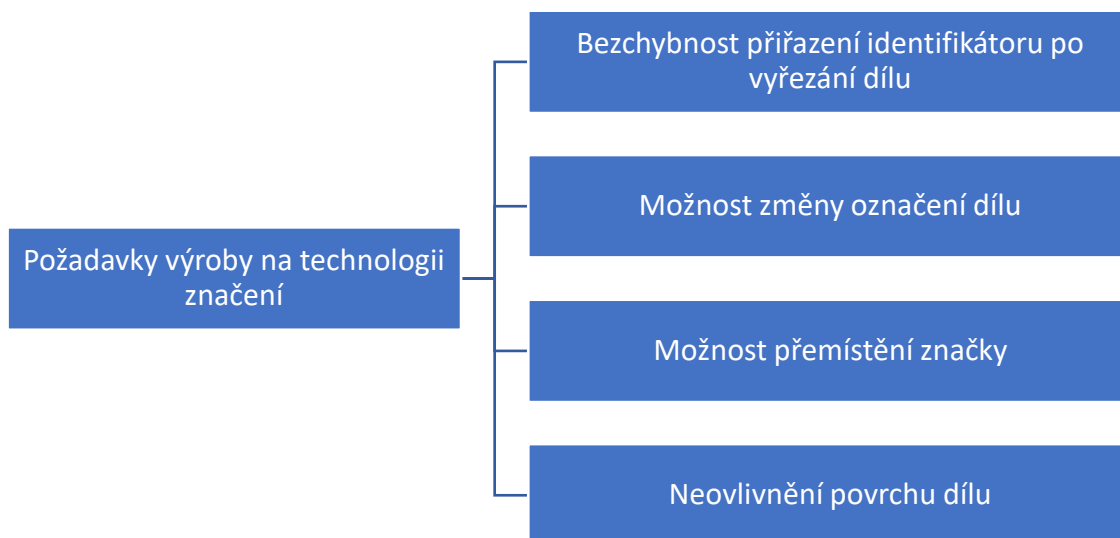
Nejdůležitějším požadavkem výroby na značení dílů je odstranění potíží při identifikaci dílu po jeho vyřezání. Proto je vyžadováno bezchybné přiřazení identifikátoru k dílci po jeho vyřezání.

Je žádoucí, aby technologie značení dílců nebyla trvalá. V některých výrobních operacích dochází ke změně identifikačních údajů součásti. Z toho důvodu musí použitá značící technologie umožňovat změnu označení. Dále je nutné, aby bylo možné měnit polohu značky na dílu.

Pro doplnění, díly jsou po vyřezání vždy označeny seshora, přičemž pohledová strana malých komponent se nachází na horní straně a pohledová strana velkých komponent na straně spodní. Malý a velký díl není pevně definován svými rozměry (malý díl může být dlouhý i široký 1500 mm, třetí rozměr je dán tloušťkou plechu). Pojem malý a velký díl je používán z důvodu manipulace dílů na různé mezioperační plochy. Jde-li o díly z korozivzdorné oceli, ty mají pohledovou stranu vždy seshora. Zmíněné informace o pohledových stranách dílů jsou důležité pro chápání nutnosti změny polohy umístění štítku. Nachází-li se štítek hotového dílce na jeho pohledové straně, je nutné jej přemístit na stranu nepohledovou. Není vhodné, aby byl štítek po sestavení vrat viditelný. Označení dílců z korozivzdorné oceli nemusí být přemísťováno. Na povrchu těchto komponent se nachází ochranná fólie. Štítek je pak při stavbě vrat u zákazníka odstraněn i s fólií.

Použití trvalého značení zamezuje také skutečnost, že by na dílu vznikla nesmazatelná značka. Pokud by se taková značka nacházela na viditelné straně dílu, při pohledu na vrata by působila rušivě.

Některé díly jsou opatřeny lakem. Povrch takových dílů nesmí být narušen, je proto žádoucí, aby nebyl technologií značení ovlivněn a aby bylo možné značku odstranit.



Obrázek 47: Požadavky výroby na technologii značení

V předešlém textu jsou specifikovány a odůvodněny základní požadavky výroby na technologii značení dílců. Tyto požadavky jsou celkem čtyři, jejich přehled se nachází na obrázku 47.

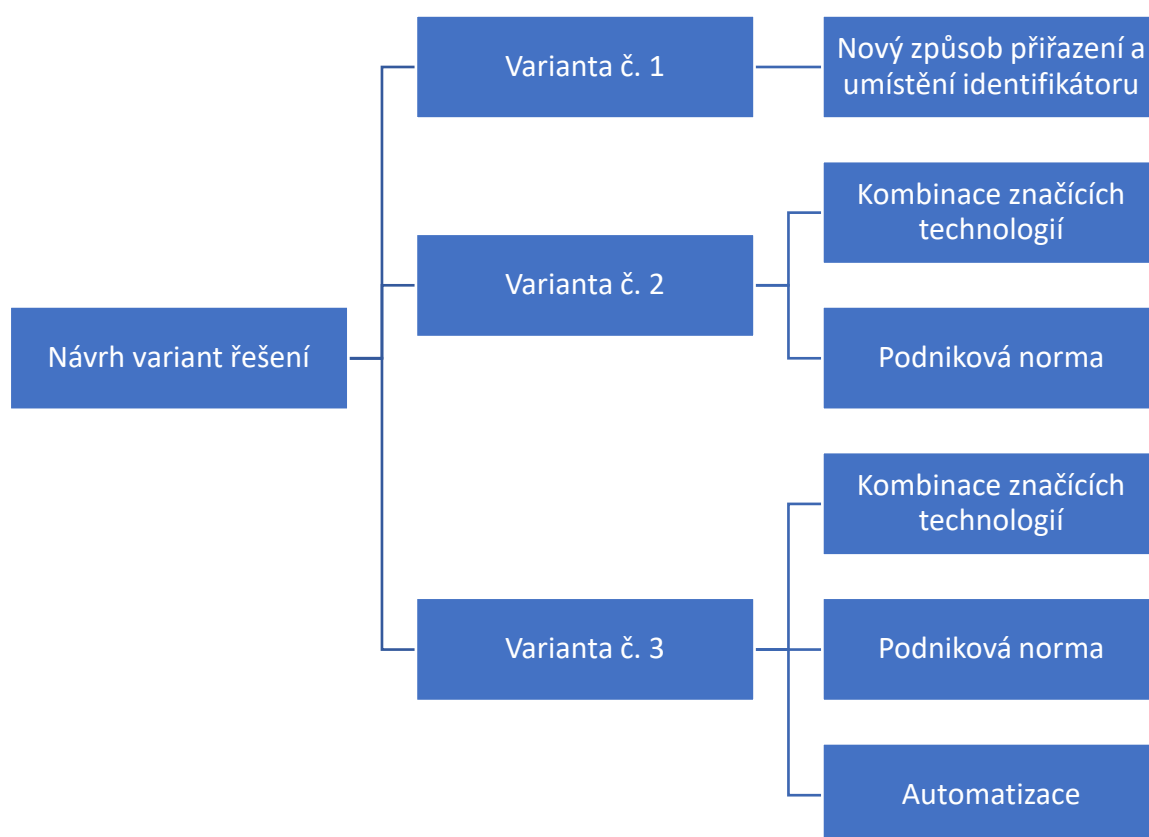
4.5 Závěr analýzy

V podkapitolách s čísly 4.2 až 4.4 byl analyzován současný stav značení dílců v hale 7 ve společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. Text byl formulován na základě informací zjištěných při analýze a během konzultace s technologem, mistry a pracovníky haly 7. Je zde obsažen stručný popis výrobního procesu a způsob značení dílů v hale 7. Dále jsou definovány problémy související se současným způsobem označování dílců a navazuje stanovení požadavků výroby na značení dílů.

Závěrem lze shrnout, že nejvýznamnějším pracovištěm z pohledu objemu označovaných dílců a závažnosti vznikajících problémů je pracoviště 2D laserového řezacího stroje. To jsou podněty pro to, aby byla navržena změna či opatření vedoucí ke zlepšení stávajícího systému značení dílců.

5 Návrh variant řešení

V následující kapitole jsou popsány návrhy nové značky a návrhy variant značení dílců. Jak plyne z analýzy současného stavu značení dílců, nejvýznamnější problémy vznikají během označování dílců na pracovišti 2D laserového řezacího stroje. Proto jsou následující návrhy variant zaměřeny především na toto pracoviště. Úvodem je vhodné zmínit, že firma plánuje přestavbu analyzované haly 7 za účelem automatizace výroby. Automatizace bude zaměřena mimo jiné na manipulaci a skladování plechových tabulí vstupujících jako polotovary do řezacích strojů.



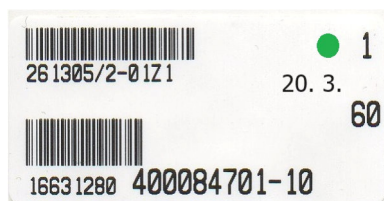
Obrázek 48: Přehled variant řešení

Podkapitoly obsahují bližší popis jednotlivých variant řešení. Rámcový přehled těchto variant je uveden na obrázku výše. Varianty s čísly 1 až 3 obsahují nové návrhy na zlepšení značení dílců. První varianta přináší návrh jiného způsobu informování obsluhy o umístění samolepicího štítku. Druhou variantu lze stručně definovat dvěma změnami, kterými je kombinace několika značících technologií a vznik podnikové normy. Se stejnými změnami je pracováno i ve variantě č. 3, kdy je pracoviště navíc upraveno za účelem automatizace.

Kromě nových návrhů variant řešení je v jedné z podkapitol s názvem Varianta č. 0 popsána neúspěšná změna systému značení dílců. Tato varianta byla zjištěna během analýzy současného stavu ve výrobním podniku.

5.1 Návrh identifikačního štítku

V souvislosti s následujícími návrhy variant systému značení jsou navrženy dvě nové varianty vzhledu identifikačního štítku. První návrh je znázorněn na následujícím obrázku (obrázek 49).



Obrázek 49: První návrh identifikačního štítku

Jak je patrné, návrh je modifikací současné podoby štítku (obr. 39). Rozměry štítku a rozložení jednotlivých údajů zůstává nezměněno. Vůči původnímu vzhledu je štítek označen barevnou tečkou (barva je pro jednotlivé díly různá), která je umístěna v pravém horním rohu nalevo od čísla dílu (číslo 1). Barevné označení je důležité z hlediska následujících návrhů variant. Pod barevnou tečkou je vyznačeno datum, kdy by měl být díl vyroben. Toto datum je zapisováno pro zakázkově vyráběné díly. Jak význam data, tak čísla dílu je vysvětlen v kapitole 4.2.1. Štítek je vytištěn technologií inkoustového tisku, důvodem použití této technologie je barevný tisk.



Obrázek 50: Druhý návrh identifikačního štítku [92]

Obrázek 50 obsahuje druhý návrh identifikačního štítku. Tento štítek se vůči štítku původnímu i vůči předchozímu liší rozměry, které jsou větší, jak může být patrné z obrázků. I rozložení údajů je jiné. Ve druhém návrhu jsou namísto čárových kódů použity QR kódy, které jsou nezvykle doplněny číselnou informací. U OR kódů zpravidla nenajdeme číselný kód, pro identifikaci ve výrobě je však přítomnost této podoby kódu žádoucí. Důvodem je možnost

identifikace dílu bez čtečky. V horní části štítku je barevně vyobrazeno logo společnosti a napravo je vyznačena barevná tečka (barva je pro jednotlivé díly různá). Nalevo od tečky je zapsáno datum výroby dílu dle výrobního plánu. Pod tečkou je uvedeno číslo dílu. Pro tisk štítku je využita technologie inkoustového tisku, důvodem je opět barevný tisk.

