



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta Elektrotechnická

Katedra Ekonomiky, Manažerství a Humanitních věd

Značení výrobků v průmyslu

Industrial marking

Bakalářská práce

Studijní program: EEM

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Ing. Martin Zůza

Václav Sándor

Praha 2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Sándor** Jméno: **Váciav** Osobní číslo: **420059**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Elektrotechnika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Průmyslové značení výrobků

Název bakalářské práce anglicky:

Industrial marking

Pokyny pro vypracování:

- 1) Typy značení
- 2) Metody značení, technologie, výhody/nevýhody
- 3) Laserové značení, technologie, software, aplikace
- 4) Volba vhodného druhu značení podle značeného výrobku
- 5) Ekonomické zhodnocení laserového značení

Seznam doporučené literatury:

1. MAŇKOVÁ, I.: Progresivní technologie (Progressive technologies). Viena Košice, 2000. 270s. ISBN 80-7099-430-3.
2. VRBOVÁ, Miroslava: Lasery a moderní optika (Lasers and modern optics). Praha : Prometheus, 1994. 474 s. ISBN 80-85849-56-9.
3. NIEMZ, Markolf H.: Laser-tissue interactions : fundamentals and applications. Berlin : Springer -Verlag, 2004. 305 s. ISBN 3-540-40553-4.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Martin Zůza, Witte Automotive Nejdek s.r.o.

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

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: _____

Platnost zadání bakalářské práce: **27.05.2018**

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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:

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne 11. 5. 2017

.....

Václav Sándor

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Martinovi Zůzovi z firmy Witte Automotive Nejdek za jeho náměty a rady při tvorbě této bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu doc. Jiřímu Vašíčkovi za jeho rady při zpracování ekonomické části této práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou průmyslového značení výrobků. Po domluvě s vedoucím práce byly vybrány čtyři metody průmyslového značení, které se využívají nejvíce. V teoretické části bude postupně rozebrán princip jednotlivých technologií spolu s jejich hlavními výhodami a nevýhodami. V další části je podrobně rozebrána laserová technologie, nastíněna práce se softwarem SolPad a ukázána aplikace laserového značení. V poslední části této práce budou vypočítány dva ukazatele ekonomické výhodnosti vybraných metod. Nejprve celkové roční náklady na jeden kus produktu, a poté čisté současné hodnoty dvou porovnatelných technologií.

Klíčová slova: DataMatrix, RFID, značení, InkJet, mikroúder, termotransfer, laser

Abstract

This thesis deals with issues of industrial marking. After agreement with supervisor of this thesis, we had chosen four most used methods of industrial marking. In theoretic part will be consecutively analysed all principles of each technology along with their pros and cons. In next part it will be closely showed laser technology, work with SolPad software and application of laser marking. In last part of this thesis, there will be calculated two factors of economic advantageousness of selected methods. Firstly total annual cost per one marked product and then net present values of two comparable technologies.

Key words: DataMatrix, RFID, marking, InkJet, microdot, thermotransfer, laser

Obsah

Úvod	6
1 Co značíme?.....	8
1.1 Čárové kódy.....	8
1.1.1 Konstrukce čárového kódu.....	8
1.1.2 Vlastnosti čárových kódů	9
1.2 RFID kódování	9
1.2.1 Krátce k RFID	10
1.2.2 Výhody a nevýhody RFID kódů.....	11
1.3 Grafiky	12
2 Metody značení	13
2.1 Inkoustový tisk	13
2.1.1 Princip technologie InkJet	14
2.1.2 Srovnání CIJ s jinými technologiemi	16
2.1.3 Výhody a nevýhody InkJet.....	18
2.2 Mikroúderové značení	19
2.2.1 Princip mikroúderového značení	20
2.2.2 Výhody a nevýhody mikroúderu	21
2.3 Termotransferový tisk.....	22
2.3.1 Princip a komponenty TT tisku.....	23
2.3.2 Výhody a nevýhody TT tisku.....	24
3 Laserové značení	25
3.1 Princip laseru	26
3.2 Využití v průmyslu	28
3.3 Aplikace vybraného druhu laseru.....	29
3.3.1 Výhody.....	30

3.3.2	e-Solarmark FL.....	31
3.3.3	Příprava pracovního souboru.....	33
3.3.4	Značení	39
4	Volba vhodné metody značení podle výrobku.....	40
4.1	Volba laseru	41
4.2	Volba inkoustu	42
4.3	Volba mikroúderu.....	43
4.4	Volba etiket.....	43
5	Ekonomické vyhodnocení značících metod	44
5.1	Provozní náklady na jedno značení	44
5.2	NPV dvou porovnatelných technologií.....	46
5.2.1	Čistá současná hodnota InkJetu	47
5.2.2	Čistá současná hodnota termotransferu	48
5.3	Ekonomické vyhodnocení.....	50
6	Závěr	51
	Seznam použitých zdrojů	52
	Seznam použitých tabulek.....	54
	Seznam použitých obrázků.....	55
	Přílohy.....	58

Úvod

Značení v průmyslu je v dnešní době jednou z nedílných součástí výrobního procesu a jeho automatizace, skoro tak důležité jako výroba samotná. Jde o technologii nebo spíš proces, kdy se vyrobené produkty označí různými popisy, které v dalším procesu mohou pomoci například se zpětnou vysledovatelností zpět k podniku, kde výrobek vznikl. Jako nejlepší příklad si můžeme ukázat automobilový průmysl.

Automobil se skládá z několika tisíc součástek, které ve výsledku tvoří automobil jako celek. Ať jde o mikropřínače, různé mechanismy nebo různé dekorace. Pro automobilový průmysl je nemyslitelné, aby se vše vyrábělo na jednom místě, a proto si určí dodavatele, kteří jim budou dodávat jednotlivé součástky, které se na místě dají dohromady. Jelikož celý koncern nevyrábí jen jeden typ auta, tak si můžeme představit, že součástky budou odebírat od více firem. Tudíž na každém výrobku musí být předem daný kód, který určí umístění produktu. Samozřejmě musí být uvedený i výrobce a velmi často i číslo směny, den v týdnu, číslo týdne a rok (např. 124516 – ranní směna, úterý, 45. týden, 2016) z důvodu dohledání příčiny chyby v případě možné reklamace. Auto musí být bezpečné, takže se nepřipouští jakákoliv chyba a reklamace může i firma, která například zámek vyrobila, zjistit, co se stalo špatně.

Existuje několik metod průmyslového značení, protože existuje mnoho různých materiálů a každá metoda nemůže zákonitě tisknout na každý materiál. Někdy se při výrobě vyskytují různé třaskavé zplodiny a laserové značení je, z důvodu možnosti exploze, nemožné. Někdy je materiál nebo celkový výrobek velmi křehký a ražení mikroúderem tedy nepřichází v úvahu.

Za značení můžeme považovat i jednoduché tisknutí etiket, které se v konečném procesu přilepí na předem určené místo. Tyto tiskárny, ale fungují jinak než inkoustové, které se běžně používají v domácnostech nebo v kancelářích. Příkazy dostává z programovatelného logického řízení (PLC) ve formě znaků (bytů), které v konečném řetězci říkají vše o tisku. Velikost etikety, typ fontu, a dokonce i teplota tiskové hlavy je daná dlouhým kódem, který tiskárna přijímá. Tisk poté probíhá termotransferem z barvicí pásky na etiketu.

Značení produktů je z výrobního pohledu jedním z nejdůležitějších procesů, ale zároveň jedním z těch méně nápadných. Oborů, kde se značení využívá je mnoho. Počínaje automobilovým průmyslem, strojírenstvím až po průmysl potravinářský a medicínu. Existuje mnoho firem, které se značením zabývají. V České republice si za poslední léta vydobyla prvenství firma Leonardo Technologies. Mezi další patří Pramark, Lichtec a ostatní české firmy, které v posledních pár letech expandují i do dalších zemí.

1 Co značíme?

Výrobek můžeme označovat, čímkoli je zrovna potřeba. Ať už to je značka firmy, datum výroby, název výrobku atd. Neoznačujeme však jen texty, je třeba minimalizovat potištěné místo a maximalizovat informaci, kterou chceme předat. K tomu nám slouží různé kódy. K šifrování jednodušších informací používáme tzv. jednodimenzionální kódy, jimiž můžeme přenášet jednoduché popisy nebo čísla. Dále používáme dvoudimenzionální kódy, hlavně typ Data Matrix a QR kódy (Quick Response Code). Díky nim se dá zakódovat mnohem větší množství dat, u QR kódu až 3000 bytů informací, což se rovná 7000 číslic nebo 4300 písmen. To už je velký krok od čárových kódů typu EAN, které byly schopny uchovat 13 číslic.

1.1 Čárové kódy

Čárové kódy spadají do oblasti tzv. "automatické identifikace" neboli jinak řečeno do oblasti "registrace dat bez použití kláves". Do stejné oblasti patří rovněž magnetické kódy používané např. na kreditních kartách nebo strojově čitelné písmo OCR. Čárové kódy jsou z různých důvodů nejrozšířenější. Tyto kódy lze číst různými čtečkami nebo skenery, které slouží k dešifraci informací. Patent na čárový kód existuje od roku 1949, kdy ho přihlásil americký vynálezce Norman Joseph Woodland. Dnes používáme přes 200 standardů čárových kódů. [1]

1.1.1 Konstrukce čárového kódu

Každý čárový kód je tvořen sekvencí čar a mezer s definovanou šířkou. Ty jsou při čtení transformovány podle své sytosti na posloupnost elektrických impulsů různé šířky a porovnávány s tabulkou přípustných kombinací. Pokud je posloupnost v tabulce nalezena, je prohlášena za odpovídající znakový řetězec. Nositelem informace je nejenom tištěná čára, ale i mezera mezi jednotlivými dílčími čarami. Krajiní skupiny čar mají specifický význam – slouží jako synchronizační pro čtecí zařízení, které podle nich generuje signál Start/Stop. Technická specifikace pak vyžaduje ochranné světlé pásmo bez potisku před a za synchronizačními čarami. [2]



Obr. 1 Rozdíl mezi čárovým kódem a 2D kódem

1.1.2 Vlastnosti čárových kódů

Jedná se o jednu z nejpřesnějších a nejrychlejších metod registrace velkého množství dat. Při ručním zadávání čísel a kódů pomocí klávesnice dochází k chybě průměrně asi jednou z 300 zadání kódů. U čárových kódů se chyba vyskytuje asi u jednoho milionu, přičemž je možnost eliminace chyby použitím kontrolní číslice, která ověří správnost ostatních čísel v kódu. 2D kódy mají možnost zaznamenat několikanásobně více údajů jak lineární čárové kódy. Můžou být tisknuté elektronicky (digitálně). Matematická korekce chybovosti zaručuje přesnost čtení (Reed Solomonova korekce), díky níž je možné opravit až 50 % poškozeného čárového kódu.

Lineární čárové kódy mívají čísla pro obyčejné čtení, pokud nelze údaj přečíst strojově, zadají se data do systému. U 2D kódu toto není možné, nemají textovou informaci pod kódem. Technologie čárových kódů zasahuje do všech odvětví průmyslu a je maximálně spolehlivá. Mnohdy záleží jen na materiálu, kde je použitý, protože čárový kód označený na povrchu může být čitelný bezkontaktně za vysokého mrazu nebo naopak vysoké teploty, může odolat kyselinám, vlhkosti, povětrnostním vlivům apod. [3]

1.2 RFID kódování

V současné době existují tiskárny, které vytvářejí etikety, které lze interpretovat více způsoby. Jedná se o tisk na etikety s RFID čipem, na který se zapisuje potřebná informace a zároveň probíhá tisk termotransferem přímo na etiketu. Tuto technologii lze najít v různých odvětvích průmyslu jako je kontrola výrobních procesů, logistika, dodávky a expedice, v

obchodních řetězcích, ale i v identifikaci zvířat, ať už jde o jednotlivé domácí mazlíčky, tak i velká stáda dobytku. Proto najdete RFID v automobilovém průmyslu, pivovarnictví (sledování KEG sudů), ve zdravotnictví, v logistice a všude, kde je použito RFID zvyšuje inteligenci kontroly.

1.2.1 Krátce k RFID

RFID (Radio frequency identification) je technologie, která využívá radiofrekvenční vlny k identifikaci informací, které jsou uloženy na mikročipu. Ten je připojen k anténě a vše je zalito do substrátu (plastu), často se používá polyethylentereftalát (Mylar), který funguje jako ochrana čipu. Tyto komponenty dohromady tvoří tzv. RFID tag, který je ve finálním provedení schopen vyslat uloženou informaci do čtečky, která musí být samozřejmě vybavena anténou. Čipy RFID tagů se vyrábějí ve třech provedeních, a to read-only (pouze čtení), WORM (jeden zápis, mnoho čtení) a read/write (čtení/zápis).

Dále čipy dělíme:

- **Pasivní**

Vysílač (reader) periodicky vysílá pulsy do okolí. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije přijímaný signál k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď.

- **Aktivní**

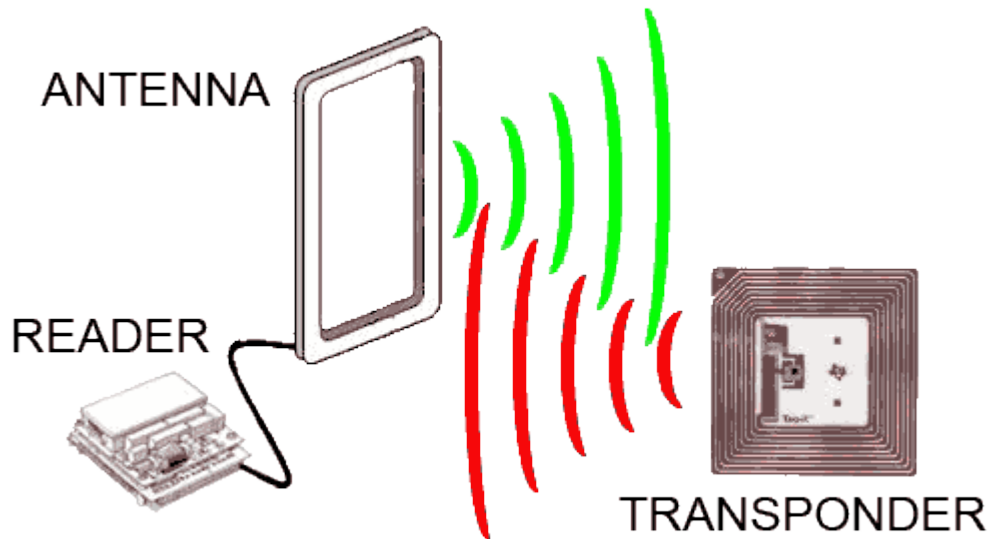
Používají se méně často než pasivní tagy RFID. Jsou totiž složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení a jsou schopny samy vysílat své identifikace – používají se proto pro aktivní lokalizaci.

- **BAP systémy (Battery Assisted Passive)**

Jak již označení napovídá, tento druh čipu využívá obou vlastností předchozích druhů. Při přijímání se chová jako normální pasivní čip, přijímaný signál však využívá k nabíjení přidané baterie, která podporuje sílu vysílaného signálu.

Frekvence pro komunikaci není v každém státě stejná, převážně se používá nosná frekvence 125 kHz, 134 kHz a 13,56 MHz. V některých státech se dají používat i další frekvence jako 868 MHz (v Evropě) a 915 MHz (v Americe).

Zajímavostí je, že iniciátorem vývoje RFID byl americký maloobchodní řetězec Walmart. Vynálezcem se stal Charles Walton v roce 1983, ve stejném roce získal i patent. [4]
[5]



Obr. 2 Jednoduché schéma komunikace RFID se čtečkou

1.2.2 Výhody a nevýhody RFID kódů

Radio frequency identification přímo navazuje na technologii čárových kódů, tudíž mají podobné výhody, několik rozdílů však najdeme. Informace z čipů se dají přečíst z velké vzdálenosti. To znamená, že čip nemusí být nutně na viditelném místě. Může být ukrytý uvnitř výrobku, aby byl čip chráněn proti nepříznivým vlivům. Dále zde funguje určitý level bezpečnosti, kdy se dají informace zaheslovat, či zašifrovat. Velkou výhodou je možnost zapisování do čipu, což u klasických „bar codů“ nebylo možné.

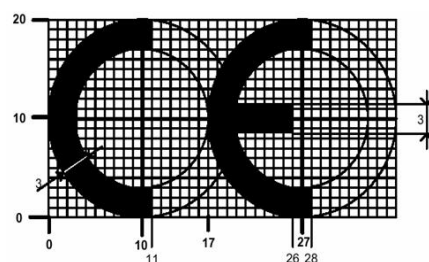
Existují i nevýhody, ale není jich tolik. Z ekonomického hlediska je určitě na místě cena, která je mnohem vyšší než u tisku obyčejných čárových kódů. Dále dříve docházelo k vzájemnému rušení, pokud jeden tag najednou „četly“ dvě čtečky. Zároveň může dojít ke kolizi tagů, když v okolí komunikuje více tagů ve stejný čas. Tyto nešvary je však v dnešní době možno softwarově eliminovat. Problémem však zůstává čitelnost RFID tagů pod hladinou vody nebo pokud je tag uložen v kovovém obalu.

