

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



Automatizace tiskařského stroje

bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miloslav Linda, Ph.D.
Autor bakalářské práce: David Sušil

PRAHA 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

David Sušil

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Automatizace tiskařského stroje

Název anglicky

Automation of printing machine

Cíle práce

Cílem práce je provedení rozboru možností zavedení automatizace a diagnostiky tiskařského stroje. Provedení rozboru technologických částí systémů stroje a aplikování vhodných automatizačních prostředků spolu s rozhraním MMI.

Metodika

1. Úvod
2. Rozbor úlohy
3. Cíle práce
4. Řešení a výsledky práce
5. Závěr

Doporučený rozsah práce

45 stran, bez příloh

Klíčová slova

diagnostika, MMI, tisk

Doporučené zdroje informací

B. Kainka, Měření, řízení a regulace pomocí PC – Vývoj hardwaru a softwaru pro praxi, BEN, technická literatura, pp. 272, 2005, ISBN 80-7300-089-X

ifm electronic, spol. s r. o., dokumentace, dostupné z: <http://www.ifm.com/ifmcsz/web/mailstart.htm>
International standard IEC 61131 for programmable logic controllers

M. Kreidl, Měření teploty – senzory a měřicí obvody, BEN, technická literatura, pp. 240, 2005, ISBN 80-7300-145-4.

R. Martinek, Senzory v průmyslové praxi, BEN, technická literatura, pp. 200, 2004, ISBN 80-7300-114-4.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Miloslav Linda, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

prof. Ing. Jaromír Volf, DrSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 4. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Automatizace tiskařského stroje* vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. O užití tohoto díla.“

V dne

Podpis autora

Poděkování

Tímto chci poděkovat za rady a pomoc se zpracováním bakalářské práce panu Ing. Lindovi Miloslavovi Ph.D. Zároveň bych chtěl poděkovat panu Martinu Honzlovi z firmy SvobodaPress s.r.o. za poskytnuté informace. A na závěr bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu a trpělivost při studiu na vysoké škole.

Abstrakt:

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku automatizace tiskařského stroje a porovnání dvou typů tiskařských strojů. V první kapitole je uvedena historie tisku, typy sazeb, tiskařské techniky a typy jednotlivých knižních vazeb. V druhé kapitole je popsán rozdíl mezi archovými a kotoučovými ofsetovými tiskařskými stroji, rozdíl mezi dvěma představiteli kotoučových strojů, technologický postup výroby produktů na těchto strojích, popis jednotlivých strojů využívaných v kotoučovém tisku a navrhnutí použitých senzorů.

Klíčová slova:

Tisk, Ofsetový rotační tiskový stroj, Sensory

Automation of the printing machine**Abstract:**

Bachelor thesis is focused on the automation of the printing machine and comparing the two types of printing machines. The first chapter deals with the history of printing, typesettings, printing techniques and various kinds of bookbinding. The second chapter describes the difference between sheet-fed printing machines and offset printing machines, the difference between two representatives of rotary machines, technological process of the products on these machines, the description of the machines used in the rotary printing and devising used sensors.

Keywords:

Print, Offset rotary printing machine, Sensors

ÚVOD	1
1 CÍL PRÁCE	2
2 METODIKA PRÁCE	3
3 POLYGRAFIE	4
3.1 POČÁTKY TISKU	4
3.2 OBJEV KNIHTISKU	4
3.3 TYPY SAZEB	5
3.3.1 <i>Strojní sazba</i>	5
3.3.2 <i>Fotosazba</i>	6
3.3.3 <i>Počítačová sazba</i>	7
3.4 TISKOVÉ TECHNOLOGIE	7
3.4.1 <i>Litografie</i>	8
3.4.2 <i>Hlubotisk</i>	9
3.4.3 <i>Sítotisk</i>	10
3.4.4 <i>Ofset</i>	11
3.4.5 <i>Digitální tisk</i>	12
3.4.6 <i>Další metody tisku</i>	14
3.5 KNIŽNÍ VAZBY	16
3.5.1 <i>Sešitová měkká vazba V1 (sešitová brožura)</i>	16
3.5.2 <i>Lepená měkká vazba V2 (lepená brožura)</i>	16
3.5.3 <i>Bloková měkká sazba V3 (blokovaná brožura)</i>	17
3.5.4 <i>Šité měkká vazba V4 (šitá brožura)</i>	17
3.5.5 <i>Polotuhé vazby V5 a V6</i>	17
3.5.6 <i>Tuhá vazba s kombinovaným potahem V7</i>	17
3.5.7 <i>Tuha vazba s nekombinovaným potahem V8</i>	17
3.5.8 <i>Tuhá vazba s deskami z plastů V9</i>	18
4 OFSETOVÉ STROJE	19
4.1 ARCHOVÝ OFSETOVÝ TISK	19
4.2 KOTOUČOVÝ OFSETOVÝ TISK	20
4.3 LITHOMAN IV 48 MANROLAND	21
4.3.1 <i>Postup tisku produktů</i>	22
4.3.2 <i>Diagnostika</i>	35
4.3.3 <i>Technické parametry:</i>	36
4.4 LITHOMAN IV 64 MANROLAND	36
4.4.1 <i>Redukce makulatury</i>	37
4.4.2 <i>Technické parametry:</i>	40
4.5 ŘÍDICÍ SYSTÉM PECOM	40
4.6 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH STROJŮ POUŽÍVANÝCH V ROTAČNÍM OFSETOVÉM TISKU	41
4.6.1 <i>Rolový odvíječ</i>	41

4.6.2	<i>Vtahovací jednotka</i>	42
4.6.3	<i>Vlhčící zařízení</i>	43
4.6.4	<i>Barevník</i>	43
4.6.5	<i>Sušící zařízení</i>	43
4.6.6	<i>Obracecí tyče</i>	44
4.6.7	<i>Skládací trojhran (trychtýř)</i>	44
4.6.8	<i>Skládací agregáty</i>	44
5	ZÁVĚR	45
6	SEZNAM LITERATURY	46
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	48

Úvod

Každý z nás se denně setkává s polygrafií, ať už jde o noviny, časopisy, letáky, vizitky nebo i cenné papíry a podobně a neuvědomuje si, kolik práce se za procesem vedoucím k vytvoření daného produktu skrývá. I přesto, že důsledkem postupné digitalizace dochází v poslední době k úbytku tištěného písma ve fyzické podobě, je tisk stále jedním z nejdůležitějších prostředků komunikace. S nárůstem těchto technologií paradoxně přibývá odbytu některých komodit, jako jsou knihy, plakáty či časopisy, které jsou nyní prostřednictvím internetu k dispozici lidem z celého světa. Lidé nyní mají možnost číst noviny a knihy na internetu, přesto jim stále jejich tištěné verze konkurují. Stroje sloužící sériovému tisku prošli od jeho vzniku velkým vývojem a stejně tak rozhraní mezi uživatelem a strojem.

1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je seznámit se s problematikou automatizace a diagnostiky tiskařských strojů. Popsat základní tiskové postupy, porovnat tiskařské stroje z technologického hlediska, provést rozbor jejich technologických částí. Na závěr provést rozbor aplikování vhodných automatizačních prostředků včetně rozhraní MMI.

2 Metodika práce

1. Nastudování knižních a internetových dokumentů.
2. Krátký úvod do historie tisku.
3. Seznámení se s tiskovými postupy.
4. Porovnání tiskařských strojů, charakteristika a rozbor jejich technologických částí.
5. Rozbor aplikování vhodných sensorů v jednotlivých krocích tiskové výroby a navrhnutí MMI.
6. Závěr

3 Polygrafie

Výrobní obor zpracovávající a tiskem rozmnožující textové a obrazové předlohy, zvláště pak knihy, časopisy, noviny a komerční a příležitostné tiskoviny. V dnešní době využívána i v nanotechnologiích, v tištěné elektronice nebo k potisku obalů, tisku trojrozměrných produktů a podobně. [5]

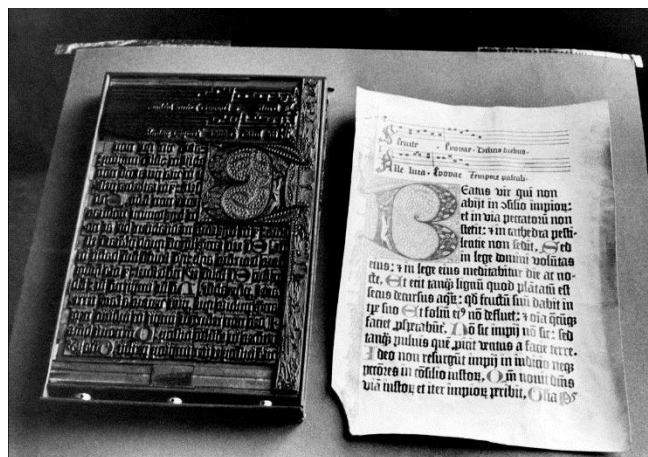
3.1 Počátky tisku

Oblastí považovanou za kolébkou tisku se dnes považuje Dálný východ, stará Čína, Korea a Japonsko. V Číně se na přelomu šestého a sedmého století začalo tisknout pomocí dřevěných bloků, do nichž byly vyřezány dané značky, písmo či jednodušší obrázky. Na tyto dřevěné desky se nanasla barva a položil se na ně navlhčený papír, jehož zadní strana se poklepávala kartáčem. Této technice se říká deskotisk. Později v 9. století se začalo užívat i desek kovových. [2]

V Evropě se později vyvinul též deskotisk a to nezávisle na čínském deskotisku. Zde se udržel nějakou dobu, i po té co již byl objeven knihtisk. V případě deskotisku se jedná o techniku tisku z výšky. [3]

3.2 Objev knihtisku

Jako datum vynálezu knihtisku se považuje rok 1440 a místem vzniku město Štrasburk. Jeho vynálezcem byl Johannes Gensfleisch zvaný Gutenberg podle dvora ve kterém se narodil a jež se nacházel v Mohuči. Hlavní zásluhou Gutenberga byl vynález licích forem, jež vyřezal a vyryl z olova, později pak z mědi. Těmto formičkám, v nichž bylo možné odlévat jednotlivá písmena, se říká tzv. matrice, ty byly upnuty v licím nástroji. V těchto formách poté odléval jednotlivá písmena ze slitiny olova, cínu, antimonu a vizmutu. Jednalo se o tzv. litery. Díky těmto literám bylo možné před tiskem daný text zkontrolovat a upravit. Z těchto liter se pak sestavily jednotlivé řádky a z nich stránky. Výhodou bylo, že po skončení tisku bylo možné tyto litery ze stroje vyjmout, rozebrat a znovu použít k sestavení nového textu. [1, 3, 4]



Obrázek 1 Gutenbergova bible včetně litery

Zdroj: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-17/princeton-gets-gutenberg-bible-in-300-million-rare-book-gift>

3.3 Typy sazeb

Kdysi tuto činnost prováděli zkušené týmy sázečů přímo v tiskárně, v dnešní době se tvorbou sazeb zabývají především grafici, redaktoři a další produkční pracovníci zákazníka tiskárny. Z tohoto důvodu hrozí reálné riziko ztráty potřebných dovedností pro sazbu a tak je mnoho pravidel součástí zlomových programů včetně připravených nastavení, které je možné používat v průběhu celé práce. [1]

3.3.1 Strojní sazba

Do konce 19. století se používala v tisku ruční sazba, průměrný sázeč dokázal během hodiny vysázet asi 1000 znaků, z toho důvodu museli například noviny zaměstnávat mnoho sázečů, aby tak dokázali publikovat v řádných termínech. Běžné litery nebyli dost odolné a tak se nemohli tříditi pomocí stroje. To se povedlo až roku 1886 Otomarovi Mergenthalerovi, jež sestrojil stroj Linotyp. V něm se pomocí negativních matric vytvořili řádky včetně mezer a do nich se poté vlilo roztavené olovo, jež tak vytvořilo pevný řádek liter. V roce 1890 byl vynalezen přístroj Monotype pracující na jiném principu, jehož výhodou byla na rozdíl od Linotypu možnost opravovat sazby ručně. U strojní sazby se s příchodem těchto strojů zvedl výkon sázení až na 8000 znaků za hodinu. Výhodu též

bylo, že se před každým tiskem odlévala nová sazba, nedocházelo tak k jejímu opotřebování a po skončení tisku byla roztavena a kov připraven k odlití nové sazby. [1, 2]



Obrázek 2 Tiskový stroj Monotype

Zdroj:

<http://www.johnjarroldprintingmuseum.org.uk/history.html>

3.3.2 Fotosazba

Prvním přístrojem na konceptu fotosazby byl přístroj Intertype Photosetter vyvinutý společností Monotype Corporation v roce 1945. Komerčně se ale začali zařízení na principu fotosazby vyrábět až v šedesátých letech minulého století. Výhodou tohoto konceptu bylo, že na rozdíl od strojní sazby nebylo třeba skladovat velké množství kovových liter. Navíc byli součástí fotosazby první programy pro tvorbu tištěného dokumentu. S příchodem fotosazby se hlavním tiskařským procesem stala ofsetová technologie. Náklady na ni byly srovnatelné s knihtiskem, ofsetové stroje však byly rychlejší a dokázali tak tisknout mnohem více výtisků za hodinu a to až 50 000 kusů. [1]



Obrázek 3 Stroj Intertype Photosetter

Zdroj:

<http://www.metatype.co.uk/photos/photo57m.shtml>

3.3.3 Počítačová sazba

V osmdesátých a devadesátých letech minulého století došlo k dalšímu velkému pokroku v tisku a to díky vzniku Desktop Publishing („tvorba tištěného dokumentu s podporou počítače“). O to se zasloužili zejména programy QuarkXPress a PageMaker, jež sloužily jako výstupy na film, osvitovou jednotku či ofsetovou desku připravenou z filmu. V dnešní době se již výstupy v podobně filmu nepoužívají kvůli jejich drahému uskladnění. [1]

3.4 Tiskové technologie

Hlavní podmínkou při výběru tiskové technologie je volba použitého tiskového materiálu. Největší tiskové technologie je možné definovat dle fyzických vlastností tiskového povrchu. Například u knihtisku se jedná o tisk z výšky, kdy u obrázku který chceme vytisknout, je barva natištěna jen na místa vyvýšený povrch nad netisknucími místy. Zatímco například u ofsetu je tiskový povrch plochý a je ošetřen, tak aby barvu přijímala jen tisknucí místa. Poslední možností je tisk do hloubky jako tomu je u hlubotisku, kdy jsou tisknucí místa zapuštěna do povrchu válce, ty jsou poté napuštěny barvou a zbylá barva, jež ulpěla na netisknucích místech je pomocí stíracího nože odtraněna. [1]

3.4.1 Litografie

Pochází z řeckého *lithos* – kámen a *grafein* – psát, jedná se tedy o tisk z kamene neboli kamenotisk. Na rozdíl od knihtisku tiskové formy nevyužívají vystouplých či vyhloubených reliéfů. Kamenná deska je hladká. Jedná se tedy o tisk z plochy. Podstatou této techniky bylo nanášení mastné tuše na vyhlazený vápencový kámen, jež se těží v Bavorsku. Místa potřená touto tuší poté přijímají mastnou tiskovou barvu. Zbytek kamenné desky je navlhčen vodou, čímž odpuzuje tiskovou barvu a při tisku se neprojeví. Tuto techniku vynalezl Němec Alois Sefelder narozený v Praze. Pokud chtěl litograf vytvořit kopii nějakého barevného originálu, potřeboval k tomu velkou paletu barev a to až 32. Arch papíru musel projít tiskem tolikrát, kolik bylo na originálu barev, protože každá barva se nanášela zvlášť. Navíc se tisk dělal pomocí velkých strojových kamenů a byl tak velmi pomalý, za hodinu se vytisklo jen přibližně 500 archů papíru. Tištěný obraz musel být na kameni nečitelný a otočen zrcadlově. Tato technika se využívala hlavně v druhé polovině 19. století jako tisk ilustrací doplňující knihtisk. Prve se formy vyráběli ručně, později po objevení fotolitografie se začali vyrábět fotomechanickou cestou. Dnes se tato metoda používá jako umělecká technika nebo na úpravu povrchu polovodičů. [2, 3]



Obrázek 4 Potištěný litografický kámen

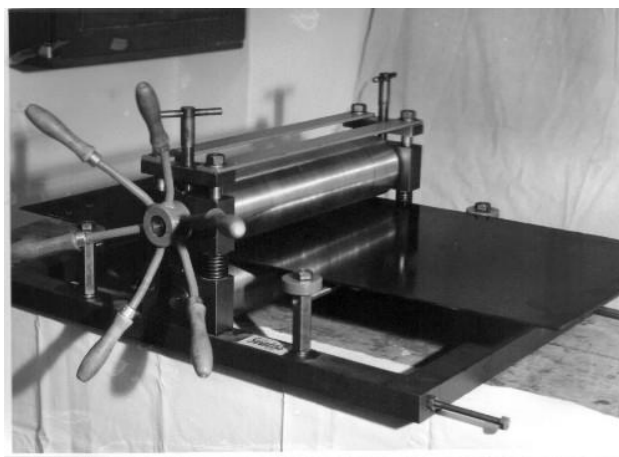
Zdroj: http://galerie.litografie.sweb.cz/O_litografii.htm

3.4.2 Hlubotisk

Technika vzniklá zdokonalením staré ruční techniky zvané chalkografie z řeckého *chalkos* – měď a *grafein* – psát, jež je již známá od 15. století. Tiskovou formou byla měděná deska, do které umělci ocelovými rydly vyryli daný vzor, vetřeli do něj barvu a poté ve válcovém lisu z desky snímali otisky. Nejstarší český chalkograf neboli mědiryt pochází od Václava z Olomouce z roku 1481. Později rytci objevili snazší způsob vyhotovování obrazu do těchto desek a to pomocí leptání. Povrch desky byl opatřen vrstvou odolnou kyselině, poté pomocí jehly obnažili kov pod touto vrstvou a ten postupně leptali. Jako vynálezce hlubotisku je označován Čech Karel Klíč (1841 – 1926), ten zdokonalil reprodukci pomocí fotografie a citlivých vrstev. [2, 3]

Deska zůstala měděná, leptacím roztokem byl chlorid železitý a ochrannou vrstvou desky želatina se solemi chromu. Nejprve se na desku nanasla tenká vrstva asfaltového prachu, která se poté mírně nahřála, tak aby se na ní vytvořila souvislá zrnitá vrstva. Na tu se pak za mokra přenesl fotografický obraz, vykopírovaný na chromové želatině. Skrz tuto se poté pomocí leptacího roztoku zaleptal daný obraz do mědi. Tuto metodu objevil již v 70. letech 19. století, zavedl ji však až v roce 1890 v Anglii, tento rok se tak bere jako rok vynalezení hlubotisku. [2, 3]

V dnešní době se při hlubotisku skládá obrázek z různě hlubokých buněk vyrytých do měděné desky či válce, tyto buňky jsou poté zaplněny kapalnou barvou a díky rozdílné hloubce nechávají na daných místech tištěného obrázku požadované množství barvy. Po povrchu desky se pohybuje takzvaný stírací nůž, který odstraňuje přebytečnou barvu. Potiskovaný materiál prochází strojem na válec pokrytý gumou, který jej přitiskne k barvou napuštěným buňkám a zachytí kapky barvy tvořící obraz. Poněvadž barva používaná u hlubotisku je na bázi alkoholu, tak nemůže projít sušícím tunelem, protože by se vypařila. Namísto toho je potřeba u těchto strojů zařízení pro odstraňování výparů rozpouštědel. Tento problém se dá vyřešit použitím barev na vodní bázi. Dnešní stroje tisknou rychlostí až 50 000 ks.h⁻¹ a používají se pro tisk časopisů, katalogů, obalů. Dále k tisku na celofán, ozdobné lamináty a tapety. [1]



Obrázek 5 Hlubotiskový lis

Zdroj: <http://www.svatos-keramika.wz.cz/mghlis.htm>

3.4.3 Sítotisk

Tato technika vznikla pravděpodobně v Japonsku před naším letopočtem a odtud se poté dostala v 19. století do Ameriky a později do Evropy. Principem je protlačování pastovité barvy skrz šablony uchycenou sítí ze syntetických vláken či kovu, jež je napnutá v rámu. Gumovou stěrkou je po sítu roztírána barva, šablona přitom brání barvě, aby se dostala na netisknoucí místa. Dříve se síta vyráběla z pravého hedvábí, odtud anglický název silk screen (hedvábné síto). Původně se tato metoda používala pro tisk na tkaninu a v textilním průmyslu je tak známa pod pojmem „filmový“ tisk. Dnes se používá kromě potisku tkanin na potisk nejrůznějších předmětů, jako jsou výlisky, optické disky, plastové obaly, hračky, palubní desky automobilů, obaly, lahve, keramika a další. Technickým sítotiskem se pak nanáší i lepidla na různé výrobky v automobilovém a galanterním průmyslu nebo se používá při výrobě plošných spojů v elektrotechnice či na potisk skla a keramiky speciálními barvami. [1, 2, 3, 5]

Většina strojů využívajících sítotisku je ovládána ručně, vybavení u těchto strojů bývá velmi levné a proto jich využívají lidé, kteří tisknou produkty pomocí vlastních prostředků. Existují i poloautomatické stroje v nich je pohon pro pohyb stěrky přes síto a pohon pro zdvih síťového rámu se šablonou, tištěný materiál se však nakládá a vykládá ručně. Na těchto strojích lze seřizovat různé funkce, jako je přítlak a rychlost stěrky a předtěrky, výška odtrhu, délka dráhy těrky a další. Součástí sítotiskových strojů může být vakuová základna sestavená

z rovného kusu plastového laminátu, jež pomáhá oddělit po tisku papír od síta. Ta má v sobě pravidelně umístěné otvory připojené k vakuovému čerpadlu a pomocí vakuového sání přidržuje papír pevně k základně. Plně automatické stroje pak dokáží i nakládat a vykládat papír a některé jsou opatřeny tlakovým válcem, který přidržuje papír, zatímco síto se pohybuje stejným směrem a stěrka zůstává v klidu. Potiskovaný materiál prochází před vyložením sušícím nebo vytvrzovacím tunelem. Tyto stroje dokáží tisknout rychlostí až 6000 ks.h⁻¹. [1, 5]



Obrázek 6 Sítotiskový stůl

Zdroj:
<http://tiskarske.stroje.sweb.cz>

3.4.4 Ofset

Off-set, neboli z angličtiny „nepřímý tisk“. Jedná se o metodu vycházející z litografie a fungující na jejím principu, tj. využívající vzájemné odpudivosti vody a mastné tiskové barvy. Tato tiskařská metoda vznikla na počátku 20. století, kdy ji roku 1905 použil v Severní Americe Kaspar Herrmann původem z Kynšperku nad Ohří. Místo kamene, jak tomu je u litografie využívá lehčích plechových desek, jež lze připevnit na válec a využít je u rotačního tisku, který je mnohonásobně rychlejší než tisk pomocí kamenných desek. Kresba je v tomto případě na tiskové formě čitelná a otočená správně, nikoliv zrcadlově. [3]

Při ofsetové technice se netiskne přímo z plechu na papír, ale nejprve na pryž potažený válec a z něho pak na papír. Důvodem použití potahu z pryže je zabránění možného opotřebení ofsetové desky, k němuž by mohlo dojít při kontaktu s drsnějším povrchem

papíru. Výhodou ofsetové metody je to, že do kontaktu s papírem se dostane mnohem menší množství vody a pryžový potah se tvaruje podle daného povrchu, díky tomu je možné tisknout na různé typy povrchů včetně kovových krabiček a plechovek. [1, 3]

Většina ofsetových strojů využívá principu rotačního tisku, to znamená, že válce uvnitř stroje se otáčejí vzájemně proti sobě. Ve stroji jsou celkem tři válce: přenášeč válce, okolo kterého je omotán potah z pryže, dále formový válec ke kterému je připevněna plechová deska a tlakový válec, jež vytváří při tisku potřebný tlak na přenašeč válce a vede papír. [1]

3.4.5 Digitální tisk

Tato metoda se od ostatních liší absencí tiskové desky. K tisku barvy na daný materiál není potřeba žádného tlaku, jedná se o takzvanou NIP (Non-Impact Printing) metodu, neboli beztlaký tisk. Rozdílem od konvenčních tiskových metod jsou kromě absence tiskové formy, také jiné tiskové barvy či typy konstrukce tiskových strojů a podobně. Tyto stroje jsou závislé na softwaru a při tisku používají soubory typu PDF, Post Script a další. Historie této metody je v porovnání s ostatními technikami relativně krátká, konvenčně se začali využívat až od 90. let 20. století. Vývoj technologií, které digitální disk využívá, však probíhal již mnoho let předtím. [1, 5]

Díky odstranění tiskové desky jsou sníženy počáteční náklady, avšak náklady spojené s vytvořením jednoho výtisku jsou větší a to díky vyšší ceně barev a tonerů než u materiálů používaných například u ofsetového tisku. U konvenčních metod končí předtisková příprava přípravou tiskové formy, to znamená převedením obrazu do analogové podoby. Namísto toho si digitální tisk zachovává digitální formu až do doby tisku a tím celý tiskový proces urychluje, navíc lze data, jako je například jméno a příjmení odběratele na každém výtisku změnit a vytvořit tak jedinečný produkt pro jednotlivé zákazníky. Podle osobních preferencí daného zákazníka, můžeme například do jeho výtisku zahrnout obrázky či reklamy, jež patří do jeho zájmových oblastí. [1, 5]