Použití OR kódu je zvoleno z několika důvodů. OR kód umožňuje jeho čtení i v případě částečného poškození, navíc dokáže zapsat větší počet dat na malou plochu. Kladem je také nepotřebné připojení na vnitřní síť, ze které by byly získávány další informace. [83]

Ve výrobě bude použit jeden z navržených štítků. Hodnocení a výběr nejvhodnějšího štítku je obsažen v šesté kapitole. Oba návrhy jsou zaměřeny na vzhled samolepicích štítků, při jiném způsobu značení může být jejich vzhled modifikován. Případné změny podoby štítku budou popsány pro příslušné varianty.

5.2 Varianta č. 0

V rámci návrhu systému značení dílců v hale 7 je důležité zmínit dříve realizovanou snahu o zlepšení značení dílců. Následující řádky jsou věnovány popisu v minulosti provedené, ale finálně neuskutečněné změně metody značení prováděné na pracovišti 2D laserového řezacího stroje.

Změna metody spočívala v odlišném způsobu informování obsluhy laseru o číslech dílců odpovídajících číslům samolepicích štítků. Namísto čísel v papírovém schématu řezného plánu byla čísla dílů shora promítána přímo na vyřezané dílce. Zaměstnanec pak mohl umístit identifikační štítky na příslušné díly, aniž by musel číst čísla ze schématu.

Metoda byla dobrým pokusem o zlepšení způsobu značení, nevyhnula se však problémům, které tvořily překážku pro její trvalé zavedení. Jak bylo zjištěno rozhovorem s obsluhou laserového pracoviště, hlavním nedostatkem bylo neflexibilní promítání čísel. Čísla byla promítána vždy do stejné oblasti roštu, a pokud tabule s dílci nebyla vhodně umístěna, neoznačovala promítaná čísla správné díly. Dalším problémem byla nečitelnost promítaných čísel. Z těchto důvodů nebyla nová metoda trvale zavedena do výroby. Pro doplnění, tabule plechu není na rošt stroje nikdy umístěna do stejné polohy jako ostatní tabule, to je dáno způsobem manipulace.

5.3 Varianta č. 1

Vyřezávání dílců probíhá na laserových strojích značky TRUMPF. Tato společnost nabízí doplňkovou výbavu řezacích strojů s názvem Sorting Guide (Průvodce tříděním), která by mohla zlepšit současný stav značení dílců.

Sorting Guide je na webových stránkách společnosti TRUMPF popsán jako kamerový asistenční systém podporovaný umělou inteligencí, který pomáhá pracovníkům během vyjímání a třídění dílů. Systém zahrnuje kameru, monitor a software umožňující rozpoznávání obrazu. Na monitoru je znázorněna plechová tabule, kde jsou barevně označeny díly. Dílce, které spolu souvisí, jsou na monitoru identifikovány stejnou barvou. Při sejmutí prvního dílce je pomocí kamery zjištěno, jaký díl byl odebrán. Pak jsou na obrazovce barevně vyznačeny pouze díly patřící k sejmutému dílu. Takovým způsobem pomáhá systém Sorting Guide operátorovi s rozpoznáváním a tříděním dílců. Použití popsaného systému lze vidět na obrázku 51. [84]



Obrázek 51: Použití systému Sorting Guide [84]

Řešení varianty č. 1 nespočívá přímo ve změně systému značení dílců, ale ve změně způsobu informování obsluhy řezacího stroje o umístění samolepicího štítku. Technologie značení dílců zůstává nezměněna. Informace o poloze štítku je zaměstnanci předávána prostřednictvím obrazovky, kde jsou díly identifikovány jak barevně, tak číselně.

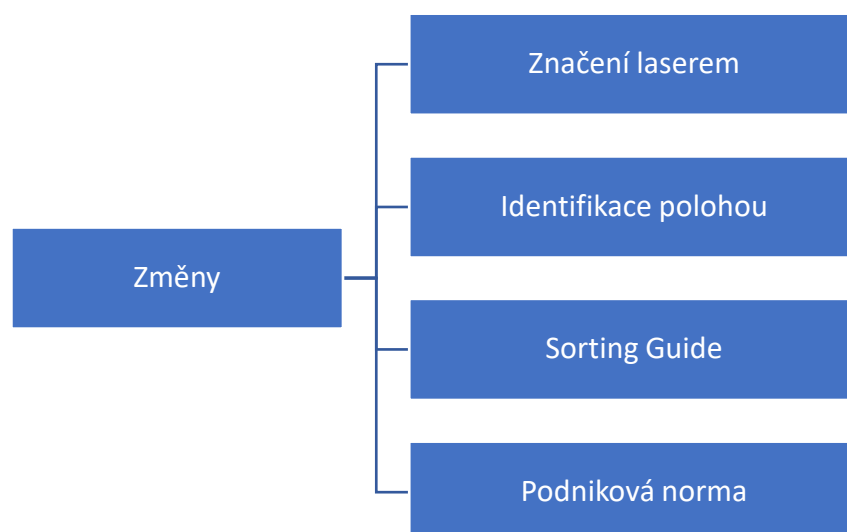
V dalším odstavci je vysvětlena navržená změna ve výrobním procesu. Značení dílců je stále prováděno ručním nalepováním samolepicích štítků na pracovišti 2D laserového řezacího stroje. Označování dílců je pracovní náplní obsluhy laserového stroje, která rovněž zabezpečuje ovládání zařízení, manipulaci s polotovary i s hotovými výrobky. Po vyřezání dílců

je rošt stroje dopraven mimo pracovní oblast řezací hlavy. Na opláštění stroje je umístěna obrazovka a kamera příslušící zmiňovanému systému Sorting Guide, jak ilustruje obrázek 49. Obrazovka se nachází na jednom z okrajů pláště stroje tak, aby bylo zamezeno jejímu poškození při manipulaci s plechovými tabulemi či s výrobky, které jsou přepravovány pomocí manipulátoru s vakuovými přísavkami zavěšeného na háku portálového jeřábu. Pracovník má k dispozici vytištěné identifikační štítky, ty ke každému řeznému plánu exportují programátoři. Štítky jsou vytvářeny za pomoci technologie inkoustového tisku, jak je uvedeno v podkapitole 5.1. Pro značení může být využit štítek vytvořený podle obou návrhů. Nejvhodnější štítek je ohodnocen a zvolen v šesté kapitole.

Na rozdíl od současného stavu není v návrhu první varianty ke štítkům přiloženo schéma řezného plánu s čísly odpovídajícím číslům v pravých horních rozích štítků. Přesto se v pravém horním rohu každého štítku nachází číslo a barevná tečka. Dle tohoto čísla či tečky přiřazuje zaměstnanec štítek příslušnému dílci. Informace o poloze dílu ve vyřezané plechové tabuli je pracovníkovi poskytnuta prostřednictvím obrazovky. Po označení komponent obsluha díly přemístí na mezioperační plochy. Přitom může dále využívat systém Sorting Guide, který usnadní třídění dílců pomocí jejich barevné identifikace na monitoru.

5.4 Varianta č. 2

Ve druhé variantě je uvažována kombinace čtyř změn současného systému značení. Tyto změny jsou obsahem následujícího obrázku.



Obrázek 52: Změny navržené ve variantě č. 2

První navrženou změnou je použití technologie automatické značení laserem. Současný způsob výroby dílců nabízí metodu gravírování laserem. Laserem lze značit komponenty, u nichž nebude v navazujících výrobních operacích nutná změna označení. Vygravírovaný popis se může nacházet na nepohledových plochách dílů či na plochách, které nebudou po zkompletování vrat viditelné. Jak je patrné z předešlého textu, laserové značení není vhodné pro všechny vyráběné díly, proto je tato metoda doplněna současně používanou technologií značení samolepicími štítky. Vzhled laserem vyhotoveného popisu je podobný s návrhy identifikačního štítku s tím rozdílem, že se v popisu nenacházejí barevné značky. Logo společnosti je vyznačeno jednobarevně.

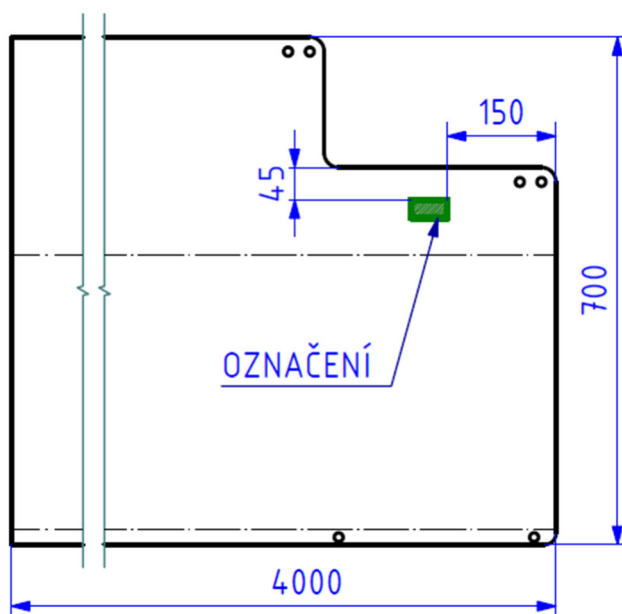
Dalším návrhem změny je identifikace polohou. Dílce je možné rozlišovat podle toho, kde se nacházejí. Identifikace je provedena pomocí označení palety (prvku), v níž je díl mezi operacemi uložen. Toto označení je realizováno umístěním štítku či papíru s identifikačními údaji na místo k tomu určenému. Identifikace polohou je určena pro dílce s maximálními rozměry omezenými velikostí palety, do které jsou ukládány. Dalším kritériem pro identifikaci polohou je množství vyráběných dílců, toto množství je určeno zejména na základě kapacity palety.

V neposlední řadě je navrženo již popisované použití systému Sorting Guide. Systém dává obsluze stroje informaci, který díl je nutné ručně označit samolepicím štítkem a na jaké místo mají být jednotlivé dílce umístěny za účelem identifikace polohou. Vzhledem k použití systému Sorting Guide jsou k identifikaci zvoleny štítky dle návrhu v kapitole 5.1. Tyto štítky jsou barevně označeny, což napomáhá k jejich správnému přiřazení. Pro značení bude finálně zvolen jeden z navržených štítků.

Pro navržený systém značení dílců je nutné vytvořit podnikovou normu (předpis), která předepisuje způsob a polohu značení. V normě je předepsána klasifikace technologií značení dílců na základě požadavků na jejich značení. Díky této klasifikaci je možné každému dílu přiřadit vhodnou technologii značení. K laserovému značení se vztahuje předpis polohy značky na každém dílci. Poloha označení je definována proto, aby nedošlo k jeho poškození během dalších výrobních operací.