Záměrně nebylo psáno, že RFID je nástupcem čárových kódů, protože nebylo a není záměrem vymýtiti využívání čárových kódů. Obě technologie mají své výhody a nevýhody, ale když se využívají najednou, tak se snad kromě ekonomického hlediska nevýhody vytratí. Kooperace obou technologií, kdy se tag ukládá do etikety, která je dále potištěna 1D nebo 2D kódem, se nazývá SmartLabel. Tiskárny, které jsou schopné tyto etikety vytvářet, musí mít zákonitě RFID čtečku. [7]

1.3 Grafiky

Z důvodu normalizace, zákonným požadavkům a ochraně spotřebitele je nutné, aby prodejce či výrobce informoval spotřebitele o různých vlastnostech výrobku. To vše se dá buď složitě vypsát na obal výrobku, ale pokud není možno vše uvést na obal, neboť výrobek obal nemá (různé komponenty, z nichž se až později sestaví finální výrobek), je nutné označit přímo produkt. Samozřejmě vše podléhá space managementu a díky němu, se toho musí říci co nejvíce, a přitom zaplnit co nejméně místa. K tomu slouží různé grafiky, mezinárodně používaná označení a standardy.

Například pokud chce výrobce s výrobkem přijít na trh EEA (Evropského hospodářského prostoru), musí být výrobek před uvedením posouzen, musí splňovat všechny legislativní požadavky EU a také všechny základní požadavky (např. ochrana životního prostředí, bezpečnost práce a ochranu zdraví). Výrobek, který splnil všechny body posouzení pak může být uveden na evropský trh. Spotřebitel splnění požadavků pozná tím, že je výrobek označen dvěma písmeny CE (Conformity Declaration). [8]



Obr. 3 Znak CE (Conformity Declaration)

Značení grafik je v dnešní době jednoduché, jelikož se dá každá tiskárna řídit softwarově z počítače. Jak je známo každá grafika, text nebo jednoduchá čára je dána shlukem teček na určitém prostoru. Čím více teček je tiskárna schopná vytisknout na daný prostor, tím kvalitnější a rozpoznatelnější je výsledný motiv. Tento údaj kvality je dán

zkratkou DPI, což se dá přeložit jako počet bodů na palec. Čím vyšší má tiskárna DPI, tím více teček je schopná vytisknout na plochu jednoho palce a zákonitě tiskne kvalitnější grafiky.

2 Metody značení

Stejně jako se všechny výrobky na světě nevyrábí z jednoho materiálu, nemůže se používat jen jedna metoda průmyslového značení. Existuje celá řada metod, jak v průmyslu značit. Některé využívají inkoust, jehož kapičky jsou elektromagneticky vychylovány stejně, jako byl vychylován paprsek světla v dřívějších televizních obrazovkách. Další využívají mechanické ražení přímo na povrch materiálu. Jiné zase termotransfer, a nakonec samozřejmě vypalování laserem. V případě, že je nutné, aby byl povrch výrobku neporušen nebo zůstal „čistý“, dá se použít i obyčejná nalepovací etiketa. Každý z typů značení má své pro a proti, zvláště z pohledu pořizovacích a provozních nákladů. Rozdíly najdeme i v životnosti značení, které je v některých případech až permanentní a v jiných zas tolik nevydrží.

Z hlediska životnosti můžeme značení rozdělit:

- trvalé – mezi trvalé řadíme mikroúder, laserové vypalování nebo jiné gravírovací technologie
- dočasné – dočasná značící technologie je například inkoustový tisk, tisk etiket termotransferem

2.1 Inkoustový tisk

Inkoustový tisk, jak název napovídá, je technologie, kdy se k bezkontaktnímu značení přípravků používá nanášení vrstev pigmentového nebo nepigmentového inkoustu. Někdy se tato technologie nazývá označením InkJet, což je označení z hlediska principu velmi přesné. Inkoust je nanášen a rozptylován tryskovou hlavou, která je nedílnou součástí tiskového přípravku. Díky technologii InkJet můžeme značit savé i nesavé materiály jako např. sklo, papír, kovy atd. Potisk InkJet se skládá z drobných kapiček rychleschnoucí barvy, které umožňují miniaturní písmo.

I když to není na první pohled zřejmé, vyskytuje se rozdíl mezi tisknutím velkých a malých znaků. Technologie InkJet s tiskem velkých znaků tiskne pomocí výrazně větších kapek s hrubším rastrem. Používá se převážně na kartonové obaly při skupinovém balení a značení výrobků. K tisknutí malých znaků na druhou stranu dochází při rozptylu velmi malých kapiček rychleschnoucí barvy, touto technologií můžeme docílit vysokého rozlišení.

Tiskárny s možností HR tisku (High Resolution) jsou primárně využívány k tisku čárových kódů, 2D kódů atd. U takovýchto potisků je nutná kvalita, protože jsou čteny strojově.

Využívají se různé technologie inkoustového značení:

- CIJ (Continuous Inkjet)
- LCM (Large Character Marking)
- DOD (Drop on demand)

Ve výrobním průmyslu převládá technologie CIJ, zatímco LCM se dodává jako přídatný systém v případě nutnosti tisku velkých znaků nebo grafik. Mezi přední výrobce zařízení sloužících ke značení inkoustem řadíme německou společnost Leibinger, kterou v České republice zastupuje společnost Leonardo technology. Mezi další patří Willet, LINX, Matthews Marking Systems, ATD UK atd. [9]

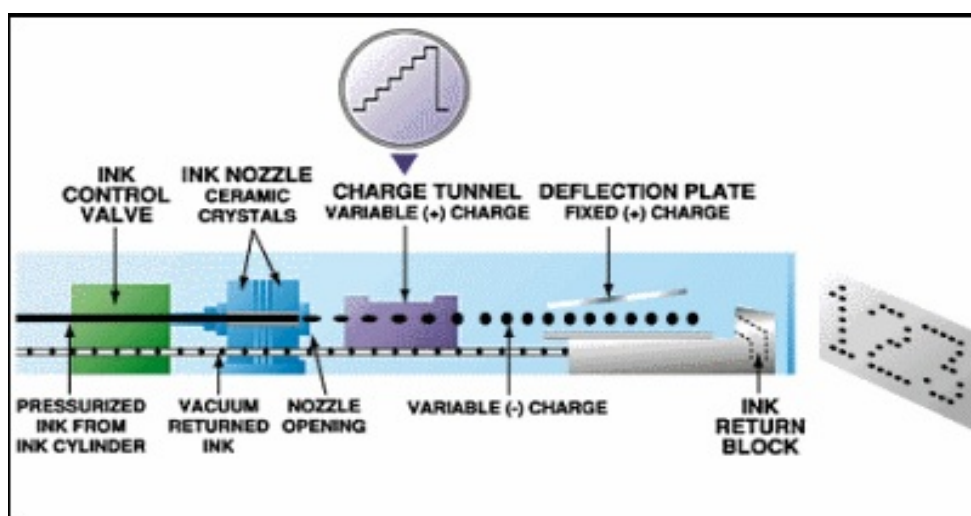
2.1.1 Princip technologie InkJet

Již od začátku 70. let se využívá technologie CIJ tisku (Continuous InkJet), která se v dnešní době využívá v převážné většině InkJet zařízení. Princip, na kterém celý proces tisku stojí je vcelku jednoduchý, nicméně vývoj trval mnoho let. Mechanická část hlavy se nikdy moc nezměnila, díky skvělému konceptu, kdy už se moc vylepšit nedala. Za to vývoj kontrolní a řídicí části tiskárny zabral dlouhé roky práce.

Inkoust je ze zásobníku tlačěn pod tlakem do trysky (\varnothing 50 μ m), kde se proud inkoustu formuje a vystřikuje rychlostí okolo 20 m/s. V zadní části trysky je umístěn důležitý piezo elektrický měnič, vychylující se podle polarit napětí, které je do měniče přivedeno. Přivedeme-li střídavé napětí (je možnost jen pulzující napětí, ale většinou se používá sinusový signál okolo 30-200 V a s frekvencí od 50 kHz do 120 kHz, dle typu zařízení), dochází k cyklickému vychylování piezo krystalové membrány. Tento pohyb narušuje kontinuální

paprsek a za předpokladu, že signál použitý na piezo měnič má rezonanční frekvenci s paprskem (záleží na vlastnostech inkoustu), bude docházet k přerušení kontinuity a dojde k roztrhání proudu paprsku na kapičky.

Inkoustové kapky jsou rovnoměrně rozděleny a mají stejnou velikost. K oddělování kapiček také napomáhá nabíjecí napětí. V místě, kde se paprsek změní z kontinuálního proudu na tok kapiček, je nabíjecí elektroda, která vypadá jako štěrbinu pro inkoustový paprsek. Na elektrodu je přivedeno napětí o stejné frekvenci, jako je do piezo měniče, velikost napětí je však rozdílná.



Obr. 4 Schéma tiskové hlavy InkJetové tiskárny

V důsledku nabití kapiček nabíjecí elektrodou je možné kapičky vychylovat. Zajímavé je, že se průchodem štěrbinou nabijí jen kapičky, které jsou určeny k tisku a žádné jiné. Nabíjecí napětí není konstantní, velikost se mění dle potřeby (od 0 do 255 V). Dále jsou v cestě paprsku dvě vychylovací desky, na kterých je konstantní velmi vysoké napětí (2 až 8 kV, dle typu tiskárny), které vytváří mezi nimi silové pole. Zde probíhá vychylování nabitých kapiček, kdy se, průletem silovým polem, vychýlí k jedné z vychylovacích desek. Logicky úhel vychýlení je úměrný náboji na kapičce, čím více je kapička nabitá (proto je nutné proměnné napětí nabíjecí elektrody), tím více se kapička vychýlí. Stejný princip fungoval u starých televizorů s CRT obrazovkami (Cathode Ray Tube), s tím rozdílem, že se u televizorů měnila velikost napětí a přiváděn byl samozřejmě paprsek elektronů, ne inkoust.

Pro nanášení obrazu je nutné, aby se pohybovala jedna z komponent tisku, tak bude zabezpečen posuv v druhé ose. Letem kapiček vzduchem na vzdálenost typicky okolo 10 mm je dosaženo bezkontaktního nanášení inkoustu na substrát, kde poloha umístění kapičky odpovídá napětí na nabíjecí elektrodě. Nedílnou součástí celé tiskové hlavy je odsávání, které odsaje nevyužité a nenabitě kapičky. Ty odtud putují zpět do zásobní nádrže inkoustu, kde jsou znovu připraveny na použití. Díky tomu, že jsou nabíjeny opravdu jen kapičky, které se využijí, je v praxi inkoustový tisk velmi efektivní.

Kapičky, které se nenabily a nevyužily, se použijí na různá měření, na synchronizaci přerušování proudu inkoustu, na korekci vzájemného ovlivnění nabitých kapiček (dvě sousední kapičky o stejném náboji by se odpuzovaly a naopak), mezi nabitě kapičky se vkládají tzv. ochranné kapičky, zabraňující tedy jejich vzájemnému ovlivnění, a tedy dosažení důležitých konstantních vzdáleností mezi kapičkami. Díky tomu, že je tok inkoustu kontinuální, je možno použít široký rozsah inkoustů, zvláště inkoustů, které zaschnou obzvláště rychle (dokonce míň než za 1 sec).

Použití této technologie je nejvýhodnější na neporézní substráty, například plasty, kde je potřeba s produkty za velmi krátkou dobu manipulovat. Dále je možno s touto technologií používat pigmentové inkousty (inkoust obsahující pevné nerozpustné částice). Výška tisku je také ovlivněna vzdáleností potiskovaného substrátu od tiskové hlavy, stejně tak kvalita tisku, která se vzdáleností klesá. Přesto je možno dosáhnout vzdálenosti od potiskovaného předmětu, s ještě dostačující kvalitou tisku, až okolo 20–25 mm. [10]

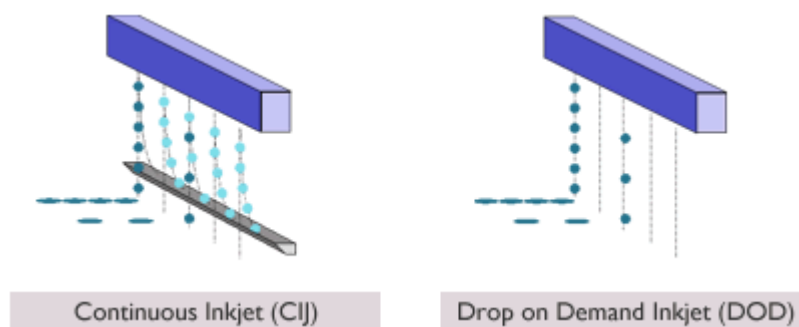
2.1.2 Srovnání CIJ s jinými technologiemi

Technologie CIJ je pravděpodobně v současném průmyslovém využití nejčtenější, není však jediná. Již bylo řečeno, že existují další dvě, a to LCM (tisk velkých znaků) a DOD (volně přeloženo Kapka na vyžádání). Tisku velkých znaků lze dosáhnout několika způsoby. Jedním z nich je právě Drop-On-Demand, dalším je piezo nebo technologie Trident.

Technologie tisku	CIJ	DOD
Výška znaku	1. 5mm-12mm (1mm pro „mikrotisk“)	12mm-64mm
Rychlost tisku	Rychlost tisku matice (5x5 bodů) je až 300m/min, tisky čínských znaků, grafik a větších matic už ne	120m/min, nezávisle na fontu a velikosti
Hustota tisku	Inkoust je recyklován, hustota inkoustu je nestabilní, když je stroj v chodu	Využívá se pouze inkoust určený k tisku, hustota je stálá
Náklady	Je třeba ředidlo, což je výdaj navíc	Není třeba dodatečného ředění
Inkoust	Prach a mazivo je usazováno ve stroji díky recyklačnímu systému, což ovlivňuje práci a chování tiskárny	Inkoust není vystavován znečištění
Chybovost	Inkoustové kapky jsou ovládány nabíjecí elektrodou a vychylovány díky silnému magnetickému poli. Chybovost je velmi četná.	Inkoust je vytlačován přímo tlakovou pumpou, horší je to s přesností
Ovládání	Složitě ovládání, upravování jakýchkoliv parametrů může vytvořit problém	Jednoduchý a spolehlivý systém usnadňuje ovládání i údržbu
Životní prostředí	Velké množství ředidla je odpařováno, nepříjemně zapáchá a znečišťuje prostředí při recyklační fázi	Není třeba ředidla, tudíž není odpařováno
Dodávka vzduchu	Dodávání vzduchu z vnějšku, vysoké nároky na čistotu a tlak, kvalita vzduchu ovlivňuje chod stroje	Nízkonapěťové dodávání vzduchu, tlak je stabilní
Údržba	Čerpadlo je lehce opotřebitelné a téměř neopravitelné	Téměř žádné "zranitelné" části

Tab. 1 Srovnání vlastností technologií CIJ a DOD

Z tabulky lze jednoduše vyčíst, že je na tom z hlediska údržby a ekologie lépe technologie DOD. Nastává otázka, proč je čtenější právě CIJ. Ta si díky své rychlosti a také tisku i menších textů, které jsou v průmyslu potřeba, upevnila své místo v popředí průmyslového značení.

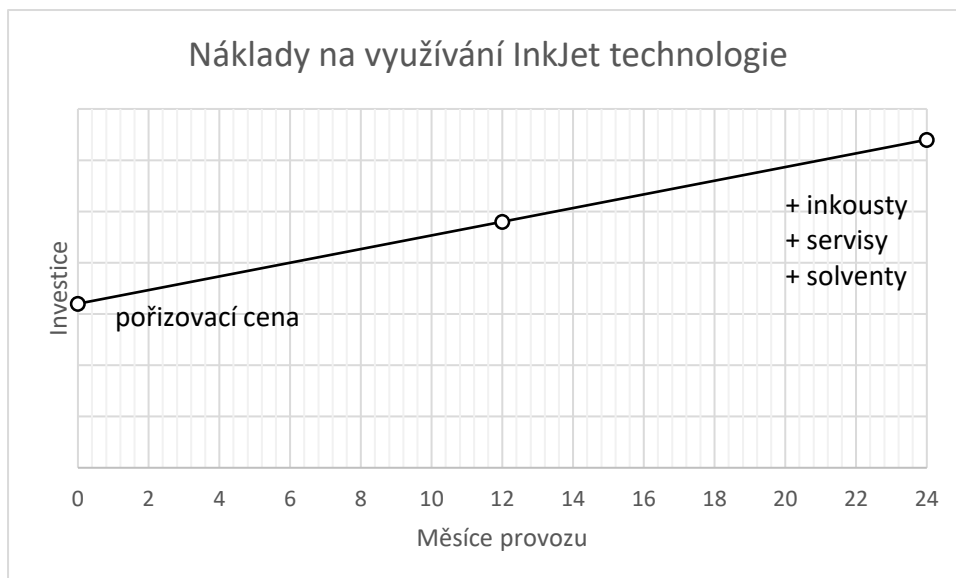


Obr. 5 Rozdíl mezi technologiemi CIJ a DOD

2.1.3 Výhody a nevýhody InkJet

Výhody inkoustového značení spočívají v jeho rychlosti a adaptabilitě. Velká škála inkoustů určených pro různé materiály zaručuje velkou variabilitu v používání. Touto technologií lze značit téměř všechny povrchy, savé i nesavé materiály jako jsou papír, dřevo, plasty, kov, sklo, keramika a jiné materiály. Tento tisk se využívá hlavně při potřebě barevného značení, které jiné metody neposkytují. Pořizovací náklady se v případě obyčejné nepigmentové černé InkJet tiskárny pohybují kolem 180 000 Kč, v průběhu dvou let se částka vyšplhá na dvou až třínásobek. Vyšší verze s možností pigmentového potisku na počátku vyjde přibližně na 320 000 Kč a také s v průběhu dvou let její využívání prodraží na dvojnásobek.

