

Hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti plošných textilií

Disertační práce

Studijní program:

P3106 Textilní inženýrství

Studijní obor:

Textilní technika a materiálové inženýrství

Autor práce:

Ing. Petra Jirásková

Školitel práce:

prof. Ing. Petr Ursíny, DrSc.
Katedra technologií a struktur



Prohlášení

Prohlašuji, že svou disertační práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé disertační práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou disertační práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé disertační práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li disertační práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má disertační práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

11. května 2020

Ing. Petra Jirásková

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému školiteli prof. Ing. Petru Ursínymu, DrSc. za odborné vedení, rady, cenné připomínky a čas, který mi věnoval.

Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi byli jakkoliv nápomocní při vypracování této disertační práce. V neposlední řadě děkuji své rodině, přátelům a všem svým blízkým za podporu, kterou mi věnovali během vzniku této práce.

ANOTACE

Tématem disertační práce je objektivní hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazů plošných textilií (tkaniny vazeb Atlas, Kepr a plátno). Vzhledová nestejnoměrnost byla hodnocena na základě kolísání stupňů šedi v obrazu plošné textilie a vyjádřena jejím variačním koeficientem. Obrazy plošných textilií byly simulovány ze signálu měření hmotové nestejnoměrnosti na aparatuře Uster Tester 4-SX. Pro objektivní hodnocení vzhledu obrazů plošných textilií byly použity obrazová analýza a program „plošná nestejnoměrnost“ (Matlab). Při hodnocení byly použity dva postupy – hodnocení celého obrazu jako jedno pole a určení variačního koeficientu stupňů šedi v obraze. A rozdělení obrazu čtvercovou sítí a hodnocení stupňů šedi a její variability v jednotlivých polích. Na základě variability stupňů šedi v jednotlivých čtvercích různých velikostí byly konstruovány plošné variační křivky – vnitřní a vnější a semivariogramy. Semivariogramy byly použity pro hodnocení směrové nestejnoměrnosti (směr sloupců, řádků, diagonály a všesměrový). Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií simulované z přízí bez vad a přízí vykazující typické vzhledové vady (moaré efekt, pruhovitost, mrakovitost, neklidný vzhled).

Klíčová slova:

vzhledová nestejnoměrnost, simulovaný obraz plošné textile, stupeň šedi, plošná variační křivka, semivariogram

ANNOTATION

The thesis deals with the objective evaluation of unevenness of appearance of simulated images of fabrics (satin, twill and fabric weave). Unevenness of appearance was evaluated on the basis of fluctuation greyness degrees in the image of the fabric and expressed by its variation coefficient. The images of fabrics were simulated on the basis of signal of measured yarn mass irregularity on the apparatus Uster Tester 4-SX. Image analysis and the program "surface unevenness" (in Matlab) were used for the objective evaluation of the appearance of images of fabrics. Two methods were possible in the evaluation – evaluation of the whole image as one field and determination of the coefficient of variation of greyness degree in the image. And the image of fabric is divided into square field, when the individual greyness degree and its variability is evaluated. Based on the variability of greyness degrees in individual squares of different sizes, area variation curves were (internal and external) and semivariograms were created. Semivariograms were possible use for evaluation directional unevenness (direction of columns, rows, diagonals and omni-directional). Images of fabrics simulated from yarns without defects and yarns showing typical visual defects (moiré effect, stripiness, cloudiness, unset appearance) were used for evaluation.

Keywords:

unevenness of appearance, simulated image of fabric, greyness degree, area variation curve, semivariogram

АННОТАЦИЯ

Тема диссертации - объективная оценка визуальной неравномерности смоделированных изображений тканей (атлас, твил и полотняная ткань). Неоднородность внешнего вида оценивали на основе колебаний оттенков серого на изображении ткани и выражали ее коэффициентом вариации. Изображения ткани моделировали по сигналу измерения неоднородности массы на приборе Uster Tester 4-SX. Анализ изображений и программа «Неоднородность поверхности» (Matlab) были использованы для объективной оценки внешнего вида изображений тканей. При оценке использовались две процедуры - оценка всего изображения как одного поля и определение коэффициента вариации оттенков серого на изображении. И распределение изображения по квадратной сетке и оценка оттенков серого и его изменчивость в отдельных полях. На основе изменчивости градаций серого в отдельных квадратах разных размеров были построены кривые изменения площади - внутренние и внешние, а также вариограммы. Вариограммы использовались для оценки направленной неравномерности (направление столбцов, рядов, диагоналей и всенаправленных). Для оценки использовались изображения тканей, смоделированных из пряжи без дефектов, и пряжи, показывающей типичные визуальные дефекты (эффект муара, полоса, облачность, беспокойный внешний вид).