Další odstavce obsahují širší popis navrhovaných změn ve výrobním procesu. Ve variantě č. 2 probíhá značení dílců na pracovišti 2D laserového řezacího stroje. Polotovary ve formě plechových tabulí do stroje zakládá obsluha pracoviště za pomoci již zmiňovaného manipulátoru s přísavkami zavěšeného na háku jeřábu. Po spuštění řezného programu jsou

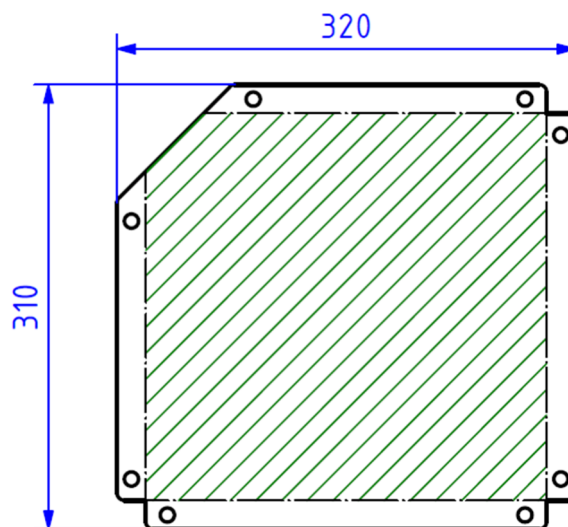
z plechové tabule vyřezány jednotlivé díly. Ty díly, u nichž to norma dovolí, jsou označeny již v pracovní oblasti řezací hlavy technologií laserového gravírování. Popis dílů je realizován řezací hlavou. Příklady takto značených dílů mohou představovat komponenty zárubní, jejichž pohledová strana se nachází na spodní straně dílu. Označení je dle normy umístěno blíže okraji dílu tak, aby nezasahovalo do plochy budoucího ohybu. Navíc se identifikátor nachází na té straně dílu, která se bude po kompletaci zárubně nacházet v místě, kam bude při finální montáži umísťován závěs vrat. To znamená, že toto označení zárubně bude dobře viditelné a snadno vyhledatelné pro montéry i pro baliče vrat. Výše popsaná poloha značky na dílcí je znázorněna na obrázku 53. Výkres na obrázku je zjednodušen pro potřebu této práce. Čerchované čáry představují budoucí ohyby, díl je zobrazen v rozvinu.



Obrázek 53: Příklad umístění označení na zárubni

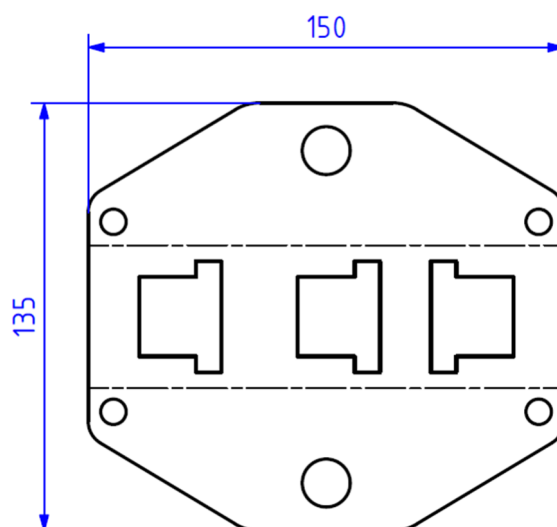
Po vyřezání a laserovém označení některých dílců je rošt stroje s dílcí dopraven mimo pracovní oblast řezací hlavy, stejně jako při současném způsobu značení. Na opláštění stroje je umístěna kamera a monitor systému Sorting Guide v takové poloze, která byla popsána pro předešlou variantu. Systém dává obsluze laseru informaci o způsobu identifikace neoznačených dílů. Pracovník má k dispozici vytištěné samolepicí štítky označené číslem a barevnou tečkou v pravém horním rohu, toto číslo i barva odpovídá údajům na obrazovce a podle nich je přiřazen štítek k příslušnému dílu. Značení samolepicím štítkem může být vhodné např. pro boční kryt koryta závěsu vrat. Jde o malý díl s pohledovou stranou na horní ploše, proto je žádoucí značku v dalších výrobních operacích přemístit. Ukázka tohoto dílu je

znázorněna na obrázku 54. Oblast zvýrazněná zeleným šrafováním je vhodná pro umístění identifikačního štítku.



Obrázek 54: Boční kryt koryta závěsu

Komponenty, které mají být na základě normy identifikovány polohou, jsou dle informací systému Sorting Guide pracovníkem rozříděny do označených palet. Palety jsou označeny prostřednictvím přiloženého štítku či papíru, na kterém jsou vytištěny identifikační údaje. Tento papír je vložen na vyhrazené místo na paletě. Značení palet provádí také obsluha laserového pracoviště, štítky pro identifikaci jí poskytne mistr. Díly vhodné pro identifikaci polohou jsou např. zavěšení pružin (obrázek 55). Tyto komponenty nejsou rozměrné v porovnání s ostatními a jsou produkovány do skladových zásob.

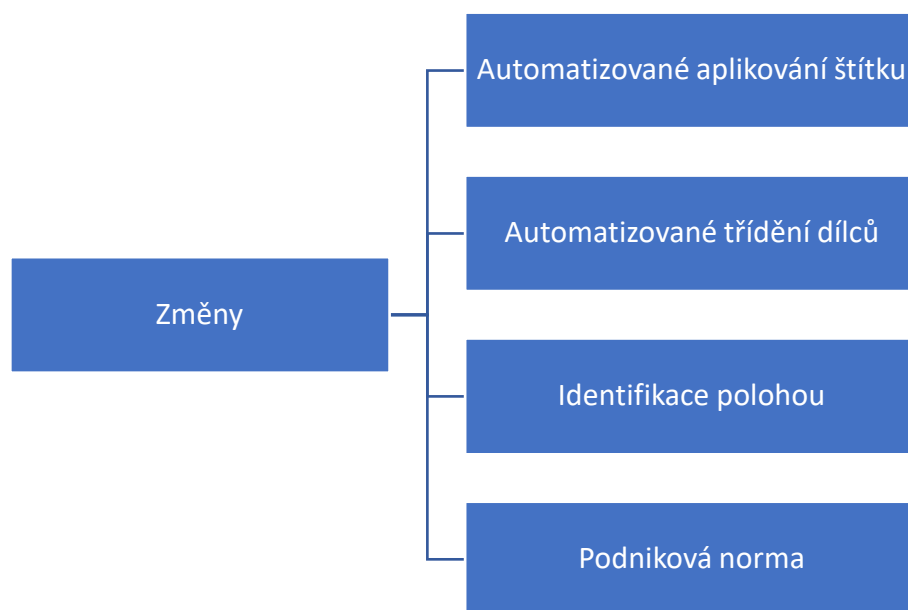


Obrázek 55: Zavěšení pružin

Pracovní náplní obsluhy řezacího stroje je mimo značení dílců také jejich třídění a manipulace na mezioperační plochy. S tříděním zaměstnanci pomáhá systém Sorting Guide. Komponenty jsou přepravovány buď prostřednictvím manipulátoru s přísavkami, nebo ručně.

5.5 Varianta č. 3

Stejně jako v předchozí variantě, jsou i ve třetí variantě navrženy celkem čtyři změny v současném způsobu značení dílců. Přehled těchto změn je znázorněn na obrázku.



Obrázek 56: Změny navržené ve variantě č. 3

Řešení třetí varianty je určeno pro plánovanou automatizaci pracoviště laserového řezacího stroje. Vzhledem k tomu je navrženo aplikování identifikačních štítků na dílce pomocí robotického aplikátoru. Štítky jsou tištěny termotransferovým tiskem na samolepicí fólii a aplikátor je odebírá přímo z tiskárny. Tímto způsobem je označována většina komponent. Vzhled štítků vychází z návrhů v podkapitole 5.1. Technologie tisku je jiná, proto nejsou štítky barevně označeny, pro stávající návrh to není nutné.

Po označení dílů je s nimi manipulováno pomocí portálového robotu osazeného vyměnitelnými vakuovými upínači. Ty jsou na robot upínány podle velikosti a hmotnosti manipulovaného břemene. Popsaný způsob manipulace zajišťuje třídění označených i neoznačených komponent.

Dílce, které nejsou značeny štítky, jsou identifikovány polohou. Tato identifikace se týká dílů omezených rozměry a vyráběným množstvím. Maximální rozměry těchto komponent

limituje velikost palety či bedny, do které jsou díly umísťovány. Co se týká vyráběného množství, je identifikace polohou vhodná pro určitý počet vyráběných dílů, tento počet je stanoven dle kapacity palety. Velikost palet určených k identifikaci polohou je pro všechny takto označované dílce různá v závislosti na rozměrech komponent a je označena samolepicím štítkem z boční strany. Na horní straně palety se nachází identifikátor, který rozpozná kamera integrovaná do pracoviště robotického manipulátoru. Díky tomuto identifikátoru je systému poskytnuta informace o budoucím umístění dílu.

Podobně jako v předešlé variantě je v této variantě navrhováno vytvoření podnikové normy (předpisu). Dle normy jsou klasifikovány díly a je jim přiřazen vhodný způsob značení. Dále jsou předepsány požadavky na polohu značky na dílci. Umístění značky je stanoveno tak, aby bylo eliminováno její poškození při dalších výrobních operacích, jako je např. ohýbání. Norma je důležitým předpisem pro konstruktéry a programátory.

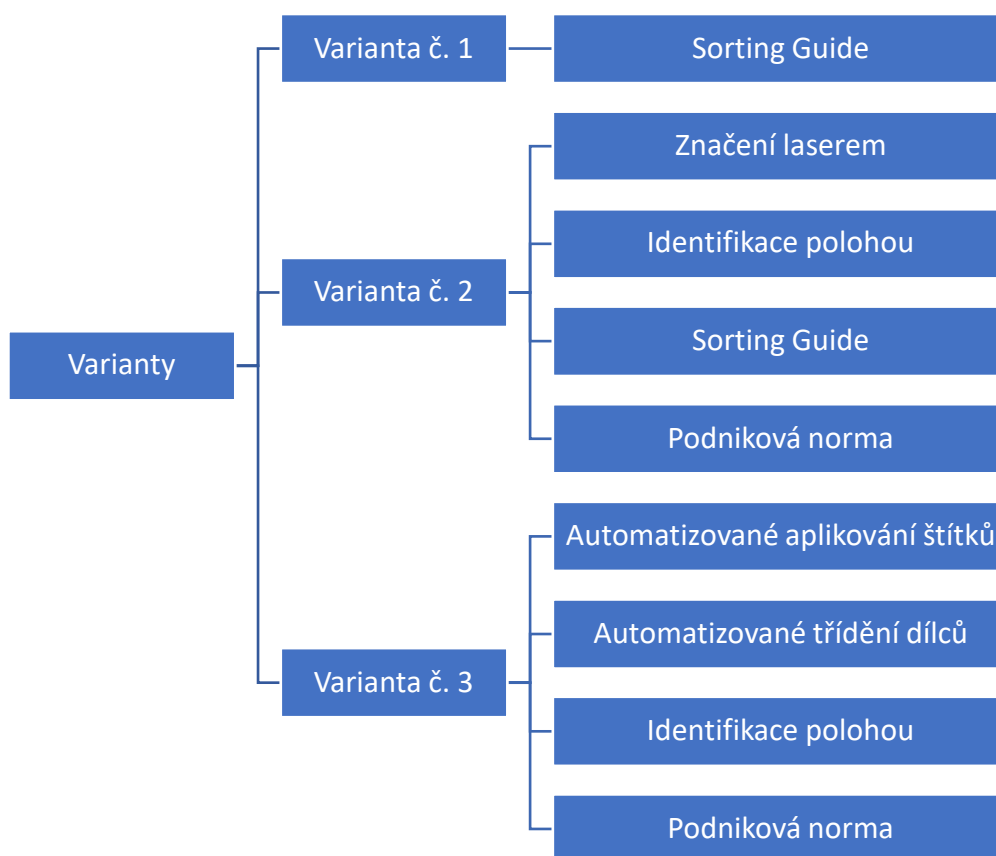
Pro vysvětlení budou navržené změny konkrétně popsány ve výrobním procesu. Identifikace dílců probíhá na pracovišti robotického aplikátoru štítků a na pracovišti portálového robotu. Polotovary plechových tabulí jsou uskladněny ve skladovacích věžích, z nichž jsou automatizovaně přepraveny na prázdný rošt řezacího stroje. Ve stroji probíhá vyřezávání komponent. Po vyřezání je rošt s dílci dopraven mimo pracovní oblast laserové hlavy do prostoru, kde se nachází rameno robotického aplikátoru etiket umístěné na lineárním pojezdu. Aplikátor odebírá samolepicí štítky potištěné termotransferovým tiskem přímo z tiskárny, která je umístěna v jeho dosahu, a aplikuje je na díly. Informace o poloze štítku je do systému zadána spolu s řezným plánem a umístění štítku na dílci je definováno v normě. V pracovní oblasti aplikátoru se navíc nachází kamera, která rozpozná umístění dílců v plechové tabuli.

