



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
*INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE*

## VOLBA KAMEROVÉHO SYSTÉMU PRO KONTROLU KVALITY TISKU

CAMERA SYSTEM SELECTION FOR PRINT QUALITY CHECKING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Bartolomej Kmec

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. Pavel Houška, Ph.D.

BRNO 2011



## **ABSTRAKT**

Toto bakalářská téma se zabývá možností kontrolování kvality potisku v tamponovém tisku. Tampónový tisk je řešen tak, že se potisk přenáší z klišé na potiskovaný materiál pomocí silikonového tamponu. Kvalita výsledného potisku je závislá na velkém množství faktorů, které jsou v práci analyzovány. V bakalářské práci je popsán způsob monitorování kvality potisku online za pomoci kamery na reálných vzorcích.

## **ABSTRACT**

This bachelor's theme deals with possibility checking of quality in pad printing. Pad printing has such solution that print is transferred from cliché on printing surface by silicone pad. Quality of finish result depends on a large number of factors which are analyzed in the thesis. In the bachelor's thesis is described way of monitoring of printing quality online with the cameras help on real samples.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Tamponový tisk, pixel, referenční snímek, rozlišení, kamerový systém.

## **KEYWORDS**

Pad printing, pixel, reference image, resolution, camera system.



## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Pavlu Houškovi, Ph.D. za jeho trpělivost, ochotu a odbornou pomoc.



## OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Tamponový tisk.....	11
2.1	Princip.....	11
2.2	Rozdělení tamponových strojů dle systémů.....	11
2.2.1	Otevřený systém.....	11
2.2.2	Uzavřený systém.....	12
2.3	Rozdělení tamponových strojů dle pohonu.....	14
2.4	Rozdělení tamponových strojů dle pohybu.....	14
2.5	Tamponové linky.....	15
2.6	Klišé.....	15
2.7	Předloha - Motiv.....	16
2.8	Tampon.....	16
2.8.1	Silikonový tampon.....	16
2.8.2	Čištění tamponu.....	16
2.9	Tamponová barva.....	16
2.9.1	Viskozita barvy.....	17
2.9.2	Ředění barvy.....	17
2.10	Použití tamponového tisku.....	17
2.11	Faktory ovlivňující kvalitu tamponového tisku.....	18
2.11.1	Životnost tamponu.....	18
2.11.2	Čištění tamponu.....	18
2.11.3	Životnost klišé.....	18
2.11.4	Viskozita barvy.....	18
2.11.5	Okolní podmínky.....	18
2.11.6	Elektrostatická energie.....	19
2.12	Možnosti monitorování kvality tamponovém tisku.....	19
2.13	Další využití kamerových systému v tamponovém tisku:.....	20
2.13.1	Optimalizace tiskového procesu.....	20
2.13.2	Vytvoření pracovních postupů.....	20
3	Kamerové systémy.....	21
3.1	Nástroje kamerových systémů.....	21
3.2	Rozdělení kamerových systémů.....	21
3.2.1	Jednoduché kamerové systémy.....	21
3.2.2	Inteligentní kamerové systémy.....	22
3.3	Rozdělení dle zpracování obrazu.....	22

3.4	Stupně šedi - 8bitový obraz .....	22
3.5	Parametry kamerových systémů .....	24
3.6	Osvětlení .....	25
3.6.1	Světelné zdroje .....	25
3.6.2	Volba osvětlení scény .....	27
3.7	Umístění kamery.....	28
3.8	Rozbor problému kamerového snímání.....	28
3.9	Faktory určující výběr vhodného kamerového systému pro tamponový tisk.....	29
3.10	Požadavky na kamerový systém .....	29
3.11	Výběr z kamerových systémů: .....	29
4	Praktický test .....	31
4.1	Základní nastavení kamerového systému BVS .....	31
4.1.1	Vytvoření nebo otevření inspekce .....	32
4.1.2	Základní nastavení BVS .....	32
4.1.3	Nastavení jasu snímku.....	33
4.1.4	Nastavení kontrastu .....	33
4.1.5	Vytvoření referenčního snímku, volba a umístění nástrojů.....	33
4.2	Použité vyhodnocovací nástroje .....	34
4.2.1	Kontrola shody se vzorem.....	34
4.2.2	Kontrola shody se vzorem – lokátor 360° .....	34
4.2.3	Kontrola polohy.....	34
4.3	Použité nastavení v testech č. 1 – 4 .....	35
4.3.1	Test č.1.....	35
4.3.2	Test č.2.....	36
4.3.3	Test č.3.....	38
4.3.4	Test č.4.....	39
4.4	Vyhodnocení testů.....	40
5	Zapojení kamerových systémů.....	41
5.1	Zapojení kamerového systému do PLC s externím spouštěčem .....	41
5.2	Zapojení kamerového systému přímo k tamponovému stroji bez externího spouštěče 41	
6	Závěr.....	43
	Seznam použité literatury .....	45
	Seznam příloh.....	47



## 1 ÚVOD

Tamponový tisk vznikl původně jako metoda pro potisk ciferníků náramkových hodinek. Předchůdci těchto strojů tiskli již v 18. století. Želatinový tampon, který byl vyroben z kostní moučky, se tvaroval v odlévací formě. Tisková plocha se potom plamenem nahřívala a otáčela směrem nahoru. Při ochlazení vznikl velmi lesklý, pěkný povrch. Tento povrch byl natolik lepivý, že přenos barvy byl možný jen, pokud se tisková plocha nejprve napudrovala. Těmito napudrovanými tampony mohlo být provedeno asi 20 vynikajících přenosů barvami na terpentýnovém základu. V druhé polovině šedesátých let zažila tato stará tisková metoda, která byla do té doby rozšířená primárně pouze v hodinářském průmyslu, neočekávaný rozvoj. Tamponový tisk se najednou začal jevit jako ideální metoda potisku pro obrovské množství aplikací a po objevení silikonových tamponů a tamponových strojů nové konstrukce tento druh tisku zažil skutečný rozkvět. Počet výrobců tamponových strojů se pak zněkolikanásobil, aby se uspokojila poptávka po jednoduchém a levném potisku. Tamponový tisk umožnil nové možnosti designu konstruktérům a návrhářům a výsledkem bylo, že výrobky se staly atraktivnější a funkčnější.

Ve 20. století tamponový tisk dosáhl technicky velmi pokročilé úrovně a má široký rozsah použití. Na tamponový tisk jsou kladeny vysoké požadavky, protože tamponové stroje bývají často zabudovávány do automatických linek a nebo výrobci tamponových strojů přímo vyvíjí specializované systémy dle požadavků zákazníků. Specializované systémy bývají vybaveny setřásačkami, nakládacími systémy, předúpravou materiálů, dopravníky, zasušením nebo UV vytvrzováním, vyhazovacími a nebo skládacími jednotkami. V současnosti je k těmto automatickým systémům jako opce požadována i kontrola polohy a kvality potisku, která by měla snížit náročnost na obsluhu a zmetkovitost při potisku na minimum.

Tato bakalářská práce se zabývá možností, jak lze kvalitu u tamponového tisku kontrolovat. Rozeberu v ní možnost kontroly potisku pomocí kamerových systémů. V první části se práce zabývá tamponovým tiskem a kamerovými systémy obecně. V druhé části se pokusím kamerový systém ověřit na reálných vzorcích. Provedu několik testů, při kterých prověřím zvolené kontrolní nástroje a výsledky se pokusím zpracovat a vyhodnotit.



## 2 TAMPONOVÝ TISK

### 2.1 Princip

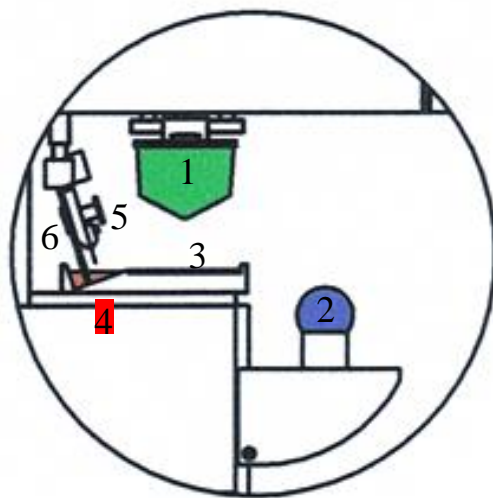
Tamponový tisk je tiskový proces, který může přenést 2-D obraz na 3-D objekt. To se děje pomocí nepřímého hlubotiskového procesu, kdy se obraz převádí z tiskové desky (kliše) přes silikonový nosič, tzv. tampon, na substrát (plocha pro potisk). Díky tvarové přizpůsobivosti tamponu je možné přenést obrázek z roviny kliše na povrch prakticky jakéhokoliv tvaru (tj. plochý, válcový, kulový, textura, konkávní povrch, vypouklý povrch, složité úhly).

### 2.2 Rozdělení tamponových strojů dle systémů

#### 2.2.1 Otevřený systém

Otevřený systém se skládá z těchto částí:

- tampon (obr.1-1)
- potiskovaný materiál (obr.1-2)
- kliše s vyleptaným motivem (obr.1-3)
- zásobník s barvou, která je nalitá v barevníku (obr.1-4)
- stírací nůž (obr.1-5)
- špachtle, která natahuje barvu na kliše (obr.1-6)



Obr. 1

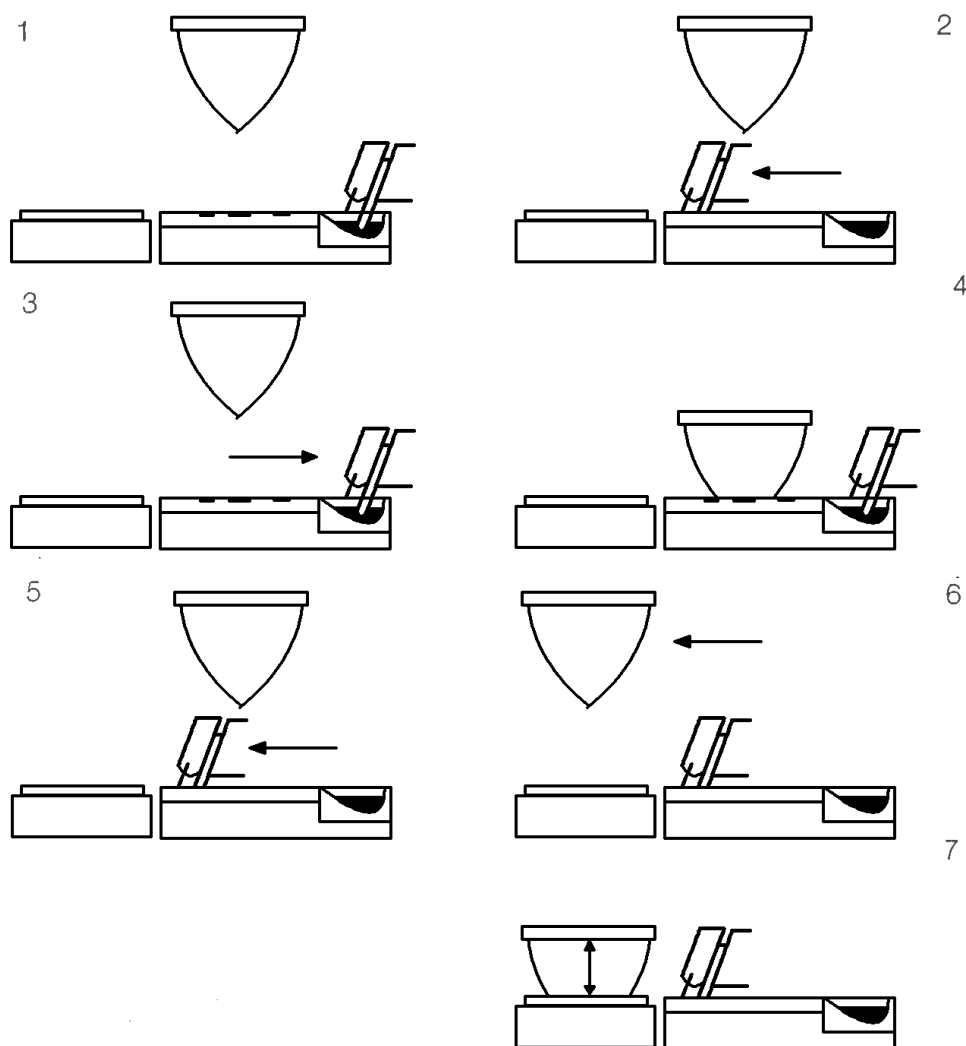
Tamp. stroj s otevřeným barevníkem [ 5 ]

#### Cyklus tamponového tisku - otevřený barevník

1. poloha: Výchozí postavení: Kliše s vyleptaným tištěným motivem se vkládá do tiskového stroje. Barvou se naplní zásobník barvy (obr.2-1).
2. poloha: Pohybem dopředu se pomocí špachtle kliše zaplaví barvou. Stírací nůž přejde do stírací polohy. V této poloze je stroj připraven k tisku (obr.2-2).
3. poloha: Spustíme tisk, stírací nůž stáhne barvu z kliše a ve vyleptaném motivu zůstane barvosý film. Povrch barvosého filmu odvede ředidlo, čímž se stane lepivějším (obr.2-3).
4. poloha: Tampon se přitlačí na kliše. Odvalovacím pohybem nabere tampon barvosý film z kliše (obr.2-4).

