

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: částí strojů a mech. Školní rok: 1985/86

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DILA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Janu O u d o v o u
obor 23-21-8, zaměření balicí a polygrafické stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Ověření statistické metody pro hodnocení soutisku

Zásady pro vypracování:

Přesnost tisku archových tiskových strojů se hodnotí tzv. zkouškou přesnosti soutisku. Proveďte:

1. Zhodnocení stávající metodiky zkoušky soutisku v rámci státního zkušebnictví. (ZP 018 - FOGRA)
2. Teoretické zdůvodnění návrhu nové metodiky založené na metodě matematické statistiky
3. Ověření nové metodiky na praktickém příkladě
4. Zhodnocení přínosu nového způsobu hodnocení soutisku

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

V 70 / 86 S

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40-50 stran

Seznam odborné literatury:

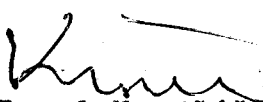
Reisenauer - Metody matematické statistiky
SNTL Praha 1965
Srový - Využití matematické statistiky při
hodnocení jakosti tisku
Dipl. práce VŠST Liberec 1981
Zkušební předpis ZP-018-SZ 202 Praha
TGL - 46 - 0114

Vedoucí diplomové práce: Ing. Richard Drapák

Datum zadání diplomové práce: 20.9. 1985

Termín odevzdání diplomové práce: 23.5. 1986

L.S.


Doc. Ing. O. Krejčíř, CSc.
Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.
Děkan

v Liberci dne 26.9. 1985

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
HOŠITELNA ŠÁDU PRÁCE

Fakulta strojní

Ober 23 - 21 - 8

Stroje a zařízení
pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl

Ismařeni

balicí a polygrafické stroje

Katedra částí strojů a mechanismů

OVĚŘENÍ STATISTICKÉ METODY
PRO HODNOCENÍ KVALITY

KST - 079

Jana O u d o v á

Vedoucí diplomové práce : ing. Richard Drapák, KST

Konzultant : ing. František Borávek, CSc., KST

Seznam práce a příloh

Počet stran	48
Počet tabulek	2
Počet obrázků	23
Počet příloh	11
Počet výkresů	-

V Liberci 23. května 1986

Historikem prohláší, že jeho diplomová práce
vypovídá samostatně o poznání moderní literatury.

V Liberci dne 23. května 1985

Jana Kudová

Jana Kudová

Common character symbols

R^+	doplňěk k oboru R	/ μ m /
$R_1(x), R_2(x)$	zbytky	/ - /
S	směrodatná odchylka výběrového souboru	/ μ m /
S'	střední hodnota	/ μ m /
$\dot{S}$	směrodatná odchylka základního souboru	/ μ m /
T	náhodná veličina	/ - /
u_p	kvantil normálního normovaného rozdělení	/ - /
x	obecná proměnná	/ - /
x_i	i-tá hodnota naměřené soutiskové difference	/ μ m /
x_i'	prvek z rostoucí posloupnosti prvků x_i	/ μ m /
$\bar{x}$	střední hodnota	/ μ m /
y_j	nová proměnná	/ μ m /
y_0	počátek nové proměnné	/ μ m /
z_i	počet prvků s hodnotou x_i	/ - /
α	hladina významnosti	/ - /
$\hat{\alpha}$	vypočtená hladina významnosti	/ - /
$\mathcal{T}$	pravděpodobnost	/ - /
$\mathcal{E}$	přesnost	/ μ m /
μ	střední hodnota základního souboru	/ μ m /
f	obecná proměnná	/ - /
% 30	hodnota K-S testu pro $n = 30$	/ - /
% 100	hodnota K-S testu pro $n = 100$	/ - /

O B S A H
=====

str.

1.	Úvod	9
2.	Problematika soutisku	10
2.1.	Přesnost tisku archivých strojů a soutisk všeobecně	10
2.2.	Soutisková difference	11
3.	Metody vyhodnocení zkoušky soutisku	12
3.1.	Zhodnocení stávající metodiky zkoušky sou- tisku v rámci státního zkušebnictví (ZP - 018 - FOGRA)	12
3.1.1.	ZP - 018	13
3.1.2.	Metoda systému FOGRA	15
4.	Sledování vlastností výběrových souborů me- todami matematické statistiky s využitím výpočetní techniky	17
4.1.	Teoretická část	17
4.1.1.	Problém normálnosti rozdělení hodnot sle- dovaného znaku s využitím testu Kolmogorova- S.	17
4.1.2.	χ^2 - test	20
4.2.	Dosažené výsledky z hodnocení archivých tiskových strojů	21
4.2.1.	Praktická ukázka z hodnocení offsetového stroje AD 755P	24
4.2.2.	Souhrnné hodnocení všech sledovaných souborů	34
5.	Určení parametrů základního souboru a subjektivní posuzování barvotisků	36
5.1.	Odhad parametrů základního souboru	36
5.1.1.	Odhad střední hodnoty μ základního souboru	37
5.1.2.	Odhad směrodatné odchylky základního souboru $\hat{S}$	37

	str.
5.1.3. Rozlišovací schopnost lidského oka	38
6. Návrh nové metodiky zkoušky soutisku	39
6.1. Zhodnocení přínosu nového způsobu hodnocení soutisku	42
6.1.1. Hodnocení pracnosti a spotřeby času vzhledem k ZP - 018 a metodě FOGRA	43
6.2. Perspektiva automatizovaného měření soutiskových diferencí a současného vyhodnocování	43
7. Závěr	46

1. Ú v o d =====

Systém plánovitého řízení národního hospodářství ČSSR v sobě zahrnuje opatření zabezpečující kvalitu výroby v širokém sortimentu. Řízení jakosti je uskutečňováno centrálně prostředky a principy národního hospodářství v souladu s ekonomickými, motivačními a společenskými hledisky.

Podstatné zvýšení jakosti tiskovin je součástí všeobecného úsilí o efektivnost. Zároveň současná situace vyžaduje, aby tiskoviny odpovídaly kritériím na světovém trhu a na domácích trzích uspokojovaly potřeby národního hospodářství včetně spotřebitele samotného.

Společenský význam jakosti polygrafické produkce je zdůvodněn rozvojem vědy a techniky nejen v oblasti výrobních technologií, ale i celkovém pohledu na způsoby a metody vyhodnocení kvality práce konkrétních výrobních sil. Vědeckotechnický pokrok otevírá nové perspektivy i pro mechanizování a automatizaci strojírenství metrologie, neboť se stoupajícími nároky na přesnost zabírají měření v průmyslu všeobecně až 25 % výrobního času. Přitom současné získání a zpracování informací lze jen s využitím moderních numerických, ekonomicko-matematických metod a samočinných počítačů, což je v souladu se závěry XVII. sjezdu KSČ, které zdůrazňují maximální využívání výsledků vědeckotechnického rozvoje ke zvyšování kvality veškeré práce.

2. P r o b l e m a t i k a s o u t i s k u

2.1. Přesnost tisku archových strojů a soutisk všeobecně

Výsledek tiskového procesu je podkladem pro posouzení kvality tisku, která je podmíněna a ovlivněna činiteli tiskového procesu. Vlastnosti potiskovaného materiálu, tiskové formy, barev, stav a technická úroveň strojů souhrnně ovlivňují kvalitu tisku, s níž úzce souvisejí konečné efekty tiskového procesu - optimální vybarvení tisku a zejména soutisk.

Jakost tiskového stroje je určena jeho schopností vytvořit a zachovat vyhovující konstantní tiskové podmínky. Soutisk je zahrnut mezi základní kritéria při stanovení jakosti tiskového stroje a příslušné provedení s vyhodnocením zkoušky přesnosti soutisku doporučují jednotlivé zkušební předpisy.

Náplň všeobecné tematiky soutisku poskytuje současný směr vývoje v tiskové technice, kdy se vzrůstajícími nároky na kvalitu tisku včetně s požadavky na vyšší objem tiskovin, zejména barevných, je třeba posuzovat kvalitu na základě objektivních metod.

Předmět kontroly jakosti zastupují technologie jednotlivých tiskových technik spolu s výslednou tiskovou produkcí. Z pohledu polygrafické výroby je barevná reprodukce vytvářena postupným potiskováním potiskovatelného materiálu jednotlivými barvami. Pro správný soutisk je směrodatná požadovaná vzájemná poloha jednotlivých tiskových prvků v ploše celého tiskového obrazu.

2.2. Soutisková difference

Při posuzování přesnosti soutisku se určuje soutisková difference neboli přípustná odchylka skutečného soutisku od správného soutisku jednotlivých barev. Otázku maximální dovolené soutiskové difference zodpoví požadavek na kvalitu tisku. Při překročení maximální dovolené soutiskové difference musíme počítat se ztrátou ostrosti obrazu, zkreslením požadovaných barevných tónů a nepříznivým zvýrazněním moire.

Hlavní projevy procesu podmiňujícího vytváření odchylek od správného soutisku jsou zaznamenatelné při nakládání tiskového archu do tiskového stroje a při předávání tiskového archu mezi jednotlivými tiskovými jednotkami u vícebarvových strojů.

Ovlivnění tiskového procesu konstrukčním uspořádáním tiskového stroje, vlastnostmi potiskovaného materiálu, vnějšími vlivy včetně atmosférických podmínek je určující pro změnu soutiskové difference mezi jednotlivými tiskovými barvami od minimální dovolené hodnoty až do maxima.

3. Metody vyhodnocení zkoušky soutisku

3.1. Zhodnocení stávající metodiky zkoušky soutisku v rámci státního zkušebnictví (ZP 018 - FOGRA)

V současnosti využívané metodiky zkoušky soutisku vycházejí z principů a zákonů vystihujících chování sledované náhodné veličiny. Statistika jako disciplína užité matematiky se opírá o základy z počtu pravděpodobnosti a bývá charakterizována jako matematická teorie induktivního uvažování.

Zpracování náhodného výběru z konečného základního souboru sledovaných hodnot náhodné veličiny dává předpoklady k posouzení celého základního souboru z hlediska jeho základních charakteristik a odhadu parametrů.

V současnosti některá vyhodnocování přesnosti soutisku předpokládají normální rozdělení hodnot náhodné veličiny.