Ключевые слова:

визуальная неравномерность; смоделированное изображение ткани; уровень серого; кривая изменения площади; вариограмма

OBSAH

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK, ZNAČEK, SYMBOLŮ	8
1 ÚVOD.....	11
2 ANOTACE	13
2.1 Vyjádření nestejnomyěrnosti délkových textilií	13
2.1.1 Hmotová nestejnomyěrnost délkových textilií	13
2.1.2 Parametry nestejnomyěrnosti délkových textilií	14
2.1.3 Charakteristické funkce hmotové nestejnomyěrnosti	18
2.1.3.1 Spektrogram	18
2.1.3.2 Délková variační křivka	20
2.1.3.3 DR funkce	21
2.2 Hmotová nestejnomyěrnost plošných textilií	21
2.2.1 Projev hmotné nestejnomyěrnosti příze na vzhledu plošné textilie	22
2.3 Statistické charakteristiky pro vyjádření nestejnomyěrnosti v ploše	26
2.3.1 Plošné variační křivky	26
2.3.3 Další přístupy k hodnocení plošné nestejnomyěrnosti	28
2.3.4 Statistické charakteristiky pro zpracování experimentálních dat	30
3. HODNOCENÍ VZHLEDOVÉ NESTEJNOMYĚRNOSTI	33
3.1 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti pomocí obrazové analýzy	34
3.1.1 Hodnocení celého obrazu plošné textilie jako jednoho pole	34
3.1.2 Rozdělení obrazu plošné textilie na čtverce různých velikostí	35
3.1.3 Hodnocení obrazu plošné textilie rozdělených čtvercovou sítí ve směru řádků a sloupců	37
3.1.4 Zhodnocení aplikace obrazové analýzy pro hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti plošných textilií	38
3.2 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti – program „Plošná nestejnomyěrnost“	39
3.2.1 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti – vnitřní plošné variační křivky	40
3.2.2 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti – vnější plošné variační křivky	42
3.2.2.1 Periodická nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách	43
3.2.2.1.1 Periodická nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách – charakteristické spektrum	43
3.2.2.1.2 Periodická nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách – kupovité spektrum	45
3.2.2.1.3 Periodická nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách – porovnání	47
3.2.2.2 Periodická nestejnomyěrnost na středních vlnových délkách	49
3.2.2.3 Periodická nestejnomyěrnost na dlouhých vlnových úsečkách	51
3.2.2.3.1 Periodická nestejnomyěrnost na dlouhých úsečkách – charakteristické spektrum	51
3.2.2.3.2 Periodická nestejnomyěrnost na dlouhých úsečkách – kupovité spektrum	53
3.2.2.3.3 Periodická nestejnomyěrnost na dlouhých úsečkách – porovnání	55
3.2.2.4 Neperiodická nestejnomyěrnost na délce do 1m	57
3.2.2.5 Neperiodická nestejnomyěrnost na délce od 1m	59
3.2.2.6 Vliv velikosti vzhledové vady na průběh plošné variační křivky	61
3.2.3 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti – semivariogramy	63
3.2.3.1 Periodická nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách	64
3.2.3.2 Periodická nestejnomyěrnost na středních vlnových délkách	67

3.2.3.3 Periodická nestejnomyěrnost na dlouhých vlnových délkách.....	69
3.2.3.4 Neperiodická nestejnomyěrnost na délkách do 1 m.....	72
3.2.3.5 Neperiodická nestejnomyěrnost na délkách od 1 m.....	74
3.2.3.6 Vliv velikosti vzhledové vady na průběh semivariogramu	76
3.3 Souvislost hmotové a optické nestejnomyěrnosti	80
4 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A NOVÝCH POZNATKŮ	83
5 PRÁCE AUTORA SE VZTAHEM K STUDOVANÉ PROBLEMATICE	86
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	89
7 SEZNAM PŘÍLOH.....	92