5. poloha: Když dosáhne tampon znovu horní polohy, špachtle opět zaplaví kliše, jako v poloze č. 2, čímž nemůže zbytek barvy v kliše zaschnout (obr.2-5).
6. poloha: Tampon se nyní pohybuje s barvovým filmem směrem k potiskovanému předmětu. Ze spodní strany barvového filmu dochází k odpařování ředidla a tím se tato strana stává lepivější než strana filmu, která je uzavřena tamponem (obr.2-6).
7. poloha: Pohybem dolů, přitisknutím (odvalováním) tamponu s barevným filmem na připravený předmět se docílí samotného potisku (obr.2-7).

Tampon se opět vrací do výchozí polohy. Stroj je opět připraven k tisku.

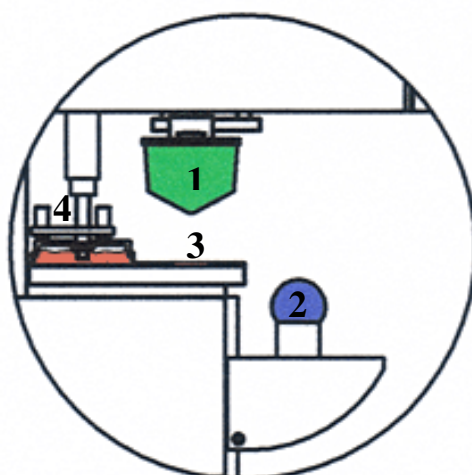


Obr. 2

Princip tamp. stroje s otevřeným barevníkem [ 4 ]

### 2.2.2 Uzavřený systém

Novější systém (obr. 3), který používá hrnek jako uzavřený barevník. Ten slouží jako zásobárna barvy, špachtle i stírací nůž v jednom. Barevník má zabudované permanentní magnety, díky kterým je stále přitahován ke kliše a v případě fotopolymerního kliše pak k ocelové fixační desce. Keramický nebo kovový prstenec s leštěnou pracovní hranou, který je výměnnou součástí barevníku, uzavírá a těsní barvu uvnitř barevníku a zabraňuje samovolnému vytečení barvy na kliše.



Obr. 3

*Tamp. stroj s uzavřeným barevníkem [ 5 ]*

Otevřený systém se skládá z těchto částí:

- tampon (obr.3-1)
- potiskovaný materiál (obr.3-2)
- klišé s vyleptaným motivem (obr.3-3)
- barevník s barvou, která je nalitá v barevníku (obr.3-4)

#### ***Druhy uzavřených barevníků***

- oválné ( 70 x 140mm, 96 x 120mm, 116 x 226mm, 115 x 320mm...) (obr. 4)
- kulaté ( d 50 – 200mm ) (obr.5)

#### ***Druhy hran uzavřených barevníků***

- ocelové (obr. 4)
- keramické (obr. 5)



Obr. 4

*Oválný barevník s ocelovou hranou [ 1 ]*



Obr. 5

*Kulatý barevník s keramickou hranou [ 1 ]*

#### ***Výhody uzavřených barevníků***

Čistý provoz, na klišé zůstane jen nezbytně nutné množství barvy, která vyplní obrazec na klišé barvou. Barva se nerozstříkuje po okolí, v případě rychlejšího pohybu stroje. Barva v barevníku nezasychá, je možné ji tam nechat přes noc a pokračovat následující den bez nutnosti vše čistit. Je velmi výhodný zvláště u velkých sérií potisků, velká úspora času, barvy i čistících materiálů.

### ***Nevýhody uzavřených barevníků***

Nehodí se pro malosériové potisky větší škálou barev, kde se barva v průběhu tisku domíchává přímo ve stroji. Vyšší pořizovací cena, v případě poškození hrany nože, časově náročná a nákladná výměna.

### ***Typy systémů uzavřených barevníků***

- klasický, pohyb barevníků dopředu a dozadu, motiv na klišé je vždycky zaplaven barvou
- podélný, kdy barevník přejíždí podélně přes klišé, motiv není permanentně zaplaven barvou (obr. 6)



Obr. 6

*Podélný pojezd barevníku [ 1 ]*

## ***2.3 Rozdělení tamponových strojů dle pohonu***

Tamponové stroje rozdělujeme podle pohonu na:

- mechanické (ruční)
- pneumatické
- elektromechanické (pohyb stroje zabezpečují servomotory)

## ***2.4 Rozdělení tamponových strojů dle pohybu***

Tamponové stroje rozdělujeme podle pohybu na:

- rotační (obr. 7)
- klasické (pohybuje se pouze tampon) (obr. 9)
- high-speed (samostatný pohyb tamponu i klišé) (obr. 8)
- speciální (potisk o 90 – 180°) (obr. 10)



Obr. 7

*Rotační tamp. stroj [ 1 ]*



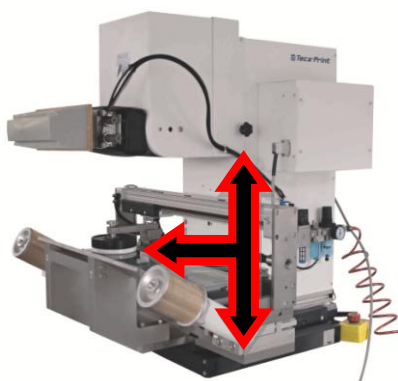
Obr. 8

*High-speed tamp. stroj [ 1 ]*



Obr. 9

*Klasický tamp. stroj [ 1 ]*



Obr. 10  
Speciální tamp. stroj [ 1 ]

## 2.5 Tamponové linky

Výrobci tamponových strojů vyvíjí i specializované tamponové linky (obr. 10.1). Tyto systémy bývají vybaveny setřásačkami, nakládacími systémy, předúpravou materiálů, dopravníky, zasoušením nebo UV vytvrzováním, vyhazovacími a nebo skládacími jednotkami popřípadě další automatizací dle potřeby a požadavků zákazníků.



Obr. 10.1  
Tamponová linka

## 2.6 Kliše

Klišé používaná v tamponovém tisku:

- Ocelové – je vyrobeno z kalené nástrojové oceli třídy N19 s malým obsahem chromu. Použitá plocha se brousí a lapuje na třídu drsnosti N3. Poté je na lapovanou plochu nanášena fotovrstva. Motiv je na klišé přenesen z předlohy nasvícením a vyleptán leptacím roztokem.
- Tenké ocelové – je vyrobeno z tenké pásové oceli s jakostí povrchu v lapovací třídě N3. Poté je na lapovanou plochu nanášena fotovrstva. Motiv je na klišé přenesen z předlohy nasvícením a vyleptán leptacím roztokem.
- Plastové rastrové klišé – se skládá z kovového plechu a vrstvy fotopolymeru. Motiv je na klišé přenesen nasvícením a vymytím klišé ve vymývacím roztoku.
- Keramické – do keramiky je motiv vypálen laserem, keramické klišé jsou převážně používána ve zdravotnictví a při velkých sériích tisků

## 2.7 Předloha - Motiv

Nejllepší výsledky získáme vytvořením požadované grafiky ve vektorovém programu např. (CDR, AI) a osvitem na počítačovém pracovišti DTP. Abychom zabránili podsvícení, musí vždy ležet černá vrstva filmu kontaktně na vrstvě klišé nejlépe ve vakuu. Maximální možné rozlišení v tamponovém tisku je 300 DPI.

## 2.8 Tampon

Teprve silikonové tampony umožnily přesný a kvalitní tamponový tisk. Tampon je vyroben z vybrané směsi silikonového kaučuku a silikonového oleje. Silikonový olej se přidává do silikonové hmoty podle požadované tvrdosti tamponu. Aby se různé stupně tvrdosti tamponů daly odlišovat, označují se tampony barvami. Nízké povrchové napětí silikonu, přesně na hranici mezi přijímáním a odpuzováním barvy, podle stavu odpaření ředidla z barvy, umožňuje vysoce kvalitní přenos barvy.

### 2.8.1 Silikonový tampon

Tampon by měl splňovat následující požadavky:

- vysoká mechanická odolnost
- dobré odvádění statického náboje
- stabilní povrchové napětí
- perfektní povrch

### 2.8.2 Čištění tamponu

Čištění tamponu od zbytku barev můžeme provádět:

- **Ručně**

Provádí ho obsluha tamponového stroje dle pracovního postupu nebo zkušeností lepicí páskou.

- **Automatické**

Automatický čistič tamponů (obr. 11) je přídatné zařízení, které pomáhá trvale zachovávat vysokou kvalitu tisku. Díky speciální pásce odstraňuje v nastavitelných intervalech zbytky barvy z tamponu.



Obr. 11

Automatické čištění tamponu [ 1 ]

## 2.9 Tamponová barva

Tamponové barvy se skládají z pojiva, pigmentu, pomocných prostředků a ředidel. Nejdůležitější součástí tamponových barev jsou pojiva. Jejich úkolem je spojit barevné pigmenty s potiskovaným materiálem. Pojivo spolu s pomocnými prostředky určuje mechanické vlastnosti natištěného barvového filmu jako je přilnavost, pevnost proti otěru a



odolnost proti poškrábání. Pigmenty v tamponových barvách jsou mlety na 6  $\mu\text{m}$  a více dávkovány, aby se zvýšila krycí schopnost barev v tenké vrstvě. Pomocné prostředky a ředidla jsou optimalizovány pro tamponový tisk. Zejména vlastnosti tamponového ředidla jsou pro tamponový tisk podstatné. Zasychání relativně tenké vrstvy tamponové barvy je s použitím speciálního ředidla spontánní, tudíž je možný vícebarevný tisk mokré do mokré. Tamponová barva je dodávána v základních odstínech a nebo míchaná na požadovaný odstín dle požadavků zákazníka (RAL, PANTONE, NCS, HKS...). Při výrobě barev je u výrobců při každé šarži kontrolována přesnost odstínů a viskozita. Proto u tamponového potisku není nutná kontrola odstínu barvy.

### 2.9.1 Viskozita barvy

Při zpracování tamponových tiskových barev je třeba dbát na to, aby se barvy dostaly do barvové vany nebo hříčku v homogenním a dobře promíchaném stavu. Dodatečné zředování barvy by se mělo provádět opatrně, protože náhlým přidáním relativně velkého množství ředidla může dojít k pigmentovému šoku, který způsobí vyvločkování pigmentů. Nastavení správného stupně ředění, tj. konsistence, ředidlem případně zpomalovačem, které jsou pro danou barvu určeny, jsou rovněž bodem, ke kterému je třeba mít cit a zkušenost.

### 2.9.2 Ředění barvy

Ředění barvy můžeme provádět:

- **Ručně**  
Provádí obsluha tamponového stroje dle pracovního postupu nebo zkušeností.
- **Automaticky**

Automatický dávkovač ředidla (obr.12) se používá zejména pro rychle tištěné velké náklady tisků v náročných podmínkách, kdy se periodickým dávkováním ředidla udržuje stálá viskozita barev a tím i kvalita tisku. Zařízení je optimalizováno pro tisk jednou až pěti barvami, cyklus a čas dávky jsou samostatně nastavitelné pro každou barvu zvlášť.



Obr. 12  
Automatické ředění [ 1 ]

## 2.10 Použití tamponového tisku

Použití tamponového tisku našlo uplatnění v těchto oborech:

- Potisk reklamních předmětů: pera, zapalovače, klíčenky, jednorázové nádoby, odznaky, golfové míčky atd.
- Automobilové díly (páčky blinkrů (ukazatelů změny směru), spínače, ovládací prvky na hlavním panelu, atd.)
- Zdravotnická zařízení (chirurgické nástroje, atd.)
- Sportovní potřeby

- Implantáty pro v operování do těla (trubice katétru, kontaktní čočky, atd.)
- Hračky (dekorativní design hraček, potisk na angličácích, atd.)
- Písmena, čísla a jiné symboly na počítačových klávesnicích a kalkulačkách.
- Elektronika, elektrické spotřebiče (potisk ovládacích prvků televizí a počítačových monitorů)
- Potisk funkčních materiálů (jako jsou vodivé barvy, lepidla, barvy a maziva)
- Identifikační štítky a pořadová čísla pro nespočetné množství aplikací.