Nevýhoda vyplývá, jak je již patrné z názvu tohoto druhu značení, z dodávání inkoustu. Což je do budoucna náklad, který nejde jen tak vyškrtnout. Některé tiskárny vyžadují i ředidlo, které je třeba doplňovat skoro stejně často jako inkoust. Každých 6 až 12 měsíců je navíc vyžadován servis stroje, který zahrnuje výměnu filtrů. Další horší vlastností je nestálost inkoustu na produktu, tedy odolnost na otěr, UV záření a chemická odolnost. Tato negativa mohou být pro jiné aplikace pozitivem, kdy je třeba popis odstranit. Příkladem jsou vratné lahve, dočasná značení, přeznačení opraveného produktu atd. [11]



Obr. 6 Přibližná křivka nákladů InkJetu v průběhu dvou let

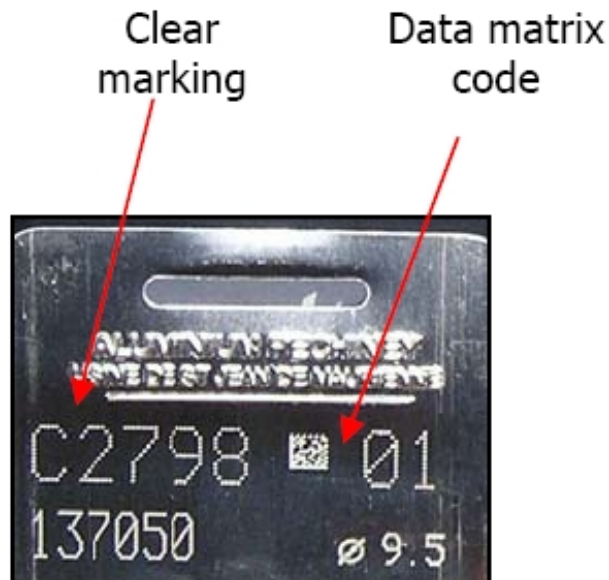
Obr. č. 6 popisuje závislost investice a nákladů na čase v měsících. Záměrně nejsou uvedené konkrétní ceny. Závislost však lze považovat za univerzální, neboť se budoucí náklady v průběhu dvou let více či méně přiblíží počáteční investici, při nutném servisu, dodávání inkoustu, ředidel, jak již bylo zmíněno výše.

2.2 Mikroúderové značení

Mikroúderové značení neboli mikroúder je technologie založená na gravírování povrchu výrobku. To znamená, že vytváří popis, označení, či jednodušší grafiky odebráním materiálu (rytím). Jedná se o trvalé značení, které se nedá nijak upravit či zfalšovat, je viditelné i pod vrstvou barvy, či jinou povrchovou úpravou jako je tryskání, či zinkování. Jde o kontaktní značení, kdy hrot vysokou frekvencí kmitání a tlakem vytváří písmo, nebo grafiku v podstatě do jakéhokoliv povrchu. Využívá se mimo jiné i ke značení štítkových hodnot elektrických strojů.

Značení mikroúderem je celkem rychlé, přesné a bez vedlejších nákladů. Obrovské využití proto nachází v automobilovém, hutním, elektrotechnickém, strojírenském průmyslu i jiném průmyslu. Dokáže značit texty, loga, 2D kódy (DataMatrix). Nejčastěji značíme datum, aktuálního čas, sériová čísla, VIN kódy, 2D kód, ale i loga nebo jiné grafické motivy. Speciální razící jehlou dokážeme označit kovy do tvrdosti 64HRC, dřevo, plasty i skleněné výrobky. Většina mikroúderových systémů jsou bezúdržbové, jednoduché na ovládání a

programování. Dodávají se v různých provedeních, a to standardní systémy ruční, stojanové, k integraci nebo i kombinované. Mezi příslušenství patří přídavné rotační osy, či osy "Z", jak ruční, tak i automatické. Řídicí jednotky dokáží pracovat bez PC, neboť disponují displejem a vlastní klávesnicí k obsluze. [12]



Obr. 7 Ukázka finálního motivu mikroúderovým značením

2.2.1 Princip mikroúderového značení

Hlavním komponentem pneumatického stroje určeného k mikroúderovému značení je hrot vyráběný z velmi tvrdého materiálu, obvykle tvrdá kalená ocel, v dražších verzích diamant. Hrot je umístěn nad povrchem značeného výrobku, pod libovolným úhlem a je, díky elektrické energii nebo tlakovému vzduchu, rozkmitáván.

Hrot udeří, krátce před spodní úvratí (bod obratu), do povrchu dílu a tím stlačí, resp. vytlačí materiál, tím je vytvořen bod. Lze říci, že se kvůli svému kmitavému pohybu stane z hrotu pneumatické kladivo. Značící nástroj s hrotem je umístěn ve značící hlavě a pohybuje se po souřadnicích na osách X a Y pomocí dvou servopohonů s krokovými motory.

Výsledné značení mikroúderem není nic jiného než hustá a ucelená řada jednotlivých bodů tvořící požadované znaky. Díky velké univerzálnosti a jednoduchosti ovládání lze nastavit i vzdálenost mezi body pro vytvoření bodového označení výrobku. Hloubka mikrobodového značení je v krajních případech až 0,8 mm. Vzdálenost hrotu od značeného předmětu může být až 10 mm. Protože hrot rezonuje, mohou být značeny i povrchy s

nerovnostmi do 6 mm. Tyto údaje jsou odlišné přístroj od přístroje, některé, zejména ty dražší, jsou schopné dosáhnout vyšších hodnot. U levnějších se musí počítat s horšími vlastnostmi, například je nutné dostat značící hlavu blíže k výrobku nebo je třeba dodávat výrobky s výrazně rovňejším povrchem. Jako „hrubší“ odnož mikroúderového značení lze považovat rycí technologii.

Hlavní rozdíl mezi oběma technologiemi je vidět na hlavách zařízení. Rycí je konstruována robustněji než mikroúderová, a to z důvodu většího odporu, který při rytí vzniká. Další rozdíl je mezi pohony, kdy rycí využívá pohon šroubovicový, zatímco mikroúder řemenový. I výsledný znak vypadá jinak, místo bodů dostaneme nepřerušovanou linii, takže se dá říci, že vyrytý obraz je přesnější. Při rytí se dosahuje hloubky cca 0,5 mm. Rycí hrot z diamantu, resp z tvrdé oceli nekmitá jako u mikroúderu, ale je tlačěn na povrch značeného dílu. Díky tomu nemohou být překonávány žádné velké materiálové nerovnosti, aby bylo dosaženo stejnoměrného značení, musí být povrch předmětu, pokud možno rovný. Dalším rozdílem je hluk, který vzniká především při dopadu hrotu na značený výrobek. Vzhledem k tomu, že u rytí (gravírování) dopadá hrot na předmět pouze na začátku linie vzoru, je rytí o dost tišší, než značení mikroúderem. [13]

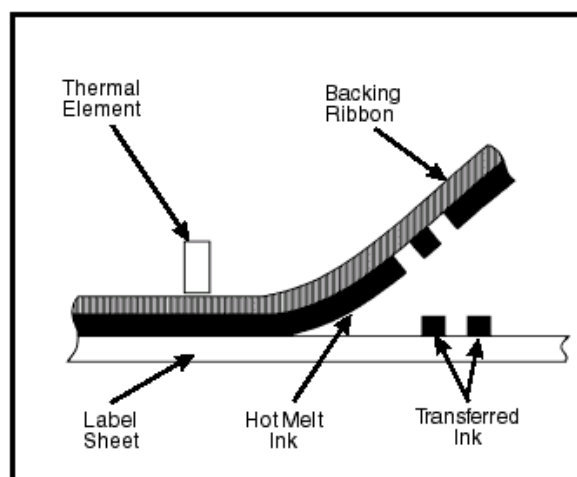
2.2.2 Výhody a nevýhody mikroúderu

Samotná technologie je velmi spolehlivá a hlavně trvalá, což jsou velmi silná pozitiva. Pomocí mikroúderových systémů je možné označit extrémně tvrdé, nerovné a nepravidelné, ploché i zakřivené výrobky, které díky možnosti přesného nastavení, nejsou deformovány ani nadměrně namáhány. Dlouhá životnost, bezúdržbový provoz a snadná integrace do výrobních linek bez nutnosti připojení PC vytváří spolehlivý nástroj pro trvalé značení produktů. Dále je oproti například inkoustovému značení nespornou výhodou, že není třeba žádného dalšího spotřebního materiálu, dochází pouze k opotřebení hrotu. Hrot nemusí na materiál dopadat kolmo, je možné nastavit dopad pod úhlem, což je výhodné při řešení místa ve výrobní lince, kdy je třeba provádění více věcí najednou a nic si nesmí navzájem překážet. Jsou dostupné i vícehrotové verze, které jsou oproti jednohrotovým rychlejší. V případě, že se značí pouze text, je možné značit rychlosti až 21 znaků/s. Přestože jsou tyto mechanické systémy určeny do nepřetržitých a těžkých provozů, můžeme tato zařízení považovat za téměř bezporuchová. [14]

Dá se s klidem říci, že mikroúderové značení a mechanické ražení všeobecně má dobré ekonomické vlastnosti nejen nízkou pořizovací cenou, ale také minimálními náklady na provoz a údržbu. Nižší formy ražby (úderové jednotky a razidla) se hodí spíše na ražení stále se opakujícího vzoru, vyšší forma ražby (mikrobodové systémy) má pak možnost úpravy výrazně lepší a lze ji použít i pro složitější vzory. Tím, že se však jedná o ryze mechanické značení, najdeme i několik nevýhod. Ražbou můžeme značit pouze výrobky z materiálů jistého rozsahu tvrdosti. U poddajných materiálů se značení ztrácí díky elasticitě materiálu, naopak u velmi tvrdých (kalených) se hrot razidla velmi rychle ničí, dokáže-li vůbec do materiálu vytvořit nějakou stopu. Z nevýhody se považuje i hluk, který při značení vzniká, ale na druhou stranu ve výrobním průmyslu se tiché prostředí vyskytuje zřídka. [15]

2.3 Termotransferový tisk

Další možnost, jak značit výrobky, poskytuje technologie zvaná termotransfer. Jedná se o nepřímou metodu tištění, kdy se znaky vytisknou nejdříve na karbonovou, voskovou nebo jinou pásku, která se vlivem teploty tiskové hlavy nahřeje a následně prudce schladí. Tím se uhlík, vosk nebo jiný materiál přenesou na výrobek. V kontrastu s termotransferem obyčejný „termotisk“, což je přímý způsob, nelze v průmyslu použít, protože se jím nedá v dobré míře značit jiné materiály než papír. Zde se také používá teplo, ale není při tisku přítomna žádná páska. Je však třeba speciálního papíru (nejčastěji termochromického), kdy vzor na papíru ohřeje a tím se na papíru zbarví oblasti, které vzor tvoří. [16]



Thermal Transfer Printing

Obr. 8 Princip termotransferu

Termotransferový tisk byl zaveden pod záštitou japonské společnosti SATO, která v roce 1981 vyprodukovala první termotransferovou tiskárnu na světě, s označením SATO M-2311. Jak již bylo řečeno, nedílnou součástí samotné tiskárny je termotransferová (přenášecí) páska a tisková hlava, která působením tlaku, a hlavně tepla přenáší motiv z pásky na povrch finálního nosiče. Tímto nosičem může být papír, ale zejména jsou to tkaniny, plastické hmoty, a může to být i porcelán, keramika nebo kov. Ačkoliv se termotransferový tisk neřadí mezi trvalé typy značení, dá se odolnost vytištěného motivu několika způsoby vylepšit. Nejčastěji se využívá speciální upravování povrchu nosičů, které zvýší odolnost potisku proti oděru, chemickým vlivům nebo otěru. Další širokou škálu možností potom otevírá skutečnost, že prvotní tisk na speciální přenášecí fólie pro termotransferový přenos může být prováděn několika tiskovými technikami, z nichž ty digitální umožňují individuální jednodušové tisky s přijatelnou cenou. [17]

2.3.1 Princip a komponenty TT tisku

Princip termotransferového tisku sám nenápadně napovídá samotný název této technologie a dá se považovat za jeden z těch jednodušších. K termotransferu je třeba tiskárny, která obsahuje tepelnou tiskovou hlavu, která je staticky umístěna nad přenášecí páskou. Ta se dávkuje ze zásobní role a poté je nahřáta tiskovou hlavou nad povrchem materiálu, který chceme označit. Tisková hlava nedříve vytiskne motiv přímo na přenášecí pásku a poté ji nad povrchem materiálu zahřeje na určitou teplotu a v podstatě zalaminuje text na materiál. Tato technologie tisku se v průmyslu využívá hlavně při aplikování samolepících etiket, ale existuje i možnost značit přímo na výrobek.

Pro přenos vytištěných grafických motivů na finální materiál (nosič) se používají termotransferové lisy. V současné době se využívají dva základní typy těchto lisů, a to deskové a speciální. Deskové lisy, jejichž mechanická část se skládá ze dvou desek (vytápěné a přitlačné) se používají k termotransferovému přenosu na rovné materiály, ať už tuhé nebo elastické (například textil). Dalším typem jsou speciální TT lisy, jejichž desky nejsou rovné, ale speciálně tvarované do tvaru „kopyt“. Ty se využívají k potisku například keramiky, textilu a podobných předmětů, které není možné zalisovat mezi dvěma rovnými deskami. Pro maximální kvalitu vytištěné grafiky musí být totiž na celou její plochu při tepelném přenosu působit stejný tlak a teplota. Přenosová teplota by se měla pohybovat v rozmezí 177–190 °C.

Proměnnou je při provádění termotransferového tisku hlavně doba, po kterou tlak a teplota na potisk působí.

Délka této doby závisí samozřejmě na materiálu, na který je termotransferový tisk použit, ale také na použité přenášecí folii. Proto jsou v manuálech u jednotlivých typů aplikačních fólií vždy uváděny délky aplikačních časů na příslušné materiály. Při nedodržení dostatečné doby působení teploty a tlaku nedojde k dokonalému uvolnění tisku od nosné vrstvy a uchycení grafiky na potiskovaném povrchu, takže při stahování nosného papíru může docházet k vytrhávání částí tisku, a naopak při příliš dlouhém působení teploty a tlaku se mohou barviva v použitých tiskových barvách nebo inkoustech buď takzvaně „srážet“, nebo dokonce přepalovat, měnit barvu nebo se dokonce vytratit. [18]

2.3.2 Výhody a nevýhody TT tisku

Termotransferový tisk se v průmyslu využívá převážně při tisku lepících etiket, méně často však i při tisku přímo na materiál. Tisk etiket je vhodný především pro náročnější a průmyslové aplikace. Potisk je zde vyřešen pomocí termotransferových pásek, díky kterým pak etikety splňují i přísné odolnostní parametry. TT tiskárny jsou určeny především pro automobilový nebo chemický průmysl, větší logistická centra nebo také výrobce potravin. Vyznačují se velkou rychlostí tisku, vylepšenou odolností a vysokou spolehlivostí i v náročných podmínkách. Velmi často disponují širokou nabídkou příslušenství jako odlepování nebo řezání etiket, RFID modulem či Wifi kartou pro příjem dat pro tisk. [19]

Každá tiskárna disponuje svou interní pamětí a slotem na paměťovou kartu. Interní paměť většinou ukládá parametry tisku jako je teplota tiskové hlavy, druh rozměry etiket atd. Z paměťové karty pak tiskárna čte, co má vlastně tisknout, té se využívá při bitovém volání tisku (1 – tiskni, 0 – nic). Je však možné nastavit komunikaci s PLC jako sériovou, kdy PLC přes Ethernet nebo RS 232 posílá datový blok, kde je dané, co se tiskne + všechny parametry tisku. Této možnost se využívá nejvíce, protože zároveň počítá s možností, že se tiskárna rozbije a bude nutné ji vyměnit. Při sériové komunikaci se pouze přepojí kabel. Při bitovém volání je však nutné dát novou paměťovou kartu a znovu pracně nastavit všechny parametry, kterých není málo.