Po dokončení operace značení dílců samolepicími štítky je prováděno jak třídění komponent, tak jejich identifikace polohou. Třídění i identifikace polohou je automatizována prostřednictvím portálového robotu, na nějž mohou být upevňovány vyměnitelné vakuové upínače, které se liší svou velikostí dle manipulovaných dílů. Pracoviště robotu je vybaveno kamerami, ty rozlišují jednak polohu dílů v plechové tabuli, jednak konkrétní palety pro identifikaci polohou. Jak bylo zmíněno, na horní straně této palety je vyznačen identifikátor. Jedná se o štítek popsáný QR kódem. Po přečtení kódu zjistí systém stroje budoucí umístění dílu, jenž je normou určen k identifikaci polohou. Pomocí kamery je také určována poloha ostatních tříděných dílů (díly označené štítky) v pracovním prostoru robotu. Komponenty jsou

robotem tříděny nejen do identifikovaných palet, ale i na EURO palety. Díly se vždy nacházejí v paletách nebo na nich a zaměstnanec s nimi manipuluje vysokozdvížným nebo nízkozdvížným paletovým vozíkem či ručně. Po odstranění dílů doplní zaměstnanec na pracoviště nové palety. Informace o tom, které identifikované palety mají být umístěny do pracovní oblasti robota, jsou pracovníkovi předány prostřednictvím obrazovky doplňující pracoviště. Laserový řezací stroj spolu s roboty a dalším zařízením ovládá seřizovač. S roztříděnými a identifikovanými dílci manipuluje další zaměstnanec.

5.6 Závěr návrhu variant řešení

Kapitola byla věnována návrhu nových variant řešení identifikování dílů. Ve druhé podkapitole je popsána nevhodná varianta. Další podkapitoly obsahují návrhy, které jsou shrnuty na obrázku 57.



Obrázek 57: Shrnutí variant řešení

V první variantě není změněna současná technologie značení dílců, je navržen jiný způsob informování obsluhy stroje o umístění samolepicího štítku na díl. K tomu je využit systém Sorting Guide dodávaný a vyráběný přímo výrobcem řezacího stroje.

Druhá varianta využívá možnosti laserového značení, které doplňuje stávající značení štítky a technologie identifikace polohou. Z důvodu poskytování dat o identifikaci a o třídění dílců je řezací stroj doplněn systémem Sorting Guide. Vzhledem k vícero použitým technologiím značení je předpokládáno vytvoření podnikové normy zabývající se značením dílců.

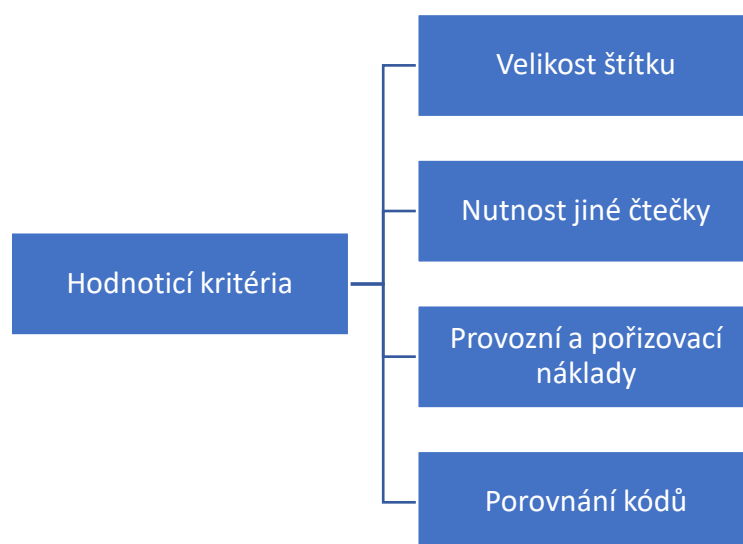
V poslední variantě je vyloučeno značení dílců prováděné člověkem. Identifikaci dílců zabezpečuje jak robotický aplikátor etiket, tak robotický manipulátor. Ten zajišťuje identifikování pomocí polohy, třídění a přemístění dílů z roštu stroje. Ani v této variantě nechybí návrh vzniku podnikové normy řešící značení dílů.

6 Zhodnocení variant

Šestá kapitola obsahuje zhodnocení návrhu variant řešení a zhodnocení návrhu identifikačního štítku. Návrhy štítku i variant řešení jsou posouzeny za pomoci bodovací metody vícekriteriálního hodnocení. Dle hodnocení je zvolena nejvhodnější varianta.

6.1 Zhodnocení návrhů identifikačního štítku

Pro správné posouzení návrhu variant řešení je nejprve vhodné ohodnotit a zvolit nový vzhled identifikačního štítku. Ohodnoceny jsou dva návrhy štítků popsané v kapitole 5.1. Identifikátory jsou klasifikovány dle kritérií zobrazených na následujícím obrázku. Kritéria byla zvolena na základě analýzy ve firmě.



Obrázek 58: Hodnoticí kritéria návrhu identifikačního štítku

Velikost štítku

Jak již bylo zmíněno, druhý navržený štítek dosahuje větších plošných rozměrů (lze vidět na obrázcích 49 a 50). Rozdíl ve velikosti obou štítků není významný. Přesto mohou být rozměry druhého navrženého štítku nevýhodou, a to v případě, kdy nemá plocha určená pro jeho umístění dostatečné rozměry.

Nutnost jiné čtečky

V současné době jsou v celé výrobě při identifikaci využívány k automatickému čtení čárové kódy. Druhý návrh štítku přináší změnu kódu do podoby QR kódu. Použití tohoto kódu by znamenalo výměnu čteček, se kterou budou spojeny náklady.

Provozní a pořizovací náklady

Technologie tisku obou navržených štítků je shodná, jde o inkoustový tisk. Z hlediska použité technologie výroby štítků jsou náklady na pořízení i provoz tiskárny shodné. V porovnání se současně používaným termotransferovým tiskem budou náklady na nově navrženou technologii tisku vyšší. K implementaci druhého návrhu štítků bude nutné pořídit nové čtečky. Navíc lze ve firmě předpokládat nutnost zásahu do současného softwarového systému, který souvisí se čtením kódů. To bude znamenat větší pořizovací náklady ve srovnání s prvním návrhem.

Porovnání kódů

QR kód použitý v druhém návrhu dokáže zapsat více dat. Umožňuje čtení i při částečně poškozeném kódu a není nutné, aby byla zajištěna komunikace kódu s interní sítí, ze které by zjišťoval další informace. Do čárového kódu lze vložit méně znaků (25 až 30). Jeho čtení je snadné a pořizovací náklady na čtečku jsou nízké. [83]

6.1.1 Hodnocení návrhů štítků

Oba návrhy jsou ohodnoceny bodovací metodou vícekriteriálního hodnocení. Každé kritérium je obodováno na škále od 1 do 5, přičemž číslo 1 znamená nejméně příznivé hodnocení a číslo 5 hodnocení nejpříznivější. Vyšší hodnota součtu přiřazeného bodového hodnocení znamená příznivěji hodnocený návrh.

Tabulka 16: Hodnocení návrhů štítků

Kritérium	První návrh	Druhý návrh
Velikost štítku	5	4
Nutnost jiné čtečky	5	3
Provozní a pořizovací náklady	4	3
Porovnání kódů	3	5
Součet	17	15

Návrhy vzhledu štítků jsou bodově ohodnoceny v tabulce 16. Dle výsledků je patrné, že vhodnější je první návrh. Tento návrh je pouze modifikací současného vzhledu štítku. Ve

třech ze čtyř kritérií bylo pro první návrh dosaženo vyššího bodového hodnocení. Hůře byl vybraný návrh klasifikován v případě porovnání kódů, kdy dosahuje QR kód v druhém návrhu lepších možností.

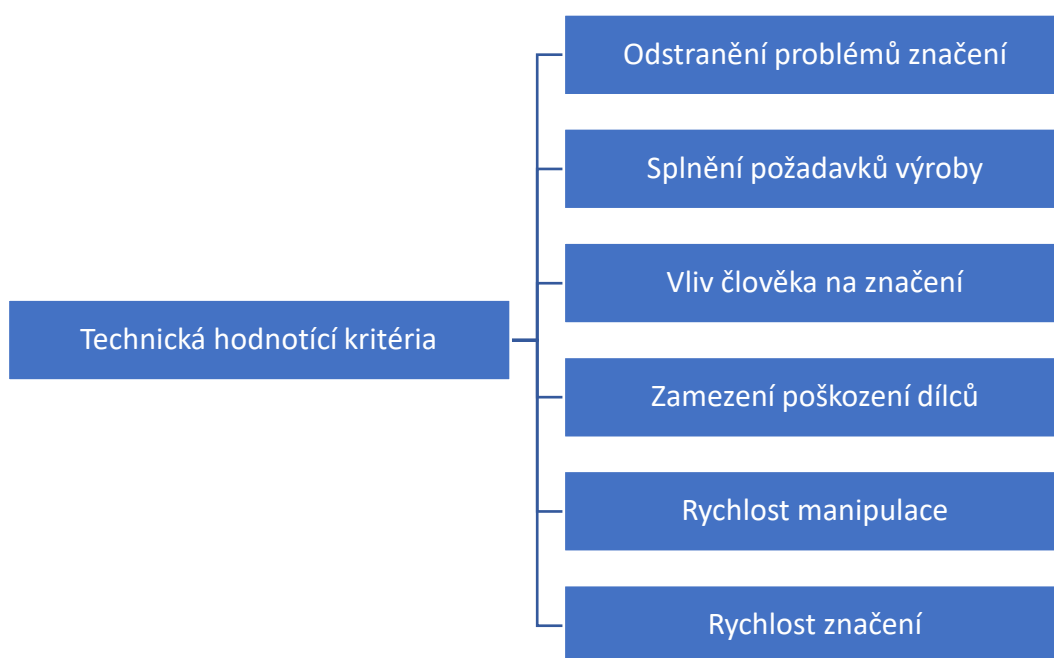
Vyjma vícekritériálního hodnocení lze výběr prvního návrhu podpořit faktem, že by zavedení druhého navrženého vzhledu představovalo celopodnikovou změnu identifikačních štítků. To by znamenalo již zmíněný zásah do současného softwarového systému ve firmě, nákup nových čteček a tiskáren. Značení dílů neprobíhá jen v hale 7, lokální změna podoby značení by byla nevhodná. Současné použití čárových kódů je pro výrobu dostačující.

6.2 Technické zhodnocení návrhu variant řešení

V další kapitole jsou technicky ohodnoceny vypracované návrhy variant systému značení dílců. Pro porovnání všech variant jsou vybrána kritéria. Každé kritérium je slovně i číselně zhodnoceno pro jednotlivé varianty. Na závěr kapitoly je vybrána nejvhodnější varianta.

6.2.1 Technická hodnotící kritéria

Zvolená kritéria vychází z analýzy současného stavu ve společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. Přehled kritérií je vypsán na obrázku 59.



Obrázek 59: Technická hodnotící kritéria návrhů variant

Odstranění problémů značení

Problémy současného způsobu značení jsou popsány v podkapitole 4.3, vypsány jsou na obrázku 43. Jde o nesprávné označení dílu, poškození štítku během ohýbání, nedostatečně kvalitní tisk. Hlavní problém případného nesprávného označení dílu eliminují všechny návrhy variant.