Závazným předpisem pro provedení zkoušky soutisku na jednobarvových a vícebarvových archových strojích je zkušební předpis ZP 018. Předmětem vyhodnocení je :

Zkušební soutisk - vzájemná poloha souhlasných tiskových prvků vytištěných po sobě dvojím průchodem archu u jednobarvových strojů a jedním průchodem archu u vícebarvových strojů,

soutisk při naložení - vzájemná poloha souhlasných tiskových prvků, které se vyskytnou dvojím naložením téhož archu do jedné tiskové jednotky téhož tiskového stroje,

soutisk při předávání - vzájemná poloha souhlasných tiskových prvků vytištěných na tiskovém archu při jednom naložení a průchodem více tiskovými jednotkami,

čelní soutisk - přesnost krytí souhlasných tiskových prvků
vytištěných na tiskovém archu ve směru tisku
a orientovaných k čelním náložkám,

boční soutisk - přesnost krytí souhlasných tiskových prvků
vytištěných na tiskovém archu kolmo ke směru
tisku a orientovaných k bočním náložkám.

3.1.1. ZP - 018

Uvedený předpis ukládá kromě povinnosti zaneíst hodnoty
soutiskové difference do příslušných formulářů i provedení
výpočtu střední hodnoty měřeného souboru. Z pohledu
matematické statistiky se jedná o aplikaci jednoduchého
vzorce :

$$S' = \frac{\sum_{i=1}^m x_i z_i}{n}$$

x_i - i -tá hodnota naměřené soutiskové difference

z_i - počet prvků s hodnotou x_i

m - počet tříd, platí $m \leq n$

třídu tvoří skupina stejných hodnot

n - celkový počet naměřených hodnot

Každý interval

$$-0,01 \leq S' \leq +0,01$$

$$-0,02 \leq S' \leq +0,02$$

$$-0,03 \leq S' \leq +0,03$$

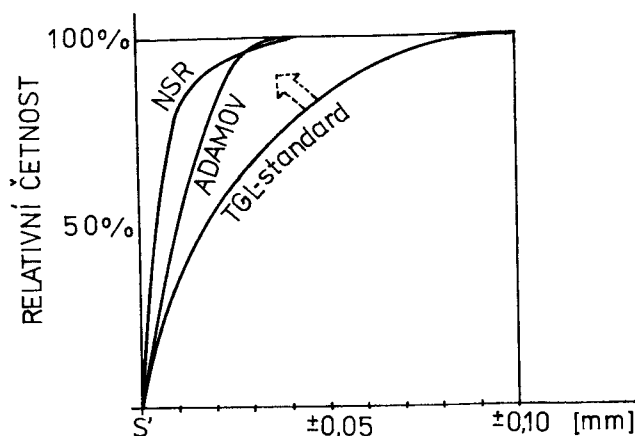
⋮

⋮

$$-0,10 \leq S' \leq +0,10$$

je specifikován určitým rozmezím velikostí soutiskových
diferencí a jim příslušející četností výskytu. Lze tedy pro
každý interval stanovit absolutní a relativní četnost naměřených hodnot.

Aby soutisk byl vyhodnocen jako vyhovující, musí grafický průběh závislosti relativních četností soutiskových diferencí na rozšiřujících se intervalech s vypočtenou střední hodnotou ležet v celém svém průběhu nad referenční křivkou od výrobce příslušného tiskového stroje.



obr.1

Z ukázky průběhu referenční křivky určitého tiskového stroje plyne, že by měla ležet nad všeobecně uznávanou referenční křivkou nebo s ní mít shodný průběh. Zvyšování nároků na kvalitu tisku se projevuje růstem strmosti referenčních křivek, kdy je například 20 let stará východoněmecká norma TGL Standard postupně převyšována náročnějšími charakteristikami.

V bodě $[S', 0]$ se relativní četnost výskytu sledovaných hodnot redukuje na četnost absolutní a výrobce obezřetně neudává % výskytu absolutní četnosti střední hodnoty (i když je S zaokrouhlována na celé setiny) vzhledem ke zobecnění průběhu křivky. Mohlo by se stát, že např. v oblasti úzkého intervalu by jinak výborná charakteristika konkrétního soutisku protínala referenční křivku a to z toho důvodu, že absolutní četnost sledovaného souboru hodnot by byla menší než ta, již by uvedl výrobce.

Z praktických měření mohu potvrdit to, že vypočtená střední hodnota a její velmi blízký interval nemusejí být vždy zastoupeny nejvyšší absolutní četností. Tuto okolnost připouští právě uvedená metodika a bere plně na vědomí vlastnosti chování tiskového stroje.

3.1.2. Metoda systému FOGRA

Tato početně-grafická metoda uvádí závazné zkušební podmínky o způsobu provedení zkoušky soutisku, o správném použití speciálního měrného prvku včetně vyhodnocovacího formuláře. Přesnost odečítání z měrného prvku dává možnost stanovit třídy o šířce $5\text{ }\mu\text{m}$. Po zjištění četnosti jednotlivých hodnot soutiskové difference v každé třídě se určí kumulativní četnost, aby se mohla sestrojit závislost této kumulativní četnosti na hodnotách naměřené soutiskové difference. Poněkud zdlouhavá metoda směřuje jen k jednomu cíli - k vyšetření směrodatné odchylky soutisku, kdy se na ose kumulativní četnosti vyhledají body 5 % a 95 % a interval mezi těmito body odečtený na ose hodnot soutiskové difference dává příslušnou směrodatnou odchylku sledovaného výběrového souboru.

TGL 46-0114 udává přípustné hodnoty :

- pro náklad je maximálně přípustná standartní odchylka soutisku $33\text{ }\mu\text{m}$,
- pro přenos je maximálně přípustná standartní odchylka soutisku $16,5\text{ }\mu\text{m}$.

Uvedené hodnoty z hlediska současných požadavků snižujeme pro náklad na $25\text{ }\mu\text{m}$ a přenos na $12\text{ }\mu\text{m}$. Ovšem závazná odpověď na otázku maximální přípustné standartní odchylky soutisku způsobené tiskovým strojem předpokládá právně platné dohody mezi výrobcem stroje a odběratelem.

Vyhodnocená měření prokazují, že statistický výpočet směrodatné odchylky je skutečně postačující z toho hlediska, zda je soutisk vyhovující či nikoliv. I když v daném intervalu rozsahu hodnot leží maximum funkce skutečné hustoty rozdělení (získaná aproximací) mimo vypočtenou střední hodnotu výběru, svým tvarem odpovídá normálnímu rozdělení na daném intervalu. Směrodatnou odchylku **uvažovanou** z teoretického normálního rozdělení je možno ztotožnit s úsekem měřeným od maxima křivky hustoty skutečného rozdělení k její inflexi a to na vodorovné pořadnici.

4. Sledování vlastností výběrových souborů metodami matematické statistiky s využitím výpočetní techniky

Následující konfrontace parametrů výběrových souborů, které charakterizují konkrétní tiskové stroje, s teoretickými vztahy a hodnotami bylo provedeno ve výpočetním středisku VŠST v Liberci na číslicovém počítači EC 1033.

Zdrojové texty programů jsou v jazyku FORTRAN IV.

4.1. Teoretická část

Pro aplikaci metod matematické statistiky jsem uznala za vhodné ověřit normálnost rozdělení hodnot sledovaného znaku. K vyvození induktivních závěrů je třeba získat informaci o výběrovém souboru a na základě těchto údajů pak hodnotit základní soubor. Rozhodnutí o tom, zda soutisk je nebo není vyhovující, se provede na určité hladině významnosti, popřípadě se stanoví pravděpodobnost, s jakou se budou hodnoty skutečné soutiskové difference nacházet v předem zvoleném intervalu.

4.1.1. Problém normálnosti rozdělení hodnot sledovaného znaku s využitím testu Kolmogorova - Smirnova

Testy Kolmogorova - Smirnova patří mezi neparametrické testy. Pro jeden výběr testujeme hypotézu, že spojitá náhodná veličina ξ má rozdělení pravděpodobnosti s funkcí $F(x)$, která neobsahuje nějaké neznámé parametry. Z rozdělení veličiny ξ se určí náhodný výběr $x_1, x_2, \dots, x_n$. Doporučuje se alespoň 100 hodnot. Určující je největší absolutní hodnota difference mezi empirickou a teoretickou distribuční funkcí rozdělení. Postup testu pro jeden výběr vyplyne z následujících bodů :

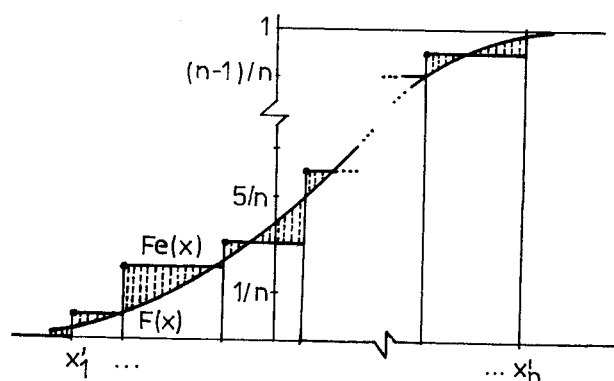
a/ přerovná se výchozí posloupnost $x_1, x_2, \dots, x_n$ v posloupnost $x'_1, x'_2, \dots, x'_n$, kde $x'_1 \leq x'_2 \leq \dots \leq x'_n$,

b/ vyčíslí se kumulativní empirická funkce rozdělení

$$Fe(x) = 0, \text{ když } x < x'_1$$

$$Fe(x) = -k/n, \text{ když } x'_k \leq x'_{k+1} \quad k = 1, 2, \dots, n-1$$

$$Fe(x) = 1, \text{ když } x'_n \leq x$$



obr.2

c/ vyčíslí se maximální absolutní hodnota difference mezi empirickým a teoretickým rozdělením :

$$D_n = \max / Fe(x) - F(x) /$$

d/ pokud

$F_{KS}(\sqrt{n}D_n) > 1-\alpha$, zamítáme vytyčenou hypotézu na hladině významnosti α ,

e/ využívá se distribuční funkce $F_{KS}(x)$ a platí :

$$F_{KS}(x) = 0 \quad x \leq 0$$

$$F_{KS}(x) = 1 - 2 \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} \exp(-2k^2 x^2) \quad x > 0$$

$$F_{KS}(x) = 0 \quad x \leq 0,27$$

$$F_{KS}(x) = \frac{\sqrt{2\pi}}{x} \sum_{k=1}^3 \exp \left[-(2k-1)^2 \frac{\pi^2}{8x^2} \right] + R_1(x), \quad 0,27 < x < 1,$$

$$\text{kde } R_1(x) \leq 6 \cdot 10^{-15}$$

$$F_{KS}(x) = 1 - 2 \sum_{k=1}^4 (-1)^{k-1} \exp(-2k^2 x^2) + R_2(x) \quad 1 \leq x \leq 3,1,$$

$$\text{kde } R_2(x) < 10^{-20}$$

$$F_{KS}(x) = 1, \quad 3,1 \leq x < \infty$$

Vysvětlení k testování hypotéz :

Pro n spojitých náhodných proměnných s určitou hustotou pravděpodobnosti volíme vhodné testovací kritérium T . Určíme rozdělení náhodné veličiny T za předpokladu, že platí testovací hypotéza H_0 . Interval $-\infty, \infty$ se rozdělí na dva obory : obor R a jeho doplněk R^+ . Obor R se volí tak, aby pravděpodobnost, že náhodná veličina T nabude hodnoty z oboru R při platnosti testované hypotézy H_0 , odpovídala dané hladině významnosti $P(T \in R/H_0) = \alpha$. Obor R je nazýván kritickým oborem.