S příchodem digitálního tisku přišla i možnost *tisku na požádání* (print-on-demand), jež velmi snižuje náklady. Například při tisku knih je u konvenčních metod potřeba vytisknout určitý počet kusů najednou a ty následně prodat. K nákladům spojeným s tiskem těchto knih

se poté musí připočítat náklady spojené s jejich držením a možnost, že tyto knih budou postupem času zastaralé. U digitálního tisku není z ekonomického hlediska problém ani tisk jednotlivých kusů a to velmi rychle. Proto můžeme knihy tisku podle objednávky bez nutnosti jejich skladování. [1]

Inkjetový tisk

Též inkoustový či tryskový tisk je, co se týče vytváření obrazu nejjednodušší tiskovou technikou u digitální metody, inkoust je v tomto případě přímo vystřikován na potiskovaný materiál a to pomocí dvou metod, kontinuální nebo drop-on-demand. Tyto stroje zvládají tisk velkých formátů, jako jsou například plakáty. Daný materiál je navinut na roli a díky tomu lze vytisknout úlohu v jakémkoliv délce. Větší inkjetové stroje zvládnou tisk i na plast, kov či dřevo. Nanášení barvy na tištěný materiál probíhá pomocí tiskových hlav umístěných přímo nad daným materiálem. Na jedné straně jsou tvořeny pomocí kanálku, kterými do nich proudí barva a na druhé tryskami. V případě, že je potiskovaný materiál širší než tisková hlava, musí se materiál pohybovat kolmo k pohybu této hlavy, obraz je pak tištěn postupně v pruzích. Díky tomu se však snižuje rychlost tisku a tím i výkon, proto se u dražších strojů používá vícero tiskových hlav, tak aby pokryly celou šířku tištěného materiálu. [1, 5]

Laserový tisk

Pod tímto pojmem se skrývá hned několik digitálních metod přenosu obrazu na potiskovaný povrch. Nejpoužívanější je elektrografie jejíž princip je znám již od roku 1938, kdy si jej nechal patentovat Ch. Carlson. První zařízení tohoto typu vzniklo v 50. letech 20. století ve firmě Xerox. Pro tuto technologii se téže používá název xerografie, ten však není odvozen od názvu firmy, ale od řeckého slova xeros – suchý a to v souvislosti s tím, že se při této technice nepoužívá barva, ale suchý práškový toner. Později s nástupem počítačů v 70. letech, byl analogový postup tvoření obrazů nahrazen postupem digitálním, k tomu byl použit laser s akusticko-optickým světelným modulátorem – od toho pojem laserový tisk. [1, 5]

Podstatou technologie je elektrostatika neboli přitahování opačně nabitých elektrických částic. Využívá se fotovodivý materiál, to znamená materiál, který se ve tmě chová jako nevodič, ale po osvětlení se stává vodivým. Na ten se pomocí čoček promítne

tištěný obraz, v místech na které nedopadá světlo, zůstává kladný náboj, to jsou oblasti s kresbou. Na místech kam světlo dopadá je kladný náboj odveden. Poté se povrch materiálu popráší záporně nabitým tonerem, jenž se přichytí pouze k oblastem s kladným nábojem. Následně je toner pomocí tepla zapečen na potiskovaný materiál. I když se nejčastěji při tisku používá k vykreslení obrázku laser, lze použít i LED diody, technologii LCD (liquid crystal display), EBI (electronic beam imaging) či obraz vykreslit pomocí jiného zařízení. Některé systémy pak používají kapalný inkoust místo toneru. [1, 5]

Magnetografie

Technologie vyvinutá začátkem 80. let 20. století společností Bull. Původní stroje dokázali tisknout rychlostí $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, nyní zvládnou až $100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Principem je průchod elektrického proudu tiskovým bubnem s magnetickým nátěrem, čímž dojde ke zmagnetování drobných elektromagnetů, které pak vytvoří daný obraz na stěně bubnu. Na takto zmagnetizovaná místa se poté přichytí zmagnetované částice toneru, přebytečný toner je následně odsán. Tonerový obraz je poté přenesen na potiskovaný materiál a zafixován působením vyšší teploty. Zbylý toner se mechanicky odstraní z obrazového válce pomocí škrabky a plstěného štěrku a obraz na stěně válce se smaže odsmagnetováním pomocí mazací hlavy. Některé stroje pomocí jedné tiskové jednotky tisknou jednu barvu na jednu stranu tištěného materiálu, proto aby mohli tisknout barevně, musí mít čtyři tiskové jednotky. Jiné systémy vytvářejí obraz opětovným zobrazením bubnu a postupným nanášením všech čtyř barev. [1, 5]

3.4.6 Další metody tisku

Tampónový tisk

Metoda využívající se mimo klasickou polygrafii k potisku skleněných a keramických předmětů, hraček, domácích potřeb, obalů, sportovních potřeb, reklamních předmětů nebo autopříslušenství. Dále se pak používá k tisku stupnic a označení na měřících, optických a lékařských přístrojích a pomůckách či k označení nejrůznějších součástek v elektrotechnice. Jedná se o techniku nepřímého tisku z hloubky pro tisk jednou nebo i více barvami. Tisknoucí forma je buďto plochá nebo válcová a je označována jako kliše, tisknoucí prvky jsou zahloubeny do povrchu. [5]

Principem tisku je naplnění formy tiskovou barvou z barevníku pomocí třerky, přebytečná barva na povrchu klišé je setřena stěrkou, tak aby barva zůstala jen v zahloubených tiskových jamkách. Barva je poté pod tlakem přenesena z tiskových jamek na pružný tampon a z něj na potiskovaný předmět, jež může být různého tvaru či zaoblení a být zahloubený nebo vyvýšený. Z tohoto důvodu se musí před vlastním tiskem předloha nastavit na deformaci obrazu podle tvaru potiskovaného předmětu. [5]



Obrázek 7 Potisk propisovacích tužek tampónovým tiskem

Zdroj: <http://nabidky.edb.cz/Nabidka-30046-Potisk-reklamnich-predmetu-tamponovym-tiskem-Praha>

Světlotisk

Metoda známá též jako „fotoželatina“ je tiskem z plochy podobně jako tomu je u ofsetového tisku. Touto metodou v dnešní době dokáže tisknout už jen pár tiskáren na světě, má tak v polygrafii výsadní postavení. Je to jediná metoda, jež dokáže tisknout velmi kvalitní tónově černobílé nebo barevné souvislé tisky bez sítě. Principem je nanesení obrázku na vrstvu želatiny, která díky dichromanu draselnému nebo amonnému dostala světlocitlivost. Želatina, jež je ve vrstvě na silné skleněné či kovové desce se dostane do kontaktu s fotografickým negativem a poté je vystavena světlu. Podle množství daného světla, které na ni dopadne, se tato želatina vytvrdí. Čímž je tvrdší, tím lépe přijímá tiskovou barvu. [1]



Obrázek 8 Světlotiskový stroj METEM 15-10

Zdroj: <http://www.opus.cz/svetlotiskovy-stroj-metem-15-10-p-2659>

3.5 Knižní vazby

Knižní vazby se vyrábějí průmyslovým způsobem zejména v nákladu větším než 1000 kusů a to na tiskařských strojích nebo na výrobních linkách. Dělí se na vazby měkké, kam patří brožury, dále na vazby polotuhé, tuhé a ostatní. Dále je možné je podle tohoto dělení rozdělit do devíti základních skupin na vazby V1 až V9. [5]

3.5.1 Sešitová měkká vazba V1 (sešitová brožura)

Výroba této vazby probíhá tak, že jsou jednotlivé složky sneseny vkládáním „do sebe“. Takto vytvořený knižní blok se vloží do rýhované obálky a ve hřbetu se sešije pomocí skobek na drátovce nebo nitěmi na šicím stroji po celé délce hřbetu. Na závěr je tento blok oříznut ze tří stran a brožura je tak hotová. Velikost je do 96 – 128 stran. [3, 5]

3.5.2 Lepená měkká vazba V2 (lepená brožura)

U této vazby je možné vyrábět brožury z jednotlivých listů, dvoulistů, speciálně perforovaných složek, složek slepených ve hřbetu lepidlem při skládání nebo složek s odfrézovanou hlavou. Tyto listy nebo složky jsou ve hřbetu slepeny lepidlem. Vzniklý blok se vloží do obálky a ořízne ze tří stran. Velikost je podle hmotnosti papíru do 320 – 400 stran. [3, 5]

3.5.3 Blokovaná měkká vazba V3 (blokovaná brožura)

Vazba je kromě telefonních seznamů a jízdních řádů šita drátěnými skobkami shora, poté je zavěšena do čtyřikrát rýhované obálky a na závěr ze tří stran oříznuta. Velikost je do 320 – 400 stran. [3, 5]

3.5.4 Šité měkká vazba V4 (šitá brožura)

Tato vazba se zhotovuje, tak že se knižní blok šije na niťovce nití bez gázu nebo jsou jednotlivé složky šité ve hřbetu tavnou nití při skládání. Hřbet se poté zaklíží a zalisuje. Následuje zavěšení do čtyřikrát rýhované obálky a oříznutí ze tří stran. Velikost je podle hmotnosti papíru do 800 – 900 stran. [3, 5]

3.5.5 Polotuhé vazby V5 a V6

Tyto vazby se používají jen ojediněle. Patří mezi ně například dětské skládanky. Tisk dětské skládanky je na jednostranné natírané lepenky, ty jsou k sobě celoplošně slepovány, řezány, vysekávány a jinak upravovány. [5]

3.5.6 Tuhá vazba s kombinovaným potahem V7

U tuhých vazeb nezáleží na způsobu spojení knižních bloků, ale na konstrukci desek. U vazby V7 jsou desky z lepenky potaženy kombinovaným materiálem. Ve hřbetní části potaženy zpravidla plátnem, ve zbytku pak potahovým papírem. Velikost podle hmotnosti do 800 – 1400 stran a tloušťka až 50 mm. [3, 5]

3.5.7 Tuha vazba s nekombinovaným potahem V8

U této vazby jsou desky potaženy jen jedním materiálem, zpravidla plátnem. K potahu však mohou být použity i další materiály jako je laminovaný či lakovaný papír nebo další různé potahované materiály. Velikost podle hmotnosti do 800 – 1400 stran. [3, 5]

3.5.8 Tuhá vazba s deskami z plastů V9

Desky mohou být s vyztužením a vycpávkou nebo i bez. Jsou zhotovovány kombinací různých druhů termoplastických fólií, někdy i v kombinaci s lepenkou či různými vycpávkami a podobně. Desky se na závěr svažují a tvarují teplem. [5]

4 Ofsetové stroje

Jedná se o stroje konstruované jako rotační pro tisk využívající ofsetové techniky. Tiskové jednotky jsou složeny pouze z válců, jež se otáčejí kolem své osy. Tyto stroje dosahují vysokých provozních výkonů. Z hlediska konstrukce u nich nedochází k rázům a ani se nemusejí zastavovat či opětovně spouštět hmotné části stroje po každém tisku. Tyto stroje se podle formy potiskovaného materiálu dělí na stroje archové a stroje kotoučové. [5]

4.1 Archový ofsetový tisk

Archové ofsetové tiskové stroje se dělí nejčastěji podle tiskových formátů na maloformátové (formáty A4 až B3), středoformátové (A2 až B1) a velkoformátové (A0, B0 a větší). Podle daného formátu se liší i výkon a využití těchto strojů. Maloformátové tiskové stroje se používají zejména pro tisk merkantilní produkce, což jsou vlastně letáky, návody, dopisní papíry a společenské tiskoviny jako například pozvánky či vizitky a další. Středoformátové tiskové stroje se využívají pro tisk grafických etiket, lehké kartonáže, knih, časopisů, kalendářů, pohlednic a podobně. Jedná se o produkci, u které je potřeba většího tiskového formátu a vyššího výkonu. Velkoformátové tiskové stroje jsou využívány při tisku velkých nákladů časopisů či časopisů s větším počtem stran, balících papírů, plakátů a billboardů, turistických map, kartotáže a podobně. [5]

Archové ofsetové stroje je dále možné dělit na klasické a hybridní, kdy klasické ofsetové stroje obsahují jen ofsetové tiskové jednotky, kdežto hybridní ofsetové stroje využívají kromě ofsetových jednotek i flexotiskové jednotky. Flexotiskové jednotky jsou pak řazeny jako poslední a slouží k lakování tištěného materiálu. Mohou však být i řazeny na začátku pro nanášení krycí bílé barvy. [5]