Z ekonomického hlediska patří pořizovací cena této metody značení mezi ty nejnižší, ve srovnání s InkJetem nebo laserem. Podobně však jako u inkoustových tiskáren, je nutné neustále dodávání spotřebních komponent, jako je páska nebo etikety. Jejich cena však není závratná, a tak se tisk termotransferem v dlouhodobém hledisku vyplatí, a tak se řadí mezi nejpoužívanější. Jsou však aplikace, kdy není možné potitštěných lepících etiket využít. Výrobek je například nutné označit trvale, což je něco, co TT tisk nabídnout nemůže. Některé výrobky na druhou stranu musí být hladké a nesmí na nich být nic přilepeno. Zde je příkladně vidět, že každá aplikace si vyžaduje promyšlení způsobu značení, který použít.

3 Laserové značení

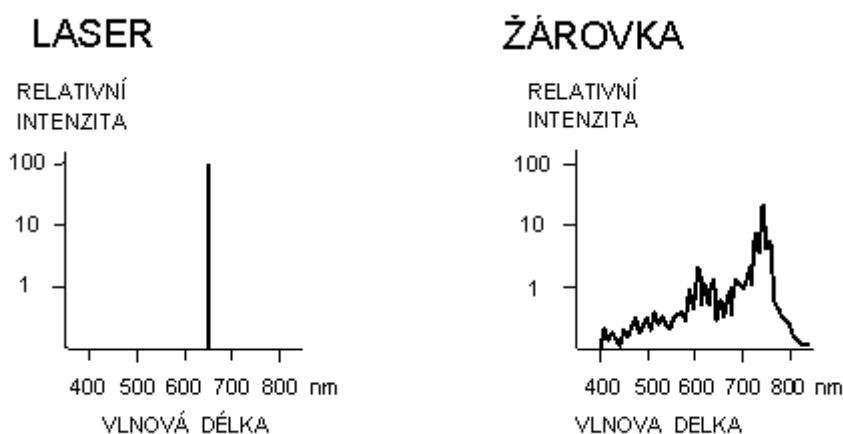
Rostoucí požadavky na kvalitu, životnost a přesnost výrobků vyžadují pořád nové aplikace a technologie zpracování materiálů při výrobě. Těmito technologiemi chápeme postupy obrábění, u kterých nedochází pouze k mechanickému úběru materiálu, ale využívají fyzikálních či chemických, popřípadě kombinaci těchto dvou principů. Jsou to postupy, které jsou mnohdy elegantnější, ekonomicky výhodnější a hlavně rychlejší než klasické metody, mezi ně počítáme i obrábění pomocí laseru. [20]

Metoda laserového značení je ve své podstatě založena na ablaci (místním odpaření materiálu) nebo na změně barvy jeho povrchu. Laser takto vytváří na povrchu materiálu s velmi vysokou přesností stálý, mechanicky odolný, velmi kontrastní a jinak nenapodobitelný popis. Toto vše probíhá v jediné krátké operaci, při které není třeba užití chemických přísad a inkoustů nebo mechanických zásahů do struktury materiálu. Výška znaků je obvykle zlomky až jednotky milimetrů, je však možno značit většími znak. Zde se však musí uvažovat vzdálenost čočky od materiálu (ohnisko). Tloušťka odpařené vrstvy materiálu je v řádu mikrometrů. [21]

Laserem je možné označovat všechny myslitelné materiály, jako kalené i nekalené oceli a litiny, titan, mosaz, bronz, hliník a jeho slitiny, slinutý karbid, zlato, keramiku, drahé kameny, plasty, dřevo, sklo, gumu, papír, kůži atd. Popisovaný povrch může být broušený, pískovaný, lakovaný, černěný, smaltovaný, opatřený povlakem chromu, zinku, titankarbidu, titannitridu, keramickým povlakem apod. Výhodou je, že je možné laserem popisovat rovinné, válcové i jinak zakřivené plochy, a to i na málo přístupných místech.

3.1 Princip laseru

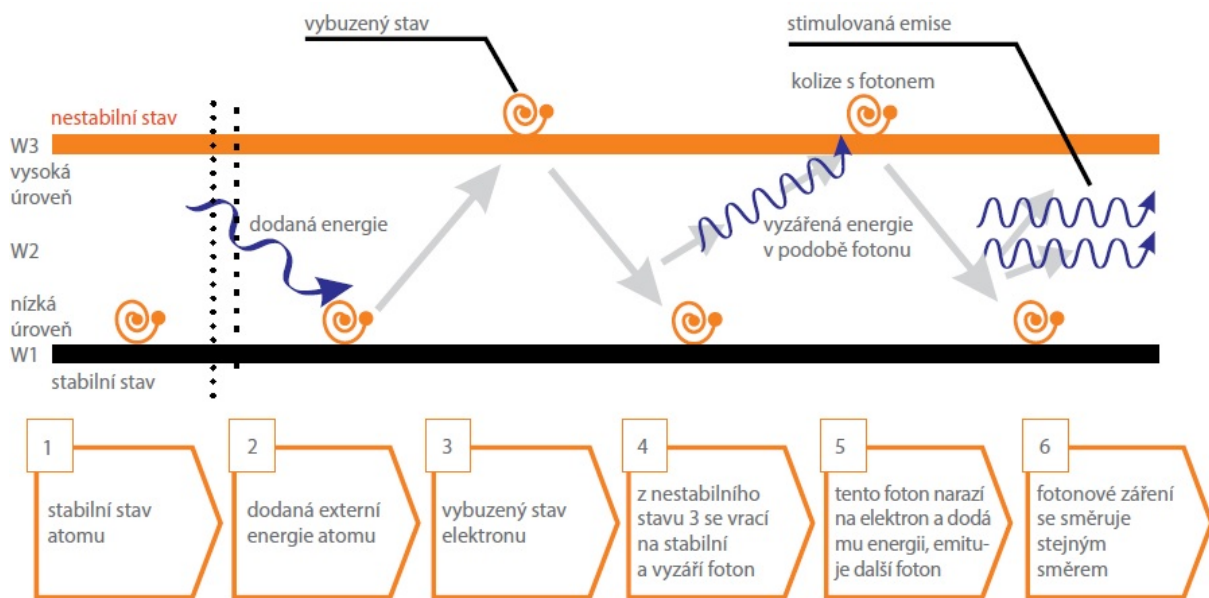
Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) je kvantový generátor vysoce koherentního (vnitřně uspořádaného) optického záření, které vyniká extrémní monochromaticností (stejnobarevností), nízkou rozbíhavostí světelného svazku a vysokou hustotou přenášeného výkonu či energie. Světelné vlny jsou zesilovány v procesu stimulace atomů nebo molekul s přebytečnou energií, kterou mohou vyslat v podobě fotonů stejné frekvence a fáze jako má světelná vlna. Žádné jiné záření nevykazuje stejné vlastnosti, jako právě záření generované laserem. Na obrázku č. 8 můžeme vidět, v jakém spektru přibližně laser ve srovnání se žárovkou pracuje.



Obr. 9 Rozdíl mezi laserem a žárovkou

U laserů pokládáme za nejdůležitější tři základní parametry. Prvním je vlnová délka (udávaná v nanometrech). Ta určuje, v jaké části spektra viditelnosti se bude laserový paprsek pohybovat a je také důležitá i pro velikost stopy laseru. Lasery podle jejich vlnové délky dělíme na termální (IR), u kterých je vlnová délka vyšší než 630 nm, lasery pracující ve viditelném světle (380 - 630 nm) a lasery pracující v UV oblasti (pod 380 nm). Platí, že čím menší je vlnová délka záření, tím větší je energie fotonu a hmotnost (hybnost) fotonu. Dalšími dvěma parametry určujícími kvalitu laseru jsou pak výkon a v neposlední řadě životnost, která je pro průmysl velmi důležitá.

Princip laseru vychází z poznatků kvantové fyziky. Elektrony, které obíhají po kvantových drahách, mohou absorbovat energii jiného elektromagnetického záření. Čím je budící energie větší, tím větší energii předá elektronu a ten se skokově dostane na vyšší kvantovou dráhu. Pokud je energie dostačující, dojde k ionizaci, při které se elektron oddělí od atomu. Na vyšší kvantové dráze zůstává elektron velmi krátkou dobu. Přechod elektronu ze základní energetické hladiny na vyšší je doprovázen absorpcí, sestup z vyšší na nižší je doprovázen emisí přesně určené hodnoty energie. Tato energie je nazývána kvantem a je dána rozdílem mezi energiemi sousedních hladin.



Obr. 10 Vybuzení fotonu laseru

Absorpce energie je doprovázena vznikem spontánní a stimulované emise.

U spontánní emise se elektron dostane na spodní dráhy (bez jakéhokoli signálu), naopak u stimulované emise se elektron dostane do horní dráhy, tam čeká na budící foton, který do elektronu narazí a předá energii uvolněnému fotonu za předpokladu, že elektron sestoupí do nižší kvantové dráhy. Tyto dva fotony budící a stimulovaný emitovaný jsou časově koherentní.

Výsledné záření je nazýváno koherentní (fotony jsou ve svazku paprsků téměř rovnoměrně rozprostřeny a šíří se stejným směrem) a monochromatické (má jednu přesně definovanou vlnovou délku) což nám umožňuje, soustředit světelný paprsek do velice malé oblasti, vzhledem k relativně velké vzdálenosti jeho dopadu. Právě stimulovaná emise záření nám zajišťuje dostatečnou „sílu“ paprsku laseru potřebnou kupříkladu k obrobení různých materiálů. [22]

3.2 Využití v průmyslu

V současné době existuje mnoho typů laserů a také mnoho kritérií, podle kterých je můžeme rozdělovat. Dělíme je:

- Podle **způsobu buzení** (opticky, chemicky, elektricky, termodynamicky, atd.)
- Podle **pracovního režimu** (kontinuální, pulzní)
- Podle **vlnové délky a barevného spektra** (UV, IR, X-ray atd.)
- Podle **způsobu použití** (měřicí, lékařské, technologické, energetické atd.)
- Podle **výkonu** (nízko výkonné, vysokovýkonné)
- Podle **konstrukce**
- Podle **aktivního prostředí** (pevnotátkové, kapalinové, plynné, polovodičové)

V současných průmyslových aplikacích se používá pět hlavních typů laserů, které jsou uvedeny v tabulce níže. Jednotlivé typy se pak dále dělí podle typu buzení, provozního režimu (kontinuální, pulzní) a dalších parametrů. Každý typ má svoje výhody/nevýhody a typické aplikace, pro které je vhodný.

Laser	Vlnová délka (nm)	Buzení	Efektivita	Režim	Výkon / Energie	Typické aplikace	Údržba	Život. (h)
Nd:YAG	1 064	laserové diody	~7%	kontinuální	až 6kW	řezání, gravírování značení, gravírování	ano	~10 000
		lampy	~3%	pulsní	~100W	gravírování		~1000
CO ₂	10 600	radio frekvenčně	~10%	kontinuální / pulsní	10-250W	značení, gravírování, řezání nekovů	ano	~20 000
		elektricky	~25%		až 5kW	řezání, sváření		--
Diskový	1 070	laserové diody	~15%	kontinuální	až 16 kW	řezání, sváření	ano	~10 000
Vláknový	1 070	laserové diody	~30%	kontinuální kvazikontinuální pulsní	až 80 kW ~1,2kW ~100W	řezání, sváření značení, gravírování, mikrobrábění	ne	~100 000
Diodový	808-980	elektricky	~60%	kontinuální	až 10kW	sváření, kalení, nanášení vrstev	ne	~15 000

Tab. 2 Základní přehled průmyslových laserů

Technologie laseru jako taková pronikla do všech možných oborů a její možnosti využití jsou obrovské. Využívá se například v medicíně, kde se rubínovým laserem provádějí operace oční sítnice nebo se jím odstraňují tetování. Tyto lékařské úkony vyžadují velmi precizní přístup, tudíž se hledaly různé metody pro tyto operace. Pro lékaře byla hlavním důvodem použití laseru možnost seskupit světlo na miniaturní plochu, možnost řezání tkání velmi úzkými řezy a možnost odpařování tkání. Dnes toto odvětví nazýváme jako laserovou chirurgii.

Na druhou stranu v průmyslu bylo hlavním cílem opracovávání tvrdých materiálů, což si vyžadovalo velký výkon. V dnešní době se lasery řezou materiály, dále se jimi gravíruje, sváří a značí. Poslední možnost bude nastíněna v praxi. [23]

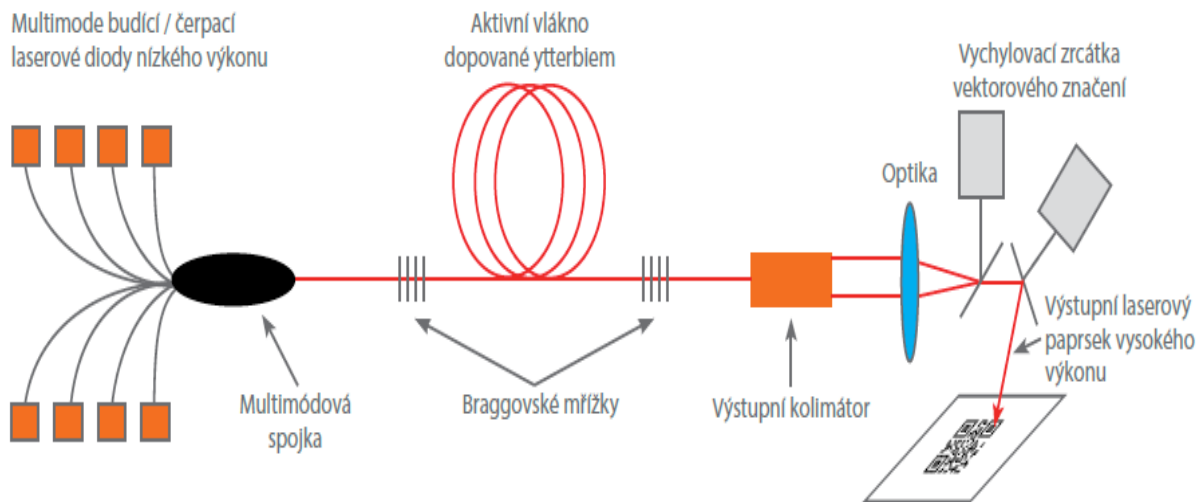
3.3 Aplikace vybraného druhu laseru

Z tabulky č. 2 lze vyčíst, že pro značení má nejlepší vlastnosti právě vláknový laser, který má v porovnání s diodami buzeným pulsním Nd:YAG laserem až 4x větší efektivitu. Je téměř bezúdržbový a jeho životnost je v řádu sta tisíců hodin. Proto si pro přiblížení práce se značícími lasery vybírám právě vláknový. Přímo z praxe bude nastíněna práce se softwarem Solpad od polské firmy Solaris, která vyrábí vše, co s laserovým značením souvisí. Dále bude vytvořeno několik vlastních značících souborů na zařízení, které je k dispozici pro zkoušení od firmy Witte Nejdek, spol s.r.o.

Jako první popsal technologii vláknových laserů americký inženýr a profesor Elias Snitzer v roce 1963. Při první aplikaci, která byla provedena Valentinem Gapontsevem a Igorem Samartsevem, byl světelný paprsek namířen do optického vlákna, tím vznikla efektivní metoda k vytvoření laseru s použitím cladding funkce (skládání paprsků do jednoho). Veřejnosti byla tato technologie představena o dvě dekády později. Během dalších dvou dekád se mnohonásobně zvýšil výkon, který se v dnešní době pohybuje až v desítkách kilowattů. Dnešní fiber glass lasery pomalu nahrazují klasické YAG lasery díky své životnosti, kvalitě laserového paprsku a efektivitě.

Jde o typ laseru, ve kterém ke generování záření dochází v jádru optického vlákna dopovaného prvky ze skupiny lanthanoidů (někdy se označují i jako prvky vzácných zemin). Na dopování se nejčastěji užívá erbia nebo ytterbia, případně obou těchto látek společně. Tato vlákna mohou mít různou podobu, tedy většinou jde o průřez středního vlákna, který je

čtvercový, obdélníkový apod. a tím dává vlastní specifikaci laserového paprsku i vlastní individuální užití. Optické vlákno vláknových laserů tak odpovídá svou funkcí úloze krystalu u pevnolátkových laserů, tedy vytváří se v něm laserový paprsek a optické vlákno funguje jako optický zesilovač. [22]



Obr. 11 Princip vláknového laseru

3.3.1 Výhody

Vláknový laser je z technologického hlediska nejmodernějším druhem pevnolátkových laserů, jehož aktivním prostředím je dlouhé optické vlákno dopované ytterbiem. Jeho ohromnou výhodou je jeho jednoduchost, robustnost a modularita, dále také:

- **vysoká spolehlivost** - dlouhodobá stabilita laserového paprsku a stabilita výkonu
- **způsob chlazení** - u vláknových laserů chlazení vzduchem působí po cel délce vláken, která dosahuje až 30 metrů
- **nízký příkon** - jen 1 % oproti požadovanému příkonu u výbojkami čerpaných pevnolátkových laserů
- **životnost** - až patnáctinásobek oproti pevnolátkovým laserům
- **výkon** - pospojováním laserových modulů lze navyšovat výkon až na stovky wattů

3.3.2 e-Solarmark FL

Zařízení e-SolarMark FL je laserový systém třídy IV podle norem IEC 825 a EN 60825 určený pro konečnou instalaci do hlavního systému nebo vybavení bezpečnostním pláštěm. Po konečné instalaci musí zařízení splňovat požadavky na výrobek třídy I podle výše uvedených norem. Zařízení eMark je laserové značící zařízení určené ke značení, kódování a rytí do kovů, plastů a fólií ve statickém a dynamickém režimu („za pohybu“). Umožňuje estetické, odolné a přesné značení, kódování a rytí. Díky nekontaktnímu značení laserovým paprskem nevyžaduje žádné upevnění zpracovávaných kusů a může značit i ty nejkřehčí detaily ve statickém a dynamickém režimu.