Návrh varianty č. 1 nevylučuje poškození štítku během ohýbání komponent, nedostatečně kvalitní tisk může být vyřešen novou technologií tisku samolepicích štítků. Řešení druhé varianty částečně zamezuje poškození štítku během ohýbání dílů, tomu napomáhá vytvoření podnikové normy. Problém nedostatečně kvalitního tisku má stejné řešení jako první varianta. Varianta č. 3 vylučuje problém poškození štítku při ohýbání dílců, štítky jsou umísťovány na normou předepsaná místa na dílech. Nedostatečná kvalita tisku není variantou vyloučena, nejde však o výrazný problém a lze ho odstranit správným nastavením tiskárny.

Splnění požadavků výroby

Požadavky výroby na technologii značení jsou stanoveny v podkapitole 4.4. Obrázek 47 obsahuje jejich přehled. Mezi požadavky patří bezchybnost přiřazení identifikátoru po vyřezání dílu, možnost změny označení dílu, možnost přemístění značky, neovlivnění povrchu dílu. Jedná se o obecné požadavky a splňují je všechny zpracované varianty. Návrh druhé varianty v některých případech (značení laserem) vylučuje možnost přemístění značky a neovlivnění povrchu dílu. Nejedná se o nedodržení požadavků, některé díly mohou být popisovány trvale bez možnosti změny popisu a jejich povrch smí být ovlivněn. Značení takových dílů je specifikováno podnikovou normou.

Vliv člověka na značení

Na současný způsob značení a na problémy s ním spojené má výrazný vliv lidský faktor. Proto je nezbytné posuzovat, jaký vliv může člověk mít na značení dílců v jednotlivých variantách. V první navržené variantě provádí značení dílců výhradně člověk, kdy ručně nalepuje identifikační štítky na díly. Jeho vliv na identifikaci dílů je obdobný jako současný způsob označování.

Pro případ varianty č. 2 částečně nahrazuje člověka při značení stroj, a to v případě, kdy je značka vyhotovována laserem. Přesto některé díly stále označuje přímo člověk samolepicími štítky, stará se také o jejich třídění za účelem identifikace polohou.

Ve třetí variantě je předpokládáno, že člověk fyzicky neovlivní operaci značení ani třídění dílců. Jak značení (aplikace samolepicích štítků), tak třídění dílců je automatizováno. Tak může být vyloučena lidská chyba. Člověk má za úkol obsluhu laserového řezacího stroje a manipulaci s roztříděnými díly.

Zamezení poškození dílců

Kritérium nazvané zamezení poškození dílců souvisí se způsobem manipulace s vyřezanými díly. V prvních dvou variantách je s díly manipulováno ručně či pomocí portálového jeřábu s vakuovým manipulátorem. Ruční manipulace s komponenty představuje nebezpečí poškrábání dílů, kdy jsou dílce posouvány po roštu řezacího stroje. Poškození dílů hrozí i během jejich umísťování na mezioperační skladovací plochy. Přítomnost hlubokých škrábanců na pohledové straně dílce je důvodem k jeho vyřazení z výroby.

Ve třetí variantě je s hotovými díly manipulováno prostřednictvím portálového robota s vakuovými upínači. Díly jsou robotem snímány kolmo k roštu, díky tomu může být zamezeno jejich poškození.

Rychlost manipulace

Kritérium rychlost manipulace je posouzeno jak pro přemísťování polotovarů (plechových tabulí), tak pro manipulaci s dílci. V první i v druhé variantě je způsob práce s díly i s tabulemi shodný se současným stavem. Tabule jsou do stroje nakládány pomocí manipulátoru s vakuovými přísavkami. Manipulátor je zavěšen na háku portálového jeřábu. Manipulační zařízení ovládá obsluha řezacího stroje. Hotové díly jsou přemísťovány buď zmíněným manipulátorem, nebo ručně. Rychlost manipulace je dána rychlostí práce zaměstnance.

Ve třetí variantě je navrženo automatizované zakládání polotovarů do stroje a automatizované vykládání i třídění dílců. To znamená, že rychlost manipulace je závislá na rychlosti manipulačních zařízení, jako jsou dopravníky a portálový robot. Identifikované a roztříděné díly transportuje na mezioperační plochy obsluha pracoviště, kdy využívá

nízkozdvižný a paletový vozík, některé díly přemísťuje ručně. Díky automatizaci pracoviště lze ve variantě č. 3 předpokládat vyšší rychlost manipulace.

Rychlost značení

Rychlost značení je možné hodnotit obdobně jako rychlost manipulace. První varianta používá stejnou technologii značení jako současná metoda, tj. technologii značení štítky. Štítky na díly aplikuje ručně člověk. Rychlost značení se odvíjí od schopností obsluhy pracoviště.

Ve variantě č. 2 jsou kombinovány tři způsoby identifikace dílců. Zaprvé jsou díly značeny přímo v laserovém stroji, to má za následek prodloužení doby pracovního cyklu stroje. Některé z dílců označuje zaměstnanec ručně samolepicími štítky a některé identifikuje polohou.

V posledním návrhu je značení dílů automatizováno. Samolepicí štítky aplikuje na díly robotické rameno, identifikace polohou je prováděna za pomoci portálového robotu. Vzhledem ke způsobu značení lze ve variantě č. 3 předpokládat nejvyšší rychlost značení.

6.2.2 Závěr technického hodnocení návrhů variant řešení

V předešlých odstavcích jsou všechna vybraná kritéria slovně popsána a ohodnocena. Nejvhodnější varianta je zvolena na základě bodovací metody. Každý návrh je pro jednotlivá kritéria ohodnocen body v intervalu od 1 do 10. Jeden bod odpovídá nejméně příznivému hodnocení kritéria, 10 bodů nejlepšímu hodnocení. Bodové hodnocení návrhů variant řešení je obsahem následující tabulky.

Tabulka 17: Technické hodnocení variant řešení

Kritérium	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Odstranění problémů značení	7	8	9
Splnění požadavků výroby	10	10	10
Vliv člověka na značení	4	7	10
Zamezení poškození dílců	5	5	10
Rychlost manipulace	5	5	10
Rychlost značení	6	7	8
Součet	37	42	57

Jak lze vidět v tabulce 17, je dle technického hodnocení nejvhodnějším návrhem varianta č. 3. Jedná se o variantu, kdy je, mimo jiné, navržena automatizace procesu vyřezávání dílců. To má za následek odstranění vlivu člověka a zvýšení rychlosti značení i manipulace v porovnání s ostatními návrhy. Eliminace lidského faktoru lze považovat za největší přínos návrhu, protože člověk je nejčastějším zdrojem problémů. Dalším důležitým přínosem je odstranění nejvýznamnějších problémů současné metody značení.

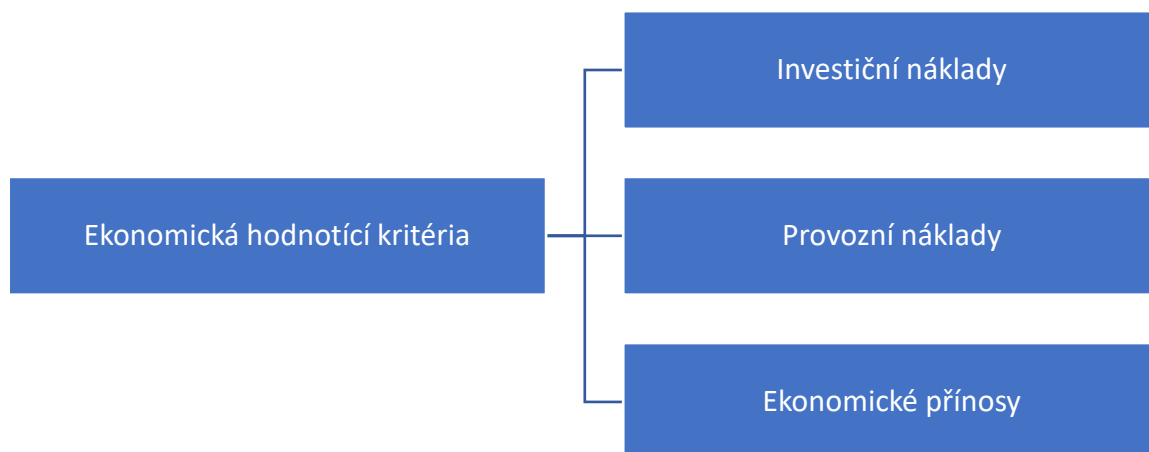
Bodové ohodnocení první a druhé varianty se od sebe liší o pět bodů, přičemž druhá varianta dosahuje lepšího hodnocení. To je dáno tím, že jsou ve druhém návrhu lépe odstraněny problémy současného systému značení dílců. Je do větší míry odstraněn vliv člověka na značení a rychlost značení je vyšší.

6.3 Ekonomické zhodnocení návrhů variant řešení

Následující podkapitola obsahuje ekonomické zhodnocení návrhů variant řešení. Ke zhodnocení návrhů jsou zvolena kritéria. Ta jsou pro každou variantu slovně i číselně ohodnocena.

6.3.1 Ekonomická hodnotící kritéria

Výběr kritérií se zakládá na analýze současného stavu ve výrobním podniku. Zvolená kritéria jsou vypsána na obrázku 60.



Obrázek 60: Ekonomická hodnotící kritéria návrhů variant řešení

Investiční náklady

Pro porovnání návrhů je vhodné zhodnotit, jaké investiční náklady budou spojené s každou variantou řešení. Díly jsou ve všech třech variantách vyřezávány na laserových strojích, náklady na jejich pořízení jsou proto pro návrhy stejné.

První varianta pracuje s implementací systému Sorting Guide a s novou technologií tisku štítků. Pořizovací náklady varianty č. 1 jsou spojeny s nákupem inkoustové tiskárny štítků a s pořízením systému Sorting Guide.

Ve variantě č. 2 je navržen nejen systém Sorting Guide a nová technologie tisku štítků, ale i laserové značení, identifikace polohou a vznik podnikové normy. Lze předpokládat, že podnikovou normu vypracují zaměstnanci firmy, náklady na její vytvoření budou pak zahrnuty do jejich mezd. Investice opět souvisí s nákupem zmiňovaného systému a inkoustové tiskárny štítků, dále pak s pořízením skladovacích prvků potřebných k identifikaci polohou. Náklady na laserové značení je možné zohlednit v provozních nákladech, protože laserové značení probíhá na řezacím stroji.

Poslední (třetí) varianta obsahuje návrh vytvoření podnikové normy, potom návrh na automatizaci značení, manipulaci i třídění komponent. Pro takový návrh je nutné investovat do nákupu robotického ramene osazeného aplikátorem samolepicích štítků a do nákupu portálového robota určeného k manipulaci a k třídění dílů. Zakládání plechových tabulí do stroje je rovněž zautomatizováno, do řezacího stroje jsou dopravovány ze skladovacích věží. Investice do skladovacích věží je náklad spojený s třetím návrhem. Tento návrh zahrnuje také pořízení skladovacích prvků určených k identifikaci polohou.

Dle výše popsaného lze zhodnotit, že nejvyšší investiční náklady přináší třetí varianta. Nejnižší náklady na pořízení je možné očekávat od varianty č. 1.

Investiční náklady spojené se všemi variantami jsou zapsány v tabulce 18 na straně 106.

Provozní náklady

Vedle hodnocení investičních nákladů není opomenuto zhodnocení provozních nákladů. Způsob výroby dílců je ve všech třech variantách shodný, díly jsou vyřezávány na laserovém řezacím stroji. Náklady na provoz a údržbu laserového stroje jsou pro varianty shodné.