4.2 Kotoučový ofsetový tisk

Název této metody tisku je odvozen od navíjení pásu daného materiálu z kotouče. Někdy se této metodě říká i rolový či rotační tisk. Termín rotační je v tomto případě matoucí, protože i ostatní tiskové techniky vyjma sítotisku využívají rotačních tiskových forem. U kotoučových strojů dochází k potisku materiálu z obou stran, pás papíru je protahován horizontálně či vertikálně mezi dvojitými tiskovými jednotkami, jež jej potiskují oboustranně. Kotoučové ofsetové tiskové stroje patří z velké části mezi specializované tiskové stroje, lze je rozdělit podle tištěného produktu na kotoučové ofsetové tiskové stroje časopisecké, novinové, knižní, stroje pro tisk tiskopisů, obalů, samolepících etiket, cenin a podobně. [5, 7]

Časopisecké kotoučové ofsetové tiskové stroje mají v základní sestavě čtyři tiskové jednotky pro oboustranný standartní čtyřbarvotisk. Každá z těchto jednotek se pak skládá ze dvou formových a dvou ofsetových válců. Ofsetové válce plní zároveň i funkci válců tlakových. Tomuto oboustrannému tisku se v praxi říká „guma-guma“ podle pryžového potahu na ofsetových válcích. Jako potiskovaný materiál se převážně používá natíraných papírů, pro potisk pak heatsetových barev, což jsou barvy zasychající v sušících tunelech působením horkého vzduchu či infračerveného záření. Po usušení a ochlazení pásu je tento pás materiálu rozříznut na dva užší pruhy, jež se položí na sebe a následně se ve skládací jednotce složí do jednotlivých složek. Na závěr se mohou šít na střížku kovovými skobičkami nebo ve hřbetu odfrézovat a slepit lepidlem s následným oříznutím ze tří stran. [5, 7]

U novinových kotoučových ofsetových tiskových strojů se využívají na rozdíl od tisku časopisů nenatíraných papírů, u nichž je zasychání barvy dáno především jejím vsakováním do potištěného papíru. Tiskové jednotky pak mohou být různě konstrukčně uzpůsobeny z důvodu použití jiných barev u různých vydání a druhů novin. Proto se využívá čtyř až deseti tiskových válců pro oboustranný tisk. Vyráběné noviny mohou mít od několika stran až do několika desítek stran. Aby se mohly všechny stránky vytisknout najednou, jsou součástí tiskařského stroje odvíjecí stolice a v tiskových jednotkách je více pásů papíru. Ty se poté stejně jako u časopiseckého kotoučového ofsetového stroje řežou na užší pruhy, překládají přes sebe a skládají ve skládacích zařízeních. Z důvodu rozmanitějšího rozsahu novinových bloků jsou skládací zařízení v těchto strojích složitější než u časopiseckých strojů, jedna taková skládací jednotka tak může mít několik skládacích trojhranů i skládacích válců. [5, 7]

Mezi přednosti kotoučového tisku patří vysoká produkční rychlost, schopnost potisku velkého množství materiálu a jednodušší konstrukce tiskové jednotky, což umožňuje zařazení velkého počtu elektronických řídicích a kontrolních systémů. Podle formátu dále rozdělujeme kotoučové stroje na maloformátové pro tisk do formátu B2, středofornátové a velkoformátové k tisku formátů větších než A0. [7]

Mezi další výhody kotoučového tisku patří integrace dokončovací výroby. Potisknutý pás papíru vstupuje ihned po tisku do skládacího aparátu, v němž se nařeže a poskládá do složek. Tyto složky mohou být poté na některých strojích slepeny bodovým lepením, čímž dostaneme produkt, který je velmi podobný měkké šité vazbě V1. Dále může být tiskárna vybavena dalšími knihařskými zařízeními, zejména pro výrobu vazby V2. Některé úpravy jako je například lakování, ražba či slepování využívané u archového tisku však nelze u kotoučových ofsetových strojů použít. [7]

4.3 Lithoman IV 48 manroland

Stroj od společnosti MAN Roland. Jedná se rotační ofsetový lis používaný především v kotoučových ofsetových tiskárnách. Konfigurace u těchto tiskáren je jedna dráha papíru a čtyři tiskové věže, jež jsou složeny ze dvou tiskových jednotek, mezi kterými prochází z obou stran potiskovaný papír. Maximální rychlost této rotačky je 45 000 otáček (obratů) za hodinu. Rotačka využívá tiskové válce o obvodu 1 240 mm a potiskuje pás o šířce od 860 do 1 460 mm. To umožňuje tisk nejrůznějších produktů v široké kombinaci formátů a počtu stran. Kotoučový stroj potiskuje papír o plošné hmotnosti od 40 do 135 g/m². Hlavním rozdílem oproti starším strojům, jako je například Lithoman III je vertikálně orientovaný formát takzvaných stojících stran A4 na rozdíl od stroje Lithoman III, který vychází z koncepce horizontálně orientovaných takzvaných ležících stran A4 umístěných ve směru šířky pásu papíru. [14]

Při maximální rychlosti otáček za hodinu a obratu 48 stran je stroj Lithoman IV 48 schopný během hodiny vytisknout až 2,16 milionů potištěných stran A4 ve stojatém formátu. Součástí vybavení této rotačky je též ořez o čtyřech stranách a lepení ve hřbetu A4 pomocí systému Planatol na rozdíl od verze Lithoman III kde je integrováno zařízení na šití hřbetů A4 drátem. Tento stroj však není náhradou verze Lithoman III. Rotačka Lithomann IV 48

je vhodná pro použití produktů o rozsahu 12 nebo 24 stránek, v případě produktů o formátu menším než je A4 je vhodné zvolit stroj Lithoman III, kde je možné řešit výšku daného produktu změnou šíře kotouče a ušetřit tak spotřebu použitého papíru. [11]



Obrázek 9 Rotační ofsetový stroj Lithoman IV 48

Zdroj:

http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2638

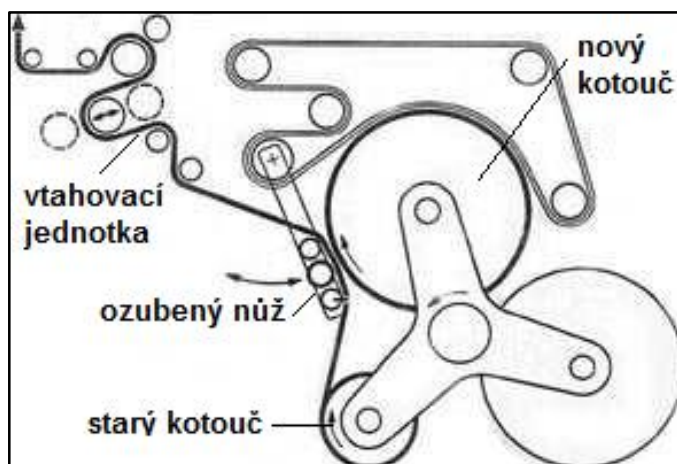
4.3.1 Postup tisku produktů

Krok 1 - Automatická výměna kotoučů

Prvním krokem vlastního tisku daného produktu je zavedení pásu papíru do rotačního ofsetového tiskového stroje. Stroj Lithoman IV 48 pracuje s odvíječem Megtec DLC 3200, jež může pracovat s kotouči až do průměru 1 300 mm a maximální hmotností 3 200 kg. Toto zařízení je umístěno v podlaží pod tiskovým strojem. Zavádění se provádí automaticky, několika-set kilová role papíru se pomocí speciálního motorizovaného stolu v zemi dopraví k odvíječi, zde je automaticky uchycena pomocí pneumaticky či hydraulicky přibrzděné hřídele. [11, 15, 17]

Na odvíjecím zařízení je umístěn fotodetektor, který sleduje hranu potiskovaného kotouče, ve chvíli kdy se průměr válce dostane na minimum, zapne se automaticky pásový pohon nově připraveného kotouče, který je nad ním. Nový kotouč zaváděný do stroje je předem přelepený oboustrannou fólií. Vedle této fólie je čip v podobě černé samolepky. Na odvíjecím zařízení je umístěn senzor na měření obvodové rychlosti, ten snímá čip umístěný na novém kotouči a upravuje rychlost otáček na rychlost otáček starého

již docházejícího kotouče. Ve chvíli kdy je obvodová rychlost obou kotoučů stejná, dojde k jejich vzájemnému kontaktu v místě, kde je přilepena oboustranná lepicí fólie, pásy papíru se k sobě přilepí a ozubený nůž odřízne zbytek původního kotouče. Nový kotouč se poté pootočí do polohy starého kotouče. [11, 15, 17]



Obrázek 10 Odvíječ

Zdroj: www.sshopct.cz/polygrafie

K měření hrany pásu papíru bych použil optický senzor, konkrétně jednocestnou světelnou závoru OF5022. Dosah snímání je až čtyři metry, což v tomto případě bohatě stačí, neboť výška kotouče papíru nepřesahuje velikost dvou metrů. Provozní teplota se pohybuje v rozmezí od -25 do 60°C. Krytí IP 65, tedy úplná ochrana proti vniknutí prachu a částečně proti vniknutí vody. V tomto případě však nebezpečí vniknutí vody do senzorů nehrozí. Senzor vysílá paprsek světla, jež je přijímán přijímačem umístěným naproti tomuto senzoru. Normálně je tento paprsek přerušen rolí papíru, v případě že role papíru dochází, dojde k obnovení paprsku a senzor tak vyhodnotí, že je potřeba zavést novou roli papíru.



Obrázek 11 Jednocestná světelná závora OF5022

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/OF5022.htm>

K měření obvodové rychlosti je vhodné použít rotační snímač. V tomto případě rotační snímač s plnou hřídelí RB3100. Maximální počet otáček je až 12000 za minutu. Odolnost proti vibracím 30 g a vůči rázům 200 g. Senzor funguje při vlhkosti vzduchu až 95% a okolní teplotě od -40 do +80°C. Krytí IP 67 kryt a IP 64 hřídel. Jedná se tedy opět o úplnou ochranu proti vniknutí prachu, a poněvadž u stroje je vlhkost minimální, je toto krytí plně postačující.



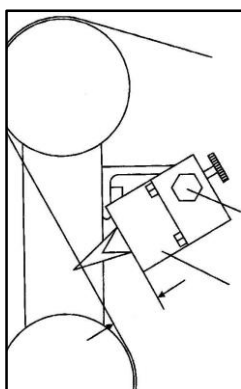
Obrázek 12 Rotační snímač s plnou hřídelí RB3100

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/RB3100.htm>

Krok 2 - Zavedení pásu papíru

Poté co byl již zaveden nový kotouč, následuje zavedení pásu papíru do tiskové jednotky. Pás papíru je odvíjen pomocí odvíjecího zařízení a následně vtahován separátním vtahovacím zařízením. Součástí této jednotky je automaticky pracující regulační zařízení, které snímá obě hrany pásu papíru a reguluje dráhu pásu, tak aby byl přesně uprostřed. Dále vtahovací jednotka drží automaticky tento pás papíru stále napnutý, k nerovnoměrnému napnutí dráhy pásu papíru dochází v případě, že není role papíru zcela kulatá. Předepsané předpětí pásu papíru pro celý stroj, stejně jako mnoho dalších funkcí je ovládáno komunikačním řídicím systémem Pecom. Ten získané informace předává systému S5, jež průběžně vyhodnocuje a koriguje polohu každého AC pohonu pomocí softwaru virtuální osy. Software Pecom krom zjednodušení práce se strojem slouží také ke kontrole všech komponentů stroje a v případě, že nějaká z nastavených hodnot opustí dané toleranční pole, systém Pecom tuto závadu nahlásí. Jedním z těchto problémů je možné přetržení pásu papíru, ten kontroluje fotobuňka a v případě, že by došlo k chybě, jež by mohla vést až k porušení stroje, systém Pecom tiskovou linku zastaví. [11, 15, 17]



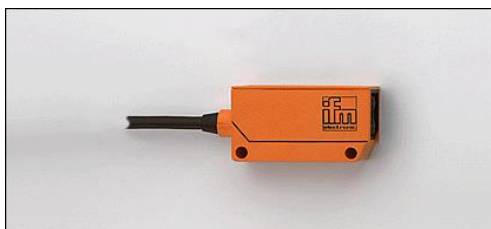
Obrázek 13 Fotobuňka

kontrolující přetržení

pásu papíru

**Zdroj: Vladimír Lukeš,
2016**

K zjišťování polohy pásu papíru bych použil dvě reflexní světelné závory OU5012, každou na snímání jedné hrany pásu papíru. Provozní teplota se pohybuje mezi -25 až +80°C. Krytí IP 67, tj. úplná ochrana proti vniknutí prachu. Senzor vysílá světelný paprsek, který je poté pomocí zrcadla odražen zpět k přijímači. V případě že se pás papíru posune do strany, přeruší tak světelný paprsek probíhající mezi senzorem a zrcátkem. Senzor tak zaznamená posun pásu papíru, předá informaci regulačnímu zařízení a ten je posune zpět do původní polohy.