Z experimentálně zjištěných hodnot náhodné proměnné se vypočte hodnota testovacího kritéria. Nabude-li kritérium T hodnoty, která leží v kritickém oboru R , hypotéza H_0 se zamítá a platí hypotéza alternativní.

Chyba 1. druhu vznikne, když H_0 platí, ale na základě výpočtů ji zamítáme. Pro pravděpodobnost P_1 platí, že se rovná hladině významnosti α .

$$P_1 = P(T \in R/H_0)$$

Chyba 2. druhu nastane, když pravděpodobnost jejího vzniku

$$P_2 = P(T \in R^+/H_1)$$

4.1.2. Ověření normality základního souboru pomocí χ^2 -testu

Po přerovnání vstupní posloupnosti v posloupnost monotónně rostoucí se počítá

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i'$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i' - \bar{x})^2$$

Provede se vyloučení výrazně nejmenších resp. největších hodnot x_i . Třídění vstupních hodnot je závislé na m počtu tříd, kdy $n' = n - x_1' \dots x_i' =$ vyloučené hodnoty

$$m = 3,322 \log n' + L$$

Provede se výpočet absolutních třídních četností c_j a volí se počátek pro nové proměnné

$$y_j = (S_j - y_0) / h$$

Následuje aritmetický průměr $\bar{x}$ a směrodatná odchylka S třídných dat

$$\bar{x} = \frac{1}{n'} \sum_{j=1}^m c_j y_j + y_0$$

$$s^2 = \frac{h^2 \left(\sum_{j=1}^m c_j y_j^2 - \bar{y} \sum_{j=1}^m c_j y_j \right)}{\sum_{j=1}^m c_j y_j - 1} - \frac{h^2}{12}$$

Vypočtou se očekávané četnosti $n'p_j$ a vyjádří se testovací kritérium vztahem

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^m \frac{(c_j - n'p_j)^2}{n'p_j}$$

Zároveň

$$\alpha' = F_{\chi^2}(\chi^2, m-3)$$

se porovná se zadanou hladinou významnosti testu α .

4.2. Dosažené výsledky z hodnocení archivých tiskových strojů

Podkladem pro vyhodnocování zkoušky soutisku z pohledu současně praktikovaných metodik sloužily měrné listy pro soutisk při předání od několika provozovatelů a celkem 2 400 hodnot, které jsem získala mikroskopickým měřením. Zároveň jsem se snažila přistupovat k dané problematice komplexně s ohledem na návrh nové metodiky. Prakticky jsem použila několika programů, z nichž nejvýznamnější pro názornou představu je program ing. F. Borůvky, CSc. Poskytuje hodnotu D_n viz kap. 4.1.1., tiskne rostoucí posloupnost zadaných hodnot diferencí soutisku, skutečnou a teoretickou funkci hustoty rozdělení včetně distribučních funkcí a jejich grafické vyjádření.

Program CHI-KVADRÁT TEST /5/ měl posoudit normalitu rozdělení hodnot sledovaného znaku. Forma výsledků :

T (TRUE) přijímá se hypotéza H_0

F (FALSE).... platí alternativní hypotéza H_1

TF výsledek testu je nejistý

O očekávané četnosti jsou malé, výhodnější jsou jiné testy

Dále jsem sestavila program pro namodelování náhodného výběru 30 hodnot z daného souboru, konkrétně vždy ze 100 prvků, které jsem měla k dispozici. Program využívá generátor náhodných čísel z oboru (0,1).

V tabulkách 1 a 2 jsou zachyceny výsledky jednotlivých souborů z počítačového zpracování v příloze. Neočíslované soubory jsem nevyhodnocovala, neboť vykazovaly téměř sto-procentní spolehlivost.

tab. 1

STROJ : AD 755 P								
č	náložka	S ₁₀₀ [μm]	S ₃₀ [μm]	D _{n100}	D _{n30}	%100	%30	χ ² _{test}
1	LC 12TJ	19,6461	21,1725	0,1326	0,2502	8,44	15,82	T
2	PC 12TJ	12,1751	12,8876	0,1981	0,1887	4,95	3,90	T
-	PB 12TJ	-	-	-	-	-	-	-
3	LC 34TJ	10,1598	11,9578	0,2996	0,3109	99,38	81,86	O
4	PC 34TJ	11,8624	11,5520	0,2550	0,2823	11,32	14,01	F
5	PB 34TJ	4,4560	3,7905	0,4453	0,5026	20,49	38,98	F
STROJ : REKORD RKV 3B - 2/2								
6	LC 13TJ	8,9279	9,4443	0,2487	0,2243	3,19	5,21	T
7	PC 13TJ	8,8739	9,4989	0,2337	0,3057	13,42	14,68	TF
8	LB 13TJ	8,8369	7,1793	0,3074	0,3277	21,26	18,74	O
9	LC 14TJ	16,2091	15,5261	0,2561	0,2536	11,48	7,39	O
10	PC 14TJ	9,3116	8,8474	0,2234	0,3143	5,13	5,28	T
11	LB 14TJ	15,1611	14,0443	0,1956	0,1926	29,66	22,97	TF
STROJ : ROLAND RVE								
-	LC 12TJ	-	-	-	-	-	-	-
-	PC 12TJ	-	-	-	-	-	-	-
-	PB 12TJ	-	-	-	-	-	-	-
12	LC 13TJ	10,3962	8,6105	0,2178	0,2532	16,10	8,32	TF
13	PC 13TJ	12,6395	13,5655	0,1849	0,2322	9,54	11,38	T
-	PB 13TJ	-	-	-	-	-	-	-
-	LC 14TJ	-	-	-	-	-	-	-
14	PC 14TJ	22,8024	19,4197	0,2045	0,2207	32,74	15,4	F
15	PB 14TJ	11,7803	11,0433	0,2137	0,2173	5,02	13,69	TF

tab. 2

STROJ : AD 755					
náložka	n	S[μ m]	D _n	%	χ^2 test
CS 12TJ	400	13,9074	0,6519	10,8	F
CS 112	100	14,2434	0,1235	12,35	-
CS 212	100	8,2049	0,1313	6,26	-
CS 312	100	13,7267	0,1300	11,57	-
CS 412	100	10,4894	0,1871	12,81	-
CS 13TJ	400	17,1635	0,6628	14,81	F
CS 113	100	17,4277	0,1536	9,76	-
CS 213	100	12,9310	0,1277	4,73	-
CS 313	100	14,3902	0,1571	25,18	-
CS 413	100	12,7020	0,1661	12,93	-
CS 14TJ	400	25,1388	0,7047	36,00	F
CS 114	100	18,1238	0,1900	62,93	-
CS 214	100	17,5562	0,1388	66,44	-
CS 314	100	30,3307	0,1470	59,93	-
CS 414	100	19,6597	0,1286	8,89	-

4.2.1. Praktická ukázka z hodnocení ofsetového stroje AD 755 P

Z počítačem vyhotovených grafů funkce hustoty rozdělení a distribuční funkce lze rozlišit některé charakterové rysy skutečného rozdělení a jeho odchylnost od normálního rozdělení. Zatímco výsledky testu CHI-KVADRÁT souborů s požadovanými čísly 1 a 2 vykazovaly, že skutečné rozdělení odpovídá rozdělení normálnímu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, soubory 3, 4 a 5 vykazují značně různorodé výsledky. Odchylnost od normálního rozdělení, když vyloučíme přímý chybný zásah do tiskového procesu, způsobují zprostředkované systematické chyby. Na druhou stranu je ovšem třeba zaznamenat ten fakt, že např. u souboru č. 3 je v pásmu $\pm 1 S$ zaznamenána dvojnásobná hodnota hustoty skutečného rozdělení oproti rozdělení normálnímu. Interval 220 až 290 μm výběrového souboru se zjištěnými okrajovými hustotami je určující pro předpokládaný průběh normálního rozdělení, které společně s reálným průběhem funkce skutečného rozdělení teoreticky přesahuje tento interval a tím dává možnost úvahy o chování základního souboru i za oblastí $\pm 3 S$.

V případě souboru č. 3 lze zachytit ve skutečnosti mnohem lepší výsledky v pásmech $\pm 1 S$ i $\pm 2 S$, než by poskytovala situace s normálním rozdělením. Problematičtější je pak otázka chování skutečného rozdělení v oblastech $+ 3 S$ a $+ 4 S$, kde se objevuje vyšší hustota skutečného rozdělení oproti normálnímu rozdělení. Odpovědí na tuto situaci je pak posouzení směrodatné odchylky. Pokud vyhovuje (10,16 μm 12), vyhovuje i soutisk, ale pouze v tom případě, pokud křivka relativní četnosti sledovaného souboru leží v celém svém průběhu nad referenční křivkou od výrobce tiskového stroje. Znázornění funkcí hustot skutečného a normálního rozdělení včetně grafů relativní

četnosti v závislosti na intervalech soutiskové difference souborů 1 až 5 jsou patrný z obr. 3 až 12, ostatní soubory jsou obsaženy v příloze společně s příslušnými měrnými listy.

Celkové vyhodnocení stroje AD 755 P vykazuje neuspokojivé výsledky z hlediska směrodatné odchylky u souborů 1 a 2 a z hlediska průběhu křivek relativních četností u souborů 1, 2 a 3.