## **2.11 Faktory ovlivňující kvalitu tamponového tisku**

### **2.11.1 Životnost tamponu**

Životnost tamponu může být od několika až po několik set tisíc tisků. Záleží především na potiskovaném předmětu a na zacházení s tamponem. Ostré hrany na potiskovaném předmětu nebo částičky nečistot, neodborné čištění a skladování mohou silně snížit životnost tamponu. Pokud ale dodržujeme správné ošetřování a skladování tamponů, může se jedním tamponem dosáhnout 20 - 500 000 tisků. Pokud pracujeme s keramickou barvou, je možné dosahovat maximálně 20 - 25 000 tisků. Velikost zrn, která je pro keramické barvy nezbytná, velmi silně omezuje životnost tamponů.

Na konci své životnosti ztrácí tampon svoje kvality. Po několika stovkách tisků pak začíná tampon nabobtnávat a špatně nabírat i předávat barvu, čímž vznikají při tisku tiskové chyby.

### **2.11.2 Čištění tamponu**

Nesprávným nastavením čistícího intervalu v průběhu tiskové série dochází k nekvalitnímu odstraňování zbytků barev z tamponu, čímž dochází k nežádoucím chybám při každém dalším tisku.

### **2.11.3 Životnost klišé**

Životnost klišé může být ovlivněna kvalitou materiálu (ocel, fotopolymerní vrstva) nebo nesprávným postupem při leptání nebo osvit. Pokud je klišé vyrobeno dle postupu výrobce, pohybuje se jeho životnost následovně:

- keramické: desítky miliónů tisků
- tlusté ocelové: milióny tisků
- tenké ocelové: 300 – 500 000 tisků
- plastové: 5 – 60 000 tisků podle druhu fotopolymeru

### **2.11.4 Viskozita barvy**

Nesprávným nastavením množství a cyklu dávky vstříknutého ředidla při ručním nebo automatickém ředění může docházet k výkyvům a změnám viskozity barev. Pokud nastavíme barvu jako příliš řídkou, mohou vzniknout poruchy povrchu barvy zvláště tehdy, když má být sušení urychleno použitím horkovzdušného ventilátoru. Současně se sníží schopnost krytí a je možný i posun odstínu a rozstříknutí kontury. Je-li viskozita barvy příliš vysoká, mohou se případně vytahovat z barvy vlákna.

### **2.11.5 Okolní podmínky**

Optimální podmínky v tiskárně znamenají dodržování teploty vzduchu v rozmezí 20 - 21°C a relativní vlhkosti v rozmezí 65 - 67 % a to vše při dostatečné výměně vzduchu. Při

nedodržení těchto optimálních podmínek dochází k výkyvům viskozity barvy nebo výskytu elektrostatické energie. Výkyvy okolních podmínek pak znamenají zhoršení kvality tisku.

### 2.11.6 Elektrostatická energie

Elektrostatické náboje vznikají především tvorbou náboje při deformaci tamponu a pohybem barvy u rychloběžných strojů nebo zavlčením nábojů od osob nebo předmětů, které se pohybují v nabitých oblastech. Umělé hmoty jsou všeobecně špatnými elektrickými vodiči, přitom jejich povrchový elektrický odpor, díky příjmu vlhkosti, je o něco nižší než odpor uvnitř materiálu. Všeobecně se tedy vychází z toho, že materiály s povrchovým odporem menším než  $10^{11}$  ohmů již nelze elektrostaticky nabít. Můžeme říci, že materiál nelze nabít, je-li jeho povrchový odpor při normálním klimatu, tj.  $23^{\circ}\text{C}$  a 50% relativní vlhkosti vzduchu menší než  $10^9$  ohmů nebo při extrémních podmínkách nepřekročí  $10^{11}$  ohmů. Mnohé umělé hmoty však mají vyšší povrchový elektrický odpor. Dotykem, deformací nebo třením u nich mohou vznikat elektrostatické náboje, které při nepříznivém prostředí, tj. vysoké teplotě a malé vlhkosti vzduchu jsou tak vysoké, že znemožní potisk. Také na tamponu, jak bylo výše popsáno, deformacemi tj. stlačením a následným uvolněním na povrchu a rovněž při nepříznivé vlhkosti vzduchu, vznikají elektrostatické náboje, které způsobí rozstříkávání nebo vláknění barvy a také, přitahováním částic špíny, přispívají k rychlému ušpinění tamponu. [ 4 ]

## 2.12 Možnosti monitorování kvality tamponovém tisku

V současné době je čím dál více v tamponovém tisku požadovaná kontrola potisků a to jak u tamponových linek, tak i u strojů, které jsou vybaveny karusely nebo rotačními stoly, kde jedna z pozice linky stolu nebo karuselu by měla být vybavena kamerovým systémem pro kontrolu kvality potisku. Hlavním kritériem pro správný výběr této kontroly je úplnost a správnost umístění potisku a dále i faktory, které ovlivňují kvalitu nebo nesprávné založení či nastavení tamponového stroje. To, co nemusíme u monitorování tamponového tisku brát v úvahu jsou barvy a rychlost kamerových systémů. Odstíny tamponových barev se nemění nebo jsou míchané dle stejných receptur a jsou přísně kontrolovány u výrobců barev. Rychlost spouště a vyhodnocování zadaných úloh probíhá u všech standardně vyráběných kamer v milisekundách a to je několikanásobně víc jako jsou rychlosti tamponových strojů.

Vše, co bylo popsáno v kapitole 2.11, může negativně ovlivňovat kvalitu potisku. V případě snížení zmetkovitosti je proto nutné v tamponovém tisku monitorovat a kontrolovat tyto položky:

1. Kvalitu potisku (úplnost potisku, deformaci, defekty tisku)
2. Polohu potisku (správnost umístění potisku na potiskovaném materiálu)
3. Kontrola založení (správnost založení materiálu do fixačního přípravku)

### Rozdělení možného monitorování kvality

Možnosti monitorování kvality v tamponovém tisku jsou dané rozměrem a rozlišením daného potisku i požadovanou kvalitou kontroly, proto můžeme toto monitorování rozdělit na:

1. Kontrolu úplnosti textu či znaku (loga) s požadovanou kontrolou do 100 DPI
  - jedná se o kontrolu, kde není požadována přesná kontrola detailů a výrobce má danou i toleranci při tisku. Výsledkem této kontroly je odhalení fatálních tiskových chyb
2. Kontrolu úplnosti textu či znaku (loga) s požadovanou kontrolou do 300 DPI
  - jedná se o kontrolu, kde je požadována přesná kontrola detailů. Výsledkem této kontroly je odhalení detailních tiskových chyb.

Protože v převážné většině případů (95 %) je požadovaná kontrola úplnosti textu či znaku s rozlišením do 100 DPI a rozměry potisku, v těchto případech, jsou do 5 x 4 cm, měla by se tato bakalářská práce zaměřit na jednoduché kamerové systémy a jejich další využití v tamponovém tisku.

## 2.13 Další využití kamerových systému v tamponovém tisku:

### 2.13.1 Optimalizace tiskového procesu

Pomocí dodávaného softwaru a uložených dat, které jsme nasbírali, lze v tamponovém tisku optimalizovat tiskový proces. Výrobci kamerových systému nabízí v softwaru funkce jako jsou přehled výsledků, histogram a monitor trendů (obr. 13), ve kterých je možné shromažďovat data a jejich následným vyhodnocení pozorovat výrobní proces a následně provádět protipatření, které vedou ke zlepšení kvality tisku. Protože každé tiskařské pracoviště má jiné podmínky a tyto podmínky se v průběhu ročních období mění, nelze tyto data použít opakovaně na dalších pracovištích. Proto bude mít kamerový systém v optimalizaci tiskových procesů významné postavení.



Obr. 13

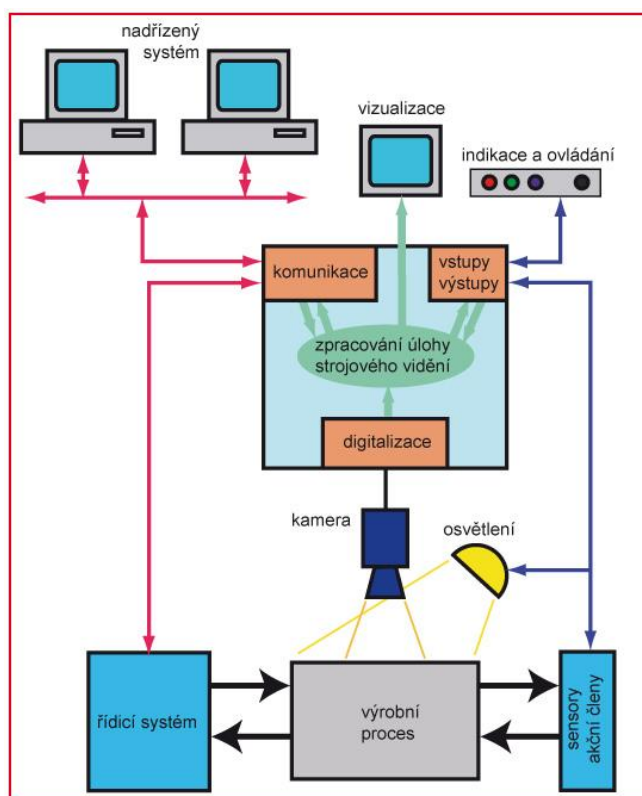
Přehled výsledků / monitor trendů / histogram [ 3 ]

### 2.13.2 Vytvoření pracovních postupů

Podobně jako u optimalizace tiskového procesu budou mít při vytváření pracovních postupů významnou roli funkce jako přehled výsledků, histogram a monitor trendů (obr. 13). Pomocí těchto funkcí můžeme sledovat, jak se zlepšuje nebo zhoršuje kvalita tisku a podle výsledku potom správně nastavovat ředění, čištění, výměnu tamponu či klišé a tím vytvořit jakousi časovou předlohu změn nebo opatření pro obsluhu stroje. Výsledkem by měl být harmonogram, který pomůže obsluze správně nastavit tamponový stroj v daných výrobních podmínkách.

### 3 KAMEROVÉ SYSTÉMY

Historie zpracování obrazu začala v sedmdesátých letech (kdy existující výpočetní technika umožnila zpracování objemu dat), který je spojen s obrazovou informací. V současnosti kamerové systémy u průmyslové automatizace vykonávají typické úlohy spojené s řízením výrobního procesu. K těmto úlohám patří hlavně vizuální inspekce předepsaných viditelných parametrů, počítání objektů, hledání defektů, čtení kódů, kontrola potisků a mnoho dalších aplikací. Kamerové systémy mají velký význam při snižování nákladů a zvyšování kvality výroby. Jsou rychlé, univerzální, automatizované, flexibilní, bezdotykové a neinvazivní. Princip fungování kamerového systému můžeme vidět na (obr. 14). [ 6 ]



Obr. 14  
Kamerový systém obecně [ 6 ]

#### 3.1 Nástroje kamerových systémů

Kontrola jasu, porovnání kontrastu, počítání, porovnání rozměrů, porovnání shody se vzorem, kontrola obrysu, kontrola pozice, porovnání znaků, čtení 2D i 3D kódů a textů, nalezení vad, polohování, třídění, kontrola sestavení a montáže, kontrola potisků, kontrola barev a mnoho dalších.

#### 3.2 Rozdělení kamerových systémů

##### 3.2.1 Jednoduché kamerové systémy

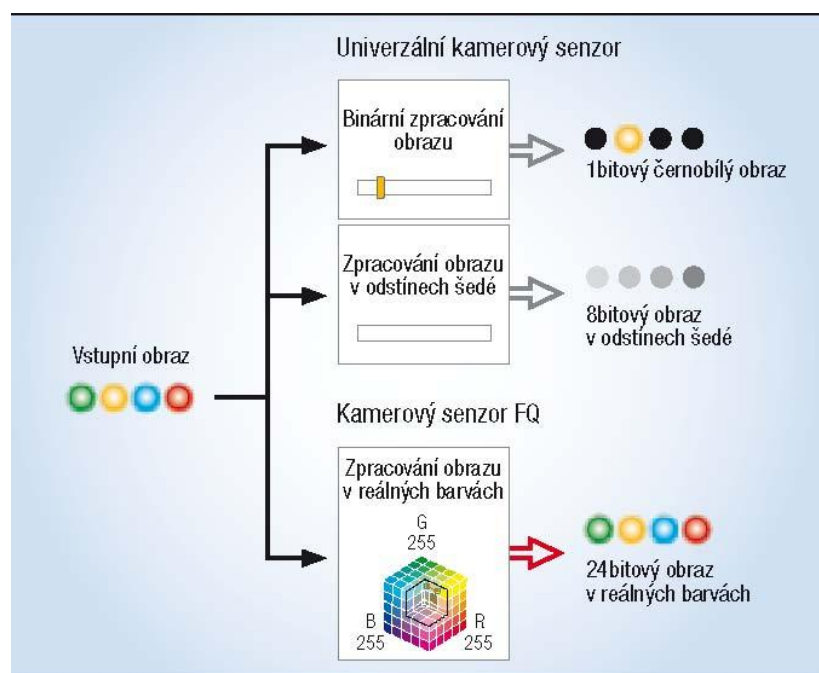
Jednoduchá kamera jako celek, kde je integrován celý systém spolu s osvětlením. Tyto systémy mají omezený počet nástrojů a možnost programování. Jednoduché kamerové systémy jsou omezené počtem vstupů a výstupů, které mají pevně přidělenou funkci.