Obrázek 14 Reflexní světelná závora OU5012

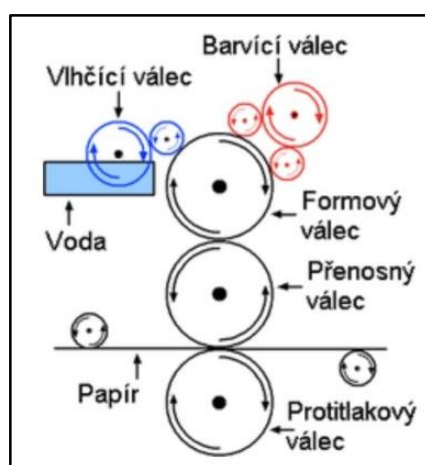
Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/OU5012.htm>

Pro kontrolu je možného přetržení pásu papíru je vhodné použít opět reflexní světelnou závora OU5012. Světelný paprsek snímá pás papíru, v případě že pás papíru chybí (došlo k přetržení), senzor nahlásí informaci systému Pecom a ten celou linku zastaví.

Krok 3 - Tisk

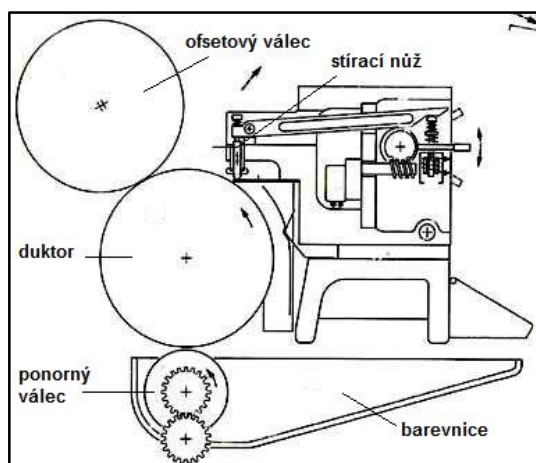
Ještě před samotnými tiskovými jednotkami jsou umístěny kamery pro zaznamenávání prasklin a nečistot papíru. V případě nalezení chyb je možné se zpětně podívat na záznamy zachycené těmito kamerami, danou chybu vyfotit a ve formátu pdf poslat tyto snímky na reklamaci role papíru. Dalším krokem je samotný tisk. Nejprve jsou netisknoucí místa připravené formy pokryta tenkým filmem vodného vlhčicího roztoku. Tato místa odpuzují barvu, barva tak pokryje jen tisknoucí místa formy. Obraz, který je barvou vytvořen na této formě, je mechanicky přenesen na ofsetový válec pokrytý ofsetovým potahem a z něj na potiskovaný materiál, tento princip je nazýván „guma proti gumě“. Všechny tiskové věže jsou složeny ze dvou protilehlých tiskových jednotek. Ve stojatém provedení obsahuje tisková jednotka dva formové a dva ofsetové cylindry. Ty jsou umístěny na víceřadých valivých ložiskách. Vybavením formových válců je automatizované upínání tiskových desek o průměru 0,4 mm. Upínání ofsetových gum na ofsetové cylindry pak probíhá pomocí upínacích vřeten pro každý konec ofsetového potahu. Formové válce je možné pomocí excentrů vzájemně a přesně nastavit. Ofsetové potahy tiskových jednotek jsou myté myčkami od firmy Baldwin, které umožňují mytí těchto pásů i při vtažovací rychlosti stroje, čímž dosahují úspor „mycí makulatury“. Pojmeme makulatura se myslí odpad v podobě potištěného nebo popsáno papíru. [11, 15, 17]



Obrázek 15 Princip ofsetového tisku

Zdroj: <http://www.zoneprint.cz/offsetovy-tisk/>

Stroj Lithoman IV 48 využívá tisku bez alkoholu. Barva se na tiskovou formu dostává pomocí dělených zónových barevníků. V barevnících jsou umístěna optická čidla, jež měří úroveň hladiny barvy. Tyto barevníky tvoří soustavy složené ze čtyř nanášecích válců o různém průměru. Válců je možné přistavit či odstavit. První z těchto válců slouží též jako vlhčící válec. Aby nedošlo k šablonování, obsahují střední dva válce stranový roztěr o rozsahu +/- 8 mm. Dále jsou v barevníku umístěny tři roztírací válce stejného průměru s rilsanovým potahem. Ty napomáhají k roztěru a rovnoměrnému přenosu barev. Rozsah bočního pohybu těchto válců je +/- 16 mm. Duktory barevnice i další určené válce jsou vybaveny regulovanou teplotou. Dalšími válci, kterými je vybaven barevník, jsou tři gumové přenosné a roztírací válce různého průměru. Jedním je duktorový válec s keramickým povrchem a barevníkem. Dalším je přemostovací válec s rilsanovým potahem pro změnu toku barvy a jeden filmový stírací válec. Součástí barevníku jsou pneumaticky ovládané prvky, v případě že je potřeba jen jednostranného tisku, jsou nepotřebné barevníky odstaveny pomocí barevníkové spojky. [11, 15, 17]



Obrázek 16 Barevník

Zdroj: Vladimír Lukeš, 2016

K vybavení tiskové jednotky dále patří zařízení Hydromix sloužící k vlhčení filmu. Jedná se o vlhčící jednotky, kde každá z těchto jednotek je složená z jednoho poháněného brodicího válce a jednoho dávkovacího válce. Dávkovací válec přivádí vlhčící roztok na první navalovací válec. Vlhčící zařízení je dále vybaveno zásobníkem vody a pneumatickým odstavením vlhčícího válce od barevníku. Systém vlhčení je podporován agregátem

Technotrans typu delta.d. V případě tisku s redukováným množstvím alkoholu je udržována konstantní hladina alkoholu pomocí zařízení Unisensor, typu Alcoprint 2000. Ten kromě udržování hladiny, měří i množství isopropylalkoholu (IPA) ve vlhčícím a to pomocí selektivního zeslabení infračervených paprsků různých vlnových délek, jež prochází vlhčícím roztokem. [6, 11]

Pro měření úrovně hladiny barvy v barevníku bych použil optický senzor O1D300 s rozsahem měření do deseti metrů. Senzor funguje při teplotách od -10 do +60°C. V tomto případě tento dostačující. Krytí IP 67, tedy i se schopností fungovat po dobu 30 minut v případě nechtěného ponoření do kapaliny.



Obrázek 17 Optický senzor O1D300

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/O1D300.htm>

Pro měření úrovně hladiny barvy v barevníku je též případně možné použít kapacitní senzor, například elektronický senzor hladiny LR9020, kde se provozní teplota se pohybuje v rozmezí od 0 do 60°C a teplota měřeného média musí být v rozsahu od 0 do 90°C. Barva v barevníku je uložena při pokojové teplotě, takže tento senzor s touto provozní teplotou a měřicím rozsahem je dostačující. Krytí IP 68, to znamená kromě úplného krytí před vniknutím cizího předmětu i schopnost správného fungování při nepřetržitém ponoření do kapaliny.



Obrázek 18 Elektronický senzor hladiny LR9020

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/LR9020.htm>

Krok 4 - Sušení

Poté co je pás papíru potištěn ve čtyřech tiskových věžích kotoučového tiskového stroje, prochází pás záchytným zařízením a poté sušící pecí. Stroj Lithoman IV 48 využívá horkovzdušné sušící zařízení Megtec Dual Dry TNV 153 s kombinací dvou typů vzduchových trysek. Sušící tunel se dělí na po sobě jdoucí zahřívací, odpařovací a chladicí zónu. Rotačka Lithoman IV 48 včetně jejích periférií je zkonstruována, tak aby nezatěžovala životní prostředí organickými těkavými látkami. Teplo do tohoto zařízení je dodáváno z kondenzátoru. Kondenzátor je nejprve zahřát pomocí plynu, později je tento plyn nahrazen plynem vznikajícím spalováním zbylých těkavých látek z barev v odpařovacím zařízení. Ušetří se tak na plynu a ještě se zbaví odpadních látek z barevníku. Toto zařízení také automaticky reguluje objem odsávaného vzduchu podle aktuální rychlosti stroje. Z kondenzátoru poté ještě odchází pára, jež je využívána pro zahřátí prostor budovy, včetně kanceláří. V peci jsou umístěny senzory pro měření a regulaci teploty. [11, 15, 17]



Obrázek 19 Sušící tunel Megtec Dual Dry TNV 153

Zdroj:

http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2638

Následuje chladicí zařízení, kde dochází k ochlazení zahřátého pásu papíru na původní teplotu (asi 30°C), tak aby s ním bylo možné dále operovat. Toto zařízení je složeno ze šesti dvouplášťových chladicích válců, z nichž první chladicí válec je doplněn zařízením pro čištění jeho povrchu, dále se toto zařízení skládá z dvouokruhového chladicího rozvodu a pneumaticky přistavovaného a odstavovaného přítlačného válce. K ochlazení dochází pomocí chladicích válců, do nichž je přiváděna chladicí voda o teplotě 12°C. Kvůli možnému poškození papíru z důvodu jeho vysušení je pás papíru dodatečně opětovně vlhčen ve zvlhčovací komoře pomocí vodního aerosolu. Součástí periferních zařízení je také centrální chladicí jednotka Axima k regulaci teploty celého stroje. [11, 15, 17]

K měření teploty v sušících pecích je vhodné použít teplotní senzor, z důvodu vysokých teplot, kterých musí být dosaženo pro zaschnutí tiskových barev (u heatsetových barev až 290°C) je vhodné použít teplotní senzor TS2451 pracující při teplotách od -100 do 600°C. Tento senzor se používá pro měření teplot kapalin a plynů. Krytí IP 67. Tento senzor je připojen přes vyhodnocovací systém TR7439, jež funguje ve stejném rozsahu teplot a má stejné krytí.



Obrázek 20 Teplotní senzor TS2451

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/TS2451.htm>



Obrázek 21 Vyhodnocovací systém TR7439

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/TR7439.htm>

K měření teploty periférií stroje postačí teplotní senzor fungující při teplotách od 10 do 45°C například teplotní senzor TS2229 s měřícím rozsahem od -40 do 90°C a stupněm krytí IP 67. Senzor je připojen přes již zmíněný vyhodnocovací systém TR7439.



Obrázek 22 Teplotní senzor TS2229

Zdroj:

<https://www.ifm.com/products/cz/ds/TS2229.htm>

Chladicí jednotka Axima kromě teploty reguluje i vlhkost ve stroji, běžný papír potřebuje optimálně vlhkost mezi 50 a 55%, minimálně pak 40% vlhkosti. Z tohoto důvodu je vhodné na několika místech stroje nainstalovat senzory TH2E na měření úrovně vlhkosti vzduchu. Tyto senzory měří vlhkost v plném rozsahu, tedy od 0% do 100% a měří teplotu v rozptylu od -55 do 125°C. K tomu zařízení je připojen skrz silikonový kabel s vysokou odolností snímač teploty a vlhkosti THE se stupněm krytí IP 54 (částečně prašné prostředí, ochrana proti stříkající vodě) schopný měřit vlhkost též v plném rozsahu a teplotu v rozmezí od -40 do 123.8°C, což je u tohoto typu stroje více než dostačující.