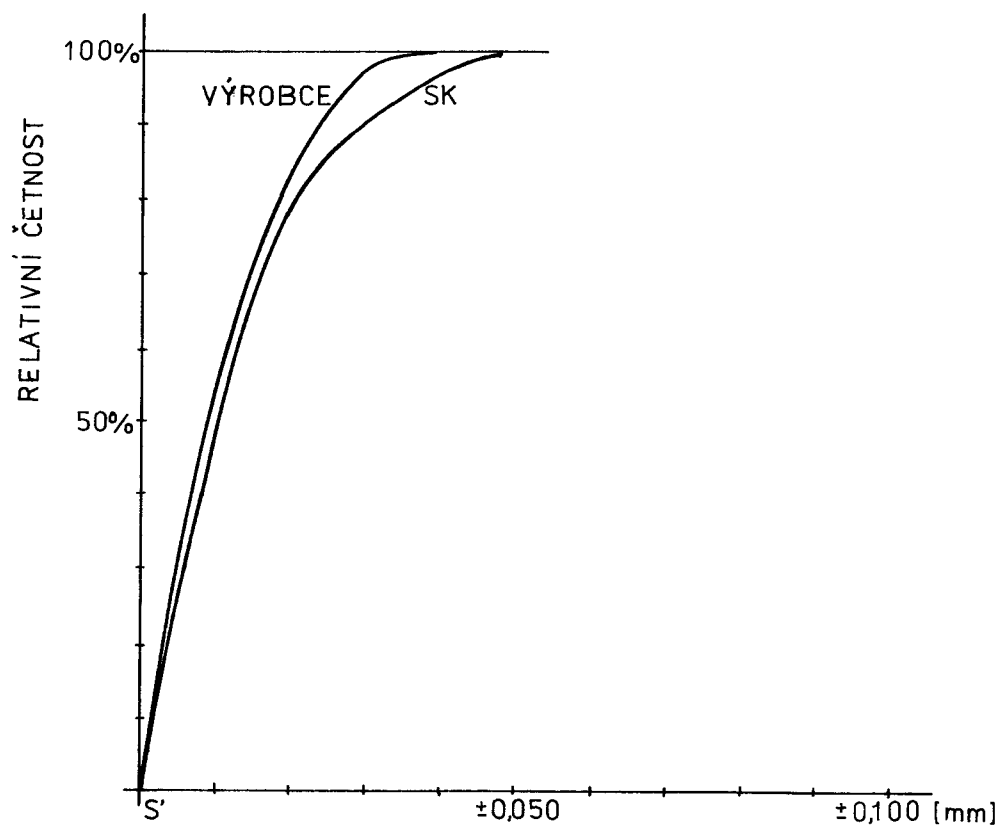
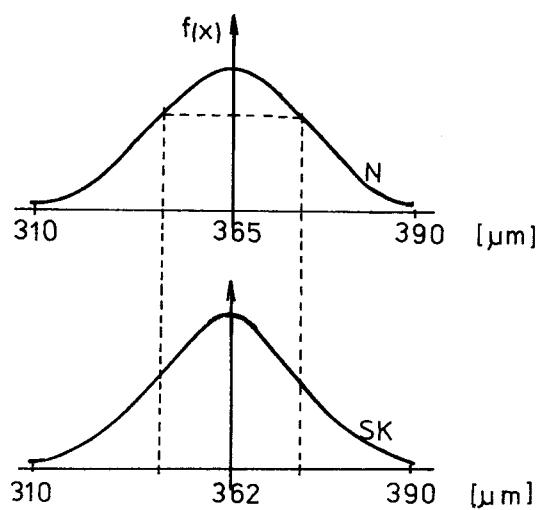
LEGENDA KE GRAFICKÝM ZÁVISLOSTEM:

N ... PRŮBĚH NORMÁLNÍHO ROZDĚLENÍ

SK... PRŮBĚH SKUTEČNÉHO ROZDĚLENÍ

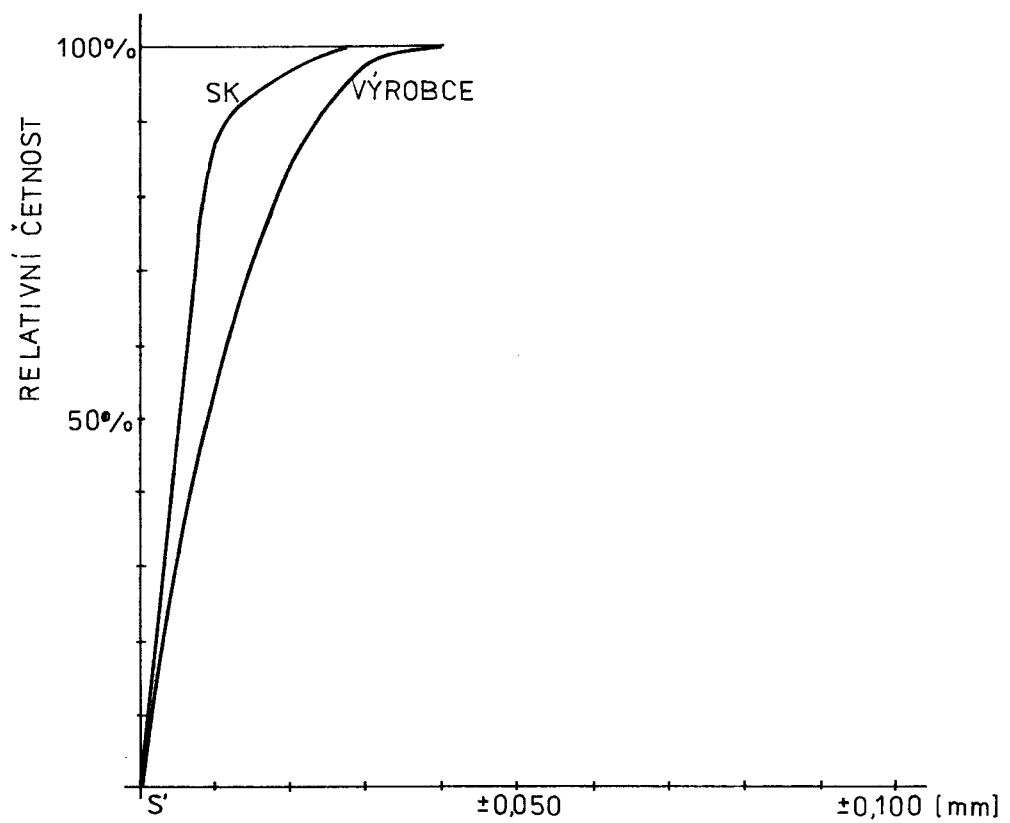
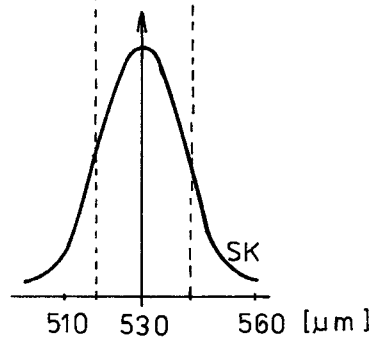
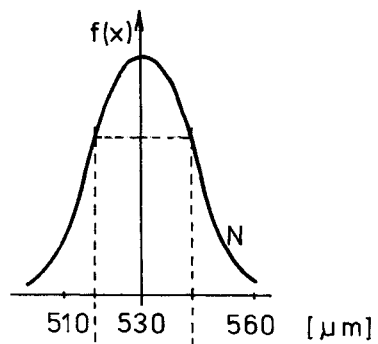
obr.3a4

1



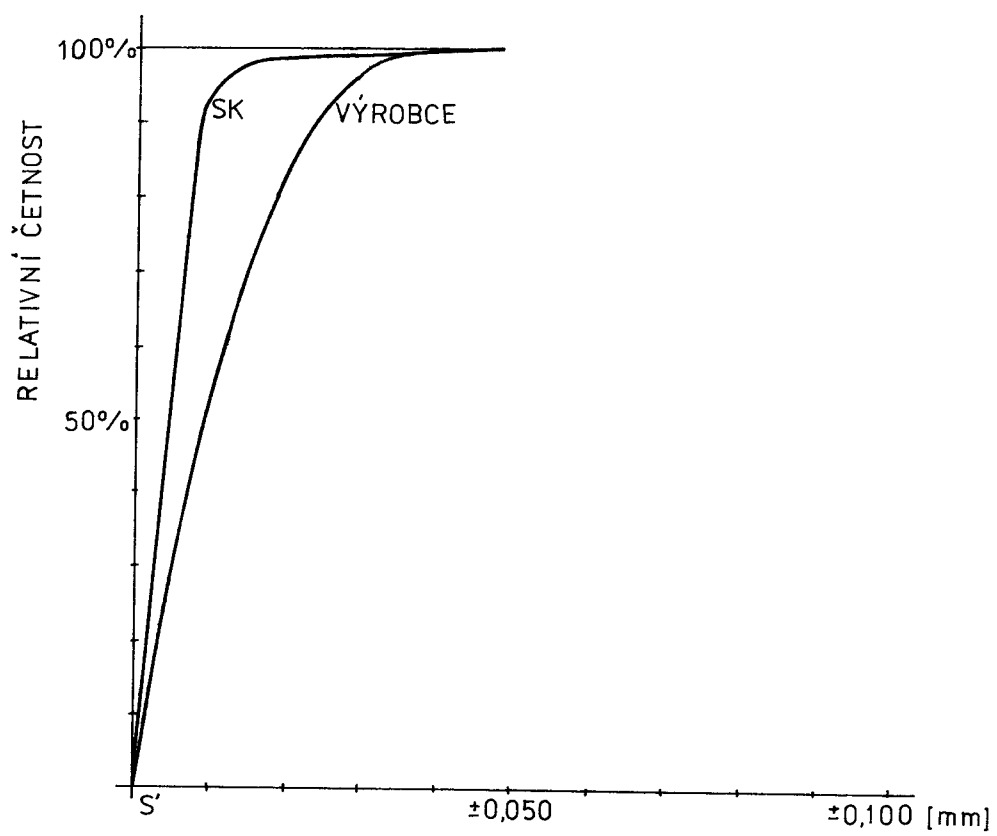
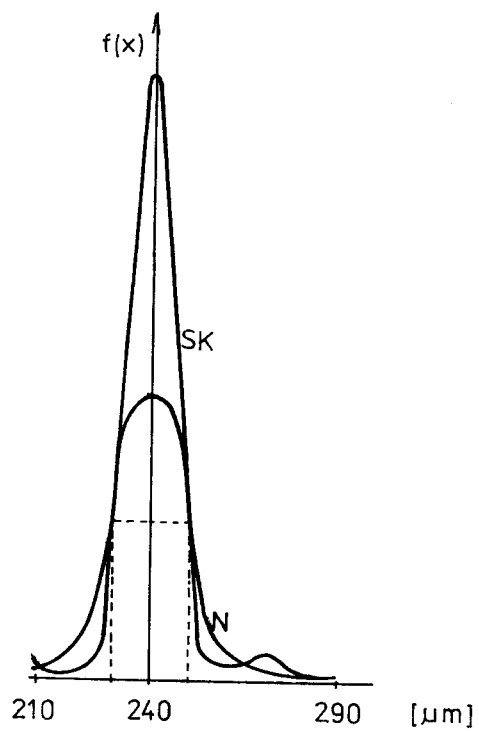
obr.5a6