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK, ZNAČEK, SYMBOLŮ

<i>Symbol</i>	
A	plocha čtverce
$CB(L)$	vnější délková variační křivka (gradient vnější nestejnoměrnosti)
$CV [\%]$	kvadratická nestejnoměrnost
$CV(A) [-]$	vnější variační koeficient stupňů šedi mezi čtverci o ploše A v obrazu plošné textilie
$CV_{ef} [\%]$	efektivní kvadratická nestejnoměrnost (skutečně naměřená nestejnoměrnost)
$CV_f [\%]$	výrobní kvadratická nestejnoměrnost
$CV_i [\%]$	variační koeficient stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli o ploše A
$CV_{lim} [\%]$	limitní kvadratická nestejnoměrnost
$CV_m [\%]$	skutečně naměřená kvadratická nestejnoměrnost (aparatura UT IV)
$CV_M [\%]$	strojová kvadratická nestejnoměrnost
$CV_{mass} [\%]$	hmotová nestejnoměrnost (přístroj QQM3)
$CV_{opt} [\%]$	optická nestejnoměrnost (přístroj QQM3)
$CV_{příze} [\%]$	naměřená hodnota kvadratické nestejnoměrnosti příze
$CV_{tk} [\%]$	variační koeficient stupňů šedi v simulovaném obrazu tkaniny
$CV_{vnejsi} [\%]$	variační koeficient stupňů šedi mezi čtvercovými plochami v obrazu tkaniny a v závislosti na velikosti sledované plochy – vnější plošná variační křivka
$CV_{vnitri} [\%]$	průměrný variační koeficient stupňů šedi uvnitř čtvercových ploch v obrazu tkaniny v závislosti na velikosti sledované plochy čtverce – vnitřní plošná variační křivka
$CV(L)$	vnitřní délková variační křivka (gradient vnější nestejnoměrnosti)
$CVV(A) [\%]$	průměrný variační koeficient stupňů šedi uvnitř čtvercového pole o ploše A
$CV2D/0,3\text{ mm} [\%]$	variační koeficient průměru příze pro délku snímání 0,3 mm
$CV2D/8\text{ mm} [\%]$	variační koeficient průměru příze pro střížní délku 8 mm
D_{ij}	rozptyl variogramu, semivariogramu
$DR [\%]$	Deviation Rate (míra odchylek)
$DR(x;y)$	míra odchylek, celková délka úseků l_i [m], které vykazují stejnou nebo vyšší odchylku než je $\pm x$ [%], vztažená k celkové délce L_T [m]
$E(x)$	střední hodnota
e	základ přirozených logaritmů ($e = 2,71828$)
$G_d [-]$	variace ve směru diagonály v semivariogramu
$G_o [-]$	variace omni – všesměrový semivariogram
$G_r [-]$	variace ve směru řádků v semivariogramu
$G_s [-]$	variace ve směru sloupců v semivariogramu
$G(lag)$	centrovaný semivariogram
H_0	nulová hypotéza
H_1	alternativní hypotéza
h	maximální počet vláken v příčném průřezu délkového vlákenného útvaru
$I [-]$	index nestejnoměrnosti
$K [\%]$	Hubertyho faktor
k	počet vláken ve skupině
$L[m]$	délka měřeného úseku