Obr. 12 Zařízení e-Solarmark FL

Zařízení e-SolarMark je tvořeno dvěma hlavními částmi:

1. Ovládací jednotkou s uživatelským rozhraním a displejem na předním panelu, spojovacím panelem pro vstupní a výstupní signály uvnitř a montážními otvory vzadu.
2. Značící jednotka obsahuje laserovou část a značící hlavu se zaměřovací optikou. Montážní otvory jsou umístěny na spodní desce.

V tabulce uvedené na další straně jsou vypsány hlavní parametry laserové soustavy, se kterou budu pracovat.

Typ laseru		Ytterbium fiber laser (YAG vláknový laser)
Pracovní režim		pulzní, kontinuální
Výstupní stálý výkon laseru		10 W, 20 W , 30 W, 50 W, 100 W (Pulsed)
Vlnová délka laseru		1055–1070 nm, typicky 1062 nm
Průměr laserového paprsku		7,5 mm
Divergence paprsku		8,0 mrad
Výstupní modulace na rozkmit		20–200 Hz
Energie pulzu		2 mJ v rozsahu (20-200 Hz)
Značící hlava		Dva zrcátkové skenery s tvrdou, vysoce reflexní dielektrickou povrchovou vrstvou
Optika	Značící pole [mm]	Vzdálenost od pracovního povrchu [mm]
LF3	70 x 70	192
LF4	100 x 100	190
LF6	150 x150	351
Chlazení		vzduchem (default)
		vzduchem s filtry (volitelné)
Elektrické napájení		115/230 V, 50/60 Hz, 1f
Model		Příkon [W]
FL1		300
FL2		450
FL3		600
FL5		600
Software		SolMark II/ Solpad
Firmware		256 MB
Komunikace		RS 232 / USB / Ethernet 10 Base T
Krytí		IP62/NEMA 12

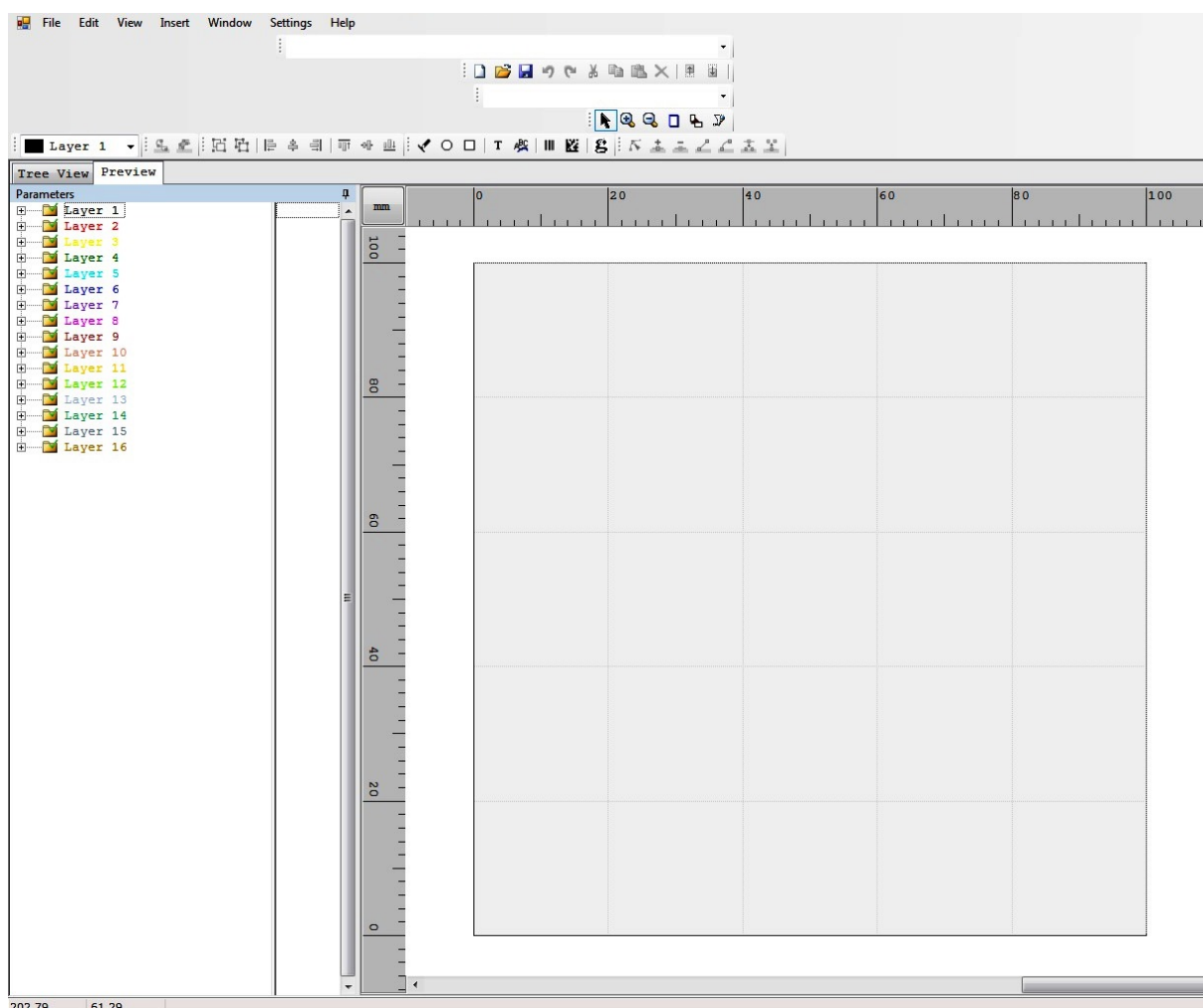
Tab. 3 Parametry vybrané laserové soustavy

Každý laser lze samozřejmě sestavit v mnoha různých variantách. Já jsem si pro aplikaci vybral e-Solarmark FL1 s příkonem 300 W a výstupním výkonem 20 W. Bude použita optika typu LF4 se značícím polem 100 x 100 mm a ohniskovou vzdáleností 190 mm. K dispozici je verze s chlazením vzduchem s filtry. Pro přípravu značených vzorů lze použít

dvou softwarů, a to SolMarku II a SolPadu. Využil jsem druhé možnosti, ve které lze pracovat i s grafikami ze souborů s příponou .dxf, které se dají připravit v programu AutoCAD.

3.3.3 Příprava pracovního souboru

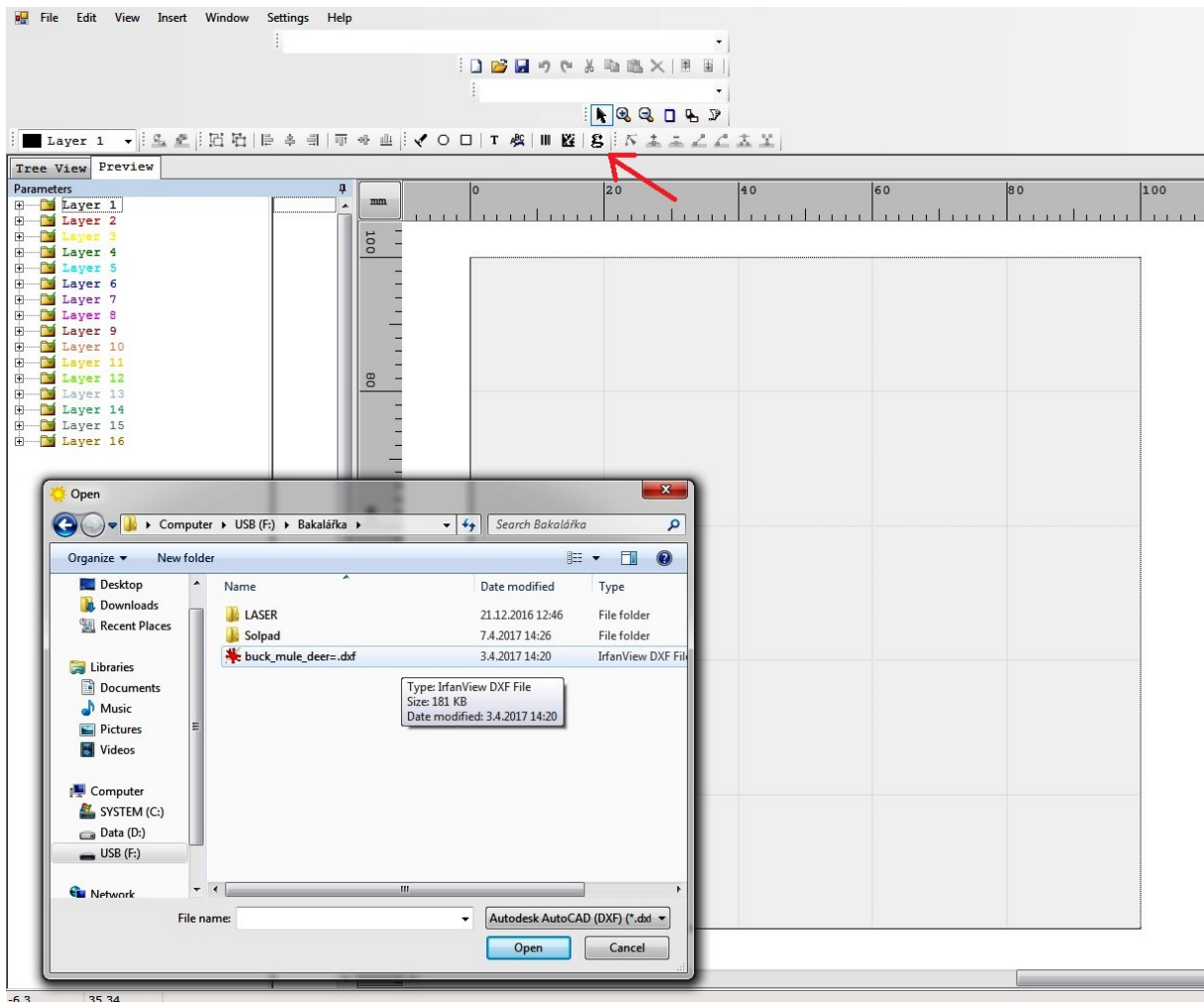
Pro vytvoření značeného vzoru se využívá software SolMark II, nověji SolPad. Jedná o program přímo od výrobce laseru e-Solarmark FL, firmy Solaris. Práce v něm je velmi intuitivní, lze zde vytvářet čárové kódy, 2D kódy a vkládat grafiky s příponou .dxf.



Obr. 13 Nový soubor v programu SolPad

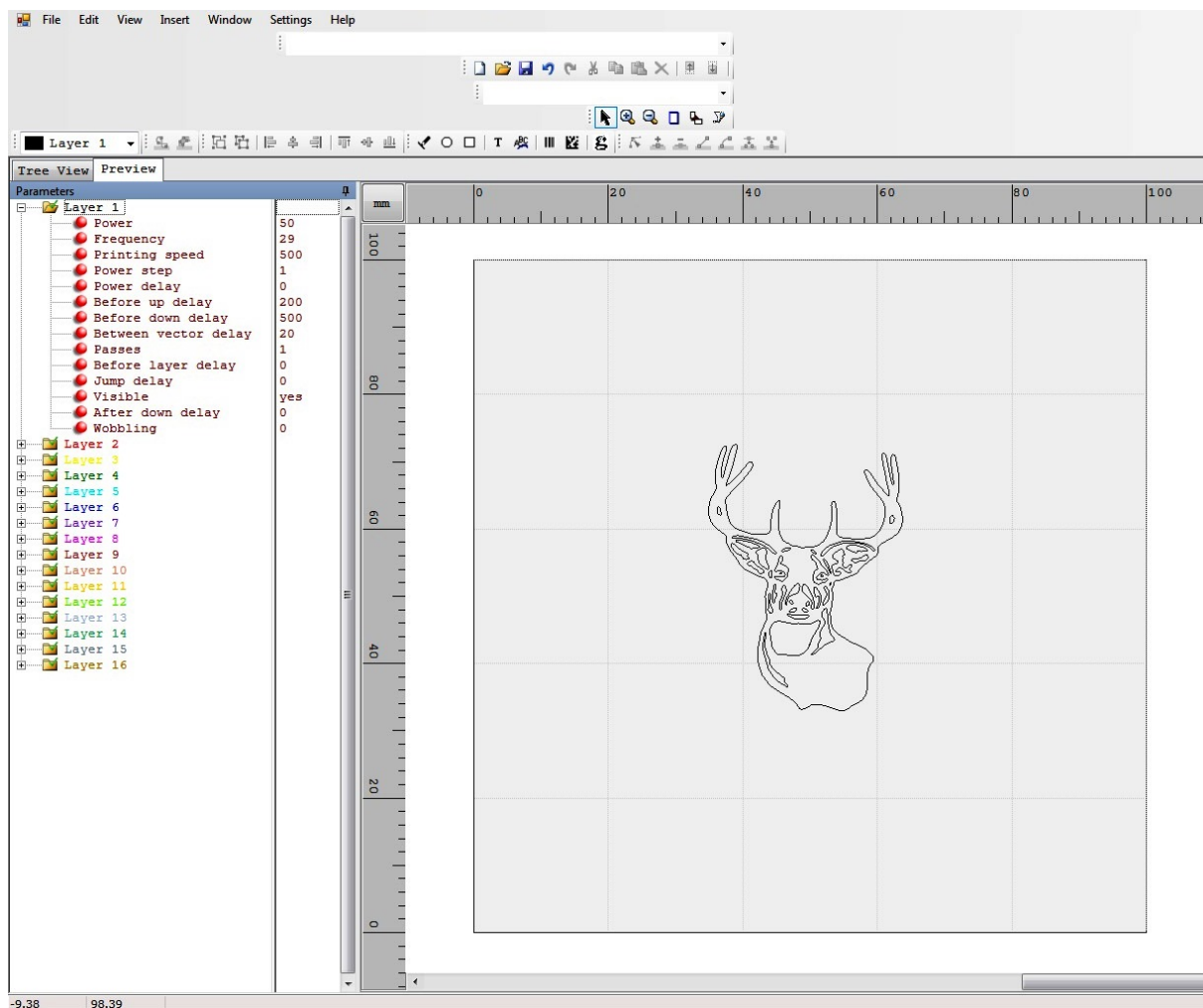
Hned na počátku práce se naskýtají dvě hlavní možnosti. Buď vytvořit úplně nový soubor, nebo využít nějaký už vytvořený. Tyto soubory, které se uloží do řídicí jednotky a posléze tisknou, se nazývají JOBy. Jak vytvořit nové JOBy s grafikou a s 2D kódem bude předvedeno na dalších stranách.

Nejprve v nabídce „File“ vybereme „New file“, poté se nám naskytne pohled na prázdné pole o velikosti 100 x 100 mm. Po pravé straně je nabídka vrstev a jejich parametrů, já si pro práci jak s grafikou, tak s QR kódem, vyberou pouze první vrstvu, která má však defaultně nastavené stejné hodnoty, jako všechny ostatní.