2



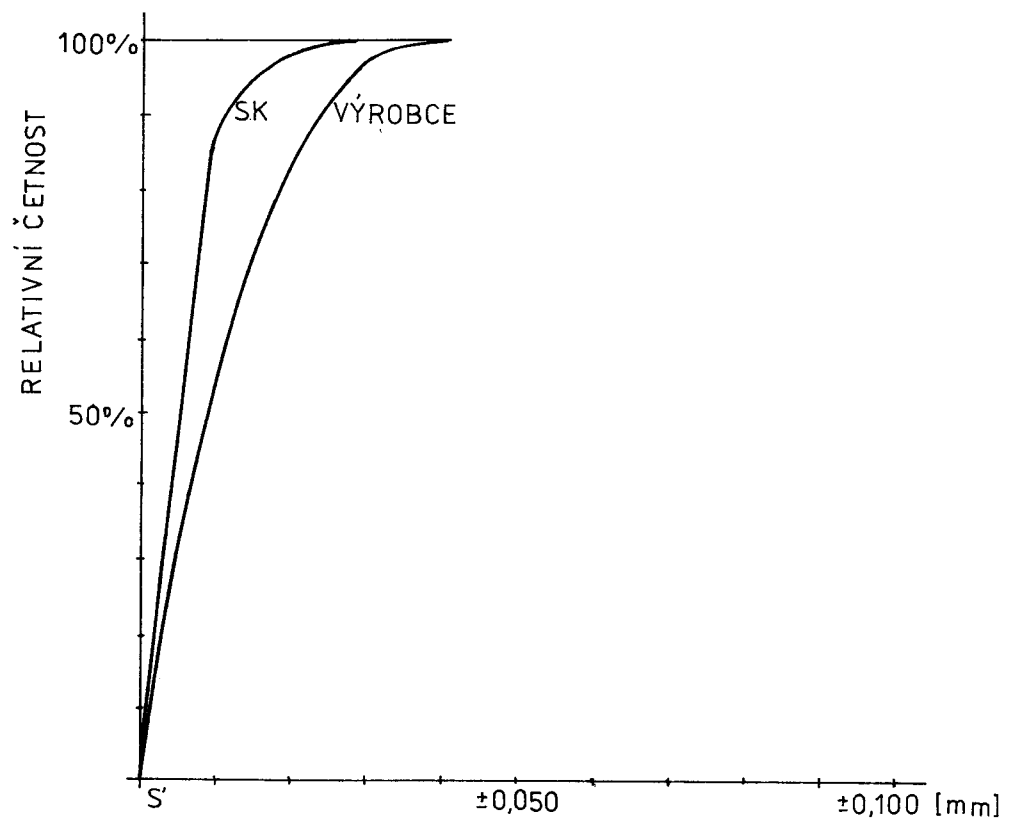
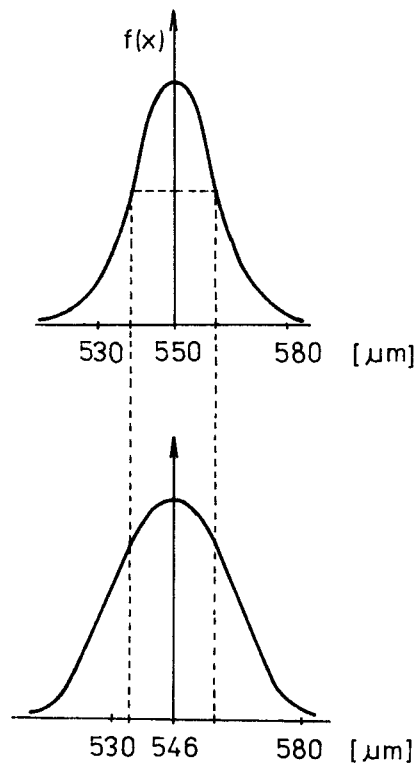
obr. 7a 8

3

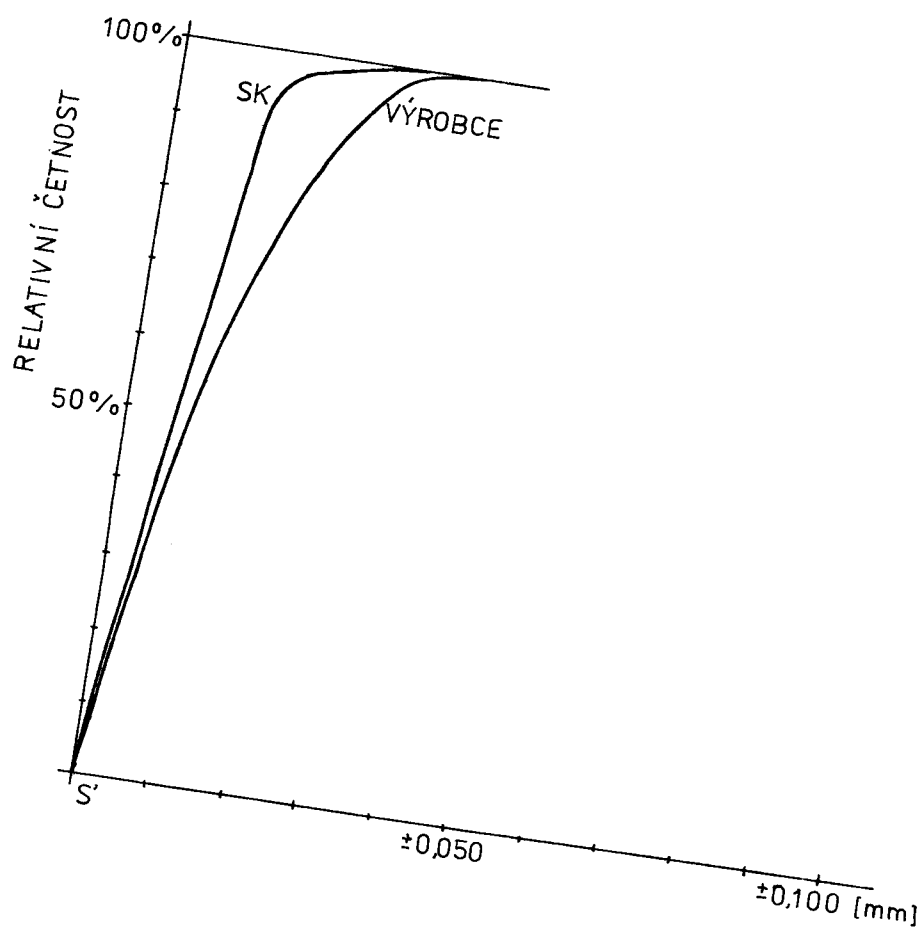
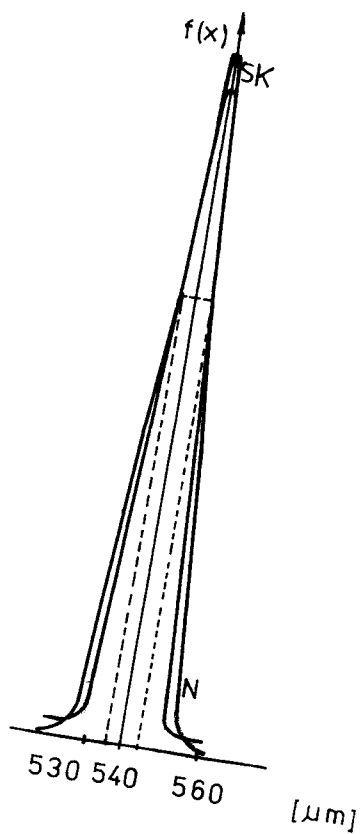