### 3.2.2 Inteligentní kamerové systémy

tzv. vyspělé systémy, jsou univerzální a flexibilní zařízení s možností programování nástrojů, vstupů i výstupů. Základem těchto kamerových systémů je výkonný mikroprocesor jako vyhodnocovací jednotka, která je nabízena jako externí součást kamerového systému.

### 3.3 Rozdělení dle zpracování obrazu

V současné době jsou podle snímání vstupního obrazu dostupné barevné a černobílé kamery (obr. 15). Černobílé kamery se dále dělí na 1bitové (černobílý obraz) a na kamery snímající obraz ve stupních šedi (8bitové).



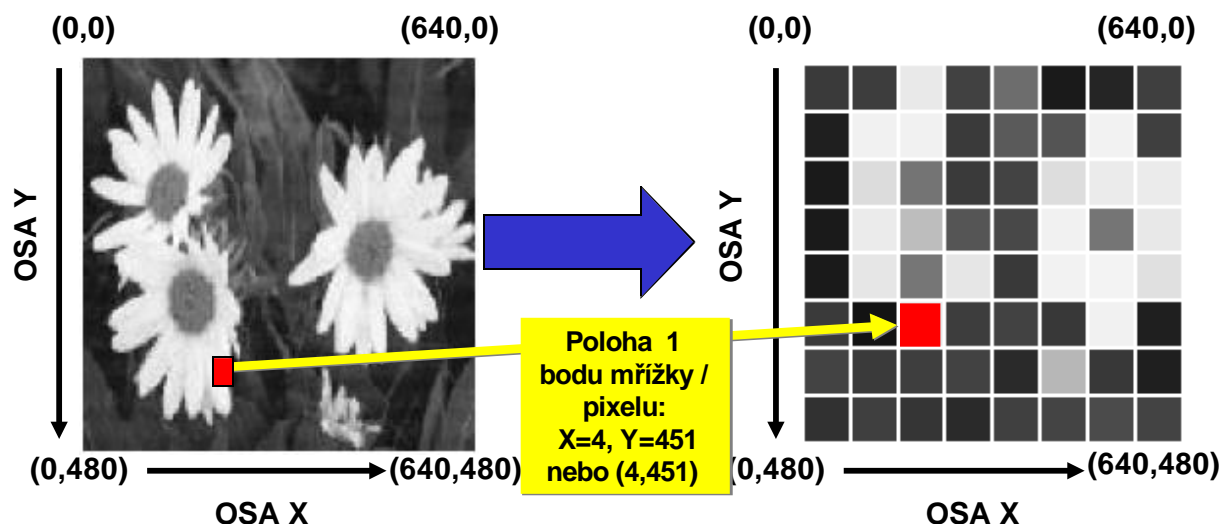
Obr. 15

Rozdělení kamer dle zpracování obrazu [ 3 ]

### 3.4 Stupně šedi - 8bitový obraz

#### Princip 8bitového kamerového systému

- 2D souřadnicová síť, malé světlo-citlivé body buněk uspořádané tak, aby rozdělili celkovou plochu obrázku do řádků a sloupců.
- Každý bod / pixel zachycuje a zaznamenává intenzitu světla a dohromady vytvářejí obraz o velikosti, např. 640 x 480 pixelů (obr. 16)
- Procesor / čip na převod obrazu, umístěn za objektivem a kamerou, body převádí a následně analyzuje i vyhodnocuje [ 2 ]

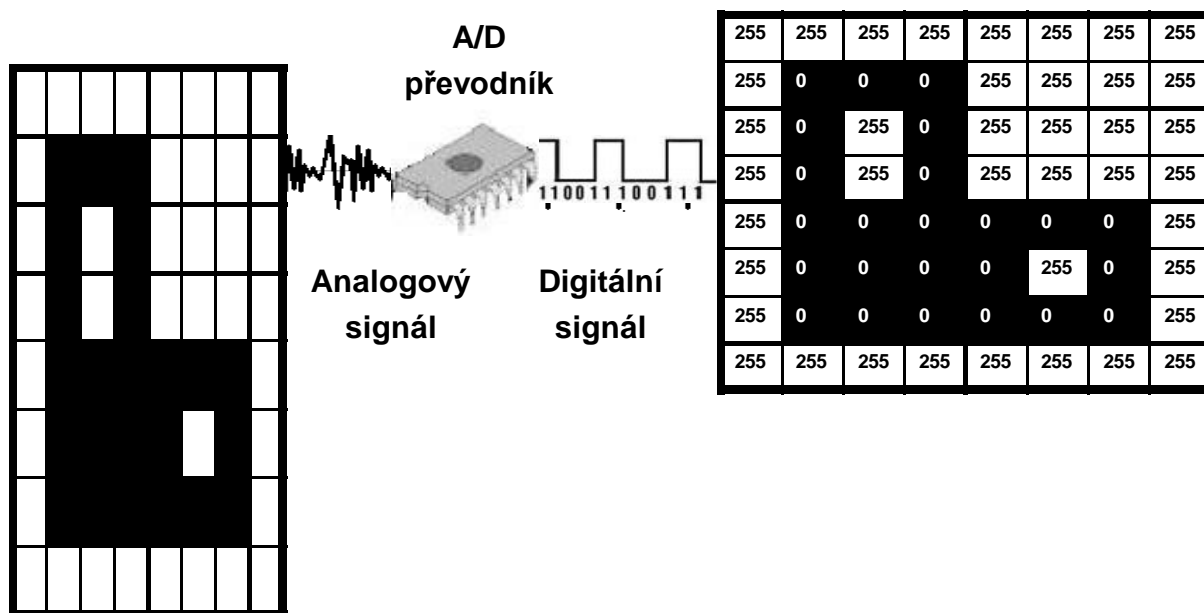


Obr. 16

Souřadnicová síť obrazové kamery[ 2 ]

### Princip převodu 8bitového obrazu ve stupních šedi

8bitový převodník rozluští nabití způsobené světelnou intenzitou na každém pixelu do 8 bitů a tím umožní rozpoznat  $2^8$  (256) rozdílných odstínů šedi a následně digitalizuje celkovou plochu obrázku do řádků a sloupců (obr. 17).



Obr. 17

Zpracování obrazu v odstínu šedi[ 2 ]

### Měřítko hodnot šedé

- 0 černá
- 1 – 254 stupně šedi
- 255 bílá

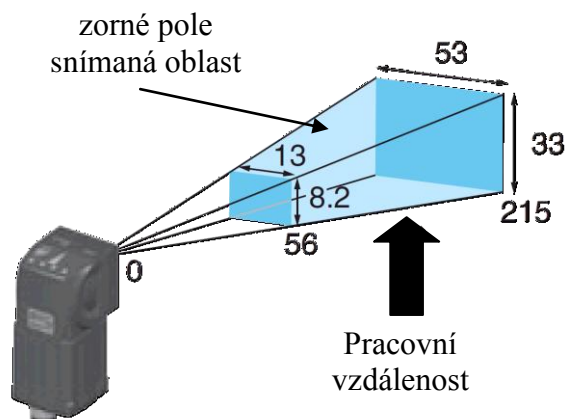
### 3.5 Parametry kamerových systémů

#### Rozlišení

Udává maximální počet bodů (pixelů), které je schopna kamera nasnímat a zpracovat.

#### Zorné pole

Zorné pole, snímaná oblast (obr.18) je plocha povrchu, který může snímač snímat ve specifikované pracovní vzdálenosti. Delší pracovní vzdálenost znamená větší zorné pole.



Obr.18

Zorné pole a pracovní vzdálenost v mm [ 2 ]

#### Pracovní vzdálenost

Pracovní vzdálenost je maximální a minimální vzdálenost mezi objektivem kamery a objektem (obr. 18)

#### Ohnisková vzdálenost

Je vzdálenost mezi středem čočky a rovinou, na kterou jsou zaostřeny objektivem soustředěné paprsky. Protínají se tam všechny přímky, které projdou čočkou. Nastavení ohniskové vzdálenosti nastavujeme zaostřovacím prvkem kamery.

#### Oblast zájmu

Je snímaná oblast uvnitř snímku a kontrolovaná oblast zvoleným nástrojem. V případě nástrojů snímání shody se vzorem a snímání vzoru 360° je oblast zájmu vzorem, který kamera hledá, zatímco u dalších nástrojů je kontrolovaná oblast snímku prohledávanou oblastí.

#### Referenční snímek

Je uložený snímek, který nemá vliv na jakékoliv další nástroje, používá se pouze jako vzorový snímek, který je porovnáván s aktuálním snímkem pro zjištění shody. Následně je vše vyhodnoceno dle zadaných nástrojů a parametrů.



### *Nastavení inspekce*

Se skládá z:

- uložení referenčního snímku
- volbě nástrojů, které kontrolují jednu nebo více oblastí zájmu na snímku objektu
- funkcí přiřazených digitálním výstupům

### *Výsledek inspekce*

Výsledek inspekce může být:

- **pozitivní** - pokud všechny inspekce vrátí pozitivní výsledek pro všechny nástroje, je výsledek vyhodnocen pozitivně
- **negativní** - pokud se nejméně jeden nástroj inspekce vrátí jako negativní výsledek, je výsledek vyhodnocen negativně

### *Čas inspekce*

Čas inspekce se skládá z:

- doby expozice
- času zachycení
- procesního času

### *Režimy spouště kamerových systémů*

Režim spouště kamerových systému může být:

- **Kontinuální:** Kamera snímá snímky za nejvyšší možné frekvence. Snímky jsou snímány a zpracovávány bez přerušení a časový interval mezi jednotlivými snímky může kolísat.
- **Externí:** Kamera snímá snímky na základě externího elektrického signálu, který může být vygenerován snímačem nebo výstupním signálem tamponového stroje (např. takt tamponového stroje, pohyb stolu).

### *Zpoždění spouště*

Nastavení zpoždění spouště můžeme použít na to, aby byl snímek snímán teprve, když bude snímáný předmět skutečně v zorném poli. [ 2 ]

## **3.6 Osvětlení**

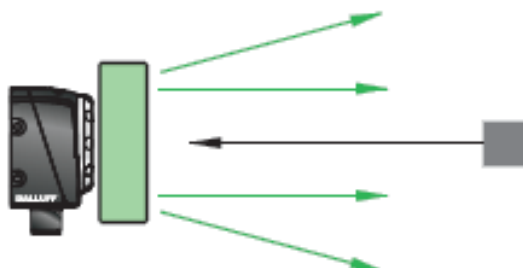
Na kvalitu obrazu má zásadní vliv osvětlení snímání scény, proto je mu potřebné věnovat zvýšenou pozornost nejen při nastavování ale i výběru vhodného osvětlení. Výběr vhodného osvětlení často určuje, zda budou různé aplikace kamerového systému úspěšné nebo neúspěšné. Osvětlení místa provozu musí být pečlivě vybrané, nastavené a musí zůstat zcela konstantní během celé doby provozu všech potiskovaných dílů.

### **3.6.1 Světelné zdroje**

#### *Prstencové světlo*

Prstencová světla (obr. 19) se používají jako přídavná přímá světla. Konstrukce světla a silné vestavěné LED diody zajišťují osvětlení prakticky bez stínů s vysokým stupněm

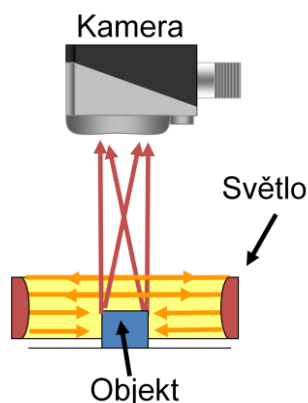
intenzity. Prstencová světla jsou zejména vhodná pro aplikace, kde vzdálenost mezi kamerou a snímaným objektem je větší než 300 mm. Protože tato světla vytvářejí světlo o silné intenzitě, jsou vhodná pro potlačení vlivů kolísavého okolního světla. Prstencové světlo může být namontováno a nasměrováno společně s kamerovou. Jako příslušenství lze použít difuzor, který zabrání silným odrazům od lesklých komponentů.