Obrázek 23 Senzor na měření vlhkosti TH2E

Zdroj:

<http://www.papouch.com/cz/shop/product/th2e-ethernetovy-teplomer-s-vlhkometerem/>



Obrázek 24 Snímač teploty a vlhkosti THE

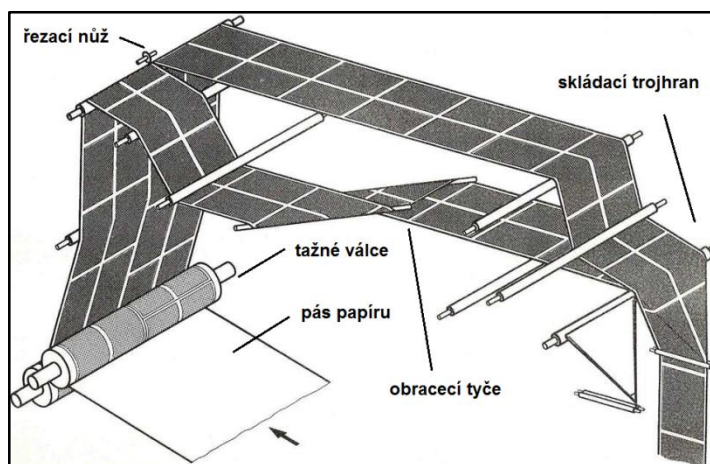
Zdroj:

<http://www.papouch.com/cz/shop/product/snimac-teploty-a-vlhkosti/>

Krok 5 - Skládání

Po vlastním tisku následuje skládání. Nejčastějším produktem, který plně využívá 48-stránkovou kapacitu je oboustranně potištěný formát 6 x 4 x 2 stránky A4. Ten vstupuje jako pás do zařízení MAN Roland-Weko sloužícího pro nanášení silikonu a do zařízení pro regulaci hrany pásu papíru pro plnou šířku od firmy Erhardt & Leimer. Dále pás pokračuje na vtahovací jednotku s podélným řezáním dvěma noži a regulací řezu MAN Roland Cutcom. Poté již tři dílčí pásy pokračují přes tři sestavy obracecích tyčí s příčnou regulací, kde jsou přeloženy o 90°. Na závěr nabíhají přes jednotky pro podélnou regulaci rejstříku tří dílčích pásů směrem ke skládacímu motoricky posuvnému trojhranu (trychtýři). Zde jsou podélně složeny a ohnuty přes jeho špičku. Tím vznikne lom, který je fixován pomocí dvojice lisovacích válců. Odtud pak k (sekacímu) válci, kde je zachycen chytači, savkami nebo jehlami tohoto válce, poté válec odsekne danou část materiálu a jednotlivé podélně složené díly materiálu unáší do doby, než se v určitém okamžiku vysune z tohoto válce skládací nůž,

který prohne skládaný materiál a zasune jej do chytačového válce. Tím vznikne první příčný lom. Odtud poté již upravený výrobek postupuje ke skládacím agregátům. [5, 11, 15, 17]

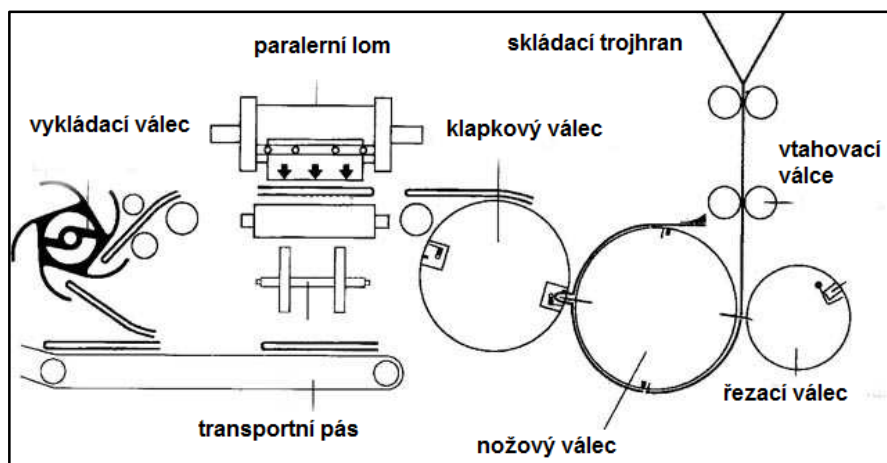


Obrázek 25 Skládací tyče a trojhran

Zdroj: Vladimír Lukeš, 2016

Před samotnými skládacími agregáty jsou ještě umístěna čidla proti nahromadění papíru, tak aby nedošlo k ucpání samotného agregátu. Dalším zařízením patřícím ke skládací nadstavbě je zařízení Combijet 8 MOD pro podélné lepení od firmy Planatol. Toto zařízení využívá pěti lepících a zvlhčovacích trysek pro vnitřní středové lepení. Finální podobu pak dostává tiskový produkt na punktuové skládací jednotce PFI-5/S zajišťující skládání v systému cylindrů se vzájemným poměrem 2:5:5. Nejprve je pás veden pomocí vtahovacích válců k řezacímu a nožovému válci, jehož obvod je stejný jako délka ořezu. Řezací válec má na obvodu dva nožové nosníky. Procházející pás papíru je oddělen nožem drážkovými hranoly, které jsou umístěny na skládacím válci s napichovými jehlami. Při každé otáčce řezacího válce se z pásu papíru oddělí dva stejně dlouhé exempláře. Poté jsou oba exempláře vtaženy skládacím nožovým válcem a přichyceny pomocí systému s napichovými jehlami na punktuový válec, uříznuty na délku archu a vedeny dál ke styku skládacího nože a skládací klapky. Poté jsou jednotlivé složky vedeny na punkturách ke klapkovému válci, zde je proveden druhý příčný (pravoúhlý) lom. Tento válec slouží též k snášení, zde tyto složkysetrvají jednu otočku na snášecích punkturách. Dané složky jsou vyvedeny k třetímu (paralelnímu) lomu a dál k lopatkovému kolu. Další možností tohoto skládacího zařízení je skládání typu Delta. Poté jsou tyto složky zpomalovány a vykládány na transportní pás,

kde je čidlo v podobě kovového “jazýčku”, které počítá jednotlivé kusy produktů, zaznamenává tedy množství výtisků, které byly ve stroji vytisknuty za určitou dobu. [11, 15, 17]

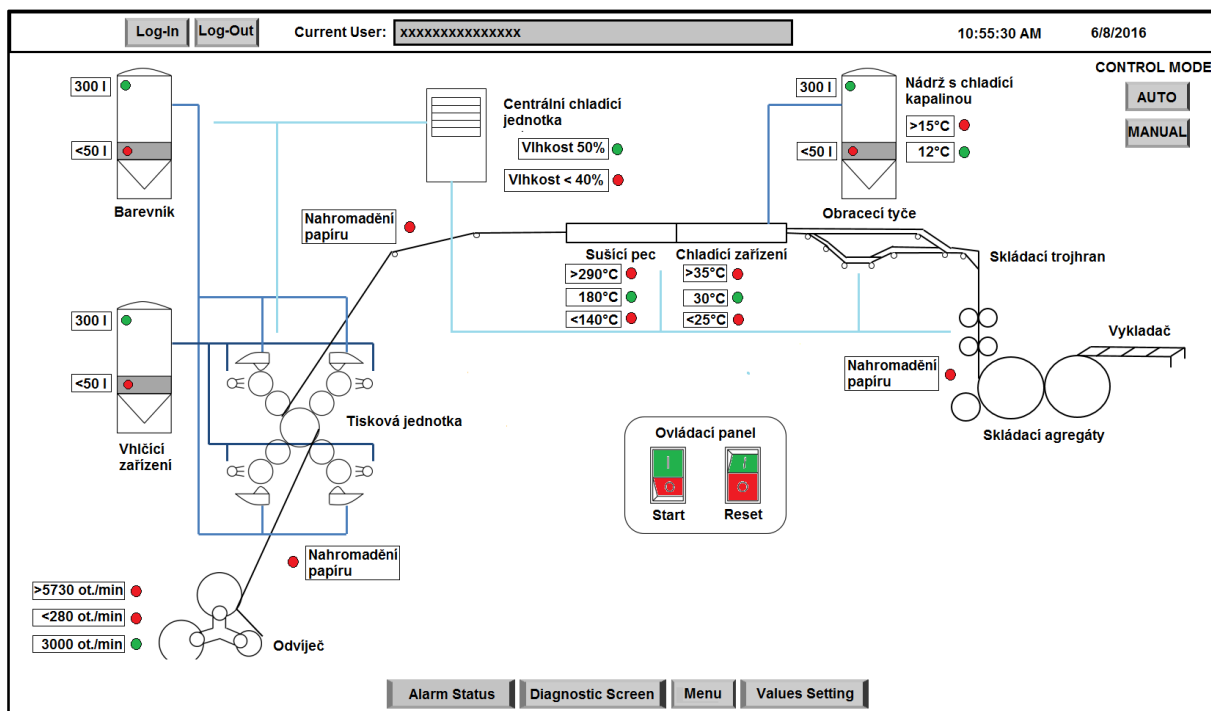


Obrázek 26 Skládací agregát
Zdroj: Vladimír Lukeš, 2016

Na závěr čeká tiskový produkt kontinuální ořez a stohování, jež zajišťuje on-line linka Gämmerler patřící též ke konfiguraci stroje Lithoman IV 48. Součástí této linky jsou dva páskovací automaty SMB (Schwede Maschinenbau GmbH) sloužící pro křížové či jednoduché zapáskování naskládaných stohů polypropylenovou páskou. Tyto automaty komunikují s řídicím systémem linky Gämmerler. Polypropylenová páska je vedena proudem vzduchu, nikoliv mechanicky. Její pohyb je rychlý a po obtočení balíku je okamžitě svařena. V případě ucpání zařízení papírem, dochází k oddělení pásu papíru odrážecím nožem, k zabrzdění a odvedení tohoto papíru pryč ze zařízení. [11, 13, 15, 17]

Proti nahromadění papíru stačí opět použít jednocestné světelné závory OF5022 nebo reflexní světelné závory OU5012. Senzory fungují v tomto případě obdobně jako při kontrole přetržení pásu papíru, tj. pokud se papír začne hromadit na jednom místě, nedojde tak pás papíru k těmto čidlům, ty nahlásí tento problém systému Pecom a ten zastaví linku.

4.3.2 Diagnostika



Obrázek 27 Systém HMI pro tiskařský stroj Lithoman IV 48

V navrhnutém systému HMI pro tiskařský stroj Lithoman IV 48 je celkový průřez tohoto stroje včetně všech příslušných zařízení nutných k správnému fungování tohoto stroje. U jednotlivých zařízeních jsou čidla hlásící alarm v případě poruchy nebo vychýlení se hodnoty z nastaveného rozsahu. U odvíječe je rychlost odvíjení papíru od 0.83 do 17 m.s⁻¹. Velikost role papíru u zařízení MEGTEC DLC 320 může být různá, v tomto případě je 1 700 mm. Rychlost otáček je tak v rozmezí od 280 do 5730 ot./min. Daná optimální rychlost včetně minimální a maximální rychlosti v možném rozsahu hodnot se dá změnit pomocí tlačítka „Values Setting“ v systému HMS. V případě poklesu či naopak nárustu otáček přes nastavené hodnoty se rosvítí kontrolka a spustí se alarm. Bližší informace o právě spuštěném alarmu se zobrazí po stisknutí tlačítka „Alarm Status“ a podrobné informace o způsobeném problému lze zobrazit stisknutím klávesy „Diagnostic Screen“. Další problém může nastat v případě nahromadění papíru při jeho průchodu strojem. Čidla jsou umístěna před a za tiskovou jednotkou a další pak před skládacími agregáty. Do tiskové jednotky je skrz barevnice dodávána barva z barevníku a prostřednictvím vlhčících zařízení vlhčící kapalina. Objem

nádob na uskladnění tekutin je cca 300 l, v případě poklesu hladiny kapaliny pod 50 l se spustí výstražná kontrolka a alarm. Potištěný papír je dále sušen v sušící peci (tunelu) a následně chlazen na původní teplotu. Zde jsou čidla měřící teplotu v těchto zařízeních. Optimální teplota u sušící pece je přibližně 180°C a v chladícím zařízení 30°C. V případě vychýlení se teplot od daného rozsahu nastane alarm. Do chladícího zařízení je dodávána chladící voda s příslušné nádrže s touto vodou. Opět nastává alarm v případě poklesu vody pod 50 l či nárůstu teploty nad 15°C. V celém zařízení je regulována teplota a vlhkost pomocí centrální chladící jednotky. Pokud relativní vlhkost vzduchu klesne pod 40% nebo naopak přesáhne 60%, tak nastává poplach.

4.3.3 Technické parametry:

Výkon	45 000 otáček/hodinu
Obvod válce	1 240 mm
Šíře kotouče	Od 860 do 1 460 mm
Gramáž papíru	40-135 g/m ²
Jeden obrat	1× 48, 2 × 24, 4 ×12 stran A4 1× 40, 2 × 20, 4 ×10 stran A4 1× 32, 2 ×16, 4 × 8 stran A4 1× 96, 2 × 48, 1× 80, 2 × 40, 1× 64, 2 × 32 stran A5 2 × 48, 2×2× 24, 2 × 32, 2 × 2 ×16 stran A5 nad sebou 2 × 24 stran do formátu 232 ×190 mm (delta lom) 2 × 30 stran do formátu 187 ×190 mm (delta lom) 2 × 36 stran do formátu 150 ×190 mm (delta lom) 2 × 48 stran do formátu 115 ×190 mm (delta lom) 1× 24, 2 ×12, 1×16, 2 × 8 stran A3
Příslušenství	ořez po 4 stranách, lepení ve hřbetu A4

4.4 Lithoman IV 64 manroland

Stroj je stejně jako jeho 48-stránková verze od společnosti MAN Roland. V mnoha ohledech si je velmi podobný se 48-stránkovou verzí, jedná se též o rotační ofsetový lis, konfigurace u tohoto stroje je též obdobná, jedná dráha papíru a čtyři tiskové věže složené ze dvou tiskových jednotek, mezi kterými prochází z obou stran potiskovaný papír. Stejně tak maximální výkon stroje Lithoman IV 64 je 45 000 otáček (obratů) za hodinu. V rotačce jsou umístěny válce o obvodu 1 240 mm, jež potiskují pás o šířce od 860 do 1 460 mm.