obr. 9a10

4

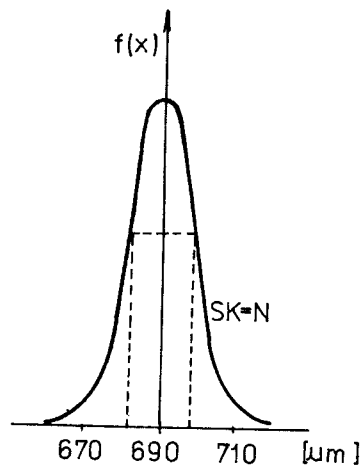


5



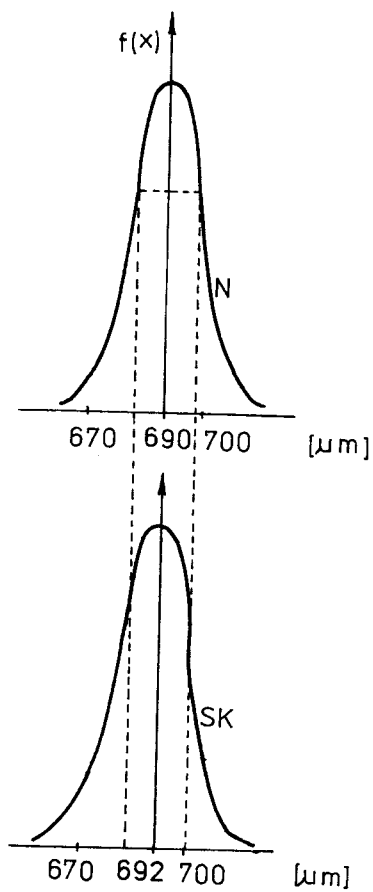
obr. 13

6



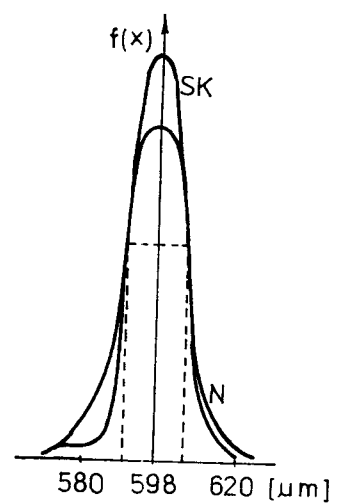
obr. 14

7

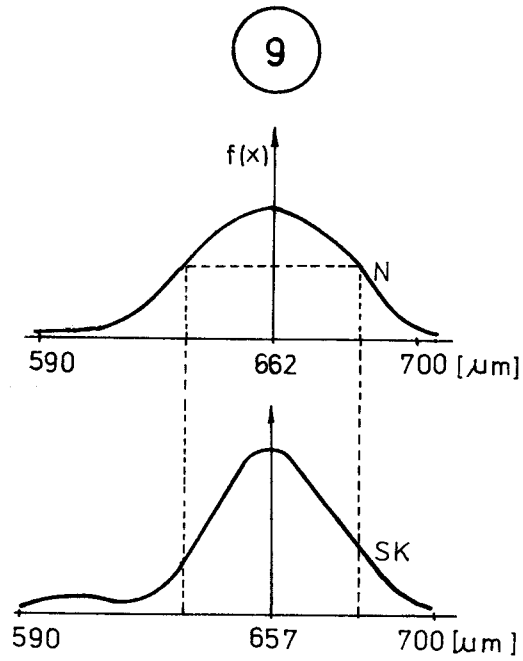


obr. 15

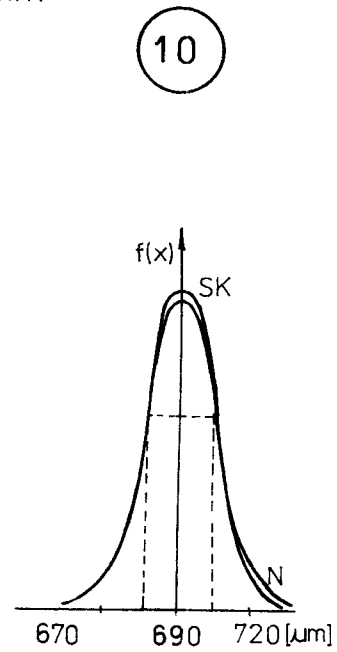
8



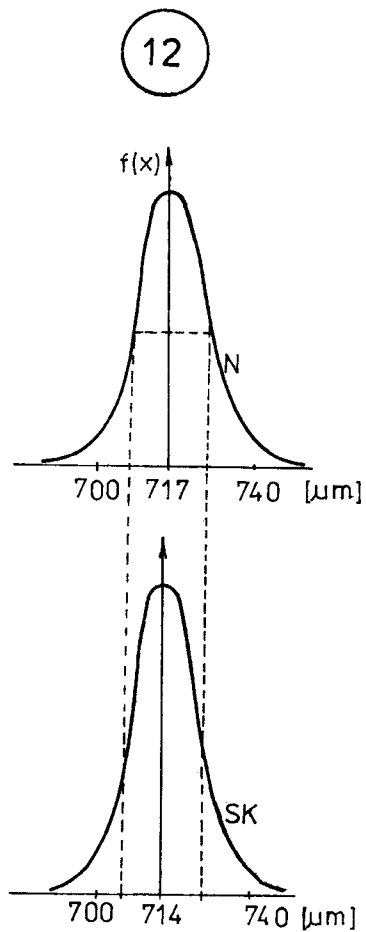
obr.16



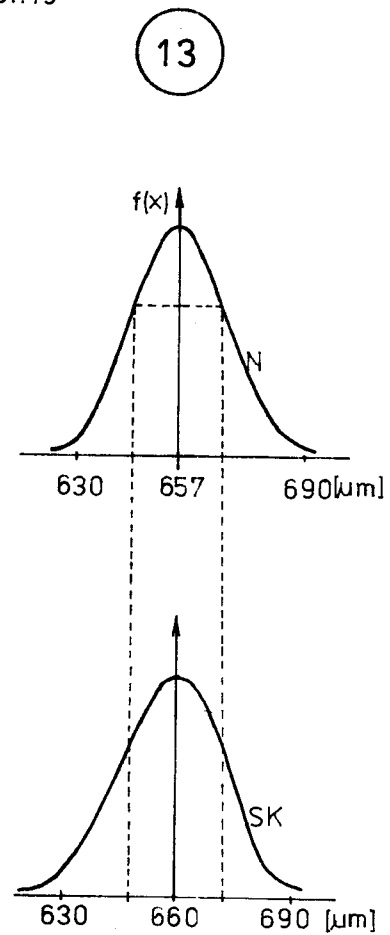
obr.17



obr.18

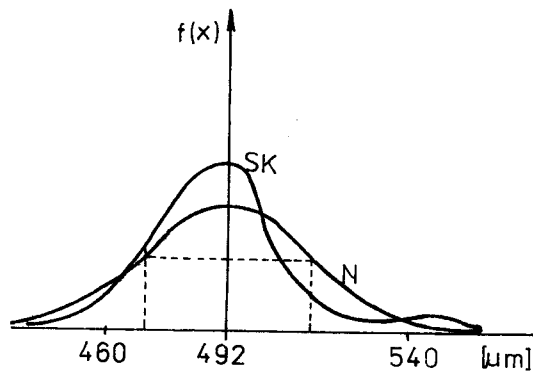


obr.19



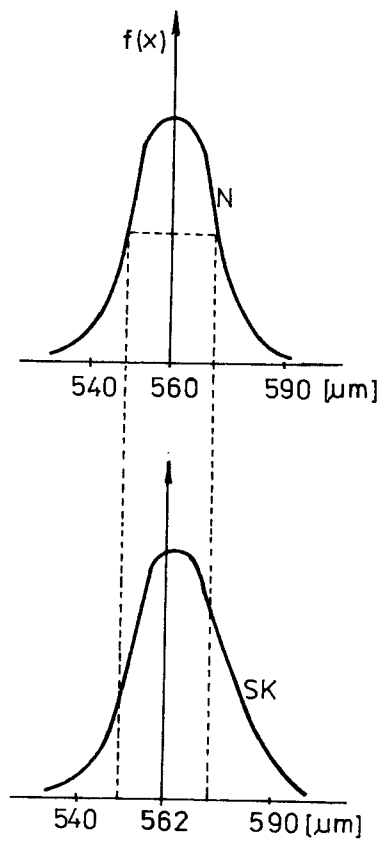
obr.20

14



obr.21

15

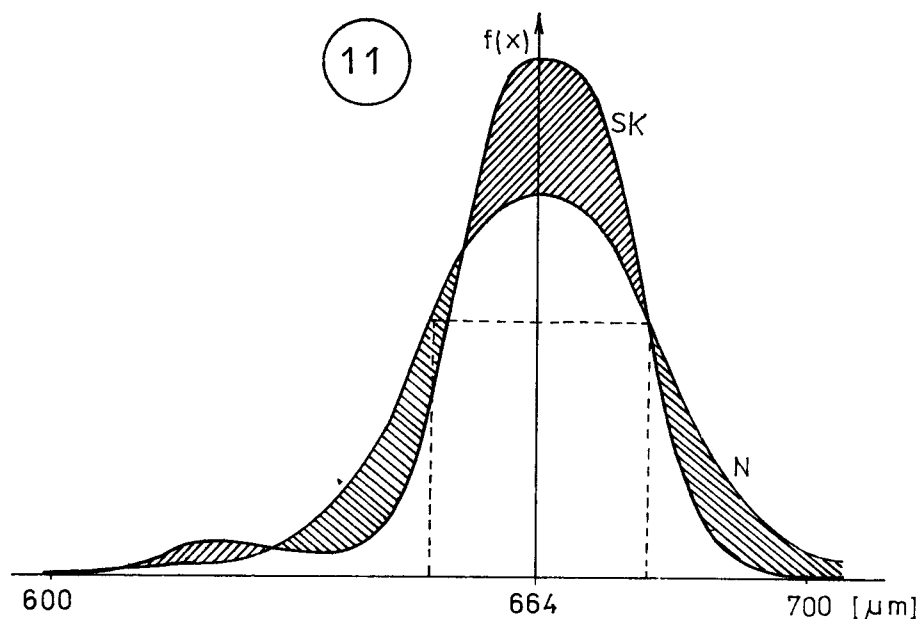


4.2.2. Souhrnné hodnocení všech sledovaných souborů

U některých souborů byla zjištěna shodnost s normálním rozdělením, výsledky ostatních souborů vykazovaly jistou odchylnost. Vyhodnocením příslušných rozdílů lze vyvodit, že se skutečná rozdělení svým tvarem blíží více či méně rozdělení normálnímu. Projevuje se zde i ta okolnost, že ačkoliv přesnost měření pomocí měrného prvku FNM činí $\pm 2,5 \mu\text{m}$, kdy hodnoty zaznamenáváme tak, aby poslední cifra byla buď 0 nebo 5, uvažujeme spojitou funkci hustoty rozdělení na poměrně úzkém intervalu. Zároveň zprostředkování systematické chyby se projeví v příliš velké směrodatné odchylce. Výrobce zaručené parametry tiskového stroje zajišťují s jistou spolehlivostí dosažení kladných výsledků a pak vnos ostatních rušivých elementů přesahujících obrazně řečeno rámec pravděpodobnosti (1 - číselné vyjádření spolehlivosti stroje) znamená vybočení a rozkolísání průběhu funkce skutečného rozdělení vzhledem k požadovanému rozdělení normálnímu.

Pozitivní je u většiny ze sledovaných souborů ta vlastnost, že v oblasti střední hodnoty funkce skutečného rozdělení leží nad funkcí normálního rozdělení a v oblastech $\pm 2S$ funkce skutečného rozdělení výrazně klesá, čili nachází pod úrovní funkce normálního rozdělení, jak prokazují soubory 3, 5, 8, 9, 11, 14. Z tohoto pohledu lze přikládat menší význam tomu jevu, že v krajních oblastech intervalů $\pm 3 S$ je hustota skutečného rozdělení i dvakrát vyšší než hodnota normálního rozdělení (soubory 3, 9, 11, 14). Na příkladu souboru č. 11 je patrné z ploch překrývajících normální rozdělení, že patří do oblasti $\pm 1 S$ a číselně se pak musí shodovat s plochami ohraničenými shora funkcí

normálního rozdělení a zdola křivkou skutečného rozdělení. U těchto případů je k posouzení rozhodujícím kritériem hodnota směrodatné odchylky a graf referenční funkce relativní četnosti.



obr. 22

Jak plyne z posouzení těchto problematických případů, zjednoduší se oprávněně na základě předešlých ukázek úvahy o jejich chování předpokladem průběhu normálního rozdělení, protože jako jedno z hlavních hodnotících kritérií je velikost směrodatné odchylky. Nahradí se tedy, jak už bylo řečeno, průběh skutečného rozdělení normálním rozdělením se shodnou směrodatnou odchylkou.