$\bar{l}$ [m]	průměrná délka vláken
L_i [m]	délka i -tého úseku vlákenného produktu (příze), u kterého je dosažena, resp. překročena nastavená mez odchylek $\pm x$ [%]
L_{tot} [m]	celková délka měřeného vlákenného produktu (příze), na kterém jsou zjišťovány úseky L_i [m]
L_1	dolní mez intervalu spolehlivosti
L_2	horní mez intervalu spolehlivosti
lag	přírůstkový vektor
$M(s)$	hmota elementární buňky
$\bar{m}$	střední hodnota hmotnosti
$m(l)$	okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu;
N	počet čtvercových ploch
$N(lag)$	počet dvojic pozorování ve vzdálenosti lag
$N(\mu; \sigma^2/n)$	normální rozdělení s parametry μ ; σ^2
n	průměrný počet vláken v průřezu délkové textile
$Plocha$ [cm ²]	velikost sledované plochy čtverce v obrazu tkaniny
R_{xy}	korelační koeficient
T [tex]	jemnost délkové textile
T_s	náhodná veličina Studentova t -rozdělení
t [tex]	jemnost vláken
t_2	testovací kritérium Studentova rozdělení pro testování významnosti korelačního koeficientu
$t_{1-\alpha/2}(n-1)$	100(1- α /2)% kvantil Studentova t -rozdělení s $(n-1)$ stupni volnosti
$t_{1-\alpha/2}(n-2)$	100(1- α /2)% kvantil Studentova t -rozdělení s $(n-2)$ stupni volnosti
S	směrodatná odchylka průměrných stupňů šedi ve čtvercích o ploše A obsažených v obrazu vzorku plošné textile
S_d	plocha horní hrany elementární buňky $Z(x)$
Sv_i	směrodatná odchylka stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli plošné textile
s	výběrová směrodatná odchylka
s^2	výběrový rozptyl
U [%]	lineární nestejnoměrnost
U_{ef} [%]	efektivní lineární nestejnoměrnost (skutečně naměřená nestejnoměrnost)
U_f [%]	výrobní lineární nestejnoměrnost
U_{lim} [%]	limitní lineární nestejnoměrnost
U_M [%]	strojová lineární nestejnoměrnost
v [%]	variační koeficient
v_p [%]	variační koeficient průřezu vláken
v_d [%]	variační koeficient průměru vláken
$\bar{X}$	průměrná hodnota stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli
$\bar{\bar{X}}$	průměrná hodnota středních stupňů šedi ve čtvercích o ploše A obsažených v obrazu plošné textile
x [%]	nastavená mez odchylky hmotnosti
$x\%$	limit překročení hranice pro výpočet DR
x_i	náhodné pole v místě x_i
y [m]	velikost úseků délkového vlákenného produktu, u kterých je sledováno kolísání jejich hmotností, tzv. "střížní délka"
y_i	náhodné pole v místě y_i

$y_m[\text{m}]$	střížní délka
$Z(x)$	náhodné pole
$Z(x) = Z(x,y)$	plošná hustota náhodného pole
$z(x_i)$	stupeň šedi v místě x_i .
$z_c(x_i)$	centrovaný průměrný stupeň šedi
$2D [\text{mm}]$	průměr příze (aparatura UT IV.- SX.)
α	hladina významnosti
Γ_{ij}	semivariogram, variogram
$\Gamma(h)$	směrový semivariogram
$\lambda [\text{m}]$	vlnová délka
$\lambda_m [\text{m}]$	střední délka vlny
$\lambda_{max} [\text{m}]$	vlnová délka odpovídající maximální amplitudě ve spektrogramu
μ	střední hodnota

1 ÚVOD

Nestejnomyšnost délkových textilií je velmi často sledovanou a hodnocenou vlastností, nejen u p r z , ale i u délkových polotovarů, kter  se postupn  tvo r  v technologii p eden . Nestejnomyšnost do ur it  míry ovlivňuje vlastnosti polotovarů a p edev m p r z  jako konečného produktu sp radac ch procesů, ovlivňuje jejich další zpracovatelnost a  aste n  také předurčuje jejich pou it . D le it  je nejen samotn  hodnota (tj.  roveň) nestejnomyšnosti, ale také kolísání této  rovn , kter  se negativn  projevuje na variabilitě dalších vlastnosti p r z . Nestejnomyšnost v znamn  ovlivňuje také např. vkládání z krut  do délkových textilií, kter  se projev  na jejich variabilitě a to m  negativn  vliv na variabilitu vlastnosti výsledných délkových textilií (např. pevnosti, tažnosti, ...), a proto má vliv další zpracovatelnost p r z . Vlastnosti délkových textilií (p r z ), kter  jsou vstupn  surovinou pro plo n  textilie, ovlivňují i vlastnosti plošných textilií (tkanin, pletenin).

Cílem technologie p eden  je vyrobit co nejstejnomy n j   p r z . P r ze je tvořena vlákny, kter  sama o sobě vykazují vlastn  nehomogenitu, tj. kolísání jemnosti a délky vláken. Samotn  proces tvorby p r ze je doprovázen náhodnými vlivy. Proto, ani teoreticky, nelze vyrobit absolutn  stejnomy nou p r z , tj. p r z  s nulov m kolísáním hmoty. P  iny toho jsou způsobeny jak vlákny, kter  tvo r  samotnou p r z , tak také procesem tvorby p r ze. Hmotov  nestejnomy nost p r z  je v plošných textiliích nejčastěji identifikována na jejich vzhledu. Vzhled plošných textilií je také ovlivněn vadami, kter  vykazuje p r ze (siln  / slab  místa, nopky), jejich počtem a velikostí.