Obr. 19  
Prstencové světlo [ 2 ]

### Liniové světlo

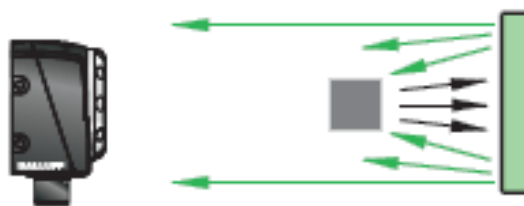
Liniová světla (obr. 20) vytváří specifické homogenní osvětlení, které rozjasní snímanou oblast. Pokud použijeme toto světlo pro boční osvětlení, můžeme si vytvořit jemné stíny a odrazy. Mohou se tak vytvářet osvětlené vzory bez lesknoucích se oblastí. Vytváření stínů umožňuje snadněji kontrolovat přítomnost nebo absenci charakteristických vlastností snímaného objektu.



Obr. 20  
Liniové světlo[ 2 ]

### Protisvětlo

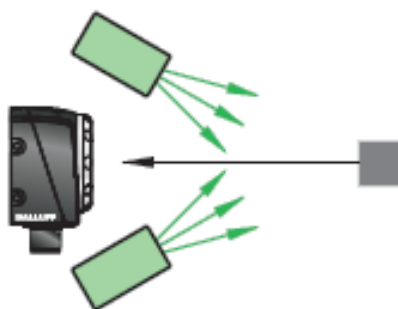
Je umístěno za objektem (obr. 21), který budeme snímat a je nasměrované proti kamerovému systému. Kamera tak snímá pouze obrys a umožňuje extrémně snadno kontrolovat rozměry nebo tvary objektu. Vnější světlo také nepředstavuje žádný problém. Změny povrchu (značky, barva apod.) mohou být zcela potlačeny a nemají jakýkoliv vliv na výsledek inspekce. Můžeme je také použít jako jemné přímé světlo pro osvětlení vysoce lesklých předmětů. Díky extrémně ploché konstrukci jsou ideálně vhodná pro aplikace s omezeným prostorem.



Obr. 21  
Protisvětlo [ 2 ]

### ***Bodové světlo***

Je určeno pro osvětlení určitých oblastí. Pomocí bodových světel (obr. 22), je možné realizovat inspekce z větších vzdáleností. Na rozdíl od prstencových světel mohou být bodová světla namontována v jakékoliv pozici a natočena tak, aby osvětlila tu oblast, kterou potřebujeme snímat. [ 2 ]



Obr. 22  
Bodové světlo [ 2 ]

## **3.6.2 Volba osvětlení scény**

### ***Konstantní nasvícení***

Intenzita světla by měla být udržována na konstantních hodnotách jak je to jen možné. Vyhnete se tak změnám okolního osvětlení, slunečního záření nebo ostatních vnějších světelných zdrojů, neboť tyto obecné vlivy jsou nejčastější příčinou selhání. Potlačení vlivů vnějšího světla můžete takovým selháním předcházet. Může se stát, že interní přisvícení kamery nebude mít takový účinek a budeme zvažovat použití vnějšího přídavného osvětlení. Alternativou může být též fyzické použití panelů nebo jakýchkoliv bariér pro zastínění kontrolované oblasti.

### ***Intenzita nasvícení***

Ujistíme se, že celá scéna přijímá stejnoměrné nasvícení z důvodu zabránění vzniku světlých bodů nebo naopak stínů. Mimoto se také ujistíme, že vlastnosti, které testujeme, disponují rozpoznatelným kontrastem oproti jejich pozadí.

### ***Umístění světla***

Nastavíme nejvhodnější možnou vzdálenost mezi světelným zdrojem, kamerou a cílovým objektem. Přesvědčíme se, že světelný zdroj poskytuje vhodnou intenzitu jasu kvůli zabránění světelného přesyacení některých ploch snímaného objektu.

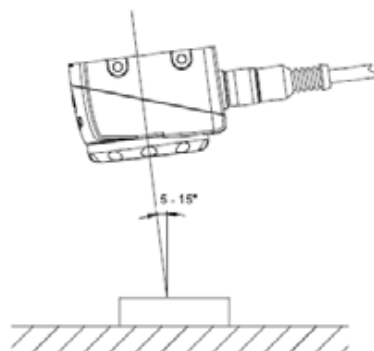
### ***Osvětlení reflexních povrchů***

Zkušební testy prokázaly, že při snímání vysoce lesklých ploch (kovové výlisky, nerez, chrom, sklo...) je třeba dávat pozor na vhodné umístění kamery a pokud je to nutné, použít vnější zdroj světla pod jiným úhlem pro maximalizaci kontrastu mezi detekovaným objektem a pozadím. Odražené světlo totiž může způsobit světelnou saturaci některých oblastí snímané plochy (bílá, přeexponovaná, tzv. "přepálená" místa). V těchto případech je doporučeno použít vnější světelný zdroj. Pro dobré a spolehlivé výsledky při používání kamerových systémů je třeba se pokusit udržet intenzitu světla na konstantních hodnotách jak jen je to možné. Nejčastější příčinou chyb u intenzity světla je okolní světlo, např. denní světlo nebo ostatní externí zdroje světla. Zásadně se doporučuje mít expoziční časy tak krátké, jak jen je to možné. Snížíte tak vliv externích zdrojů světla. Z praktických zkušeností při testu víme, že je třeba přidavného osvětlení, pokud pracovní vzdálenost je větší než 300 mm nebo objekty musí být kontrolovány použitím zadního nasvícení. [ 2 ]

### ***3.7 Umístění kamery***

Kamery neumisťujeme do prostředí, které je vystaveno přímému vlivu slunečního záření nebo silného vnějšího světla.

Pokud chceme kontrolovat objekty, které mají reflexní povrch, doporučujeme provádět upevnění snímáče s odklonem 5 až 15° od vertikální osy, jež je kolmá na detekovaný objekt, pro zamezení nechtěných odlesků od detekované plochy (obr. 23). [ 2 ]



*Obr. 23*

*Umístění kamery při reflexním povrchu [ 2 ]*

### ***3.8 Rozbor problému kamerového snímání***

Vzhledem k neustále se zvyšujícím nárokům na tamponový tisk, vyvstává do popředí i výstupní kontrola potisku a to, jak z hlediska úplnosti, tak i z hlediska ověření správnosti umístění potisků. Záměrem této bakalářské práce je nalezení a odzkoušení této kontroly v tamponových automatických linkách. V místě mezi samotným potiskem a transportem materiálů, kde dochází k zasušení potisku nebo k jeho automatickému vyhození automatickým vyhazovačem z fixačních přípravků, lze umístit kamerový systém, kde jeho pomocí je možné zkontrolovat kompletnost a umístění potisků, popř. ověřit správnost založení samotného předmětu.

Požadavkem aplikace je, že kontrola musí probíhat v dynamickém procesu a kamerový systém musí provádět snímání na základě externího snímáče nebo samotného taktu stroje. Nesmí tedy docházet k žádným časovým ztrátám, potisky se nesmí před kontrolou zastavovat či zpomalovat. Následně na snímku z kamery musí být vyhodnocen

chybný nebo neúplný potisk. Komerové systémy mají několik kontrolních nástrojů pro ověření správnosti potisku, jako jsou kontrola jasu, kontrola kontrastu, počítání hran, porovnání rozměrů, porovnání se vzorkem, kontrola obrysu a kontrola pozice. Podle vzoru tisku je potřebné doporučit i vhodnou kontrolu popřípadě jejich kombinaci, která bude pro danou aplikaci nejvhodnější a bude schopná rozpoznat i nepatrnou odchylku od vzoru (referenčního snímku). Požadavkem je, aby spoušť kamerového systému reagovala na takt tamponového stroje a aby následné vyhodnocení snímku proběhlo v milisekundách. Kamera vyhodnotí chybu, která se objeví na výstupním signálu, který je potřebné využít přímo pro selekci nebo zastavení stroje či přivolání obsluhy.

### **3.9 Faktory určující výběr vhodného kamerového systému pro tamponový tisk**

Protože každý potisk je specifický, nemůžeme předem doporučit vhodný kamerový systém. Faktory, které určují výběr vhodného kamerového systému jsou:

- rozměry potisků
- rozlišení potisků
- tvar a materiál snímaného předmětu

### **3.10 Požadavky na kamerový systém**

Požadavky, které by měl splňovat kamerový systém jsou:

- požadované rozlišení
- porovnání rozměrů
- porovnávání se vzorem
- procesní a vyhodnocovací elektronika integrovaná ve snímači
- doba vyhodnocení
- konfigurační software
- příslušenství (konfigurátor, objektivy, osvětlení)
- snímání pozice v 360° (inspekce bez ohledu na pozici)

### **3.11 Výběr z kamerových systémů:**

V této bakalářské práci jsem porovnával tyto kamerové systémy:

- Balluf BVS –E advanced
- Baumer VeriSens XF 100
- Sick VSPI 4F211I40 Flex
- Omron FQ S20, S25

Tabulka s jednoduchými kamerovými systémy (tab. 1)

Výrobce	Balluf BVS –E advanced	Baumer VeriSens XF 100	Sick VSPI 4F211140 Flex	Omron FQ S20, S25
Rozlišení	640x480 pixelů	752x480 pixelů	640x480 pixelů	752x480 pixelů
Vestavěné led osvětlení	Červené led osvětlení	Bílé led osvětlení	Bílé led osvětlení	Bílé led osvětlení
Počet nástrojů / počet inspekcí	7/25	32	32/32	32/32
Objektiv	6/8/12 mm	10 / 16 mm	6/8/10/16 mm	6/8/10/16 mm
Rozhraní	Ethernet (10 Base- T )	Ethernet (10 Base- T / 100 Base- TX)	Ethernet 100	Ethernet (10 Base- T / 100 Base- TX)
Vstupní signály	2	3	4	3
Výstupní signály	4	7	3	7
Přehled výsledků / Histogram / monitor trendů	Ano/Ne/Ne	Ano/Ano/Ano	Ano/Ano/Ano	Ano/Ano/Ano

Tab. 1

Tabulka s jednoduchými kamerovými systémy

## 4 PRAKTICKÝ TEST

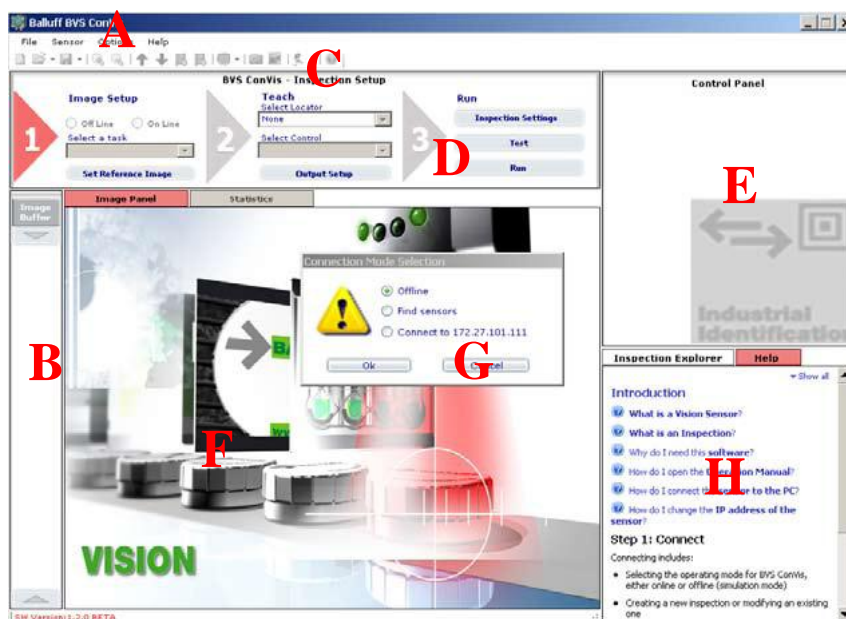
Pro ověření, zda bude jednoduchý kamerový systém použitelný pro kontrolu kvality potisku u tamponového tisku, se mi podařilo zapůjčit kameru od firmy Balluf. Testy byly provedeny na reálných vzorcích, jak na jednoduchém, tak i rastrovém tisku. Kamerový systém BVS nebyl připojen k tamponovému stroji, připojení BVS kamery bylo pomocí externího zdroje a snímkování prováděno pomocí vestavěné spouště. Potiskované předměty byly pod kamerový systém vkládány ručně a k osvětlení předmětu bylo použito vestavěné osvětlení. Kamerový systém Balluf BVS –E advanced, který jsem použil pro testy, se skládá z těla kamery, optiky, vestavěného osvětlení, ostřicího prstence, signalizačních Led diod a Teach&resetovacího tlačítka (obr. 24).



Obr. 24 [ 2 ]

### 4.1 Základní nastavení kamerového systému BVS

Aby zařízení správně fungovalo, bylo potřeba provést nastavení kamerového systému a nakonfigurovat typ a rozsah inspekce pomocí softwaru Balluf BVS Con Vis. Na (obr. 25) je vyobrazeno prostředí softwarového rozhraní BVS.