Soubory z tabulky č. 2 vykazují obdobné výsledky jako zhodnocené soubory 1 až 15 z tabulky 1.

5. Určení parametrů základního souboru a subjektivní
===== posuzování barvotisků =====
=====

Značný význam při studiu výrobních činností má úloha odhadu parametrů základního souboru pomocí výběrových charakteristik. Odhady parametrů základního souboru jsou výběrové charakteristiky, protože rozdělení četností v náhodném výběru je odrazem rozdělení pravděpodobností v základním souboru. Nazývají se bodovými odhady, protože parametr odhadují jediným číslem, bodem. Výběrové charakteristiky jsou náhodné veličiny, a proto je odhad parametru vždy zatížen chybou, jejíž velikost je dána hladinou významnosti. Přesnost odhadu je tím vyšší, čím je rozsah u náhodného výběru větší.

Konfidenční interval udává přesnost, s jakou bodový odhad odhaduje parametr základního souboru s předem zvolenou pravděpodobností $1 - \alpha$, nazývanou konfidenční koeficient.

5.1. Odhad parametrů základního souboru

Jedná se o posouzení konfidenčních intervalů pro výběrové soubory o $n = 100$ a $n = 30$ prvcích. Protože rozdělení četností o náhodném výběru je odrazem rozdělení pravděpodobností v základním souboru, odráží se uvedený vztah i v případě výběru 30 prvků, kdy z průběhů grafů rozdělení hustoty i distribuční funkce je patrná značná podobnost s charakteristikami příslušného souboru o 100 prvcích.

5.1.1. Odhad střední hodnoty μ základního souboru

Pravděpodobnost, s jakou se provádí odhad $P = \gamma = 0,95$

$$P \left(\bar{x} - u_{\frac{1+\gamma}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + u_{\frac{1+\gamma}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right) = 0,95$$

$$u_{0,975} = 1,96$$

$$100 = \frac{1,96 \cdot 12}{10} = 2,352 \mu\text{m}$$

$$30 = \frac{1,96 \cdot 12}{30} = 4,294 \mu\text{m}$$

Požadovaná přesnost výběrového průměru $\pm \xi_{100} = \pm 2,352 \mu\text{m}$

odpovídá přesnosti měření $\pm 2,500 \mu\text{m}$, zatímco interval

$\pm \xi_{30} = \pm 4,294$ je téměř dvojnásobný.

5.1.2. Odhad směrodatné odchylky základního souboru $\dot{S}$

Pravděpodobnost odhadu $P = \gamma = 0,95$.

$$P \left(\frac{(n-1)S^2}{x_{\frac{1-\gamma}{2}, n-1}^2} < \dot{S}^2 < \frac{(n-1)S^2}{x_{\frac{1+\gamma}{2}, n-1}^2} \right) = 0,95$$

a) pro $n = 100$

$$P \left(\frac{99 \cdot 12^2}{128,422} < \dot{S}^2 < \frac{99 \cdot 12^2}{74,222} \right) = 0,95$$

$$10,536 < \dot{S} < 13,859$$

b) pro $n = 30$

$$P \left(\frac{29 \cdot 12^2}{45,722} < \dot{S}^2 < \frac{29 \cdot 12^2}{16,790} \right) = 0,95$$

$$9,556 \mu\text{m} < \dot{S} < 15,770 \mu\text{m}$$

Konfidenční interval pro odhad S ze 100 prvků je 3,323

a ze 30 prvků je opět téměř dvojnásobný 6,214 μm .

5.1.3. Rozlišovací schopnost lidského oka

Lidské oko zaznamená diferenci o hodnotě 0,1 až 0,06 mm. Směrodatná odchylka leží u základního souboru vlivem odhadu v jistém konfidenčním intervalu. Vezmeme-li v úvahu větší hodnotu z intervalu, pak rozsah $\pm 3 S = 83,154$ pro $n = 100$ a pro $n = 30$ je $\pm 3 S = 94,62 \mu\text{m}$.

Hodnocení z posuzování barevných tisků je ovlivněno i tím, že k požadovanému subtraktivnímu mísení barev se vlivem diferencí soutisku přiřazuje i částečně optické aditivní mísení. Dochází k více či méně přijatelnému zkreslení požadovaných barevných tónů.

Proto z výsledků četných subjektivních pozorování barevných reprodukcí s různými hodnotami směrodatné odchylky byly vyhodnoceny jako dobré tisky se směrodatnou odchylkou menší jak $15 \mu\text{m}$.

6. Návrh nové metodiky zkoušky soutisku

=====

Hodnocení soutisku se provádí pro každou náložku zvlášť, a tedy jsou k dispozici výběrové soubory hodnot naměřené soutiskové difference. Pro každou náložku tvoří tyto hodnoty náhodný výběr o rozsahu n .

Předpokládáme-li, že na tiskový proces působí pouze náhodné vlivy, pak přesnost tiskového stroje je charakterizována parametrem S . Čím větší je směrodatná odchylka, tím méně je tiskový proces ustálený a tím menší je přesnost sledovaného jakostního znaku. Tato skutečnost se promítne i do polohy vyhodnocovacích křivek podle ZP - 018, kde graf vyjadřuje závislost relativní četnosti naměřených hodnot soutiskové difference n a příslušných úchylných. Čím bude hodnota parametru S menší, tím bude vyhodnocovací křivka strmější.

Hodnotit soutisk lze podle různě přísných kritérií, která jsou určována požadavky na výsledky strojů rozdílné technické úrovně. U strojů špičkových parametrů se dá očekávat ustálený tiskový proces, který se projeví poměrně malou směrodatnou odchylkou, mnohdy i několikrát menší než požadovaná hodnota. U těchto tiskových strojů i odhad směrodatné odchylky a dejme tomu i střední hodnoty celého nákladu může být zatížen větší nepřesností vlivem menšího počtu výběrových prvků. Konkrétně místo výběrového souboru o 100 hodnotách stačí vyhodnotit pouze soubor o 30 hodnotách.

U strojů s pozvolnější záruční křivkou relativní četnosti lze očekávat větší směrodatnou odchylku, a proto k výstižnějšímu a v tomto případě žádanému přesnějšímu odhadu velikosti směrodatné odchylky v celém nákladu tisků

je třeba volit širší výběrový soubor, konkrétně 100 hodnot.

V otázce posuzování strmosti referenční křivky relativní četnosti se lze zorientovat podle obr. 1. Obecnou tendenci vytvářet normy a ustálit požadavky na kvalitu tisku z hlediska objektivního posuzování je možné vysledovat jak v zahraničí, tak u nás. Tak např. referenční křivka NSR je odrazem stavu zjištěného Sdružením bavorského tiskařského průmyslu objektivním vyhodnocením jejich strojového parku. Diagram zachycuje i referenční křivku výrobce ofsetových strojů v ČSSR Adamovských strojírén, k.p. Adamov.

Z uvedených hledisek pro volbu rozsahu výběrového souboru lze rozlišit dva přístupy k vyhodnocování zkoušky soutisku.

A) Vyhodnocení zkoušky soutisku špičkového tiskového stroje

V otázce patřičné strmosti křivky relativní četnosti lze za dostatečně strmou považovat referenční křivku Adamovských strojírén.

a) provede se náhodný výběr 30 hodnot soutiskové difference pro každou náložku zvlášť z rozsahu nákladu. Například pro 1000 ks se vyberou v pořadí za sebou podle generátoru náhodných čísel tiskové archy : 10, 50, 80, 160, 220, 230, 270, 290, 300, 305, 320, 330, 410, 420, 425, 460, 500, 550, 650, 690, 700, 720, 730, 770, 780, 810, 860, 900, 970 a 990.

b) vypočte se střední hodnota viz 3.1.1., kde

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i z_i}{n}$$

$$S' = \bar{x}$$

c) vypočte se směrodatná odchylka S

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

d) určí se soubor s největší směrodatnou odchylkou S a pro něj se zhotoví graf relativní četnosti soutiskových diferencí ve vztahu k úchytkám od střední hodnoty $\bar{x}$

e) takto sestavená křivka musí ležet nad referenční křivkou od výrobce stroje v celém svém rozsahu, aby byl soutisk vyhovující

f) splňuje-li soubor s největší směrodatnou odchylkou S podmínku e, splňují tuto podmínku i soubory ostatní

B. Posouzení zkoušky soutisku u strojů s pozvolnějši referenční křivkou

a) provede se náhodný výběr 100 hodnot soutiskové difference pro každou náložku zvlášť z rozsahu nákladu. Pořadí archů se určí z tabulek náhodných čísel nebo se tato čísla dají vypočítat dle následujícího algoritmu :

$$K_n = 1$$

$$M = 8\,192$$

výsledek závorky se zaokrouhlí na tisíce

$$K_{n+1} = 5K_n - (5K_n / M)M$$

$$K_{n+2} = 5K_{n+1} - (5K_{n+1} / M)M$$

$$K_{n+3} = 5K_{n+2} - (5K_{n+2} / M)M$$

$$\text{INDEX} = \frac{K_{n+3}}{M} \cdot N, \text{ kde } N \text{ je rozsah základního souboru v ks}$$

$$K_n = K_{n+3}$$

a celý algoritmus se opakuje znovu pro další výběr indexů. Indexem se rozumí požadované číslo tiskového archu v nákladu, tak jak byly za sebou tiskové archy potiskovány.