Hmotov  nestejnomy nost je důležitou vlastností, jak z pohledu jejího vlivu na vlastnosti p r z  a nestejnomy nost plošných textilií, tak z pohledu samotného p eden . Nestejnomy nost poloproduktů, kter  se vytv r  v jednotlivých technologických stupních, v znamn  ovlivňuje samotn  proces p eden  (např. p etrhovost, chod stroje, ...), ale také se postupn  transformuje do v sledn  p r ze. Proto je nestejnomy nost sledována a vyhodnocována v celé technologii p eden  a v p r pad  zji t n  zvy en  hodnoty nestejnomy nosti nad přípustnou toleranci je prováděn zásah do výroby s cílem ji snížit. Oblast délkových textilií m  propracování systém m ren  a vyhodnocování zji t n  hmotov  nestejnomy nosti. V oblasti plošných textilií takov  systém pou  van  není.

Předmět a cíle disertační p r ce

Předmětem disertační p r ce je hodnocen  vzhledov  nestejnomy nosti plošných textilií pomocí „objektivních“ metod. Metody jsou založeny na hodnocen  obrazu plo n  textilie vytvořeného z výsledků m ren  nestejnomy nosti a počtu vad p r ze. Pou it  obrazy plošných textilií byly generovány simulačním programem aparatury pro m ren  nestejnomy nosti p r ze Uster Tester. Hledání souvislostí mezi hmotovou nestejnomy nost  délkových textilií (p r z ) a vzhledovou nestejnomy nost  plošných textilií na základě zji t n  nestejnomy nosti a počtu vad p r ze.

V anotaci jsou shrnuty poznatky o hmotov  nestejnomy nosti délkových textilií, možnostech jejího vyjad rov n  a hodnocen  p střednictv m parametrů a charakteristických funkcí. Jsou uvedeny projevy struktury hmotn  nestejnomy nosti p r ze na jejich vzhled a vzhled tkanin. Jsou uvedeny způsoby hodnocen  nestejnomy nosti plošných textilií, uvedeny statistick  charakteristiky, kter  lze použít pro vyj d ren  nestejnomy nosti plochy a přehled dalších p stup  k hodnocen  plo n  nestejnomy nosti.

Vlastní provedení disertační práce spočívá v hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazů tkanin různých vazeb (plátno, kepr, atlas). Tato nestejnoměrnost je vyjádřena variačním koeficientem stupňů šedi v hodnoceném obrazu. Na základě výsledků kolísání stupňů šedi byly konstruovány a hodnoceny plošné variační křivky a semivariogramy.

V závěru práce jsou shrnuty zjištěné poznatky o průběhu uvedených funkcí s ohledem na typ a strukturu nestejnoměrnosti přízí.

Disertační práce má následující dílčí cíle:

- hodnocení simulovaných obrazů plošných textilií (výstup aparatury Uster Tester) z přízí vykazující různé typy a strukturu nestejnoměrnosti;
- zpracování simulovaných obrazů pomocí obrazové analýzy a programu „Plošná nestejnoměrnost“ (program v Matlabu vytvořený prof. J. Militkým, Csc.);
- hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti s využitím plošných variačních křivek;
- hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti pomocí semivariogramů.

2 ANOTACE

2.1 Vyjádření nestejnomyěrnosti délkových textilií

Nestejnomyěrnost délkových textilií lze vyjádřit kolísáním hmoty (nestejnomyěrnost hmotová), nebo změnou velikosti průřezu, resp. kolísáním průměru příze (pokud přízi idealizujeme, potom lze průřez příze považovat za kruhový a měřit její průměr), tzv. objemová, resp. optická nestejnomyěrnost. V praxi je častěji sledována nestejnomyěrnost hmotová, kterou se rozumí *"kolísání hmoty vláken v průřezu, nebo na určitých délkových úsecích délkového vlákenného útvaru"* [1]. Nestejnomyěrnost lze zjišťovat na krátkých, nebo dlouhých úsecích.

Nestejnomyěrnost na dlouhých úsecích se zjišťuje nepřímou, zpravidla prostřednictvím např. kolísání jemnosti. Nestejnomyěrnost na krátkých úsecích se měří na aparaturách měřící kolísání hmoty, nebo objemu délkové textilie.