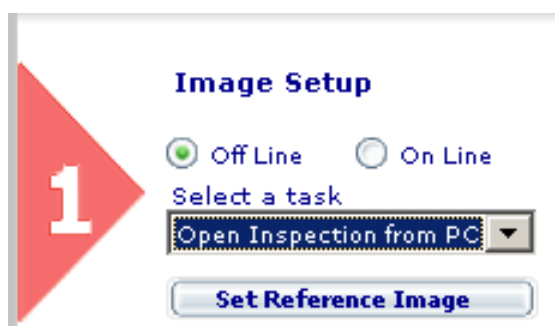


Obr. 25  
Prostředí BVS Con Vis

- Nabídková lišta (obr. 25-A)
- Nástrojová lišta (obr. 25-C)
- Panel nastavení (obr. 25-D)
- Ovládací panel (obr. 25-E)
- Paměť snímků (obr. 25-B)
- Pořízený snímek / Pracovní oblast (obr. 25-F)
- Okno výběru (obr. 25-G)
- Průzkumník inspekci nebo online nápověda (obr. 25-H)

#### 4.1.1 Vytvoření nebo otevření inspekce

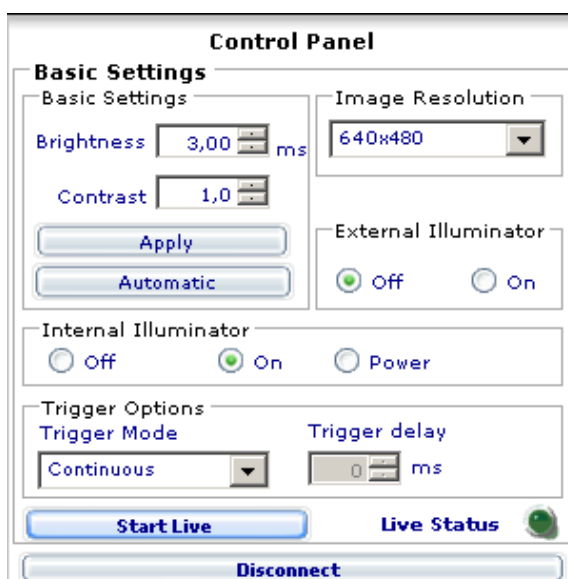
- Vytvoření nové inspekce lze provádět i v režimu offline
- Otevření existující inspekce z počítače lze provádět i v režimu offline (obr. 26)
- Otevření existující inspekce přímo ze snímače, lze provádět pouze v režimu online



Obr. 26  
Panel inspekce

#### 4.1.2 Základní nastavení BVS

Poté co máme vytvořenou inspekci, přepneme kamerový systém do režimu online a pomocí kontrolního (obr. 27) panelu nastavíme parametry kamery. Jas, kontrast, rozlišení, osvětlení a spouštěč.



Obr. 27  
Panel nastavení kamery

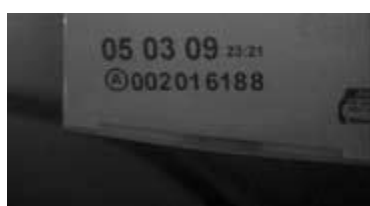


### 4.1.3 Nastavení jasu snímku

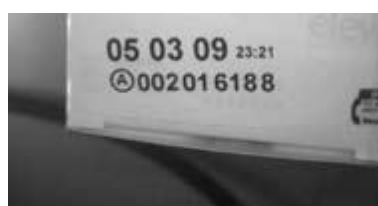
Jas snímku nastavujeme změnou expozičního času. Nastavení je v milisekundách, vyšší hodnota znamená vyšší jas snímku, ale tím i delší čas zaznamenání snímku. Nebo stisknutím tlačítka Automatic (obr. 27) provede kamera auto expozici; snímač automaticky nastaví dobu expozice pro snímek. Tato hodnota se bude měnit v závislosti na aktuálních podmínkách okolního osvětlení. Nastavení je ideální, když jsou vlastnosti dobře kontrastní k pozadí. Minimální hodnota jasu je 0,1 a maximum 100.

### 4.1.4 Nastavení kontrastu

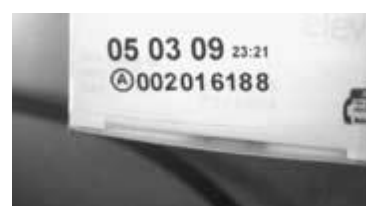
Jako další položku nastavíme kontrast snímku a to pomocí tlačítka contrast (obr. 27). Zvýšení hodnoty zvyšuje kontrast mezi černou a bílou; šedé odstíny budou více potlačeny. Minimální hodnota u kontrastu je 1,0 a maximum 3,0. Na (obr. 28) vidíte příklady: nízkých, středních a vysokých hodnot kontrastu.



Nízké hodnoty kontrastu



Střední hodnoty kontrastu



Vysoké hodnoty kontrastu

Obr. 28

*Hodnoty kontrastu [ 2 ]*

Podle typu materiálu volíme typ osvětlení, případně použijeme externí osvětlení. Světelné podmínky jsou pro celý test klíčové, proto je nutné zajistit konstantní světelné podmínky po celou dobu testování. Externí osvětlení zapínáme pomocí tlačítka external illuminator na kontrolním panelu (obr. 27).

Také výběr spouště, externí nebo interní a jeho zpoždění nastavíme pomocí kontrolního panelu (obr. 27).

### 4.1.5 Vytvoření referenčního snímku, volba a umístění nástrojů

Klikneme na tlačítko Set reference image (obr. 26) a tím uložíme aktuální snímek jako vzorový. Všechny ostatní snímky budou porovnávány s tímto uloženým referenčním snímkem. Poté pomocí tlačítka Select Locator (obr. 29) nastavíme oblast prohledávání a tlačítkem Select Control (obr.29) vkládáme kontrolní nástroje.



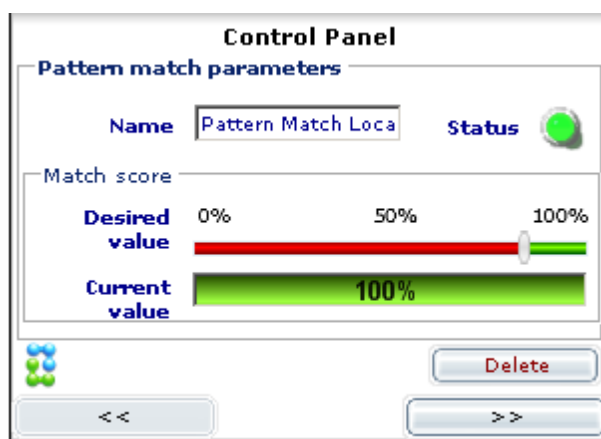
Obr. 29

*Panel nástrojů*

## 4.2 Použité vyhodnocovací nástroje

### 4.2.1 Kontrola shody se vzorem

Tento nástroj umožňuje kontrolu, zda určitá vlastnost v našem případě popis nebo značka je přítomná a také, zda jsou vlastnosti shodné s referenčním snímkem. Při porovnání shody se vzorem můžeme kompenzovat horizontální nebo vertikální posunutí objektu uvnitř jeho oblasti hledání a také rotaci objektu, ale pouze maximálně do 5° - 10°. Během provozu kontrola shody se vzorem vyhledává uvnitř oblasti hledání vzorky, které odpovídají referenčnímu snímku. Pro každý nalezený vzorek je vypočítána jeho podobnost s referenčním snímkem. Nastavení tolerance shody s referenčním snímkem je od 1 do 99%. Toto nastavení provedeme pomocí kontrolního panelu (obr. 30).



Obr. 30  
Panel nástroje kontroly shody se vzorem

### 4.2.2 Kontrola shody se vzorem – lokátor 360°

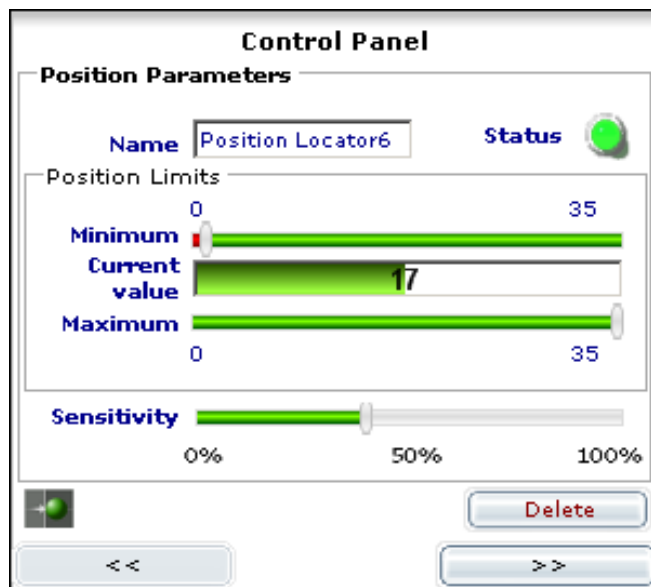
Tento nástroj je shodný s nástrojem popsaným v kapitole 4.2.1. Rozdíl mezi nimi je takový, že funkce lokátor 360° dokáže najít snímky, které se shodují se vzorem, neboť uhel jejich natočení by bez této funkce snímek vyhodnocoval jako neshodu. Praktické využití této funkce je při kontrole potisku, kde během transportu po pásu dochází k vibracím a následným posuvům potiskovaného materiálu. V případě této funkce dochází k tomu, že kontrolovaná oblast musí být větší a tím je rozlišení snímku menší.

### 4.2.3 Kontrola polohy

Tento nástroj (obr. 31) umožňuje kontrolu umístění potisku. Kontrola polohy vyhledává umístění první hrany (přechodu) mezi:

- světlou a tmavou oblastí (White to Black)
- tmavou a světlou oblastí (Black to White)

v aktuálním snímku. Pokud se umístění nachází mezi nastavenými limity, pak kontrola vrátí vyhodnocení: OK, jinak vrátí vyhodnocení: NOK.



Obr. 31  
Panel kontroly polohy

Rozlišovací schopnost nástroje pro kontrolu polohy je:

- minimum – 1 pixel
- maximum – nastavená šířka měřeného rozměru

Pokud přístroj nenalezne žádnou hranu nebo hrana není v toleranci, je snímek vyhodnocen jako NOK.

### 4.3 Použité nastavení v testech č. 1 – 4

#### 4.3.1 Test č.1

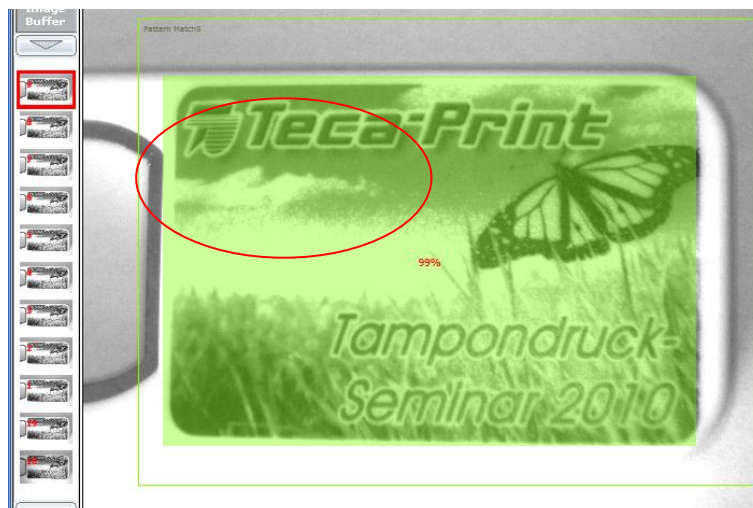
Popis testu č.1

- Kontrola shody se vzorem
- Rozměry potisku 6 x 4 cm
- Rozlišení kamerového systému 640 x 480 pixelů
- Rozlišení obrázku 300 DPI
- Požadovaná shoda 99%

Výsledek testu č.1

Výsledek testu č. 1, kde byla kontrolována celá část potisku, je:

- u (obr. 32) - byla vyhodnocena shoda 99 %, která je v toleranci s referenčním snímkem
- u (obr. 33) - byla požadována shoda pod úrovní 99 % z referenčního snímku. Na tomto obrázku můžeme vidět chybějící části potisku



Obr. 32

99% shoda s referenčním snímkem



Obr. 33

Vyhodnocená neshoda

#### 4.3.2 Test č.2

Popis testu č.2

- Kontrola shody se vzorem
- Rozměry potisku 1,5 x 1,5 cm
- Rozlišení kamerového systému 640 x 480 pixelů
- Rozlišení obrázku 300 DPI
- Požadovaná shoda 95%