- b) vypočte se střední hodnota

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i z_i}{n}$$

- c) určí se směrodatná odchylka S

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- d) vybere se soubor s největší směrodatnou odchylkou S a pro něj se zhotoví graf relativní četnosti soutiskových diferencí ve vztahu k úchytkám od střední hodnoty $\bar{x}$
- e) vzniklá křivka pro vyhovující soutisk musí ležet v celém svém průběhu nad referenční křivkou od výrobce stroje
- f) pokud soubor s největší směrodatnou odchylkou S splňuje podmínku e, soutisk je vyhovující i u ostatních náložek

6.1. Zhodnocení přínosu nového způsobu hodnocení soutisku

Pro posouzení obtížnosti při konkrétních výpočtech podle navržených postupů oproti ZP - 018 a metodě FOGRA jsou zaznamenatečné časové úspory i z hlediska úrovně dostupné techniky před 20 lety. Směrodatná odchylka se určí početně, ne tedy graficky, jak navrhuje metoda FOGRA, a ze ZP - 018 se praktikuje jen vynesení jedné grafické závislosti.

Technický rozvoj zasáhl v průběhu 70. a 80. let výrazně i do spotřebitelské oblasti, takže běžné kapesní kalkulačky obsahující funkce statistických výpočtů umožní velmi rychle dosáhnout žádané směrodatné odchylky a střední hodnoty, která je důležitá pro případné vynesení grafické závislosti.

6.1.1. Hodnocení pracnosti a spotřeby času vzhledem k ZP - 018 a metodě FOGRA

Jak již bylo uvedeno, není v současnosti problém s danou výpočetní technikou vyhodnotit FOGROU i ZP-018 předepsaných 100 tiskových archů. Současný trend v požadavcích na kvalitu barevných reprodukcí si stále více vynucuje využití strojů, které budou vykazovat ustálený tiskový proces a kde se zásah subjektivního lidského činitele nahradí automatickou regulací i v oblasti správného soutisku. Proto je významné i to, že se bude při vyhodnocování měřit i podstatně užší výběrový soubor.

Na rozdíl od ZP - 018 a metody FOGRA jsem tedy v otázce rozsahu výběrového souboru provedla odlišení podle technických úrovní tiskových strojů a v oblasti vlastního návrhu metodiky zjednodušení ve vynášení grafických závislostí.

6.2. Perspektiva automatizovaného měření soutiskových diferencí a současného vyhodnocování

Nejobtížnější na procesu vyhodnocování zkoušky soutisku zdaleka není samotné statistické vyhodnocení, ale měření soutiskové difference. Použitím měrného prvku FNM se situace určitým způsobem zjednoduší, ale je zapotřebí využít mikroskop, a tedy v úvahu přichází únava personálu. Literatura /4/

udává čas pro měření a vyhodnocení jednoho místa pro 100 archů 1 hodinu, rekordní čas uvádí kolem 20 minut.

Automatizované čtení difference soutisku by v současných podmínkách bylo vyřešeno vhodným nakladačem nositelů soutiskové difference a zajištěním vhodného optického snímáče v konfiguraci s přístrojem Zbrojovky Brno DIGITES 2C.

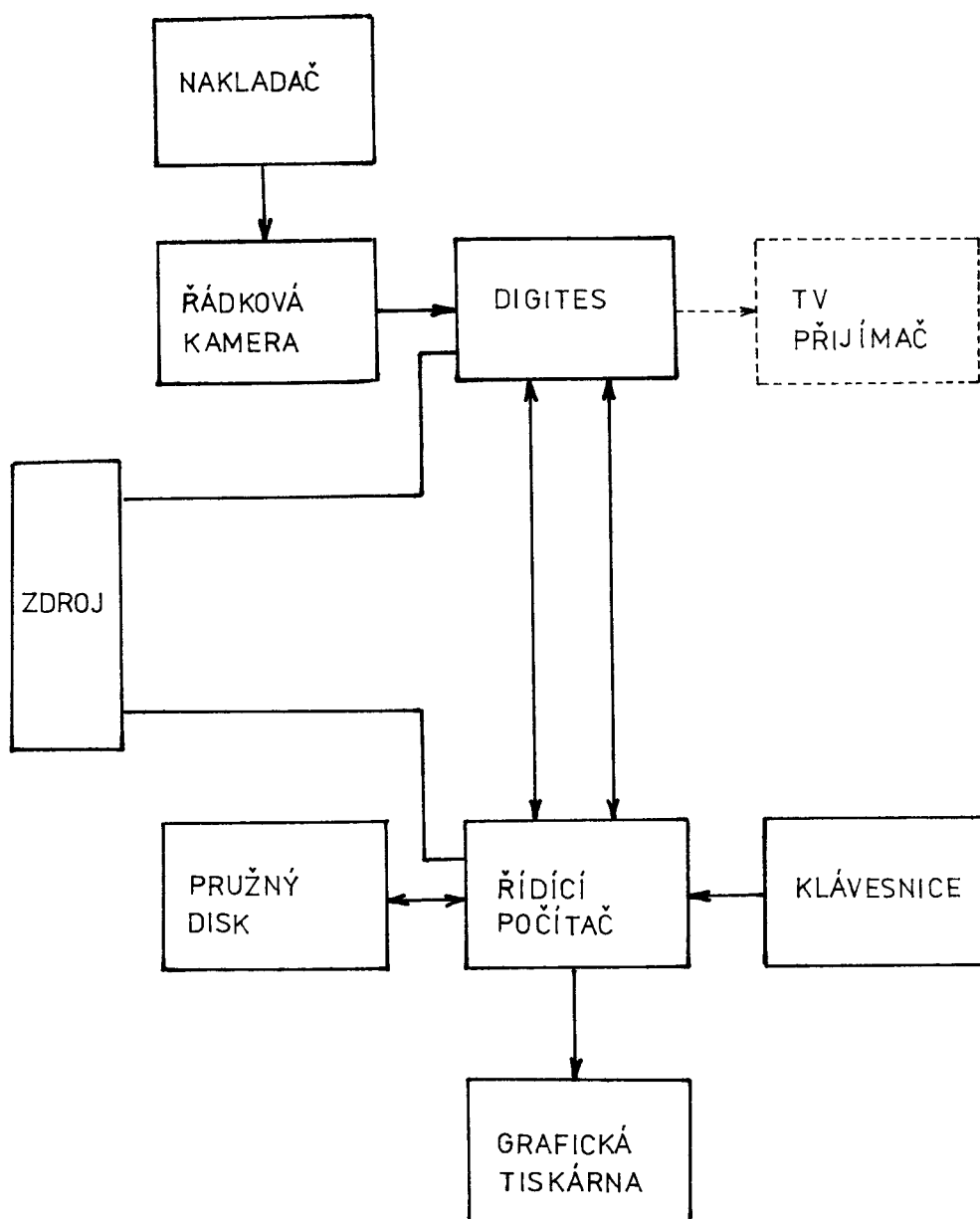
Tento přístroj je univerzální vizuální modul styku počítače s prostředím. Technicky pokrývá většinu požadavků, podmiňujících zavedení technického vidění do praxe v různých oborech výrobní činnosti.

Pro polygrafii lze DIGITES 2C využít ve zpracování alfanumerických a grafických předloh, v digitálním přenosu obrazové informace spojovými cestami a pro kontrolu barev.

Pořizovací ceny z uvedené konfigurace systému :

DIGITES - černobílá varianta	40 000,- Kčs
DIGITES - barevná varianta	80 000,- Kčs
GRAFICKÁ TISKÁRNA C 21116	40 000,- Kčs
KLÁVESNICE C 262.5	2 500,- Kčs
2 ks PAMĚŤ S PRUŽNÝM DISKEM C 7113	17 000,- Kčs
MIKROPOČÍTAČ	50 000,- Kčs
ŘÁDKOVÁ KAMERA	cca 50 000,- Kčs

Z předběžných pořizovacích cen by ekonomicky navržená konfigurace systému byla výhodná pro hromadné zpracování dat při vyhodnocování zkoušek soutisku a při doplnění vhodnými periferními zařízeními by bylo možno doplnit využití tohoto systému i pro jiné oblasti vizuální technické kontroly. Je jasné, že se snižujícím se rozsahem výběrového souboru pro zkoušku soutisku by se snižovalo plné využití tohoto systému, ale tuto otázku by měl posoudit provozovatel, který by eventuálně provedl nákup kompletace systému.



obr. 23 MOŽNÁ KONFIGURACE SYSTÉMU PRO AUTOMATICKÉ ČTENÍ
A VYHODNOCENÍ DIFERENCÍ SOUTISKU

Z á v ě r

=====

Protože je kvalita tisku velmi složitý pojem, nelze objektivně posoudit vzájemné souhrnné působení vlastností papíru, tiskových barev, tiskového tlaku a parametrů stroje včetně dalších důležitých faktorů.

Lze změřit odděleně vlastnosti papíru, barev, lze vyhodnotit i soutisk. Avšak metody měření jednotlivých veličin a jejich vyhodnocení musí být objektivní. Objektivnost metody pak nevylučuje volbu její správné aplikace.

Souhrnné zhodnocení výsledků zkoušek soutisku spolu se zkušenostmi s chováním náhodné veličiny v technické praxi bylo podkladem pro zevšeobecnění získaných poznatků a pro návrh úpravy dosud platných metod vyhodnocování.

V souvislosti s rozvojem výpočetní techniky a s jejím rozšířením do sféry spotřebního průmyslu se rozšiřují zároveň možnosti matematicko-statistické analýzy vztahů mezi tiskovým procesem a jeho vlivem na jakost výsledné produkce. Lze například aplikovat metody regresní analýzy k objasnění příčinných souvislostí mezi parametry a veličinami, které charakterizují tiskový proces a výsledné údaje se mohou zpětně využít k řízení a optimalizaci průběhu tisku.

P o d ě k o v á n í
=====

Je mi milou povinností poděkovat s. ing. Richardu
D r a p á k o v i a s. ing. Františku B o r ů v k o v i, CSc.
z VŠST v Liberci, kteří mi vždy ochotně poradili s danou
problematikou v rámci řešení této diplomové práce.

L i t e r a t u r a

- /1/ ČSN 01 0250 Statistické metody v průmyslové praxi,
ÚNM Praha 1973
- /2/ ZP - 018 - SZ 202 Praha
- /3/ TGL - 46 - 0144
- /4/ FOGRA praxis report Nr. 21/September 1975
- /5/ Olehla M., Olehla J., Věchet V. : Řešení úloh mate-
matické statistiky ve fortranu, NADAS
Praha 1982
- /6/ Dráb V., Moc L. : Teorie spolehlivosti a řízení jakosti,
skripta VŠST Třebíč, 1984
- /7/ Svrový V. : Využití matematické statistiky při hodno-
cení jakosti tisku