První varianta obsahuje návrh na změnu technologie tisku štítků na inkoustový tisk. Provozování této technologie obnáší nutnost spotřebního materiálu a nutnost pravidelné údržby tiskárny. S tím jsou spojeny provozní náklady. Tytéž náklady jsou zahrnuty i v druhém návrhu, pro který lze navíc předpokládat vyšší provozní náklady laseru. Důvodem je laserové značení dílů, vzhledem k tomu jsou kladeny vyšší nároky na laserový stroj. To může vést jednak k navýšení spotřeby elektrické energie, jednak k častější údržbě stroje.

Se třetí variantou je spojeno provozování robotů a skladovacích věží. To znamená vyšší spotřebu el. energie a náklady na údržbu. Použití skladovací věže má však za následek zmenšení skladovacích ploch, to může kladně ovlivnit náklady na skladování. K tisku štítků je používána termotransferová tiskárna, její provozní náklady jsou nižší než náklady na provoz inkoustové tiskárny.

Popsané provozní náklady jsou pro navržené varianty číselně vyjádřeny v tabulce 18.

Ekonomické přínosy

V souvislosti s odstraněním současných problémů značení a v souvislosti s některými dalšími technickými kritérii jako je zamezení poškození dílců, rychlost manipulace a rychlost značení lze hodnotit ekonomické přínosy jednotlivých variant.

Všechny navržené varianty odstraňují problémy současného způsobu značení, to by mělo mít za následek odstranění nákladů vyvolaných těmito problémy. Jde o eliminaci nákladů spojených s reklamací, se skladováním nedokončených vrat, s výrobou náhradních dílů atd. Tyto náklady jsou přiblíženy v podkapitole 4.3.

Pokud je ve variantě omezeno poškození dílců, lze vyloučit nutnost výroby náhradních dílů namísto dílů poškozených. To s sebou nese snížení nákladů, protože není nutné díly znovu vyrábět. Navíc to vylučuje navýšení výrobních i skladovacích nákladů. Poškozené (poškrábané) díly mohou být rozpoznány při montáži vrat ve firmě. Po rozpoznání těchto dílců musí být vrata umístěna na mezioperační plochu a čas na jejich výrobu se zvýší. Poškození dílců je nejlépe zamezeno ve variantě č. 3, proto je s touto variantou spojeno odstranění výše popsaných nákladů.

Ekonomické přínosy jednotlivých variant je možné posuzovat také na základě kritéria rychlosti manipulace a rychlosti značení. Obě kritéria mají vliv na výrobní čas. Dojde-li ke zkrácení výrobního času, může být zvýšen objem výroby. Následkem toho lze snížit počet výrobních zařízení. Tak mohou být sníženy pořizovací náklady. Ekonomické přínosy spojené se

zmíněnými kritérii lze nejlépe hodnotit pro variantu č. 3. Důvodem je nejlepší hodnocení obou kritérií pro tuto variantu.

Kromě popsaných technických kritérií hodnocení lze na ekonomické přínosy nahlížet také z pohledu ergonomie. Přináší-li nový návrh snížení fyzické zátěže pracovníka při manipulaci s dílci, je možné očekávat snížení rizika pracovního úrazu či nemoci z povolání. Navíc je možné přehodnotit kategorizaci práce. Na ergonomii všech variant lze nahlížet zejména z pohledu způsobu manipulace s díly. V první i ve druhé variantě je s hotovými díly manipulováno ručně. Výhodu přináší hlavně třetí návrh, kdy je s díly manipulováno výhradně strojně.

6.3.2 Závěr ekonomického hodnocení návrhů variant řešení

V odstavcích výše jsou vybraná kritéria slovně ohodnocena. Následující tabulka (tabulka 18) obsahuje číselný odhad prvních dvou kritérií, to jsou investiční náklady a provozní náklady. Mezi investičními náklady není zahrnut nákup laserových řezacích strojů. Hodnoty pro kritéria jsou odhadnuty, protože v současném stavu návrhů variant nelze přesně stanovit konkrétní hodnoty. Ekonomické přínosy nejsou v tabulce zahrnuty, neboť jsou obtížně odhadnutelné.

Tabulka 18: Číselný odhad nákladů (v tis. Kč) a doby návratnosti

Kritérium	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Investiční náklady	200	350	30 000
Provozní náklady (roční)	500	650	800

Z tabulky je patrné, že nejnižší investiční i provozní náklady jsou spojeny s variantou č. 1. Nejvyšší náklady lze sledovat u varianty č. 3.

Dle číselného hodnocení v tabulce 19 je každá varianta pro jednotlivá kritéria ohodnocena body v intervalu od 1 do 10. Jeden bod odpovídá nejméně příznivému hodnocení kritéria, 10 bodů nejlepšímu hodnocení. Bodové hodnocení návrhů variant řešení se nachází v následující tabulce.

Tabulka 19: Ekonomické hodnocení variant řešení

Kritérium	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Investiční náklady	10	9	1
Provozní náklady	9	8	7
Ekonomické přínosy	5	6	9
Součet	24	23	17

Z bodového hodnocení variant v tabulce 19 plyne, že dle ekonomického hodnocení je nejvýhodnější varianta č. 1. Ekonomicky nejnáročnější je varianta označená číslem 3. S první variantou jsou spojeny nejnižší náklady na pořízení i na provoz. Proto lze tuto variantu hodnotit vyšším počtem bodů. Na druhou stranu přináší první varianta nejméně ekonomických přínosů v porovnání s třetí variantou. Z tohoto důvodu je toto kritérium v první variantě ohodnoceno nejmenším počtem bodů. Pro případ varianty č. 3 je zmíněné kritérium zhodnoceno nejlépe.

6.4 Závěr zhodnocení variant

V předešlých kapitolách jsou ohodnoceny jednotlivé návrhy variant, a to jak technicky, tak ekonomicky. Na základě technického hodnocení byla nejpříznivěji ohodnocena varianta č. 3 a nejhůře varianta č. 1. Při ekonomickém hodnocení byly zjištěny opačné výsledky, první varianta získala nejlepší hodnocení. Varianta č. 2 se v hodnocení vždy nachází na druhé pozici s menším bodovým rozstupem vůči první variantě.

Tabulka 20: Technicko-ekonomické hodnocení variant řešení

Hodnocení	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Technické (součet)	37	42	57
Ekonomické (součet)	24	23	17
Součet	61	65	74

V tabulce 20 jsou sečteny sumy bodů získaných během technického i ekonomického zhodnocení variant. Pro obě hodnocení byla použita bodovací metoda vícekriteriálního hodnocení. Z tabulky je patrné, že po zohlednění obou způsobů hodnocení je dosaženo

vyrovnaných výsledků. Jako nejvýhodnější je ohodnocena varianta č. 3, která získala celkem 74 bodů. S rozdílem devíti bodů se na druhé pozici ve výsledném hodnocení nachází varianta č. 2. Nejméně bodů obdržela varianta č. 1.

Nad nepříznivým ekonomickým hodnocením třetí varianty převažují její technické přínosy. Důsledkem toho může být třetí varianta řešení zvolena jako nejvhodnější.

7 Závěr

Tato bakalářská práce si klade za cíl vytvoření návrhu nového systému značení dílců ve společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. Nový návrh by měl odstranit hlavní problém současného systému značení, kterým je poměrně časté nesprávné označení dílu.

Druhá kapitola objasňuje problematiku značení dílců ve výrobním procesu. Je vysvětlen smysl značení dílců v systémech kvality a v oblasti logistiky. Nechybí pohled na požadavky na identifikaci zachycené v normách. Dále jsou vymezeny obecné požadavky na průmyslové značení dílců.

Ve třetí kapitole je provedena rešerše používaných technologií značení dílců. Je popsáno celkem 14 těchto technologií. Při popisu každé technologie je vysvětlen její princip, použití a jsou zhodnocena její pozitiva i negativa. V závěru kapitoly jsou mezi sebou technologie porovnány a zhodnoceny. Jsou zde předloženy dostupné metody značení dílců, jejichž znalost je důležitá pro vytvoření vhodných návrhů.

Další část práce je analýzou současného stavu ve výrobním podniku. Úvodem je představena společnost EFAFLEX – CZ s.r.o. Následuje popis analyzovaného pracoviště a současného systému značení dílců na tomto pracovišti. Jsou prezentovány výsledky analýzy, kde jsou určeny hlavní problémy současného systému. Nakonec jsou stanoveny požadavky výroby na značení dílců. Nejdůležitějším výstupem analýzy je zmiňovaný popis problémů a požadavků výroby.

Pátá část práce obsahuje návrhy variant řešení. Na začátku kapitoly jsou navrženy dvě různé podoby nového identifikačního štítku. Text pokračuje popisem čtyř variant řešení, přičemž varianta označená číslem 0 je analýzou neúspěšného návrhu. Tento návrh není výsledkem této práce. Další návrhy očíslované 1 až 3 byly nově vypracovány a přinášejí změny mající za úkol zlepšení současného stavu značení dílců.

V prvním návrhu je navržen jiný způsob předávání informace zaměstnanci o příslušnosti k dílci a poloze identifikátoru. S tímto návrhem jsou spojeny nejnižší investiční náklady. Druhá varianta je rozšířením varianty první. V této variantě jsou použity tři způsoby značení, navíc je navrženo vypracování podnikové normy z důvodu předpisu vhodné značící technologie a polohy popisu. Ve variantě č. 3 je díky navržené automatizaci procesu vyřezávání dílců vyloučen vliv člověka na značení, což má za následek eliminaci jeho chyby. Navíc lze předpokládat zkrácení času výroby. Negativem tohoto návrhu jsou vysoké investiční náklady.

V poslední části práce jsou zhodnoceny návrhy identifikačních štítků a návrhy variant řešení. Dle hodnocení je zvolena nejvhodnější varianta. Pro výběr varianty je použita bodovací metoda vícekriteriálního hodnocení.

Během výběru výsledné podoby identifikačního štítku je porovnávána velikost štítků, potřeba použití jiné čtečky kódů, provozní a pořizovací náklady spojené s tiskem a čtením štítků. Nakonec jsou porovnány 2D kódy na štítcích. Dle hodnocení je jako výhodnější vybrán první návrh vzhledu štítku.

Při volbě návrhu variant řešení jsou jednotlivé varianty posouzeny jak technicky, tak ekonomicky. Kritéria pro hodnocení variant vychází z analýzy provedené ve výrobním podniku. Při technickém hodnocení je popsáno celkem 6 kritérií, mezi která patří odstranění problémů značení, splnění požadavků výroby, vliv člověka na značení, zamezení poškození dílců, rychlost manipulace a rychlost značení. Dle těchto kritérií je jako nejvhodnější varianta zvolena varianta č. 3. V ekonomickém hodnocení jsou zvolena 3 kritéria, to jsou investiční náklady, provozní náklady a ekonomické přínosy. Po porovnání zmíněných kritérií je jako ekonomicky nejpříznivější vybrána varianta č. 1. V závěru je porovnáno technické a ekonomické hodnocení. Jako výsledná nejvhodnější varianta je zvolena varianta č. 3.

Téma značení dílců ve společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. je v práci uchopeno jako součást výrobního procesu, do kterého vstupují polotovary plechových tabulí a vystupují z něj vyřezané dílce. V souvislosti s tímto procesem by bylo možné dále zkoumat ergonomické aspekty výroby, a to konkrétně fyzickou zátěž pracovníka při ruční manipulaci s dílci. Dále by bylo zajímavé vyhodnotit, jaké konkrétní finanční ztráty jsou spojeny se současnými problémy značení, aby byl přínos nových návrhů kvantifikovatelný.

Zadání bakalářské práce bylo splněno. Navržené varianty řešení systému značení dílců odstraňují problémy současného systému a splňují požadavky výroby.