Obr. 14 Výběr vektorové grafiky

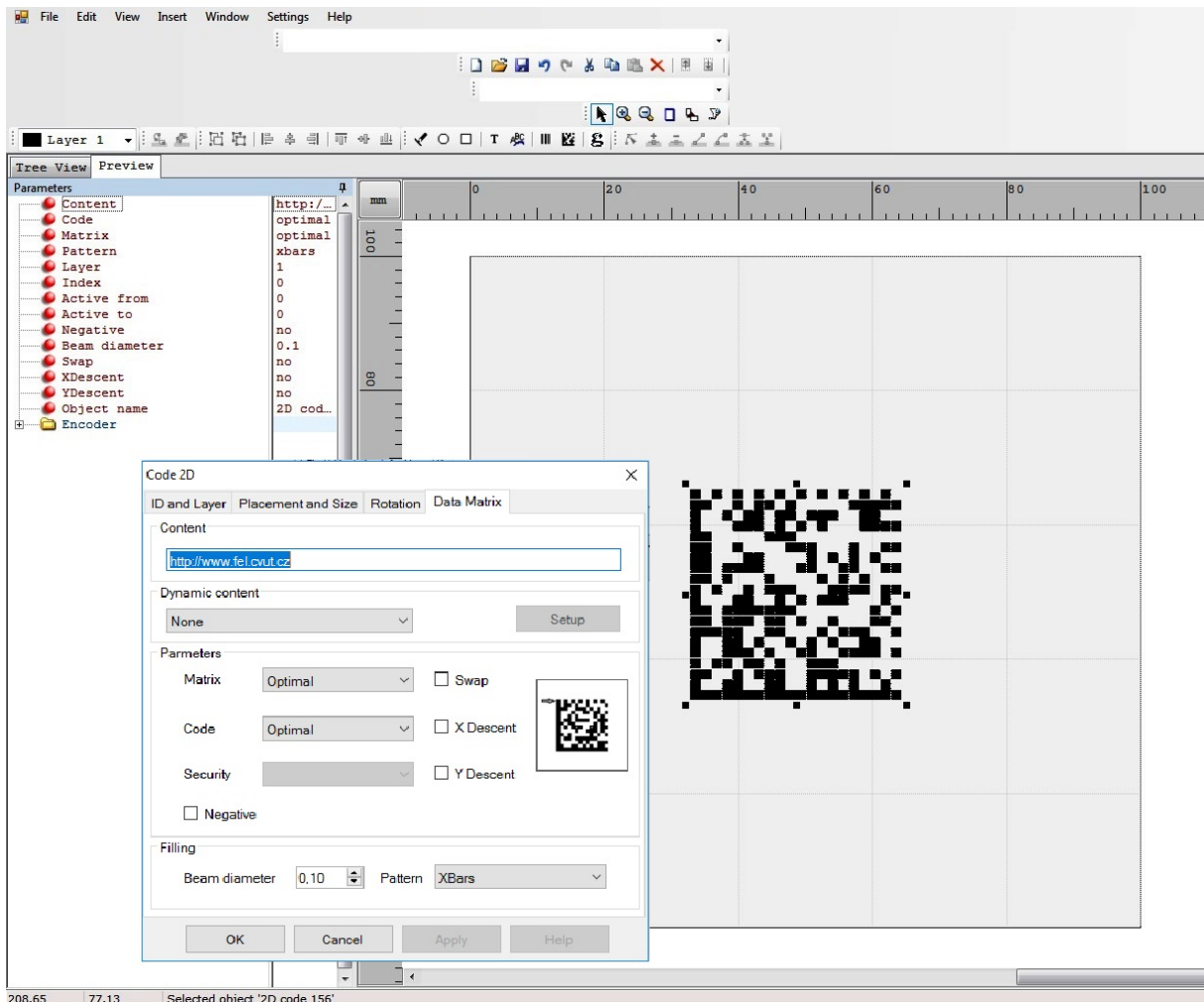
Jako první si připravím JOB s grafikou formátu .dxf. Pro výběr souboru je nutné otevřít ikonu „Import vectorized graphics“ a následně si vybrat ve složkách souhlas, kterým chceme materiál označit. Zvolená grafika není vlastní, nýbrž stažená z internetu. Tyto vektorové grafiky lze vytvořit v programech typu AutoCAD či CorelDRAW.



Obr. 15 Parametry vrstvy č. 1 značené grafiky

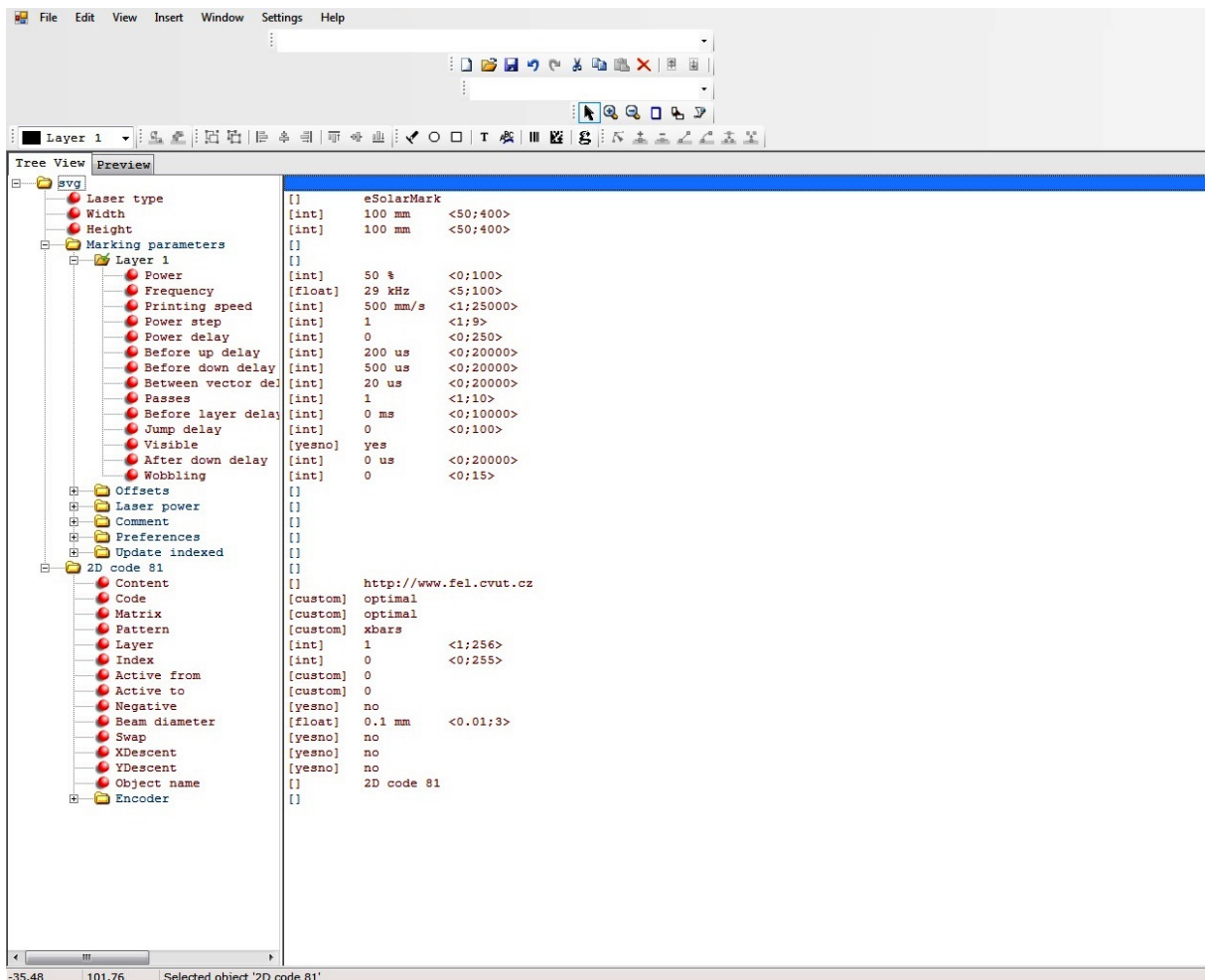
Na obrázku č. 12 se nachází nejen vložený soubor, ale i parametry vrstvy, která je použita. Mezi hlavní patří síla laserového paprsku, frekvence a rychlost tisku. Buď s defaultními, nebo s nastavenými hodnotami se JOB uloží a zkompiluje. Uložené parametry se poté převedou do programovacího jazyka XML. V kódu se dále nachází velikost pole, které je závislé na rozměrech optiky. V kódu se dále definuje, co se vlastně značí. U vektorových grafik je samozřejmé, že se skládají z různých křivek, tudíž se každá křivka tiskne zvlášť s časovou prodlevou, která je dána parametrem „**Between vector delay**“. Například zvolená grafika má 35 křivek a délka kódu je tomu úměrná v porovnání s kódy pouhých čárových kódů.

Mezi další možnosti patří značení čárových a 2D kódů, jejichž vytváření patří mezi základní funkce softwaru SolPad. Jejich vytváření je velmi jednoduché, neboť si z lišty stačí vybrat, o jaký kód se jedná. Poté se do pole 100 x 100 mm vloží kód s informací Default, která se dá dvojitým poklepáním na kód změnit.



Obr. 16 Vložení DataMatrix kódu

Jako kódovanou informaci jsem si vybral webové stránky fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického <http://www.fel.cvut.cz>. Na následujícím obrázku se nachází veškeré informace o konkrétním JOBu, které se poté přenáší do HTML kódu. Ten je pak k vidění hned pod ním.



Obr. 17 Parametry značení DataMatrix kódu

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<svg xmlns="solmark" xmlns:solmark="solmark" solmark:version="20" solmark:laser_type="eSolarMark" width="100" height="100">
  <defs>
    <solmark:layer power="50.00" frequency="25.00" speed="500" power_step="1" power_delay="0" delay_up="200" delay_down="500"
      delay_vector="20" passes="1" delay_layer="0" delay_jump="0" visible="1" after_down="0" wobbling="0" number="0" />
    <solmark:offset xmlns:solmark="solmark" x="0.0" y="0.0" />
    <solmark:laser_power xmlns:solmark="solmark" offset="0" />
    <solmark:comment text="Default empty Job file" />
    <solmark:preferences allways_update="1" update_failure="1" block_size="-1" sort_order="-1" />
    <solmark:update_indexed do="1" />
  </defs>
  <solmark:code2d text="http://www.fel.cvut.cz" code="optimal" matrix="optimal" pattern="xbars" p0x="36.8182" p0y="37.7016"
    p1x="36.8182" p1y="63.9975" p2x="63.1141" p2y="63.9975" layer="0" index="0" tz_start="0" tz_stop="0" negative="0" beam="0.1"
    swap="0" x_descent="0" y_descent="0" m_transform="10.0,10.0" transform="" name="2D code 83">
    <encoder id="rnd" xmlns="solmark">
      <qrenc security="0" version="0" />
      <mqrenc security="0" version="0" />
    </encoder>
  </solmark:code2d>
</svg>

```

Obr. 18 Výsledný XML kód

Na obrázku č. 16 je názorné kolik parametrů přibýlo při přidání 2D kódu, přičemž nejdůležitější je jeho obsah, protože ostatní parametry zůstaly zachované. Dále máme nadefinovanou sílu laserového paprsku, která je nastavena na 50 % maxima a rychlost tisku, která nabývá rychlosti 500 mm/s. Tyto všechny informace můžeme vidět i na obrázku č. 17, kde jsou zmiňované parametry spolu s ostatními převedeny do XML kódu. Ten se pak přes ethernetové spojení s počítačem ukládá do řídicí jednotky a pak je například pomocí PLC volán podle dílu, na který se bude značit. Často se v řídicí jednotce nachází přes 300 JOBů. Jak vypadají příkazy v komunikaci s řídicí jednotkou, je názorně ukázáno a vysvětleno na dalším obrázku.

```

NC
Cmd line: 192.168.3.136 3333
RXC READY .

LF
LF
1.xml
10.xml
11.xml
12.xml
13.xml
2.xml
3.xml
4.xml
5.xml
6.xml
7.xml
8.xml
9.xml
Plast2.xml