2.1.1 Hmotová nestejnomyěrnost délkových textilií [3]

Oblast nestejnomyěrnosti délkových textilií, především hmotové nestejnomyěrnosti, je poměrně dobře propracovaná jak z hlediska metod jejího zjišťování, tak z následných způsobů vyhodnocování, včetně možnosti zásahu do technologie s cílem ji snížit. K měření se běžně používá měřící aparatura firmy Uster Technologies – USTER TESTER, na které se měří nestejnomyěrnost na kapacitním principu, tj. hmotná nestejnomyěrnost. Existují další přístroje, např. OASYS® měřící systém (Zweigle), přenosné zařízení QQM (VÚB), které měří nestejnomyěrnost přízi opticky. V současnosti je možné nestejnomyěrnost přízi měřit přímo při výrobě na doprácacích stojích. Velmi často se na, např. rotorových nebo tryskových doprácacích strojích, ale i na soukacích strojích používají čidla pro měření nestejnomyěrnosti.

K vyjádření hmotové nestejnomyěrnosti délkových textilií se běžně používají parametry a charakteristické funkce.

Parametry nestejnomyěrnosti nabývají číselných hodnot, které vyjadřují úroveň nestejnomyěrnosti. Výhodou tohoto vyjádření je jeho jednoduchost, možnost porovnávání a, v případě měření nestejnomyěrnosti na aparatuře Uster Technologies – Uster Tester, také možnost zařazení dle standardu Uster Statistics.

Parametrické vyjádření nestejnomyěrnosti je formou lineární (U) a kvadratické nestejnomyěrnosti (CV). Parametry hmotové nestejnomyěrnosti jsou:

- limitní nestejnomyěrnost (kvadratická, lineární) – CV_{lim} , U_{lim} ;
- efektivní nestejnomyěrnost (kvadratická, lineární) – CV_{ef} , U_{ef} ;
- výrobní nestejnomyěrnost (kvadratická, lineární) – CV_f , U_f ;
- strojová nestejnomyěrnost (kvadratická, lineární) – CV_M , U_M ;
- index nestejnomyěrnosti I ;
- parametr DR (*Deviation Rate*).

Nevýhodou tohoto poměrně jednoduchého způsobu vyjádření nestejnomyěrnosti je nemožnost provádět analýzu příčin vzniku hmotové nestejnomyěrnosti. Proti tomu charakteristické funkce nevyjadřují hmotovou nestejnomyěrnost jednoduchým způsobem (číselně), ale zaznamenávají strukturu hmotové nestejnomyěrnosti prostřednictvím grafických záznamů. Jejich vyhodnocením lze analyzovat příčiny jejího vzniku a lze je využít k predikci nestejnomyěrnosti plošné textilie.

K vyjádření hmotové nestejnoměrnosti délkových textilií se používají charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti:

- spektrogram;
- délková variační funkce;
- DR křivka;
- modul přenosové funkce.

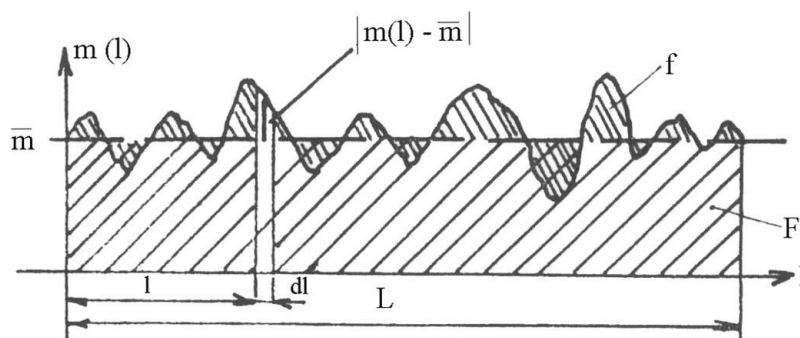
2.1.2 Parametry nestejnoměrnosti délkových textilií

Lineární nestejnoměrnost [3]

Lineární nestejnoměrnost vyjadřuje střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vlákenného útvaru, je definována [3]:

$$U[\%] = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \int_0^L |m(l) - \bar{m}| dl \quad (1),$$

- kde: U lineární hmotná nestejnoměrnost [%];
 $m(l)$... okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu;
 $\bar{m}$... střední hodnota hmotnosti;
 L délka úseku.