Bibliografie

- [1] Jakost ve výrobě02. In: *MUNI* [online]. 2006 [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/econ/jaro2006/CN_KHRIJA/Jakost_ve_vyrobe02_02.pdf
- [2] COCHRAN, Craig. *ISO 9001:2015 in Plain English*. Chico: Paton Professional, 2015. ISBN 978-1-932828-72-6.
- [3] KUNDERA, David. *Optimalizace identifikace a sledovatelnosti produktu ve společnosti MAGNETON a.s.* [online]. Zlín, 2019 [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/44744>. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů. Vedoucí práce Doc. Ing. Petr Briš, CSc.
- [4] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Systém managementu kvality – Požadavky*. 2016.
- [5] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník*. 2016.
- [6] JANOUŠKOVÁ, Ivana. *Identifikace výrobků s využitím čárových kódů* [online]. Zlín, 2011 [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/16677/janou%C5%A1kov%C3%A1_2011_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Ekonomika a management, Logistika a management. Vedoucí práce Doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.
- [7] Logistický řetězec. *Česká logistika* [online]. c2022 [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: <https://www.ceskalogistika.cz/logisticky-retezec/>
- [8] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika – teorie a praxe*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [9] Požadavky na průmyslové značení dílů ve výrobním procesu. In: *ChatGPT* [online]. 2024 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: <https://chat.openai.com/c/3e7fbc1e-30c1-4848-abb0-c47b66ca6a7c>
- [10] SÁNDOR, Václav. *Značení výrobků v průmyslu* [online]. Praha, 2017 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/70010/F3-BP-2017-Sandor-Vaclav-Znaceni%20vyrobku%20v%20prumyslu.pdf?sequence=-1>. Bakalářská

práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd. Vedoucí práce Martin Zůza.

- [11] HUBÍK, Petr. *Technologie laserového popisování* [online]. Zlín, 2013 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z:
https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24662/hub%C3%ADk_2013_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství. Vedoucí práce Libuše Sýkorová.
- [12] ŘASA, Jaroslav a Zuzana KEREČANINOVÁ. Nekonvenční metody obrábění - 5. díl. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2008, **2008**(5) [cit. 2023-11-08]. Dostupné z:
<https://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-5-dil>
- [13] Laserové značení. *LINTECH* [online]. c2024 [cit. 2024-01-15]. Dostupné z:
https://www.lintech.cz/produkty/laserove-technologie/laser-podle-aplikace/laserove-znaceni/?gclid=CjwKCAiAzJOtBhALEiwAtwj8tkdrcu6Fm4Dxw07Ma6PzJCLGI-1ZKQXiquTLQmxhSEzZI5CZZCHBmhoC3XEQAvD_BwE
- [14] Produkty. *Bottling Printing* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z:
<https://www.bprinting.eu/cs/produkty?t=1>
- [15] Laserové značení SOLARIS. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: https://www.lt.cz/produkty/laserove-znaceni?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAzJOtBhALEiwAtwj8tjS6ORZe27uFrklR6OCOjUeateEOWCb40qCK5ahPHfv8HTS4uUOEhBoCygEQAvD_BwE
- [16] Značení laserem. *LIFTEC* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z:
<https://www.liftec.cz/kategoria-produktu/znaceni-laserem/>
- [17] Značení laserem. *Venim* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z:
<https://www.venim.cz/znaceni-laserem>
- [18] Laser pro značení a gravírování. *Automator* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/coajakznacime-technologie/laser-pro-znaceni/>
- [19] SVOBODA, Emanuel, Karel BARTUŠKA, Milan BEDNAŘÍK, Oldřich LEPIL a Miroslava ŠIROKÁ. Laser. In: *PŘEHLED STŘEDOŠKOLSKÉ FYZIKY*. 5. vydání. Plzeň: PROMETHEUS, 2018, s. 475–478. ISBN 978-80-7196-438-4.

- [20] KARAS, Martin. *Návrh značící stanice pro značení dílů v automobilovém průmyslu* [online]. Praha, 2019 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/84743/F2-BP-2019-Karas-Martin-BP0243_Karas_2019.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav výrobních strojů a zařízení. Vedoucí práce Vladimír Andrlík.
- [21] NOVÁK, Miroslav. SERIÁL NA TÉMA LASERY – HLAVNÍ TYPY LASERŮ POUŽÍVANÝCH V PRŮMYSLU. *LAO INFO* [online]. 2013, **2013** [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <http://www.lao.cz/lao-info-49/serial-na-tema-lasery---hlavni-typy-laseru-pouzivanych-v-prumyslu-128>
- [22] NOVÁK, Lukáš. Základy laserového značení. *MEGABLOG* [online]. 2013, **2013** [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://www.mega-blog.cz/lasery/zaklady-laseroveho-znaceni/>
- [23] Mikroúder. *LIFTEC* [online]. c2023 [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/sluzby/slovnicek-pojmu/mikrouder/>
- [24] Mikroúderové značení. *MARKSYS* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://marksys.cz/mikrouderove-znaceni/>
- [25] Mikroúderové/mikrobodové systémy. *LINTECH* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.lintech.cz/produkty/mikrouderove-mikrobodove-systemy/>
- [26] Značení mikroúderem. *LIFTEC* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/kategoria-produktu/znaceni-mikrouderem/>
- [27] Značení mikroúderem. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/produkty/mechanicky-mikrouder>
- [28] Značení mikroúderem a rytím. *Venim* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/znaeni-mikrouderem>
- [29] Mikroúder pro značení. *Automator* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/coajakznacime-technologie/mikrobod/>
- [30] BUREŠ, Ondřej. *Zefektivnění správy nástrojů a přípravků ve firmě GTW BEARINGS s.r.o.* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/2598/1/AAA%20BAKALARSKA%20PRACE%20>

BURES.pdf. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra technologie obrábění. Vedoucí práce Ing. Jan Řehoř, Ph.D.

- [31] Značení mikroúderem/rycí. *LIFTEC* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/kategoria-produktu/znaceni-mikrouderem/ryci/>
- [32] Rycí systémy. *Automator* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/coajakznacime-technologie/ryci-systemy/>
- [33] Rycí systémy. *MARKSYS* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://marksys.cz/mikrouderove-znaceni/#4>
- [34] Značení mikroúderem a rytím. *Oneindustry* [online]. c2021 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/strojirenstvi/znaceni-mikrouderem-a-rytim-2/>
- [35] DOD (Drop on Demand). *Bottling Printing* [online]. c2023 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.bprinting.eu/cs/dod-drop-on-demand>
- [36] Kontinuální inkjet. *Bottling Printing* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.bprinting.eu/cs/produkty?t=2>
- [37] Značení inkoustem inkjet. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/produkty/znaceni-inkoustem-inkjet>
- [38] Inkoustové značení. *Ajptech* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.ajptech.cz/produkty/prumyslove-znaceni/inkoustove-znaceni>
- [39] Princip ink jet technologie CIJ Leibinger. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/e-learning/inkjet/princip-ink-jet-technologie-cij-leibinger>
- [40] KUTÁLKOVÁ, Šárka. *Produktivní značení laserem* [online]. Praha, 2022 [cit. 2023-11-13]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/103342/F2-BP-2022-Kutalkova-Sarka-Bakalarska%20prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie. Vedoucí práce Ing. Pavel Novák, Ph.D.
- [41] Spray-Jet – bezkontaktní značení barevným bodem. *Venim* [online]. c2023 [cit. 2023-12-27]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/spray-jet-znaceni-barevnym-bodem>

- [42] REA JET ST. *Ajptech* [online]. 2023 [cit. 2023-12-27]. Dostupné z: <https://www.ajptech.cz/produkty/prumyslove-znaceni/inkoustove-znaceni/rea-jet-st/rea-jet-st>
- [43] Bezkontaktné značenie farebným bodom – systém SPRAY – JET. In: *Oneindustry* [online]. 2016, 16. 5. 2016 [cit. 2023-12-27]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/strojirenstvi/bezkontaktne-znacenie-farebnym-bodom-system-spray-jet/>
- [44] Barevná identifikace inkoustem. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/produkty/barevna-identifikace>
- [45] Princip termotransferových tiskáren. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2023-11-13]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/e-learning/termotransfer-technologie/princip-termotransferovych-tiskaren>
- [46] TTO termotransferové tiskárny. *Leonardo technology* [online]. c2002-2022 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/produkty/tto-termotransferove-tiskarny>
- [47] TERMOTRANSFER. *LIFTEC* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/kategoria-produktu/termotransfer/>
- [48] TERMOTRANSFEROVÝ TISK. *Bohemia znak* [online]. c2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.bohemia-znak.cz/termotransferovy-tisk>
- [49] Ruční popis dílů. In: *ChatGPT* [online]. 2023 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://chat.openai.com/c/37b77fb5-e5db-4bbc-8770-cad39c291d24>
- [50] Průmyslové popisovače. *Venim* [online]. c2023 [cit. 2023-12-26]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/prmyslove-popisovae-sp-258450640>
- [51] Průmyslové popisovače. *Pramark* [online]. c2011-2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.pramark.cz/prumyslove-popisovace>
- [52] Elektrochemické značení. *Oneindustry* [online]. 2017 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/nastrojarna/elektrochemicke-znaceni/>
- [53] Elektrochemické značení. *Venim* [online]. 2023 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/elektrochemicke-znaeni>
- [54] Elektrochemické. *Automator* [online]. 2023 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://www.automator.com/cs/elektrochemicke/>

- [55] Elektrochemické značení. *Pramark* [online]. c2011-2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://www.pramark.cz/elektrochemicke-znaceni>
- [56] ROKYTA, Petr. Když válení znamená trvalé značení.... In: *LinkedIn* [online]. 2022, 12. 9. 2022 [cit. 2023-12-24]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/kdy%C5%BE-v%C3%A1len%C3%AD-znamen%C3%A1-trval%C3%A9-zna%C4%8Den%C3%AD-petr-rokyta?trk=public_post-content_share-article
- [57] Odvalovací stroje. *Automator* [online]. 2023 [cit. 2023-12-24]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/coajakznacime-technologie/odvalovaci-stroje/>
- [58] Lisy pro značení odvalováním. *Pramark* [online]. c2011-2024 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.pramark.cz/razici-odvalovaci-lisy/znaceni-odvalovanim>
- [59] HdpSYSTEM vario. *LIFTEC* [online]. c2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/produkt/hdpssystem-vario/>
- [60] Značení horkou ražbou. *Automator* [online]. 2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/coajakznacime-technologie/horka-razba/>
- [61] Rozdíl mezi „horkou“ a „studenou“ ražbou. *Bauch a Navrátil* [online]. 2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <http://www.bauch-navratil.cz/blog/rozdil-mezi-horkou-a-studenou-razbou-detail-110>
- [62] Horká ražba. *Smart-TEC* [online]. c2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://www.smart-tec.com/cs/zhotoveni-zuslechteni/technologie-tisku/horka-razba>
- [63] ZLATOTISK, TZV. STUDENÁ RAŽBA. *LOGIK* [online]. c2024 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.log.cz/zlatotisk-tzv-studena-razba>
- [64] Zušlechťení. *LABEL design* [online]. c2021-2024 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://label-design.cz/zuslechteni/>
- [65] FLEXOTISK. *Machinery Europe* [online]. c2000-2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://www.machineryeurope.com/flexotisk>
- [66] ROKYTA, Petr. Ražba: 10 000 let stará a stále dokonalá. In: *LinkedIn* [online]. 2022, 15. 8. 2022 [cit. 2023-12-26]. Dostupné z: https://cz.linkedin.com/pulse/ra%C5%BEba-10-000-let-star%C3%A1-st%C3%A1le-dokonal%C3%A1-petr-rokyta?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card