$F
$F
/opt/storage/13.xml

RM
RM

MS
MS
YES

MA
MA

```

**vložit IP + port
odpověď od laseru**

list všech souborů v laseru

**příkaz pro výběr
potvrzení z laseru
zadat cestu k souboru pro změnu**

pokračovat-soubor do značení

**stav laseru pro značení
OK - YES**

ZNAČ (soubor se vypálí)

Obr. 19 Komunikace počítače s řídicí jednotkou

3.3.4 Značení

Po připojení počítače k řídicí jednotce přes ethernetový kabel je nutné v počítačové konfiguraci změnit IP adresu počítače. IP adresa řídicí jednotky se liší stroj od stroje podle nakonfigurované IP adresy PLC. Ve většině případů je IP adresa 10.0.1.xxx nebo 192.168.0.xxx, pokud však poslední číslo neznáme, je nutné IP zjistit z displeje řídicí jednotky. Je však nezbytné znát servisní heslo pro rozšířené nastavení.

Po propojení počítače s řídicí jednotkou i na virtuální úrovni je nutné se připojit k jednotce jako k externímu úložišti (v Průzkumníku dokumentů stačí do lišty zadat \\IP adresa). Pro nahrání nového soboru je nutné zavřít shutter (základku optiky), přenést soubor na úložiště jednotky a vypnout/zapnout jednotku. Pak už se jen vybere nový soubor pro tisk a je možné značení. Je však nutné otevřít shutter.



Obr. 20 Výsledné značení obou vytvořených souborů

Na obrázku č. 17 lze vidět, jak se vydařilo značení vytvořených souborů v kapitole 3.3.3. Lze vidět, že značení laserem do plastu má určitou kvalitu, ale nelze ho dobře využívat na tisk grafik na plast s nijak neupraveným povrchem. Pro zlepšení kvality značení na plast je nutné upravit povrch, například pochromováním. To ve výsledku znamená, že se odpaří chromová vrstva a odkryje se černý plast, okolní pochromovaná vrstva zůstane netknuta a vytvoří lepší kontrast.

4 Volba vhodné metody značení podle výrobku

Při designu nového výrobku a stroje, na kterém se bude výrobek vyrábět, se projektant musí potýkat s několika zásadními otázkami. Jednou z nich je jakou metodu pro značení vybrat. Pokud má štěstí, zákazník si sám nadefinuje, jakým způsobem bude povrch materiálu označen. Pokud však musí vybírat sám, tak před ním u každé metody stojí několik otázek. Samozřejmě jednou z těch nejzásadnějších je otázka ekonomická. Vybrat si například značení laserem pro linku, která za rok vyrobí pouze stovky, až tisíce výrobků nemá smysl. Pokud tedy není cena výrobku taková, aby celou linku v nejbližších letech zaplatila, nemá smysl pořizovat zařízení, jehož investiční náklady jsou nejdražší ze všech metod. Naopak při zřízení linky, na níž se ročně vyrobí přes milion výrobků, ekonomická otázka už nehraje takovou roli a řeší se hlavně kvalita a odolnost. Tu definuje zákazník v katalogu požadavků, který předloží při poptávce linky.

Další zásadní otázkou při výběru metody je materiál, z něhož je výrobek vyhotoven. Každý materiál je v něčem jiný a vlastnosti, kterými materiál disponuje, nemusí být vhodné pro každé značení. Mezi hlavní vlastnosti materiálu, které si při volbě značení řeší, patří tvrdost, houževnatost, odrazivost, savost a pružnost. Každá z těchto vlastností má pro určitou metodu značení jistý význam. Odrazivost má význam hlavně u laserového značení, savost u inkoustového a tvrdost spolu s houževnatostí a pružností u značení mikroúderového.

Samozřejmě nezůstáváme jen u vlastností materiálů, ale musíme vzít v potaz i vlastnosti konkrétního značení. U termotransferového potisku etiket se neřeší tolik vlastnosti tisku nebo materiálu, ale spíš, jestli vůbec zákazník chce, aby byl výrobek nějak polepen. Například pro výrobu částí, které jsou pořád v pohybu, nebo jsou neustále v třecím kontaktu s jinou částí, tak zajisté není vhodné výrobek polepovat etiketou, která se hned odlepí. Dále řešíme odolnost tisku, která je asi nejdůležitější vlastností značení. Odolnost proti otěrům a celkovým smazáním není samozřejmostí. Například u inkoustového potisku se musí do inkoustu přidávat různé látky pro zvýšení odolnosti, u termotransferu se nedá o odolnosti ani nijak pozastavovat, neboť je dána vlastnostmi etikety, ne tisku.

4.1 Volba laseru

Hlavními otázkami při volbě značení laserovým paprskem jsou ekonomická výhodnost a odrazivost materiálu. Jestli se vůbec pořízení laseru vyplatí vzhledem k výrobě na dané lince a dále jestli není materiál natolik reflexivní, že odrazí většinu dopadajícího paprsku a povrch zůstane nedotčen nebo kvalita značení bude neuspokojivá. V následující tabulce je výčet několika materiálů společně s jejich procentuální odrazivostí.

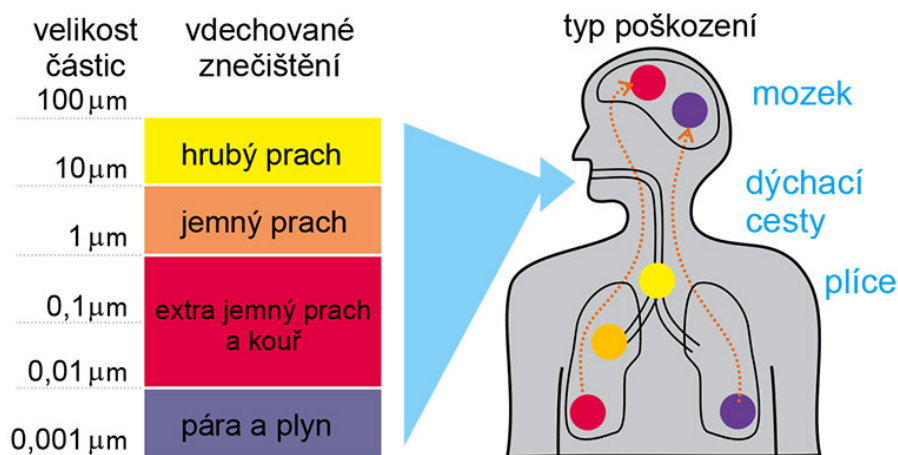
Odrazivost R [%]		
Kov	Vlnová délka [μm]	
	0,9 - 1,1	9.11
Uhlík (grafit)	26,8	59
Ocel (1 % uhlíku)	63,1	93-96
Křemík	28	28
Chrom	57	93
Zinek	49	98,1
Nikl	72	95,6
Železo	65	93,8
Měď	90,1	98,9
Hliník	73,3	96,9
Stříbro	96,4	99
Zlato	94,7	97,7

Tab. 4 Odrazivosti několika vybraných materiálů

Obecně platí, že odrazivost povrchu stoupá s vlnovou délkou dopadajícího paprsku a že čím menší odrazivost, tím větší účinnost, a tím lepší kvalita značeného útvaru. Odrazivost je možno snížit např. zdrsněním povrchu, vytvořením krycí nekovové vrstvy, porušením oxidové vrstvy ozáření povrchu laserovým paprskem s vysokou energií, zahřátím materiálu na teplotu blízkou teplotě tavení.

Vzhledem k odolnosti a rychlosti laserového značení zůstává jediným problémem jeho vysoká pořizovací cena. Díky ní je nutné předem propočítat objem výroby na dané lince a výhodnost této investice. Protože pořizovací cena nezahrnuje pouze řídicí jednotku s optikou, musíme do ní zahrnout totiž i odsávací jednotku.

Doposud v textu o této problematice nebylo nic zmíněno, ale je zřejmé, že materiál, který se laserem vypálí, jen tak nezmizí. Při značení laserovou metodou totiž dochází k fotochemické reakci na povrchu materiálu, která však za výsledek nemá pouze kontrastní značení, ale i odpaření materiálu. Následkem odpaření je okolní vzduch kontaminován zplodinami, které je nutno odstranit. Tyto škodliviny mají za následek ohrožení zdraví manipulanta, který u linky pracuje a také životnost optiky.



Obr. 21 Vliv částic na lidský organismus

Řešením je právě filtrace vzduchu odsávacími jednotkami, která tyto zplodiny odstraňuje. Jsou však dalším nákladem, se kterým se při volbě metody značení musí počítat. Snižují však provozní náklady zařízení, neboť se díky nim nemusí měnit optiky tak často.

4.2 Volba inkoustu

Popisování materiálů inkoustem je v lecčem podobné jako popisování laserem, hlavně kvůli jeho versatilitě. Touto metodou lze v dnešní době značit porézní i neporézní materiály, a proto charakteristické vlastnosti značeného materiálu zde nehrají takovou roli. Hlavním faktorem je, při zvažování aplikace InkJetu, požadovaná odolnost značení. Ačkoliv je dnes díky příměsím inkoust mnohem odolnější než dříve, pořád se inkoustové značení nemůže řadit mezi trvalé, mezi laser a mikroúder.

Pro tuto závažnou nevýhodu nelze značit výrobky, u kterých je nutné, aby bylo možno přečíst popis i po několika letech používání v nehostinném prostředí. Jako příklad si můžeme uvést třeba brzdové destičky, u kterých je nutné, aby šlo vždy poznat sériové číslo výrobku, a od kterého výrobce daná destička je. Dalším příkladem je značení identifikačního čísla

automobilu VIN, které musí být velmi odolné a inkoustové značení by takový stupeň odolnosti nesplňovalo.

4.3 Volba mikroúderu

Dá se říci, že mikroúderové značení není tak časté jako ostatní metody. Využívá se totiž pro specifické aplikace a nabízí výhody, které jiné metody nabídnout nemohou. Pro volbu mikroúderu musíme zvážit tři různé faktory. Produktivitu linky, vlastnosti materiálu, z něhož je výrobek zhotoven a maximální míru hlučnosti okolního prostředí.

Tato metoda označování výrobků je většinou určena pro výrobní linky, jejichž produktivita se pohybuje v řádech desetitisíců až pár statisíců kusů za rok. Při srovnání dvou prioritních linek, jednu s mikroúderem a druhou s laserem, zjistíme, že produktivita linky s laserem má často několikanásobně větší objem vyrobených dílů.

Vlastnosti materiálu jsou jinou kapitolou, mezi hlavní patří houževnatost, tvrdost povrchu a jeho pružnost. Většinou touto metodou značíme kovy a tvrdé plasty, které vydrží náraz gravírovací jehly. Příliš křehké materiály se mohou zlomit, naopak u příliš tvrdých materiálů nemusí vůbec jehla povrch narušit. Elastické materiály zas mohou nárazy absorbovat a zůstat netknuté.

Dle platné legislativy (hygienické normy hluku) je v průmyslových objektech důležité řešit nejen akustiku uvnitř objektu, ale také vliv pronikání hluku z objektu vůči jeho okolí. Mikroúder není z těch nejtišších zařízení, a právě proto se musí dbát na umístění linky v průmyslovém objektu.

4.4 Volba etiket

Zde není moc o čem hovořit, lepicí etikety se dají použít všude, kde to zákazník dovolí. Jedná se sice o způsob, který je pro obsluhu linky, v porovnání s ostatními metodami, pracný, nicméně nemá žádné speciální požadavky na materiál ani na okolí. Jelikož tato metoda nemůže být, už z principu, trvalá, nelze jí značit všechny výrobky. Jak již bylo zmíněno, záleží pouze na zákazníkovi, zda se s etiketami spokojí.

Je však možné, aby obsluha etikety lepit nemusela, a to tak, že se proces lepení zautomatizuje. To však vyžaduje větší investici, neboť je vyžadován precizní vzduchový válec, který bude etikety z pásky odlepovat a následně lepit na díl.

5 Ekonomické vyhodnocení značících metod

Pro vyhodnocení z ekonomické stránky věci jsem se rozhodl použít dva ukazatele, které by mohly figurovat v rozhodování mezi metodami. Prvním jsou průměrné provozní náklady různých metod na jeden kus výrobku (na jedno značení) a druhým je čistá současná hodnota nákladů dvou porovnatelných značících technologií, pro stejný počet výrobků na rok. Pro výpočet obou ukazatelů jsem využil data od firmy Witte Automotive v Nejdku, která se specializuje na automobilový průmysl.

5.1 Provozní náklady na jedno značení

Jako první zde bylo nutné zajistit si data, ve kterých byly všechny provozní náklady na značení ve firmě. To nebylo těžké, neboť značení se ve firmě odebírá převážně od firmy Leonardo Technologies, které se touto problematikou zabývá. Poté bylo nutné rozdělit si výdaje podle metod a vyfiltrovat data za rok 2016, ze kterých jsem později čerpal. Níže je uvedena ukázka tabulky, v níž jsou všechny náklady rozepsány.

Dat.dodáv.	Název dodavatele	Popis	Hodnota v EUR	Index
04.10.2016	Leonardo Technology	Filtr - Busch C1337	54,64	laser
04.10.2016	Leonardo Technology	Filtr - Busch C1337	54,64	laser
27.04.2016	Leonardo Technology	Filtr - Busch C1337 (oracle)	109,28	laser
13.05.2016	Leonardo Technology	Filtr - Busch C1337 (oracle)	109,28	laser
26.08.2016	Leonardo Technology	Filtr - Busch C1337 (oracle)	109,28	laser
21.06.2016	Leonardo Technology	Náhradní díly	474,44	laser
21.06.2016	Leonardo Technology	Náhradní díly	474,44	laser
21.06.2016	Leonardo Technology	Náhradní díly	474,44	laser
21.06.2016	Leonardo Technology	Náhradní díly	474,44	laser
21.06.2016	Leonardo Technology	Náhradní díly	474,44	laser
04.10.2016	Leonardo Technology	Servis	147,50	laser
04.10.2016	Leonardo Technology	Servis	147,50	laser
21.03.2016	Leonardo Technology	Barva bílá 79000-00109 LEI030112	399,44	InkJet
30.05.2016	Leonardo Technology	Barva bílá 79000-00109 LEI030112	399,44	InkJet
...

Tab. 5 Úryvek z tabulky provozních výdajů za rok 2016

V tabulce č. 5 figurují i režijní náklady, které nebyly možné přiřadit ke konkrétnímu značení (např. ujeté km, práce + cesta), a proto jsem je všechny sečetl a rovnoměrně rozdělil mezi všechny metody.

V katalogích jsem si našel jmenovité příkony jednotlivých přístrojů, které jsem poté přepočtl na roční spotřebu každého přístroje. Jako cenu elektřiny za 1 kWh jsem využil průměrnou cenu elektrické energie za rok 2016, což byla hodnota 3,82 Kč/kWh. Záměrně jsem neuváděl firemní tarif, který mají smlouven s dodavatelem energie. Dál jsem předpokládal, že se ve firmě na každé lince pracuje třisměnný, nepřetržitý provoz každý den kromě víkendu, kdy se linky vypínají. Ve výsledku to znamená, že je každý přístroj zapnutý stejně dlouho, a to 6 288 pracovních hodin v roce. Tyto náklady na energii jsem vynásobil počtem používaných přístrojů a přičetl do ročních provozních nákladů.

Když už jsem spočetl celkové provozní náklady za rok 2016, mohl jsem zjistit na jaký počet kusů tyto hodnoty vztáhnout. Proto bylo nezbytné zjistit kolik je ve firmě linek, které značení využívají a zároveň zjistit, kolik se na oněch linkách vyrobilo kusů za rok 2016. Jelikož se počet kusů na jednotlivých linkách se stejnou metodou značení liší někdy až o řád, bylo nutné spočítat si celkovou výrobu. Roční výroba linek je možná k nahlédnutí v příloze Provozní_náklady_2016.xlsx, jen jsou názvy linek nahrazeny číslem linky vzhledem k metodě značení, a to z důvodu ochrany vnitřních dat firmy.

Metoda	náklady	celková výroba	provozní náklady	pořizovací cena	životnost	roční odpisy	účetní náklady	výrobní náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč/ks]	[Kč]	[rok]	[Kč]	[Kč/ks]	[Kč/ks]
Laser	1 015 274	13 021 138	0,078	18 082 752	5	3 616 550	0,356	0,444
InkJet	1 555 655	4 685 850	0,332	6 947 039	5	1 389 408	0,629	0,723
Mikroúder	273 306	3 493 989	0,078	4 249 804	5	849 961	0,321	0,399
Štítky	653 226	12 033 480	0,054	1 348 406	5	269 681	0,077	0,084

Tab. 6 Spočtené náklady za rok 2016

V tabulce č. 6 se nachází již vypočtené náklady za rok 2016 včetně režijních a energií, vypočtená průměrná výroba a výsledné náklady na jeden kus. Dále se zde objevuje pořizovací cena, která se bude podle aktuálního principu odepisovat po dobu životnosti, která je u všech technologií stejná. Jelikož se všechna tato zařízení řadí do druhé odpisové skupiny, odepisují se po dobu pěti let, kdy se první rok odepisuje 11% částí a další roky se odepisují s 22,5% částí. Roční odpisy jsou, stejně jako provozní náklady, rozpočítány na jeden kus výrobku. Výsledná hodnota je pak přičtena účetním nákladům za rok 2016. Tyto náklady však nezohledňují hodnotu peněz, a proto jsou v dalším sloupci hodnoty, které počítají s anuitou.

Celkové roční náklady na jeden kus nám však neříkají přímo, kterou metodu si z ekonomického hlediska vybrat. Ukazují nám pouze, kolik korun z celkových jednicových nákladů představuje značení. Jediná vyšší hodnota je u inkoustového značení, to však neznamená, že by se tato metoda měla zavrhnout. Je pouze potřeba si zjistit jednicové náklady produktu, který se bude značit a podle nich se rozhodnout. Je nutné dodat, že ačkoliv s sebou značení nese určité náklady, tak výslednou cenu výrobku nijak nezvyšuje. Je to úkon nutný, nikoliv výdělečný. Proto nemá smysl volit provozně nejdražší metodu na levné kusy, kdy nám může značení tvořit tak velkou část nákladů na kus, že se pak ani nevyplatí.

5.2 NPV dvou porovnatelných technologií

Pro spočtení NPV dvou technologií se musíme nejprve zamyslet, zda jsou porovnávané technologie vůbec porovnatelné. Zaprvé se musí vzít v potaz charakter metod, hlavně trvalost značení a kvantitu výrobků, která se na výrobní lince označí. Poté se obě technologie musí řešit pro stejný počet vyrobených produktů, aby bylo srovnání na místě.

Nejprve se z hlediska trvalosti nabízí dvě možnosti, a to trvalá značení (laser, mikroúder) a dočasná značení (InkJet, termotransferové štítky). Jako první podle trvalosti můžeme srovnávat laser a mikroúder, jenže zde figuruje druhý faktor, což je kvantita produkce. Při srovnání dvou prioritních linek z tabulky v příloze Provozní_náklady_2016.xlsx je jasně patrné, že se tyto dvě technologie z hlediska kvantity srovnávat nedají. Pro uvedení příkladu:

- Největší produkce linky s laserovým značením - 6 514 985 kusů
- Největší produkce linky s mikroúderem - 568 642 kusů

Proto se nabízí druhá možnost, a to dočasná značení. Při srovnání produkcí je patrné, že se pohybují v přibližně stejných číslech, proto si pro porovnání dvou linek vyberu jednu z každého typu. Jelikož musíme metody řešit pro stejný počet kusů, tak si vybereme dvě s podobnou produkcí. Vybral jsem si tedy stroj č. 4 u InkJetu a stroj č. 16 u termotransferu. Hodnoty těchto dvou linek se liší pouze o necelé 2 %, tudíž můžeme prohlásit, že je produkce srovnatelná. Proto bude čistou současnou hodnotu počítat právě pro tyto dvě linky. Dále budeme předpokládat, že proces lepení štítků je automatizovaný, aby se vyloučila lidská práce a metody byly srovnatelné i z hlediska procesu.

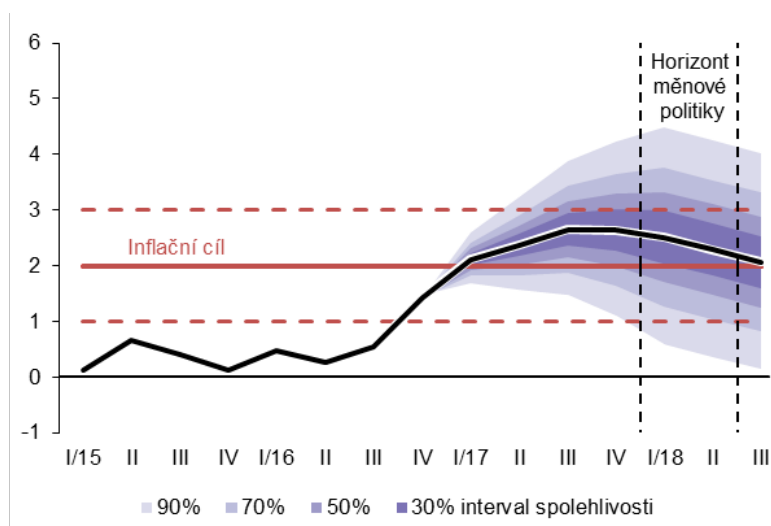