Avšak maximální nastavitelný formát je v tomto případě 64 stran na výšku, díky čemuž má mnohem vyšší produktovou variabilitu než předchozí stroje tohoto typu. Lze tisknout ve formátech 1 x 64, 2 x 32, 4 x 16 stran A4, nebo 1 x 56, 2 x 28, 4 x 14 stran A4, anebo také 1 x 48, 2 x 24 a 4 x 12 stran A4. Potiskovaný papír je stejně jako u 48-stránkové verze o plošné hmotnosti od 40 do 135 gramů na metr čtvereční. [14]

Novější stroj Lithoman IV 64 zvládne na rozdíl od 48-stránkové verze vytisknout při maximálním výkonu a obratu 64 stran o 700 tisíc více stránek ve stojatém formátu, tedy až 2.88 miliónů potištěných stran A4 během jedné hodiny. Tento rotační stroj též využívá ořez o čtyřech stranách a lepení ve hřbetu A4 pomocí systému Planatol. Od své předchozí verze se navíc liší použitým odvíječem, který se nachází pod tiskovým strojem. Místo odvíjecího zařízení Megtec DLC 3200 využívá novějšího stroje Contiweb FD 16-2032/1300, jež může pracovat s kotouči až do průměru 1 524 mm. Tento odvíječ je vhodně zvolen podle sušícího tunelu, jenž je od stejného výrobce. [12]



Obrázek 28 Řídící pracoviště

Zdroj:

http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=5179

4.4.1 Redukce makulatury

Společným znakem novějšího stroje Lithoman IV 64 s 48-stránkovou verzí je vybavení pohonů AC technologií. Tato technologie umožňuje rychlý návrat k provoznímu tisku. Dalším společným znakem je využití mycích zařízení od firmy Baldwin k mytí ofsetových potahů

na všech rotačkách. U starších typů mycích strojů použitých u rotaček Lithoman III nebo Lithoman IV 48, kde se využívá snižování otáček pro větší účinnost mytí, však docházelo z důvodu prudkého zrychlení k možnému rozkolísání částí celkového procesu výroby na rotačce. Z tohoto důvodu využívá stroj Lithoman IV 64 mytí po co nejkratší možnou dobu za přítomnosti tlaku. Díky tomu se tiskové jednotky myjí rychle za sebou a sušící systém z nich tak zvládá odvádět větší množství zplodin. Mytí ofsetových potahů se spouští v době zavádění nových kotoučů pro značnou úsporu makulatury během tisku. [12]

Stroj Lithoman IV 64 využívá sušící zařízení Contiweb Ecocool T 148, toto zařízení má integrované dodatečné spalování exhalací na rozdíl od sušícího zařízení Megtec Dual Dry TNV 153 využívaného ve stroji Lithoman IV 48. U tohoto systému je chladicí sekce složená z devíti válců, ty mají menší průměru než je tomu například u sušícího zařízení používaného ve starších verzích typu Lithoman, avšak mají v sobě integrované silikonové zařízení. Díky vysoké účinnosti chlazení a nanášení silikonu, funguje částečně i k dodatečnému zvlhčování. Dále je součástí chladicího systému i výměník Contiweb Ecobox k zpětnému získávání tepla. [12]

Dalším zařízením, jež využívá stroj Lithoman IV 64 je jednotka Aquarius od firmy Quint. Tato jednotka chladí, upravuje a zásobuje stroje vlhčícím roztokem. Při tisku v nákladech dosahujících několika miliónů dochází k větší tvorbě emulgátu a prachu. Tento stroj proto na rozdíl od jiných systémů nabízených konkurencí nefiltruje vlhčící roztok jen částečně, nýbrž vyfiltruje všechny vlhčící roztok, jenž strojem proteče. Tento již použitý roztok vytéká ze všech jednotek do vany, ve které se posouvá pásový filtr. Tento filtr se odvíjí z role a poté co projde vanou, se začne navíjet na cívku s použitým materiálem. Vždy, když se ve vaně zvedne hladina použitého filtračního roztoku, jenž přitéká od stroje, filtr se posune. Tento postup slouží k hrubé filtraci prvního stupně. Filtrovaný roztok poté prochází jemnou filtrací, při té se k dofiltrování roztoku používá šňůrových filtrů s hrubostí deseti mikronů. Kromě použití chladicího stroje Axima AquaCool používá stroj Lithoman IV 64 také chladicí zařízení Axima AirCool pro chlazení prostoru stroje, což je pro stroj velmi důležité, protože v případě nárůstu vlhkosti může na rotačkách docházet k takzvanému odrážení barvy z barevníku. [12]

Největším faktorem limitujícím výkon kotoučových strojů je skládací aparát. U všech strojů typu Lithoman IV pracují skládací stroje s poměrem válců 2:5:5. Tyto aparáty mají dva

třetí lomy, respektive druhé podélné lomy. Díky rychlosti rotačky 45 000 otáček za hodinu se tyto aparáty dostávají ke svému limitu. U stroje Lithoman IV 64 má skládací aparát pak osm digitálně řízených AC pohonů, které je možné synchronizovat prostřednictvím frekvenční modulace. U novějšího aparátu došlo ke zvýšení přesnosti skládání, snížení provozního hluku a odlehčení se stavební konstrukce. [12]

U každého z pásu proudu složek, jež přicházejí na stůl třetích lomů, byly původně nainstalovány excentrické brzdy. U stroje Lithoman IV 64 je předbrzdění a dobrzdění účinnější a probíhá pro celkový proud složek. Proud složek je před skládáním na stole třetího lomu zbrzdčován. Na těchto stolech jsou nainstalovány elektromagnetické brzdy řízené frekvenčně, které slouží k dobrzdění produktu před náložkou. Kontrola nakládané složky je zajištěna automaticky. Pomocí čidel je pak sledována rychlost a vyrovnaní chodu složek. Ve chvíli, kdy zjistí na obou stranách produktu rozdíl mezi sejmutím hrany, dojde k narovnání tohoto rozdílu pomocí brzd. Pomocí jednoho z těchto čidel je sledována rychlost, toto čidlo pak před ještě dopadem rotačního nože uvede složky na náložce do klidu. Toto vše se děje v rychlosti až 50 000 kmitů za hodinu. Poté následuje fáze provedení třetího lomu, kterou má patentovanou společnost manroland. [12]

Skládací aparát dále disponuje vyklápěcím lopatkovým vykládacím kolem. Při seřizování tohoto aparátu lze vyklápěcí kolo úplně vyklopit. Tento aparát na rozdíl od starších umožňuje jednodušší seřizování a čištění. V případě, že potřebuje obsluha pozměnit přesnost, jakou dopadají produkty mezi lopatky, může za chodu posunout vykládací taktovací kolo. Skládacího aparát má modulární konstrukci neboli u formátů s ležícími stránkami je možné použít stejná technologická a konstrukční řešení, jako tomu je u formátů se stojícími stránkami. Všechny rotačky jsou zapojeny v systému Pecom PPM (Power Print Manager), ten zároveň slouží jako rozhraní pro servisní linku a servisní modem do servisního centra a slouží i pro příjem dat z pre-pressu. Pojmem pre-press se nazývá příprava materiálů, zvláště pak grafiky do tisku. Součástí systému jsou všechny typy barev a druhů papíru pro všechny tiskové stroje. [12]

4.4.2 Technické parametry:

Výkon	45 000 otáček/hodinu
Obvod válce	1 240 mm
Šíře kotouče	Max. 1 905 mm
Gramáž papíru	40-135 g/m ²
Jeden obrat	1× 64, 2 × 32, 4 ×16 stran A4 1× 56, 2 × 28, 4 ×14 stran A4 1× 48, 2 × 24, 4 ×12 stran A4 1× 40, 2 × 20, 4 ×10 stran A4 Úzké formáty 1× 96 (2 × 48 různých stran), 2 × 48, 4×24 1× 80 (2 × 40 různých stran), 2 × 40, 4×20 1× 72 (2 × 36 různých stran), 2 × 36 1× 32, 2 ×16, 4 × 8 stran A3 (+ transp. lom na A4)
Příslušenství	ořez po 4 stranách, lepení ve hřbetu A4

4.5 Řídicí systém Pecom

Řídicí systém od společnosti MAN Roland dodávaný ke kotoučovým a archovým strojům od téže společnosti. Barevnice všech tiskových strojů jsou přednastavována pomocí dat z CtP ve formátu CIP3. Stroje typu Lithoman IV jsou ovládány pomocí řídicího pultu odkud lze kontrolovat celý tiskový postup. V systému Pecom je možné přednastavovat a doladovat všechny nastavitelné prvky tiskového procesu, a to i regulaci zásobování tiskové jednotky barvou. V případě potřeby lze pomocí dotykových obrazovek upravit hodnoty parametrů jednotlivých částí tiskového procesu. Dále lze od pultu řídit nastavení skládací jednotky, upravovat otáčky vlhčících a barevníkových duktorů nebo nastavení zón barevníků a registrů a podobně. [11]

Výrobní proces u stroje Lithoman IV 48 je z velké části automatizovaný. Barvový registr a dráha papíru jsou monitorovány videosystémem Pecom. Ten využívá dvou stroboskopických kamer, ty snímají střídavě z každé strany tiskové značky, které jsou vytisknuty na probíhající pásu papíru. Všechny automaticky provedené úpravy polohy tisku spolu s monitoringem se zobrazují na obrazovce. V případě, že vznikne odchylka od obsluhou nastaveného vzoru, dojde k nápravě automaticky pomocí změny polohy formového válce. Dále je k dispozici v rámci systému Pecom celá sada pomocných programů, z nichž některé

slouží k rychlému regulovanému rozjezdu stroje, další pak umožňují snížení časů přípravy, a podobně. [11]

Dále je v nadstavbě systému Pecom databáze o jednotlivých zakázkách. Na řídicím serveru PPM sloužícího ke správě systému Pecom jsou pak podrobnosti o jednotlivých strojích a o řízení výroby. Odtud si pak obsluha přebírá příslušnou zakázku. [11]

Rotačky firmy MAN Roland jsou neustále připojeny k centru Tele-Support od výrobce v německém Augsburgu. Systém Pecom všechny provozní informace o zakázce archivuje, a to včetně například teploty ložisek, teploty převodních skříní, teploty v sušících pecích a podobně. Podle četnosti zakázek se provozní data u uživatelů v systému Pecom archivují přibližně šest týdnů až osm týdnů. Data se poté přenášejí do databází nacházejících se u výrobce, ten si podle nich zachovává přehled o svých tiskových strojích, které má nainstalované po celém světě. Z této databáze poté může dodatečně čerpat uložená data i provozovatel daného tiskového stroje. [11]

4.6 Charakteristika jednotlivých strojů používaných v rotačním ofsetovém tisku

V technologickém procesu tisku je zapotřebí kromě samotné tiskové jednotky, jakou je například Lithoman IV 48 nebo Lithoman IV 64 i dalších přidružených zařízení, bez kterých by nebylo možné tisknout.