Obr. 1: Grafické znázornění střední lineární nestejnoměrnosti U [3]

Kvadratická nestejnoměrnost [3]

Kvadratická hmotová nestejnoměrnost je vyjádřena variačním koeficientem hmotnosti délkových úseků vlákenného útvaru. Je definována:

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \cdot \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (2),$$

- kde: CV ... kvadratická hmotová nestejnoměrnost [%];
 $m(l)$... okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu;
 $\bar{m}$... střední hodnota hmotnosti;
 L ... délka úseku.

Limitní nestejnomyernost [3]

Ani teoreticky nelze vyrobit absolutně stejnoměrnou přízi, tj. přízi s nulovou variabilitou hmoty v průřezu příze (délkového vláknenného útvaru). Minimální nestejnomyernost, kterou může délková textilie teoreticky dosáhnout, je definována jako limitní.

Limitní nestejnomyernost vyjadřuje nestejnomyernost ideálně stejnoměrné délkové textilie. Výpočet limitní nestejnomyernosti vychází z představy o náhodné tvorbě délkové textilie (tzn. délková textilie je útvar, který vzniká náhodným uspořádáním vláken v přízi), který se projeví kolísáním počtu vláken v jejím průřezu.

Počet vláken v průřezu délkového vláknenného útvaru lze vyjádřit celočíselnou náhodnou veličinou, kterou lze popsat Binomickým rozdělením. Za předpokladu, že sledujeme průřezy délkové textilie na délkách blízkých se nule a při uvažování dalších náhodných jevů ho lze popsat pomocí Poissonova rozdělení celočíselné náhodné veličiny [3]. Výsledkem tohoto odvození je vyjádření limitní nestejnomyernosti jako variačního koeficientu počtu vláken v průřezu délkové textilie. V praxi jsou tyto, tzv. zjednodušené Martindaleovy, vztahy používány ve tvaru pro kvadratickou (3), resp. lineární (4) limitní nestejnomyernost:

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad [\%] \quad (3), \quad U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \quad [\%] \quad (4),$$

kde: CV_{lim} , U_{lim} kvadratická / lineární limitní nestejnomyernost [%];
 n průměrný počet vláken v průřezu délkové textilie;
 T jemnost délkové textilie [tex];
 t jemnost vláken [tex].

Průměrný počet vláken v průřezu délkové textilie se odhaduje ze vztahu (5):

$$n = \frac{T[tex]}{t[tex]} \quad (5).$$

Výše uvedené vztahy (3), (4) platí za předpokladu, že délkový přádelnický je tvořen pouze stejnými vlákny – tj. z vláken stejného rozměru a geometrického tvaru. Skutečná vlákna, především některá přírodní vlákna, ale nevykazují pravidelný stejný geometrický tvar, resp. průřez. Reálná vlákna tak vykazují vlastní nestejnomyernost, která se vyjadřuje variačním koeficientem průřezu vláken (v_p), resp. variačním koeficientem průměru pro vlákna kruhového průřezu (v_d). Pro výpočet limitní nestejnomyernosti se potom používají zobecněné Martindaleovy vztahy (6), (7):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} \quad [\%] \quad (6), \quad U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} \quad [\%] \quad (7),$$

kde: v_p variační koeficient průřezu vláken [%].

U vláken přibližně kruhového průřezu lze vyjádřit variabilitu vláken variačním koeficientem průměru vláken v_d [%]. Experimentálně bylo zjištěno, že přibližně platí: $v_p = 2 \cdot v_d$. Dosazením do zobecněného vztahu a po jeho úpravě má vztah pro kvadratickou limitní nestejnomyernost tvar (8), (9):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad [\%] \quad (8), \quad U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad [\%] \quad (9)$$

kde: v_d variační koeficient průměru vláken [%].

Odvození limitní nestejnoměrnosti vychází z předpokladu Poissonova ideálního pramenu vláken, tj. všechna vlákna jsou ojednocená, chovají se samostatně a mají stejné parametry – jemnost, tvar průřezu a všechna vlákna se budou ve sledovaném úseku vyskytovat se stejnou pravděpodobností.