5.2.1 Čistá současná hodnota InkJetu

Abych vůbec mohl začít počítat čistou současnou hodnotu jakékoliv metody, bylo potřeba zjistit si diskontní sazbu ve firmě. Ta je však nepřístupná veřejnosti, neboť má jistou vypovídací hodnotu o tom, jak si firma vede. Proto jsem si jako diskontní sazbu zvolil 10 % a s ní jsem NPV počítal. Náklady na spotřební materiál jsem si zjistil z celkového spotřebovaného materiálu, který byl na lince zpracován.

<i>Náklady na spotřební materiál v roce 2016</i>			
Spotřební materiál	[Kč]	Spotřeba [l]	Náklady [Kč]
1 litr solventu (ředidla)	700	120	84 000
1 litr barvy/6000 provozních hodin	3000	1,048	3144

Tab. 7 Spotřební materiál InkJetu za rok 2016

K zjištění nákladů na roční servis a náhradní díly jsem použil data za rok 2016, z nichž jsem zjistil, že cena za díly i servis byla pro každou linku stejná. Samozřejmě díly nebyly nutné pro každou linku, nicméně jsem předpokládal, že se každý rok na zvolenou linku koupí nové náhradní díly a také, že se zaplatí roční servis od externí firmy. Ostatní provozní náklady činí pouze náklady za elektrickou energii, která je přístrojem spotřebována.



Obr. 22 Inflační cíl České národní banky

Předpokládejme, že roční provozní náklady budou po celou dobu životnosti konstantní, je však na místě počítat s určitou meziroční inflací, která ceny v průběhu let zvedne. Jako meziroční míru inflace jsem si zvolil 2 % a to z důvodu plánů České národní banky, která chce inflaci, v průběhu následujících let, udržet právě na této hodnotě s výkyvy ± 1 %. Tyto informace jsou patrné z grafu č. 2. Dále pro kompletní spočtení čisté současné hodnoty chybí už jen daňová sazba, která činí 19 %. Pořizovací cena je stejná jako při počítání celkových ročních nákladů na jeden kus produktu.

InkJet (pro výrobu 100 000 kusů ročně)						
Pořizovací cena			365 634			
Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Investice	365 634	0	0	0	0	0
Náklady na spotř. materiál		87 144	88 887	90 665	92 478	94 327
Náklady na roční servis		21 032	21 452	21 881	22 319	22 765
Náklady na náhradní díly		13 327	13 594	13 866	14 143	14 426
Ostatní provozní náklady		1 673	1 707	1 741	1 776	1 811
Provozní náklady celkem		123 176	125 640	128 152	130 715	133 330
Roční odpisy		40 220	81 353	81 353	81 353	81 353
Daňový štít odpisů		7 642	15 457	15 457	15 457	15 457
Cash Flow		-115 534	-110 182	-112 695	-115 258	-117 873
Diskotované Cash Flow		-105 031	-91 060	-84 670	-78 723	-73 190
Kumulované Cash Flow	-365 634	-470 665	-561 725	-646 394	-725 117	-798 307

Tab. 8 NPV inkoustového značení

5.2.2 Čistá současná hodnota termotransferu

Ke spočtení NPV termotransferové tiskárny použiji stejné hodnoty jako při počítání InkJetu. S tím rozdílem, že se změní náklady a investice nutná k implementaci této metody. Ačkoliv je pořizovací cena samotné TT tiskárny několikanásobně nižší než cena inkoustové, je nutné připočíst i cenu za automatizaci procesu, tu jsem zjistil od kolegy z industrializace, který takovýto projekt měl v minulosti na starost. Náklady na spotřební materiál jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Náklady na spotřební materiál v roce 2016			
Spotřební materiál	[Kč]	Spotřeba [ks]	Náklady [Kč]
1 000 ks štítků	245	100 000	24 543
Termotransferová páska	2 082	1	2 082

Tab. 9 Spotřební materiál termotransferu za rok 2016

Stejně předpoklady, jako byly v předchozí kapitole, platí i zde. Počítá se s inflací, stejnou daňovou sazbou i diskontem. Životnost této technologie je, stejně jako u všech ostatních zmiňovaných technologií, stejná.

Termotransfer (pro výrobu 100 000 kusů ročně)						
Pořizovací cena			46 497			
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Automatizace	300 000	0	0	0	0	0
Investice	346 497	0	0	0	0	0
Náklady na spotř. materiál		26 625	27 157	27 700	28 254	28 819
Náklady na roční servis		17 500	17 850	18 207	18 571	18 943
Náklady na náhradní díly		20 356	20 763	21 178	21 602	22 034
Ostatní provozní náklady		10 039	10 240	10 445	10 653	10 866
Provozní náklady celkem		74 519	76 010	77 530	79 081	80 662
Roční odpisy		5 115	10 346	10 346	10 346	10 346
Daňový štít odpisů		972	1 966	1 966	1 966	1 966
Cash Flow		-73 548	-74 044	-75 564	-77 115	-78 696
Diskotované Cash Flow		-66 861	-61 193	-56 773	-52 671	-48 864
Kumulované Cash Flow	-346 497	-413 358	-474 552	-531 324	-583 995	-632 859

Tab. 10 NPV termotransferového značení

Jak již bylo uvedeno, v tomto případě, na rozdíl od počítání celkových ročních nákladů, není třeba lidské práce při lepení etiket na díly, nýbrž se využívá automatizace. Aplikovaná automatizace spočívá v implementaci vzduchového válce, který je řízen z PLC a odlepuje etikety z pásy a lepí je na díl. Je nutné přesně kalibrovat všechny parametry, aby fungovaly správně, proto je automatizace, v porovnání s cenou tiskárny, tak nákladná.

5.3 Ekonomické vyhodnocení

Zaměřil jsem se na dva ukazatele, které blíže ukazují výhodnost či nevýhodnost metod značení, které se v průmyslu užívají. Je nutné dodat, že ekonomický faktor nám neurčuje, které značení použít. Značení v průmyslu je záležitost nutná, hlavně z hlediska traceability, čili zpětné vysledovatelnosti výrobku k závodu či firmě, kde byl produkt sestaven. Proto se na tuto problematiku nedá hledět pouze z ekonomického pohledu. Pokud zákazník vyžaduje trvalé značení nebo velmi kvalitní, nelze vybírat pouze podle ekonomických faktorů. Na druhou stranu je také nutné mít pojem o nákladech, které se za každým značením skrývají. Jako první jsem spočetl průměrné náklady na jeden vyrobený (označený) kus. Díky němu zjišťujeme, kolik procent ceny za výrobu jednoho produktu tvoří právě jeho označení.

Po celkových nákladech na kus jsem spočetl čistou současnou hodnotu dvou porovnatelných metod označování. NPV je kritérium, díky kterému hodnotíme výnosnost různých projektů. V tomto případě se na dva zvolené projekty nedíváme s otázkou, který nám vynese víc, nýbrž z druhé strany a to, který bude méně nákladný v průběhu jejich životnosti. Značení, už z jeho principu, nemůže být například v automobilovém průmyslu výnosné. Nezvyšuje hodnotu produktu, tudíž samo o sobě nemá žádnou návratnost, o návratnosti se dá mluvit pouze z pohledu celé výrobní linky. Jako vítěz srovnání podle tohoto kritéria vzešel termotransfer, u kterého je čistá současná hodnota o 165 448 Kč výhodnější než u InkJetu.

Závěrem je mohu konstatovat, že nízká počáteční investice na počátku projektu většinou znamená vyšší provozní náklady v průběhu životnosti. I přes výrazně nižší cenu inkoustu v porovnání s laserem je jeho provoz několikanásobně nákladnější.

6 Závěr

V mé práci, jsem se snažil vysvětlit a zhodnotit nejpoužívanější metody průmyslového značení, které jsou dostupné. V první části, která byla čistě rešeršní, jsem nastínil, co se k uložení informace využívá, od čárových kódů pro RFID čipy. Dále jsem zkompletoval materiály o čtyřech, podle mě hlavních, metodách průmyslového značení. Jednotlivá značení byla rozebrána, jak z technologického hlediska, tak i z hlediska praktického využití. Informace jsem čerpal převážně z internetu a katalogů výrobců, některé poznatky však vycházely přímo z praxe, protože kromě programování PLC mám ve svých pracovních povinnostech na starost i značení.

Po rozebrání jednotlivých metod jsem vybral jednu konkrétní, u které jsem mimo principu a využití ukázal i aplikaci. Vybral jsem si laser z toho důvodu, že je pro mě tato technologie tou nejzajímavější a zároveň se její aplikace dá popsat nejlépe. Popsal jsem vytvoření souboru v softwaru od výrobce značící jednotky a realizoval jsem jeho značení do černého plastu.

V poslední části této bakalářské práce jsem se zaměřil na ekonomické vyhodnocení značení v praxi. Jako vstupní data mi byly poskytnuty provozní náklady všech značení ve firmě Witte Automotive Nejdek za rok 2016. Data jsem vyfiltroval a rozdělil pro různé metody a následně jsem si sehnal ještě výrobu na linkách se značeními také za rok 2016 a spočítal jsem si celkové náklady na jeden kus vyrobeného produktu. Poté jsem si sehnal pořizovací ceny různých značení a srovnal jsem dvě porovnatelné metody spolu s jejich jejich čisté současné hodnoty.

Na toto téma mé BP mne přivedl můj vedoucí práce za účelem zhodnotit použité technologie značení a do budoucna touto analýzou přinést finanční úspory. Tato práce by mohla fungovat jako určitý materiál k přiblížení problematiky průmyslového značení. Během mého průzkumu jsem ucelené materiály pro všechny metody nenašel, tudíž se nabízí možnost studie průmyslového značení z této práce.

Seznam použitých zdrojů

[1] Čárové kódy

Dostupné z WWW: < <http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>>,

[2016-10-01].

[2] Čárový kód, jeho konstrukce

Dostupné z WWW: < https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8C%C3%A1rov%C3%BD_k%C3%B3d>,

[2016-10-01].

[3] Lineární čárový kód

Dostupné z WWW: < http://www.carovy-kod.info/carovy-kod/linearni-carove-kody_213.html>,

[2016-10-01].

[4] RFID

Dostupné z WWW: < <https://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>>,

[2016-10-06].

[5] Co je RFID

Dostupné z WWW: < http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne>,

[2016-10-06].

[6] Obecně o RFID technologii

Dostupné z WWW: < <http://www.eprin.cz/rfid-technologie.html>>,

[2016-10-06].

[7] RFID VS BARCODES: Advantages and disadvantages comparison.

Dostupné z WWW: < http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcodes_advantages_and_disadvantages_comparison>,

[2016-10-06].

[8] Značka CE

Dostupné z WWW: < https://cs.wikipedia.org/wiki/Zna%C4%8Dka_CE>,

[2016-10-20].

[9] Technologie značení

Dostupné z WWW: < http://www.liftec.cz/divize1/technologie-tisk_etiket>,

[2016-11-08].

[10] Princip InkJet technologie CIJ Leibinger

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/cs/inkjet-technologie-leibinger/i-learning-cij-inkjet>>,
[2016-11-12].

[11] Časopis Leonardo Technology č. 5, InkJet Leibinger

Dostupné z WWW:

<http://www.lt.cz/images/stories/Leonardo/casopis_LT/casopis_online/casopis_LT5_web/index.html>,
[2016-11-20].

[12] Mikroúder

Dostupné z WWW: < <http://www.marksys.cz/mikrouder.php>>,
[2016-11-20].

[13] Co je mikrobod, mikroúder

Dostupné z WWW: < <http://www.lintech.cz/co-je-mikrobod-mikrouder>>,
[2016-11-30].

[14] Značení mikroúderem

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/cs/znaceni-mikrouderem-rmu>>,
[2016-11-30].

[15] Mikroúder

Dostupné z WWW: < <http://www.liftec.cz/divize1/mikrouder>>,
[2016-11-30].

[16] Termotransferová tisková technologie

Dostupné z WWW: < <http://www.gaben.cz/cz/termo-termotransfer-tisktova-technologie>>,
[2016-12-15].

[17] Thermal transfer printing

Dostupné z WWW: < https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_transfer_printing>,
[2016-12-15].

[18] DOLEŽAL, Ivan Zajímavé možnosti termotransferového potisku

Dostupné z WWW: < http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=209>,
[2016-12-20].

[19] Často kladené otázky a odpovědi k termotransferovému tisku

Dostupné z WWW: < <http://www.copellia.cz/otazky1.htm>> ,

[2017-01-06].

[20] HUBNÍK, Petr Technologie laserového popisování

Dostupné z WWW:

<http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24662/hub%C3%ADk_2013_bp.pdf?sequence=1> ,

[2017-01-11].

[21] ŘASA, Jaroslav, KEREČANINOVÁ, Zuzana. Nekonvenční metody

obrábění-5. díl [online]. Dostupné z WWW:

<<http://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-5-dil.html>>

[2017-01-25].

[22] Časopis Leonardo Technologies č. 10, Historie vývoje laseru

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/Casopis/LT10/index.html>>

[2017-01-26]

[23] Hlavní typy laserů používané v průmyslu

Dostupné z WWW: <<http://www.lao.cz/lao-info-49/serial-na-tema-lasery---hlavni-typy-laseru-pouzivanych-v-prumyslu-128>>

[2017-01-30]

Seznam použitých tabulek

[1] Srovnání vlastností technologií CIJ a DOD

Dostupné z WWW: < http://www.easyjet-printer.com/Show_Text_en.asp?id=232&Menuid=156&Columnid=0> ,

[2016-11-15].

[2] Základní přehled průmyslových laserů

Dostupné z WWW: < <http://www.lao.cz/lao-info-49/serial-na-tema-lasery---hlavni-typy-laseru-pouzivanych-v-prumyslu-128> > ,

[2017-02-15].

[3] Parametry vybrané laserové soustavy

<vlastní>

[4] Odrazivosti několika vybraných materiálů

Dostupné z WWW:

<http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/24662/hub%C3%ADk_2013_bp.pdf?sequence=1>

[2017-02-20]

[5] Úryvek z tabulky provozních výdajů za rok 2016

<vlastní>

[6] Spočítané náklady za rok 2016

<vlastní>

[7] Spotřební materiál InkJetu za rok 2016

<vlastní>

[8] NPV inkoustového značení

<vlastní>

[9] Spotřební materiál termotransferu za rok 2016

<vlastní>

[10] NPV termotransferového značení

<vlastní>

Seznam použitých obrázků

[1] Rozdíl mezi čárovým kódem a 2D kódem

Dostupné z WWW: < <http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>>,

[2016-10-01].

[2] Jednoduché schéma komunikace RFID se čtečkou

Dostupné z WWW: < <http://www.arduino8.cz/lekce-33-arduino-a-modul-ctecky-rfid-125khz/>>,

[2016-10-01].

[3] Znak CE (Conformity Declaration)

Dostupné z WWW: < <https://www.rio-beauty.cz/show-free.htm?fid=43>>,

[2016-10-01].

[4] Schéma tiskové hlavy InkJetové tiskárny

Dostupné z WWW: < <http://www.liftec.cz/divize1/inkoustovy-tisk-malych-znaku>>,
[2016-10-01].

[5] Rozdíl mezi technologiemi CIJ a DOD

Dostupné z WWW: < <http://imieurope.com/inkjet-blog/2016/2/8/industrial-inkjet-printing>>,
[2016-10-01].

[6] Přibližná křivka nákladů InkJetu v průběhu dvou let

<vlastní>

[7] Ukázka finálního motivu mikroúderovým značením

Dostupné z WWW: <<http://www.sic-marking.com/dot-peen-marking-station-metal-working-industry>>,
[2016-10-01].

[8] Princip termotransferu

Dostupné z WWW: < https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_transfer_printing>,
[2016-10-01].

[9] Rozdíl mezi laserem a žárovkou

Dostupné z WWW: < <http://www.therapy.cz/laserove-zareni.php>>,
[2017-02-27].

[10] Vybuzení fotonu laseru

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/Casopis/LT10/index.html> >,
[2017-03-01].

[11] Princip vláknového laseru

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/Casopis/LT10/index.html> >,
[2017-03-01].

[12] Zařízení e-Solarmark FL

Dostupné z Manuál e-Solarmark FL
[2017-03-05].

[13] Nový soubor v programu SolPad

<vlastní>

[14] Výběr vektorové grafiky

<vlastní>

[15] Parametry vrstvy 1 značení grafiky

<vlastní>

[16] Vložení DataMatrix kódu

<vlastní>

[17] Parametry značení Datamatrix kódu

<vlastní>

[18] Výsledný XML kód

<vlastní>

[19] Komunikace počítače s řídicí jednotkou

<vlastní>

[20] Výsledné značení obou značených souborů

<vlastní>

[21] Vliv částic na lidský organismus

Dostupné z WWW: < <http://www.lt.cz/lt-media/lt-v-mediich/znaceni-laserem-bez-kontaminace-prostredi>>,

[2017-03-30].

[23] Inflační cíl České národní banky

Dostupné z WWW: < https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/cilovani.html#c2>

[2016-03-25]

Přílohy

Počet vyrobených kusů za rok 2016								
Počet	Laser		InkJet		Mikroúder		Tiskárna etiket	
	Stroj č.	Počet vyrobených kusů	Stroj č.	Počet vyrobených kusů	Stroj č.	Počet vyrobených kusů	Stroj č.	Počet vyrobených kusů
1	1	6 514 985	1	57 832	1	5 784	1	186 480
2	2	1 733 831	2	12 523	2	12 000	2	235 123
3	3	173 780	3	200 721	3	95 054	3	942 721
4	4	184 838	4	105 348	4	40 620	4	673 821
5	5	324 721	5	483 690	5	23 664	5	374 482
6	6	393 030	6	360 610	6	354 720	6	175 237
7	7	74 559	7	320 372	7	201 157	7	453 720
8	8	641 956	8	326 417	8	439 026	8	86 003
9	9	641 956	9	36 356	9	89 657	9	129 466
10	10	7 440	10	12 373	10	12 560	10	675 888
11	11	1 250	11	320 197	11	14 688	11	632 431
12	12	203 344	12	35 754	12	86 908	12	150 345
13	13	1 283 913	13	3 336	13	35 782	13	374 254
14	14	120 357	14	563 832	14	396 826	14	31 898
15	15	128 580	15	691 746	15	568 642	15	1 237 420
16	16	11 480	16	396 536	16	568 642	16	107 350
17	17	5 318	17	240 308	17	114 912	17	986 300
18	18	563 240	18	160 876	18	14 140	18	653 873
19	19	12 560	19	357 023	19	191 909	19	104 948
20					20	227 298	20	247 321
21							21	321 873
22							22	325 242
23							23	370 231
24							24	651 035
25							25	451 035
26							26	721 219
27							27	78 232
28							28	543 211
29							29	112 321
Σ	Suma	13 021 138	Suma	4 685 850	Suma	3 493 989	Suma	12 033 480

Počet vyrobených kusů na jednotlivých strojích ve firmě Witte NejdeK spol., s.r.o