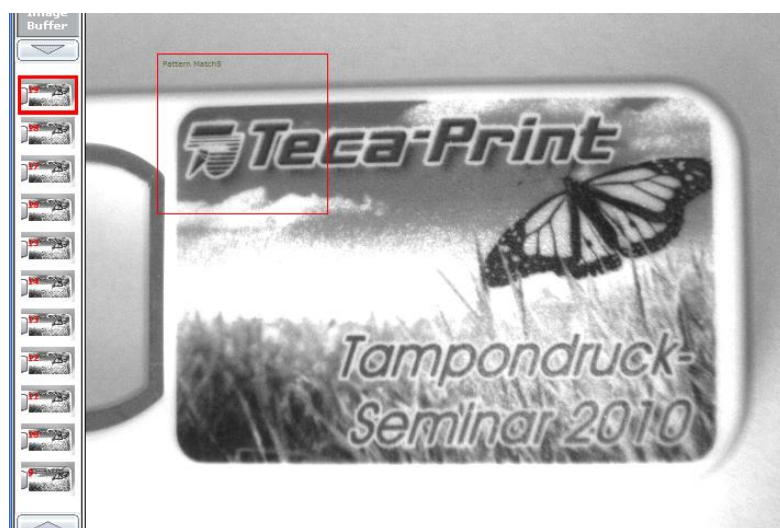
Výsledek testu č.2

Výsledek testu č.2, kde bylo kontrolováno logo (obr. 34, 35 a 36) je:

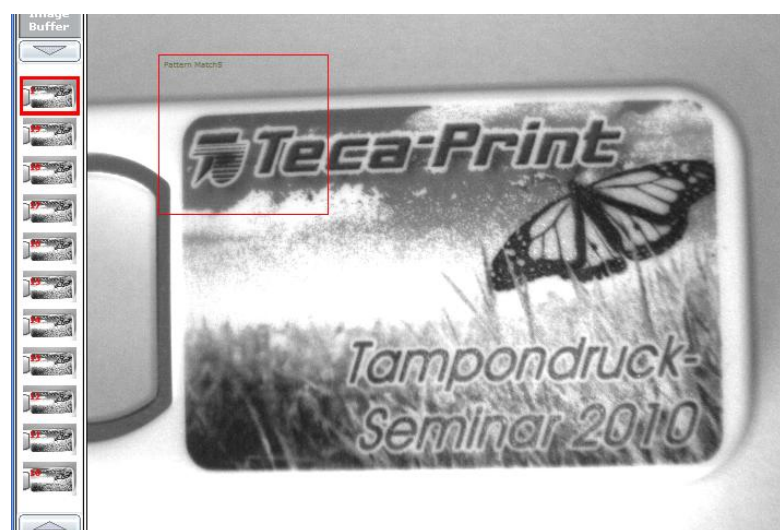
- u (obr. 34) - byla vyhodnocena shoda 96% , která je v toleranci s referenčním snímkem
- u (obr. 35) - byla požadována shoda pod úrovní 95% z referenčního snímku. Na tomto obrázku můžeme vidět chybějící části potisku
- u (obr. 36) - byla požadována shoda pod úrovní 95 % z referenčního snímku. Na tomto obrázku můžeme vidět defekt, který byl odhalen u části potisku



Obr. 34  
96% shoda s referenčním snímkem



Obr. 35  
Výhodnocená neshoda



Obr. 36  
Výhodnocená neshoda

### 4.3.3 Test č.3

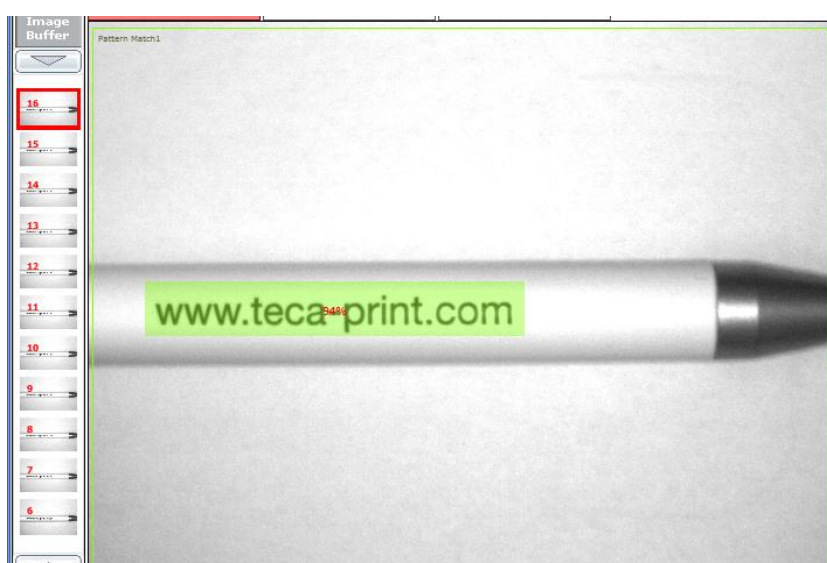
Popis testu č. 3

- Kontrola shody se vzorem
- Rozměry potisku 5 x 1cm
- Rozlišení kamerového systému 640 x 480 pixelů
- Rozlišení obrázku 300 DPI
- Požadovaná shoda 90%

Výsledek testu č. 3

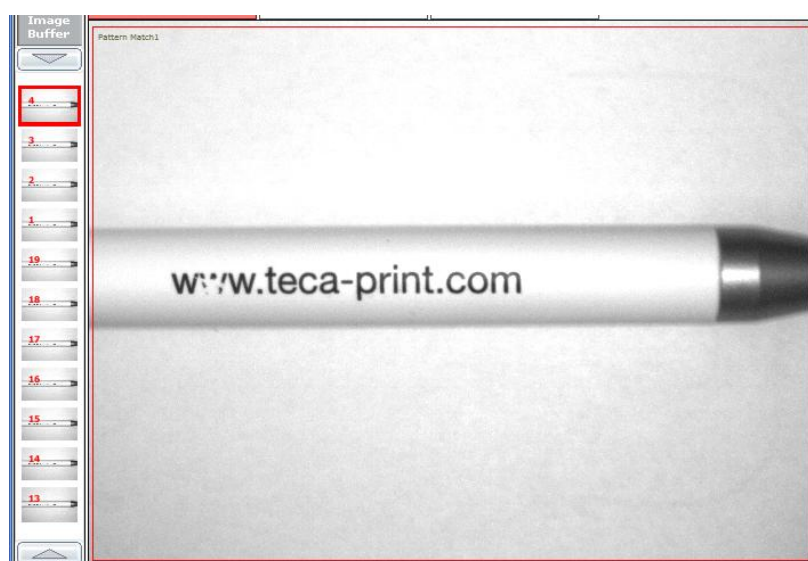
Výsledek testu č. 3, kde byla kontrolována celá část potisku je:

- u (obr. 37) - byla vyhodnocena shoda 94 %, která je v toleranci s referenčním snímkem
- u (obr. 38) - byla požadována shoda pod úrovní 90 % z referenčního snímku. Na tomto obrázku můžeme vidět chybějící části potisku



Obr. 37

94% shoda s referenčním snímkem



Obr. 38

Vyhodnocená neshoda

#### 4.3.4 Test č.4

Popis testu č. 4

- Kontrola polohy
- Rozměry potisku 5 x 5cm
- Rozlišení kamerového systému 640 x 480 pixelů
- Rozlišení obrázku 300 DPI
- Požadovaná shoda 100%

Výsledek testu č. 4

Výsledek testu č. 3, kde byla kontrolováno umístění potisku je:

- u (obr. 39) - byla vyhodnocena shoda 100 %, která je v toleranci s referenčním snímkem
- u (obr. 40) byla požadována shoda pod úrovní 100 % z referenčního snímku. Na tomto obrázku můžeme vidět posunutí měřené části potisku doprava.



Obr. 39

*Vyhodnocená shoda s referenčním snímkem*



Obr. 40

*Vyhodnocená neshoda*

#### 4.4 Vyhodnocení testů

Instalace a nastavení softwaru kamerového systémem BVS je jednoduché a přehledné s intuitivním ovládáním. To umožňuje uživateli rychlé a přesné nastavení zvolených nástrojů a jejich inspekci. Výsledkem praktických testů a to jak u kontroly polohy, tak i u kontroly shody se vzorem je, že jednoduchý kamerový systém BVS –E advanced je při správném nastavení schopný rozeznat změny kvality potisku a tím zabránit navyšování zmetkovitosti ve výrobě. Při funkci kontroly shody se vzorem je schopen kamerový systém rozeznat 1% odchylku od vzoru a vyhodnotit to jako chybu. U nástroje kontrola polohy je schopen BVS vyhodnotit jako chybu změnu nebo posun potisku, předmětu s přesností na 1 pixel. To znamená, že při snímané oblasti 5,3 x 4 cm (640 x 480 pixelů) a kontrolované oblasti 4,3 x 3 cm (520 x 360 pixelů) je kamera BVS schopná vyhodnotit jako neshodu to, pokud budou v obrázku chybět 7 x 5 pixely.

V případě rastrových tisků (rozlišení 300 DPI) a podobného rozměru je při odhalování i nepatrných změn potřeba použít kamerový systém s vyšším rozlišením např. rozlišení 1600 x 1200 pixelů.

Nevýhodou BVS jsou chybějící funkce v softwaru jako je přehled výsledků, histogram a monitor trendů, podle kterých by bylo možné zkoumat a vyhodnocovat zaznamenávané výsledky.



## 5 ZAPOJENÍ KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ

Testované kamerové systémy, které byly uvedené v testu, disponují několika vstupy i výstupy a tamponové stroje od TECA-PRINTU mají rozhraní, umožňující jejich připojení. Je možné kamerové systémy zapojovat přímo k strojům nebo u tamponových linek přímo PLC automatům.

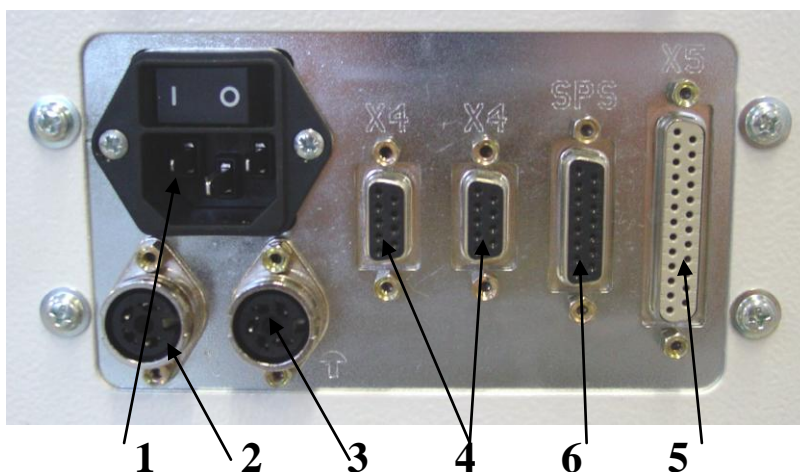
### 5.1 Zapojení kamerového systému do PLC s externím spouštěčem

V příloze č.1 je schéma zapojení kamerového systému BVS k PLC automatu, kde impuls pro spouštěč kamery zabezpečuje externí snímač.

### 5.2 Zapojení kamerového systému přímo k tamponovému stroji bez externího spouštěče

Zapojení kamerového systému je možné přímo k tamponovému stroji bez externího spouštěče. Jako spoušť bude sloužit signál z výstupu tamponového stroje (takt stroje), na který bude kamera reagovat. V případě potřeby bude nutné nastavit zpoždění spouště dle taktu a rychlosti tamponového stroje tak, aby k snímkování nedocházelo při pohybu potiskovaného předmětu. Rozhraní kamerového systému BVS NPN(-) (obr.43) a PNP(+) (obr.44).