4.6.1 Rolový odvíječ

Jedná se o zařízení vedoucí k finančním úsporám v tisku. Zařízení slouží k postupnému odvíjení papíru z připravených kotoučů různé velikosti a formátu na daný archový či kotoučový stroj. Na kotoučích je navinut papír o dané gramáži. U menších strojů se používá stojanový odvíječ, se kterým lze jednoduše manipulovat, u větších strojů pak o integrovaný stroj do dané tiskové linky. Krom odvíjení papíru může být doplněn i o další funkce jako je například koronovací jednotka, jež má za úkol upravit povrch materiálu, či systém RC (Register Cut), sloužící k řezání předtiskového či jinak zušlechťeného materiálu. [10, 15, 17]

Odvíječe jsou dvojího typu – poloautomatické a automatické. U poloautomatických se do přístroje nejprve upne nový pás, jak starý, tak nový pás se poté proříznou a přelepí lepicí páskou, následuje oddělení starého pásu a výměna kotouče. V době kdy se zakládá nový kotouč, čerpá se materiál ze zásobníku. U poloautomatických odvíječů se využívá vodorovného uspořádání vedení pásu. [15, 17]

U automatických odvíječů je vedení pásu v podobě vertikálního uspořádání. Kotouč je upnutý na hřídeli, kde je pneumaticky či hydraulicky přibrzdován. Činnost brzdy je řízena pomocí údajů snímaných odpérováním kyvným válcem, jež je umístěn před vtažovací jednotkou. U nového kotouče se nejprve namaže jeho začátek lepidlem nebo se přelepí oboustranně lepicí fólií. Senzor přitom snímá hranu potiskovaného kotouče a ve chvíli kdy se průměr válce dostane na minimum, zapne automaticky pásový pohon připraveného kotouče uloženého nad ním. Ve chvíli, kdy pomocí hnací kurty dosáhne obvodové rychlosti shodné s rychlostí docházejícího kotouče, dojde k jejich kontaktu v místě kde je přilepena fólie. Pásky se slepí a ozubený nůž odsekne zbytek původního kotouče. [11, 15, 17]

4.6.2 Vtažovací jednotka

Zařízení sloužící pro zavádění pásu z odvíječe skrz vtažovací jednotku (zásobník) do tiskové jednotky. Toto zařízení má za úkol držet pás napnutý, synchronizovat jeho rychlost s rychlostí tiskové jednotky a regulovat polohu hrany pásu. Pásky jsou napínány pomocí pneumatických válců. Navinutí kotouče je buďto podélné nebo příčné. U podélného je vyrovnáván pomocí vtažovací jednotky, u příčného pak pomocí soustavy válců, které je možno deformovat pro vyrovnání rozdílů v napnutí pásu. [15, 17]

Pás z odvíječe nejprve vchází do vtažovací jednotky, následuje kontrola polohy hrany pásu, válec pro zajištění konstantního napětí potiskovaného pásu, tažný válec a válec pro kontrolu daného napětí pásu. Poté směřuje pás dále do tiskové jednotky. [15, 17]

4.6.3 Vlhčící zařízení

Zařízení sloužící k rovnoměrnému nanášení vlhčícího roztoku na povrch celé tiskové formy. Část vlhčícího roztoku je přenesen do barevníku a zajišťuje tak stabilní emulzi. Hlavním principem je zajištění aby netisknouce místa zůstala bez barvy, případně aby byla barva z těchto míst vytlačena, to znamená, že tato místa musí být smáčena vlhčícím prostředkem. Ten je na bázi vody a jiných přísad nebo s velkým obsahem alkoholu. Dále jsou zařízení vlhčící pomocí vodní mlhy. U bezkontaktního zařízení je zamezeno znečišťování barvou a prášivým papírem v zásobníku roztoku. Ve vodní vaně je umístěn kartáčový válec, jenž rotuje a odstříkuje tak vodu na vodní válec. Množství odstříkované vody je regulováno pomocí uzavírací clony. [8, 9, 15, 16]

4.6.4 Barevník

Zařízení sloužící k nanášení barvy na potiskovaný pás papíru. Hlavní částí barevníku je barevnice, jež slouží jako zásobník barvy. V té je umístěn válec, jenž je částečně ponořen do barvy a nabírá tak plynule barvu, tuto barvu přenáší dotykem na válec zvaný duktor. K tomu přiléhá tělo barevnice zakončené pružným ocelovým stíracím nožem, který řídí tloušťku barvového filmu. Poté barva putuje na navalovací válce. Ty jsou v barevníku tři a slouží pro přenos barvy na pás papíru. U těchto válců se dá nastavit, který kolik barvy bude na daný pás papíru nanášet. Jako základní nastavení se bere 80-10-10, tj. dodání 80% barvy prvním válce a po 10% oběma zbylými válci. Odběr barvy je regulovatelný pomocí změny otáček válce a stíracího nože. Tento typ barevníku se používá u kotoučového ofsetu s velkou rychlostí a velkou plochou navalování. [8, 15, 16]

4.6.5 Sušící zařízení

Jedná se o zařízení sloužící k zasušení nánosu tiskové barvy do právě potištěného materiálu, nejčastěji papíru. U sériové výroby tištěného papíru se využívá především horkovzdušných tunelů u kotoučového tisku nebo tunelů na principu UV záření u archového tisku. U kotoučového tisku se využívá buďto kotoučových heatsetů nebo kotoučových coldsetů. U kotoučového heatsetu se málo těkavá rozpouštědla odpařují při zvýšené teplotě od 100 do 160 stupňů celsia, délka tunelu je pak od tří do sedmi a půl metrů. Výhodou

tohoto zařízení je rychlé schnutí, takzvaný quick-set. Penetrace barev trvá od dvou do třiceti minut, následuje chemické vytvrzování dlouhé osm až šestnáct hodin. Tyto zařízení se využívají zejména pro tisk časopisů. U kotoučového coldsetu dochází k zasychání barvy kombinací opáření rozpouštědla a penetrace. Těchto zařízení se využívá u nenatíraných materiálů, jako jsou noviny či knihy. U vysokorychlostního coldsetu může docházet s problémy se schnutím barvy. U obou typů zařízení následuje po sušení horkým vzduchem chlazení pásu papíru mezi chladícími válci. Tyto tunely mohou být doplněny o další segmenty jako je chladicí sekce či automatický stohovač. Dále jsou většinou vybaveny řídicím systémem pro regulaci rychlosti pásu či regulací teploty u horkovzdušných tunelů. [15, 16]

4.6.6 Obracací tyče

Kovové tyče sloužící k obrácení podélně rozříznutého pásu papíru podle stanoveného schématu pořadí stran a jeho přivedení ke skládacímu trojhranu. Pás je možno obracet několika způsoby, jedním z nich je paralelní otáčení, což jest otáčení pásu o $\frac{1}{2}$ jeho šířky z jedné strany na druhou. Dalším způsobem je pás otočit o celých 180° , nebo vést na trojhran i více pásů najednou. [15, 17]

4.6.7 Skládací trojhran (trychtýř)

Funkcí tohoto zařízení je provedení lomu (proříznutí) přivedeného pásu. Jedná se o první fázi zpracování budoucí složky. Úhel sklonu trojhranu je mezi šedesáti a sedmdesáti stupni. Ramena tohoto trojhranu jsou v místech odvíjení pásu ofoukávána vzduchem, díky vysoce leštěnému povrchu odpuzují barvu. [15, 17]

4.6.8 Skládací agregáty

Zařízení sloužící k dělení pásu papíru na jednotlivé v pravidelných odstupech ořezávané části (exempláře) a jejich skládání jedním nebo více lomy. Skládání daného produktu je možné dvěma způsoby. U prvního průchodem pásu mezi skládacími válečky, u druhého v uzavíratelné klapce takzvaného klapkového válce. [15, 17]

5 Závěr

Po zhodnocení použitých technologií a technologických zařízení, které jsou použity u tiskařského stroje Lithoman IV 48, byly navrženy optimální čidla, pro řešení jednotlivých problémů, se kterými se musí potýkat obsluha tiskařského stroje při technologickém procesu tisku. Některé z těchto čidel nebylo možné zapojit přímo do PLC a tak k nim byl navržen i příslušný vyhodnocovací systém. Dále byl navržen systém vzdáleného uživatelského rozhraní HMI pro komunikaci pracovníka tiskárny s daným strojem a příslušnými zařízeními. Tento systém usnadňuje obsluhujícímu personálu práci, dovoluje skrz tento systém měnit a nastavovat hodnoty jednotlivých částí stroje včetně maximálního a minimálního rozsahu v rámci dovolených hodnot, po jejíž překročení se spustí daná výstražná kontrolka a alarm. To vše přes dotykovou obrazovku či klávesnici na příslušném terminálu v řídicím středisku tiskárny. V rámci systému si lze poté zjistit podrobné informace o problému, který právě nastal spolu s diagnostikou tohoto problému a získaná data poté použít při případné reklamaci nebo si je poté zpětně prohlédnout. Na základě popisu jednotlivých kroků tiskové výroby a použitých technologických zařízeních lze navržené senzory, k nim příslušné vyhodnocovací systémy a systém vzdáleného uživatelského rozhraní HMI zhodnotit jako dostačující.

6 Seznam literatury

- [1] David Bann, *Polygrafická příručka*, Praha: sloart, 2008, 224 s., ISBN 978-80-7391-029-7
- [2] Dr. Jaroslav Šalda, *Od rukopisu ke knize a časopisu*, Praha: SNTL, 1983, 364 s.
- [3] Dr. Jaroslav Šalda, Dr. Ladislav Svoboda, *Přehled polygrafie*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981, 459 s.
- [4] PhDr. Pravoslav Kneidl, z *historie Evropské knihy*, Praha: Svoboda, 1989, 143 s.
- [5] Marie Kaplanová a kolektiv, *moderní polygrafie*, Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009, 391s., ISBN 978-80-254-4230-2
- [6] svettisku [online]. Publikováno duben 2006 [cit. 2016-03-16]. Měření a regulace koncentrace alkoholu. Dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2563&buxus_svettisku=f3f3>
- [7] svettisku [online]. Publikováno únor 2006 [cit. 2016-03-16]. Kotoučový tisk. Dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/docs/RP_2006_02.pdf?buxus_svettisku=536e7efda8dac2d918b56a8643fa70c8>
- [8] strojka.opava [online]. Publikováno 2012 [cit. 2016-03-16]. Tisk z plochy. Dostupné z:
<http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/_sablony/Technologie_grafiky_IV/VY_32_INOVACE_B-05-15.pdf>
- [9] grafikpromedia [online]. Publikováno 2015 [cit. 2016-03-16]. Vlhčící a barevníková soustava. Dostupné z:
<<http://grafikpromedia.spspzlin.cz/vsp/vlhcici-a-barevnikova-soustava>>
- [10] svettisku [online]. Publikováno září 2006 [cit. 2016-03-16]. Rolové odvíječe archových strojů. Dostupné z: <http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2776>
- [11] svettisku [online]. Publikováno 17. 7. 2006 [cit. 2016-03-16]. Tiskový stroj Lithoman IV. Dostupné z: <http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2638>
- [12] svettisku [online]. Publikováno květen 2009 [cit. 2016-03-16]. Lithoman IV 64. Dostupné z:
<http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=5179>
- [13] *Návod na obsluhu/Návod na údržbu – Skládací zařízení – PFI-5L*, 2016

[14] studioftg [online]. [cit. 2016-03-16]. Rotační ofset. Dostupné z:
<<http://www.studioftg.cz/Svoboda-brozura.pdf>>

[15] Vladimír Lukeš, *Ofsetový tisk – kotoučový*, 2016, PowerPoint presentace

[16] Vladimír Lukeš, *Tisková jednotka, barevník a vlhčící systémy kotoučových strojů*, 2016, PowerPoint presentace

[17] Vladimír Lukeš, *Trasport pásu kotoučovým strojem*, 2016, PowerPoint presentace

7 Seznam obrázků

Obrázek 1 Gutenbergova bible včetně litery	5
Obrázek 2 Tiskový stroj Monotype	6
Obrázek 3 Stroj Intertype Photosetter.....	7
Obrázek 4 Potištěný litografický kámen.....	8
Obrázek 5 Hlubotiskový lis	10
Obrázek 6 Sítotiskový stůl	11
Obrázek 7 Potisk propisovacích tužek tampónovým tiskem.....	15
Obrázek 8 Světlotiskový stroj METEM 15-10	16
Obrázek 9 Rotační ofsetový stroj Lithoman IV 48.....	22
Obrázek 10 Odvíječ	23
Obrázek 11 Jednocestná světelná závora OF5022.....	23
Obrázek 12 Rotační snímač s plnou hřídelí RB3100.....	24
Obrázek 13 Fotobuňka kontrolující přetržení pásu papíru	25
Obrázek 14 Reflexní světelná závora OU5012	25
Obrázek 15 Princip ofsetového tisku.....	26
Obrázek 16 Barevník	27
Obrázek 17 Optický senzor O1D300	28
Obrázek 18 Elektronický senzor hladiny LR9020.....	29
Obrázek 19 Sušící tunel Megtec Dual Dry TNV 153	30
Obrázek 20 Teplotní senzor TS2451.....	31
Obrázek 21 Vyhodnocovací systém TR7439	31
Obrázek 22 Teplotní senzor TS222.....	31
Obrázek 23 Senzor na měření vlhkosti TH2E	32
Obrázek 24 Snímač teploty a vlhkosti THE.....	32
Obrázek 25 Skládací tyče a trojhran.....	33
Obrázek 26 Skládací agregát	34
Obrázek 27 Systém HMI pro tiskařský stroj Lithoman IV 48.....	35
Obrázek 28 Řídící pracoviště	37