- [67] Ražba. *Automator* [online]. c2023 [cit. 2023-12-26]. Dostupné z: <https://www.automator.com/cs/razba/>
- [68] Lisy pro ražbu úderem, mechanické a pneumatické. *Pramark* [online]. c2011-2024 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.pramark.cz/razici-odvalovaci-lisy/razba-uderem>
- [69] RAZÍCÍ JEDNOTKY COLUMBIA MARKING. *LINTECH* [online]. c2024 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://www.lintech.cz/produkty/razici-systemy/razici-jednotky-columbia-marking/>
- [70] Správné značení zboží zrychluje celý dodavatelský proces. In: *Oneindustry* [online]. 2023, 12. 8. 2023 [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/plasty/spravne-znaceni-zbozi-zrychluje-cely-dodavatelsky-proces/>
- [71] VÝROBA IDENTIFIKAČNÍCH ŠTÍTKŮ. *LINTECH* [online]. c2023 [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <https://www.lintech.cz/zakazkova-vyroba/vyroba-identifikacnich-stitku/>
- [72] ZNAČENÍ IDENTIFIKAČNÍCH A VÝROBNÍCH ŠTÍTKŮ. *Automator* [online]. c2023 [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: <https://www.automator.com/cs/znaceni-identifikacnich-a-vyrobnich-stitku/>
- [73] Radiofrekvenční identifikace – RFID. *KODYS* [online]. c2023 [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/rfid>
- [74] RFID-Etiketten / Smart label. In: *Topex* [online]. [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: <https://www.topex.de/produkte/etiketten-und-transferfolien/rfid-etiketten-/smart-label>
- [75] RFID / NFC průmyslové tagy. *Smart-TEC* [online]. c2024 [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: https://www.smart-tec.com/cs/vyrobky/rfid-nfc-prumyslove-tagy?utm_source=googleads-cz&utm_medium=cpc&utm_campaign=smart-tec-produkte&utm_term=industrietransponder&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAkp6tBhB5EiwANTCcx1GnQcuOs7ZZV3ZyQeTOMhfyMv7nxUilBQ_ec023Lp4ydWpS1Zi9liRoCrjMQAvD_BwE
- [76] ZMEŠKAL, Petr. *Projekt RFID identifikace ve společnosti ZLINER s.r.o.* [online]. Zlín, 2012 [cit. 2024-01-07]. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/22341/zme%c5%a1kal_2012_dp.pdf?

sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Informační technologie. Vedoucí práce Ing. Radek Šilhavý, Ph.D.

- [77] O firmě. *EFAFLEX* [online]. c2024 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://www.efaflex.cz/o-firme/>
- [78] EFAFLEX-CZ s.r.o. *LinkedIn* [online]. c2024 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://cz.linkedin.com/company/efaflex-cz-s.r.o.>
- [79] DOUBEK, Jiří. *Rozvoj systému managementu kvality v průmyslovém podniku* [online]. Praha, 2021 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/95647/F2-DP-2021-Doubek-Jiri-DP_Doubek.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, Ústav řízení a ekonomiky podniku. Vedoucí práce Ing. Barbora Stieberová, Ph.D.
- [80] VÝROČNÍ ZPRÁVA 2022. In: *EFAFLEX* [online]. c2024 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: https://www.efaflex.cz/wp-content/uploads/2023/07/VZ_2022_FINAL_CZ_WEB.pdf
- [81] HARINGEROVÁ, Lenka. *Audit účetní závěrky vybraného podnikatelského subjektu* [online]. Plzeň, 2017 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/31411/1/DP%20Haringerova%20Lenka.pdf>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická. Vedoucí práce Ing. Michaela Krechovská, Ph.D.
- [82] DIVIŠOVÁ, Drahomíra. *Finanční analýza podniku EFAFLEX – CZ s.r.o.* [online]. Tábor, 2007 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: https://vskp.vse.cz/_soubory/14046_divis-dr.pdf. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta managementu v Jindřichově Hradci, Katedra managementu podnikatelské sféry. Vedoucí práce Doc. Ing. Hana Ezrová, CSc.
- [83] QR vs DMC vs čárový kód. *Automator* [online]. 2020, 9. 6. 2020 [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: <https://www.automatorgroup.cz/qr-vs-dmc-vs-carovy-kod/>
- [84] Příběh o úspěchu našeho zákazníka Rolf Lasertechnik. *TRUMPF* [online]. c2024 [cit. 2024-03-26]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/reseni/uspesne-pribehy/pribeh-o-uspechu-naseho-zakaznika-rolf-lasertechnik/

- [85] Historie vývoje laseru. *Leonardo technology* [online]. Hlohavec, (10), 6 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://www.lt.cz/Casopis/LT10/index.html#4>
- [86] Značící technologie. *MARKSYS* [online]. c2023 [cit. 2023-11-11]. Dostupné z: <https://marksys.cz/mikrouderove-znaceni/>
- [87] ŘEHOŘEK, Adam. *Identifikace dílů ve výrobním procesu* [online]. Liberec, 2015 [cit. 2023-11-13]. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/857c8df3-0d00-4723-94d2-0d0b8402716c/content>. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Elektronika a informatika. Vedoucí práce RNDr. Klára Císařová, Ph.D.
- [88] Lakové popisovače SIC MARKER SM4. In: *Venim* [online]. c2024 [cit. 2024-01-06]. Dostupné z: <https://www.popisovace.venim.cz/lakove-popisovace/lakove-popisovace-sic-marker-sm4>
- [89] Ukázky značení. In: *Venim* [online]. 2023 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/elektrochemicke-znaeni/ukazky-znaceni>
- [90] Poloautomat ME3000P. In: *Venim* [online]. 2023 [cit. 2023-12-23]. Dostupné z: <https://www.venim.cz/elektrochemicke-znaeni/znaici-jednotky/me3000p>
- [91] MB20E – Ruční stroj pro horkou ražbu. *Automator* [online]. c2023 [cit. 2023-12-25]. Dostupné z: <https://www.automator.com/cs/prodotti/mb20e-rucni-stroj-pro-horkou-razbu/>
- [92] QR kódy a jejich využití ve výuce. *Metodický portál RVP.CZ* [online]. 2013, 12. 6. 2013 [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/didaktika/17505/QR-KODY-A-JEJICH-VYUZITI-VE-VYUCE.html?oblibene=1>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Pozitiva a negativa značení laserem [11].....	32
Tabulka 2: Pozitiva a negativa značení mikroúderem [10].....	35
Tabulka 3: Pozitiva a negativa značení rytím [20] [34].....	38
Tabulka 4: Pozitiva a negativa značení technologií CIJ [10] [40].....	43
Tabulka 5: Pozitiva a negativa značení barevným bodem [41] [43].....	45
Tabulka 6: Pozitiva a negativa termotransferového tisku [10] [40].....	48
Tabulka 7: Pozitiva a negativa ručního popisování [49].....	51
Tabulka 8: Pozitiva a negativa elektrochemického značení [52] [53] [54].....	54
Tabulka 9: Pozitiva a negativa značení odvalem [56].....	56
Tabulka 10: Pozitiva a negativa značení horkou ražbou [61].....	59
Tabulka 11: Pozitiva a negativa značení studenou ražbou [61].....	61
Tabulka 12: Pozitiva a negativa značení ražbou [66].....	63
Tabulka 13: Pozitiva a negativa značení štítky.....	65
Tabulka 14: Pozitiva a negativa značení pomocí RFID [10].....	68
Tabulka 15: Hodnocení technologií značení dílců.....	69
Tabulka 16: Hodnocení návrhů štítků.....	98
Tabulka 17: Technické hodnocení variant řešení.....	102
Tabulka 18: Číselný odhad nákladů (v tis. Kč) a doby návratnosti.....	106
Tabulka 19: Ekonomické hodnocení variant řešení.....	107
Tabulka 20: Technicko-ekonomické hodnocení variant řešení.....	107

Seznam obrázků

Obrázek 1: Přehled obecných požadavků na průmyslové značení dílů [9]	19
Obrázek 2: Technologie průmyslového značení dílců	21
Obrázek 3: Vybuzení fotonu laseru [85]	24
Obrázek 4: Lasery využívané ke značení [21]	25
Obrázek 5: Schéma vláknového laseru [21]	26
Obrázek 6: Rozdíl v označení 2D (vlevo) a 3D řízeného laseru (vpravo) [20].....	26
Obrázek 7: Metody popisování laserem [12] [22].....	27
Obrázek 8: Gravírování [22].....	28
Obrázek 9: Odstraňování povlaku (coatingu) materiálu [22].....	28
Obrázek 10: Zbarvení materiálu [22].....	29
Obrázek 11: Žihání [22].....	29
Obrázek 12: Pěnění (Foaming) [22]	30
Obrázek 13: Princip popisování součásti přes masku	30
Obrázek 14: Princip popisování součásti vychylováním paprsku laseru	31
Obrázek 15: Ruční verze značícího stroje s elektromagnetickým principem pohybu hrotu [86]	33
Obrázek 16: Označení ocelového dílu metodou mikroúderu [20].....	34
Obrázek 17: Označení výrobku pomocí rytí [20]	36
Obrázek 18: Rycí stroj [86].....	37
Obrázek 19: Technologie inkoustového značení [20]	39
Obrázek 20: Popis vytvořený technologií DOD [35]	40
Obrázek 21: Princip technologie CIJ [39].....	41
Obrázek 22: Ukázka značení barevným bodem [43]	44
Obrázek 23: Princip značení barevným bodem [43]	44
Obrázek 24: Princip termotransferové tiskárny [87].....	47
Obrázek 25: Ukázka značení ručním popisováním [88]	49
Obrázek 26: Ukázka elektrochemického značení [89]	51
Obrázek 27: Značící stanice [90].....	52
Obrázek 28: Značení odvalem [56].....	54
Obrázek 29: Značka vytvořená horkou ražbou [60]	57
Obrázek 30: Ruční stroj pro horkou ražbu [91]	57

Obrázek 31: Etikety potištěné studenou ražbou [64]	59
Obrázek 32: Díly označené ražbou [66]	62
Obrázek 33: Příklady označení štítků [72]	64
Obrázek 34: Potisknutelná etiketa obsahující RFID čip [74].....	66
Obrázek 35: Logo společnosti EFAFLEX [77].....	73
Obrázek 36: Areál společnosti EFAFLEX – CZ s.r.o. v letech 1999, 2008, 2021 [80]	74
Obrázek 37: Organizační struktura [80]	75
Obrázek 38: Schéma řezného plánu.....	77
Obrázek 39: Samolepicí štítky potisknuté termotransferovým tiskem.....	77
Obrázek 40: Pohled na označené díly.....	77
Obrázek 41: Rošt řezacího stroje obsahující vyřezané díly	78
Obrázek 42: Štítek označený ručním popisováním	78
Obrázek 43: Problémy současného způsobu značení	79
Obrázek 44: Ilustrativní snímky schémat řezných plánů.....	80
Obrázek 45: Ručně dopsaná čísla dílců ve schématu	81
Obrázek 46: Pomačkaný identifikační štítek	82
Obrázek 47: Požadavky výroby na technologii značení.....	84
Obrázek 48: Přehled variant řešení	85
Obrázek 49: První návrh identifikačního štítku	86
Obrázek 50: Druhý návrh identifikačního štítku [92]	86
Obrázek 51: Použití systému Sorting Guide [84].....	88
Obrázek 52: Změny navržené ve variantě č. 2	89
Obrázek 53: Příklad umístění označení na zárubni	91
Obrázek 54: Boční kryt koryta závěsu	92
Obrázek 55: Zavěšení pružin	92
Obrázek 56: Změny navržené ve variantě č. 3	93
Obrázek 57: Shrnutí variant řešení.....	95
Obrázek 58: Hodnotící kritéria návrhu identifikačního štítku.....	97
Obrázek 59: Technická hodnotící kritéria návrhů variant	99
Obrázek 60: Ekonomická hodnotící kritéria návrhů variant řešení.....	103