Standardní rozhraní tamponových strojů TECA-PRINT (obr. 41)



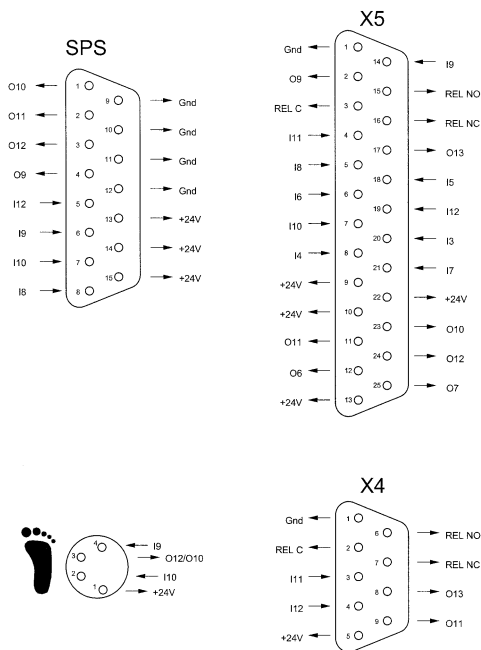
Obr. 41

Rozhraní tamp. stroje

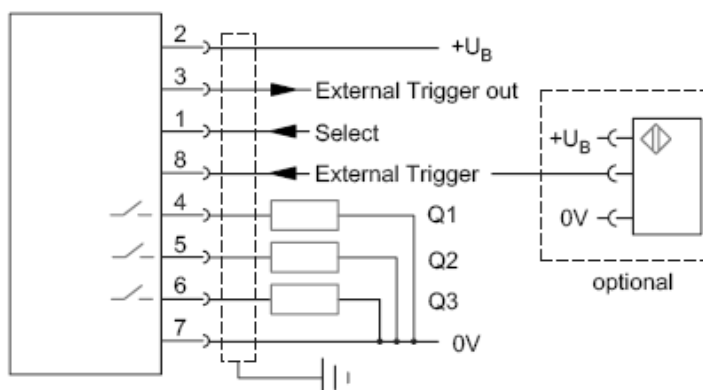
1. síťové připojení s hlavním vypínačem
2. připojení nožního spínače
3. konektor externího nouzového vypínače
4. konektor periferní zařízení X4
5. konektor periferní zařízení X5
6. konektor PLC

Osazení vstupů a výstupů tamponového stroje viz příloha č. 2 a 3.

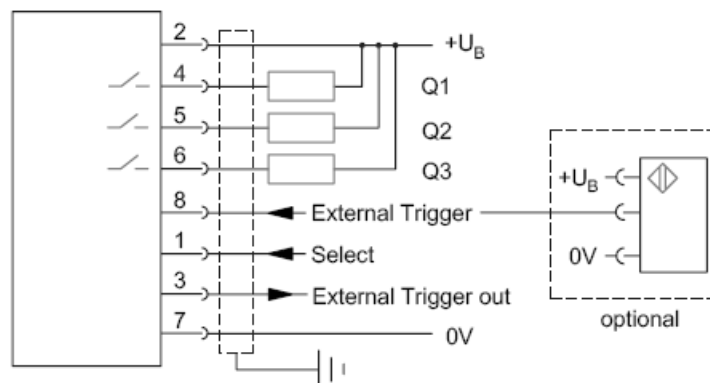
Vstupy a výstupy tamponového stroje (obr. 42)



Obr. 42  
Rozhraní tamp. stroje [ 1 ]



Obr. 43  
Kamera BVS NPN (-) [ 2 ]



Obr. 44  
Kamera BVS PNP (+) [ 2 ]

## 6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla řešena možnost kontroly potisku u tamponového tisku. Obecně byl rozebrán tamponový tisk, kamerové systémy a jejich vzájemné propojení při problematice kontroly potisku. Během práce jsem narazil na faktory, které by mohli v průběhu tisku zhoršovat kvalitu tisku. V práci jsem popsal nástroje kontroly kamerových systému a jejich nejvhodnější nastavení. Protože světelné podmínky jsou u snímání objektů nejdůležitější součástí kontroly, popsal jsem podrobně možnosti osvětlení potiskovaných předmětů a doporučil jeho nejvhodnější nastavení.

Po testech, které jsem provedl, bylo zjištěno, že při požadované kontrole do 100 DPI a rozměrech potisku do 5 x 3 cm budou postačující jednoduché kamerové systémy s rozlišením 752 x 480 nebo 640 x 480 pixelů. Pro kontrolu rozlišení 300 DPI (rastrové tisky a detaily) nebo potisky větších rozměrů budeme muset použít vyspělé kamerové systémy s vyšším rozlišením, a to min. 1600 x 1200 pixelů dle rozměru snímaného předmětu. Nejlepší výsledky byly dosaženy metodou porovnávání snímků se vzorem a kontrolou pozice, pokud bylo u aplikace požadováno i ověření správnosti polohy. Kamerový systém je možné doporučit na konkrétní aplikaci až poté, když budeme vědět, co budeme kontrolovat a jaká kontrola je požadována (rozlišení, rozměr, materiál). Kamerové systémy jsme schopni zapojit přímo k tamponovému stroji, kde spoušť bude reagovat na takt tamponového stroje, proto není nutný externí snímač. Všechny kamery, ze kterých jsem vybíral, disponují vstupy i výstupy, které lze využít k zastavení stroje nebo přivolání obsluhy. Kamerový systém BVS nebyl připojen k tamponovému stroji, protože jsem neměl k dispozici tamponovou linku nebo stroj s karuselem, kde by jedna pozice stolu nebo linky sloužila ke kontrole potisků. Pokud budeme mít takový stroj k dispozici, bude potřeba provést zapojení kamerové systému přímo ke stroji a ověřit jeho možnosti přímo v praxi.

Při psaní práce a testování jsem zjistil i další možné využití kamerových systému v tamponovém tisku. V tamponovém tisku není potisk konstantní kvality a vlastnosti se během tisku mění, vstupní prostředky jako klišé a tampon reagují na vnější prostředí např. teplota, vlhkost a mají svoji omezenou životnost. Proto je možné kromě kontroly kvality potisku, kamerové systémy využívat i k zaznamenávání a analyzování dat, která mohou být uložena. Z uložených dat je pak možné sledovat kvalitu a upravovat přídavná zařízení, která by udržovala kvalitu potisku na velmi vysoké úrovni (např. upravovat, kdy a kolik má automatické ředění ředit, u automatického čištění zase po kolika tiscích čistit nebo kdy vyměnit tampon či klišé). Výsledkem by měla být optimalizace tamponového tisku a pracovní postup pro obsluhu tamponového stroje s časovými údaji, jak udržovat kvalitu tisku a to na vysoké úrovni.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Webové stránky společnosti TECA-PRINT [online]. [cit. duben 2011]  
Dostupné na WWW: <http://www.teca-print.com/>
- [2] Webové stránky společnosti Balluf [online]. [cit. duben 2011]  
Dostupné na WWW: <http://www.balluf.cz/>
- [3] Webové stránky společnosti Omron [online]. [cit. duben 2011]  
Dostupné na WWW: <http://www.omron.cz/>
- [4] Webové stránky společnosti Servis Centrum a.s [online]. [cit. duben 2011]  
Dostupné na WWW: <http://www.sc-brno.cz/>
- [5] Webové stránky společnosti Tampo Techniek Nederland b.v. [online]. [cit. duben 2011] Dostupné na WWW: <http://www.tampotechniek.com/>
- [6] Webové stránky společnosti FCC průmyslové systémy s.r.o. [online]. [cit.květen 2011]  
Dostupné na WWW: <http://www.fccps.cz/>



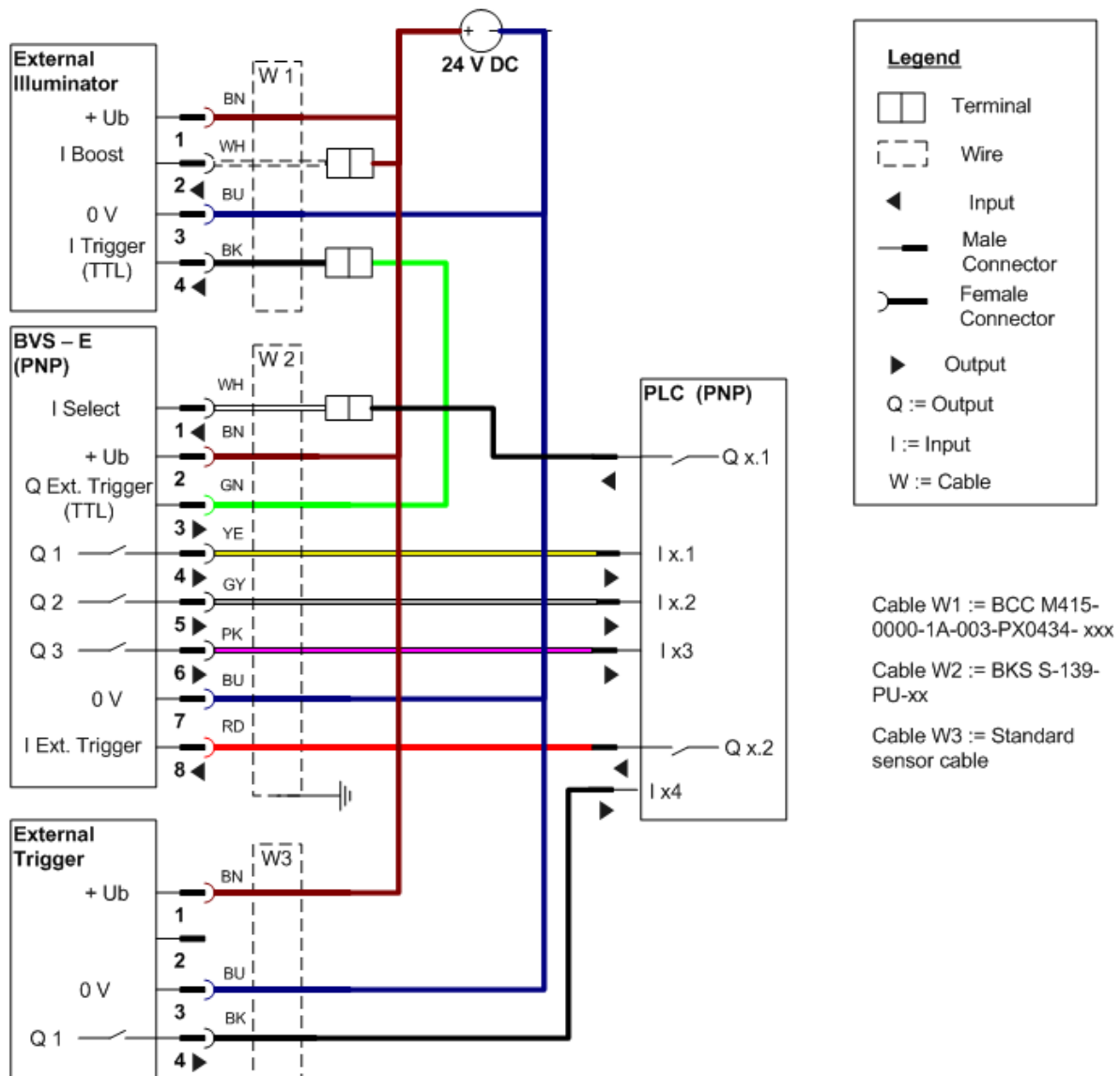
## **SEZNAM PŘÍLOH**

1. Zapojení kamerového systému BVS k PLC s externím spouštěčem
2. Osazení vstupů tamponového stroje Teca-Print
3. Osazení výstupů tamponového stroje Teca-Print





## PŘÍLOHA Č. 1



## PŘÍLOHA Č. 2

## Osazení vstupů

vstup	svorka	X5 pin	X4 pin	SPS pin	FS pin	poznámka
I 1	65					sáně tamponu vzadu
I 2	66					sáně tamponu vpředu
I 3	67					čištění tamponu je vzadu
I 4	68					čištění tamponu je vpředu
I 5	69	18				impulz pro čisticí pásku /TFC tlačítko pro jednotlivý krok
I 6	70	6				TFC index dole
I 7	71	21				ochranná dvířka (case) / TFC index nahoře
I 8	72	5		8		VTP v poloze / RT v poloze / PT v poloze 0 (zákl. poloha) / Stop TP-sáně zpět / TFC posuv vpředu
I 9	73/64	14		6	4	start stroje
I 10	74/62	7		7	2	externí start čištění tamponu/ vyhazovač vzadu / PT v pol.. 1
I 11	75	4	3			automatik v provozu pro 2 ruce/hlídání čisticí pásky
I 12	76	19	4	5		stop zdvih tamponu / TFC posuv vzadu
I 13	61					zdvihnout nůž / hlídání barevníku
Gnd	41-56	1	1	9/10/ 11/ 12		0V DC
+24VD C	81-96	13	5	13/14/1 5	1	+24V DC

## Příloha č. 3

## Osazení výstupů

výstup	svorka	X5 pin	X4 pin	SPS Pin	FS pin	poznámka
O 1	23					zdvih tamponu
O 2	24					sáně tamponu
O 3	25					nůž dolů
O 4	26					čištění tamponu
O 5	27					motor čištění tamponu
O 6	28	12				vyrovnání výšky tamponu
O 7	29	25				TFC index dolů
O 8	30					posuv tamponu
O 9	31	2		4		vyhazovač / chyba PLC / PT posuv
O 10 (O 12)	32	23		1	3	VTP doprava/ RT posuv/ PLC busy
O 11	33	11	9	2		VTP doleva /TFC posuv vpřed
O 12 (O 10)	34/63	24		3	3	VTP západka / TFC posuv zpět / PLCsáně tamponu na cestě
O 13	36/37 17 16	3 15 16	2 6 7			výstupní impulz (relé) relé C relé NO relé NC
O 13		17	8			výstupní impulz (digitální)