Na limitní nestejnoměrnost mají vliv i další parametry faktory, kromě již uvedených (počet vláken v průřezu, variabilita vláken) je to také sklon vláken v délkové textilií a jejich délka. Vlivy těchto parametrů na limitní nestejnoměrnost se zabývali např. NECKÁŘ, DAS [38], kteří sledovali vliv sklonu vláken v přízi na limitní nestejnoměrnost a dospěli k závěru, že vliv ostatních parametrů, kromě počtu vláken v průřezu, je velmi malý, řádově se na nestejnoměrnosti podílí 2-3%.

Dosud používané vztahy pro výpočet limitních nestejnoměrností (3) - (9) vycházejí z předpokladu, že vlákenný tok je tvořen samostatnými vlákny, které se také tak chovají. V [31] bylo prokázáno a i praxe to potvrzuje, že vlákenný tok není tvořen jen samostatnými vlákny, ale některá vlákna tvoří shluky či svazky (skupinky dvou, tří, ... vláken). Svazek vláken se chová jako jedno silné vlákno a tím se snižuje reálný počet vláken v průřezu a má významný vliv na hodnotu limitní nestejnoměrnosti, kterou zvyšuje. Proto se při výpočtu limitní nestejnoměrnosti doporučuje používat korekci průměrného počtu vláken v průřezu délkové textilie počtem vláken ve skupině a dle [31] se pro výpočet limitní nestejnoměrnosti potom doporučuje používat vztah (10):

$$CV_{\text{lim}} = \frac{100}{\sqrt{\frac{n}{k}}} \quad [\%] \quad (10),$$

kde: k počet vláken ve skupině.

Svazky, která vlákna tvoří mohou být 2 typů:

- tvrdé svazky, které jsou důsledkem charakteru vláken, u bavlny je to např. lepivost, a nelze je v technologii rozvolnit.
- měkké svazky, které jsou způsobeny technologickými procesy, např. rozvolňování, ojednocování, ty souvisí s kvalitou provedení jednotlivých technologických procesů, technickým stavem pracovních částí strojů. Tyto svazky jsou rozvolnitelné a odráží „kvalitu technologie“.

Dle [31] počet vláken ve skupině souvisí se středním počtem vláken v průřezu délkového vlákenného útvaru. Čím je nižší střední počet vláken v průřezu délkové textilie, tím je nižší také střední počet vláken ve skupině a v [31] jsou definovány vztahy pro experimentální stanovení hodnoty středního počtu vláken ve skupině. Pro výpočet limitní nestejnoměrnosti potom různí autoři doporučují použít tzv. „Bornetův“ vztah, který pracuje s korigovaným počtem vláken v průřezu. V literatuře [3] je uváděn také vztah Van den Abeeleho, který také zohledňuje to, že se vlákna ve vlákenném toku se nechovají jako samostatné útvary. Některé tyto vztahy pracují s parametry, které jsou obtížně zjistitelné a proto se v praxi nepoužívají.

Z výše uvedených důvodů pro výpočet limitní nestejnoměrnosti se i přes „nevýhody“, ale pro jednoduchost výpočtu nejvíce používají vztahy dle Martindalea.

Index nestejnoměrnosti

Pro vyjádření míry nestejnoměrnosti se používá index nestejnoměrnosti I (11), (12), který je poměrem skutečně zjištěné a limitní nestejnoměrnosti. Ideální délková textilie je taková, která vykazuje pouze limitní nestejnoměrnost. V tom případě by hodnota indexu nestejnoměrnosti byla rovna jedné. Prakticky je ale vždy $I > 1$ (nestejnoměrnost skutečného

délkového produktu je vždy vyšší než hodnota limitní nestejnoměrnosti). Index nestejnoměrnosti tak vyjadřuje míru odchylky reálného produktu od ideálního.

$$I = \frac{CV_{ef}}{CV_{lim}} \quad (11), \quad \text{resp.} \quad I = \frac{U_{ef}}{U_{lim}} \quad (12),$$

kde: CV_{ef} , U_{ef} skutečně naměřená (tzv. efektivní) nestejnoměrnost [%].

Index nestejnoměrnosti lze také dle literatury [7] vyjádřit pomocí tzv. Hubertyho faktoru K (13):

$$I = \frac{K}{100} \quad (13).$$

V ideálním případě je hodnota Hubertyho faktoru rovna 100, ale prakticky je vždy $K > 100$.

Nestejnoměrnost textilie, nejen délkové, souvisí s jemností délkové textilie, jemností vláken a jejich vlastní variabilitou. Index nestejnoměrnosti je zatížen jednak výše uvedenými parametry (jsou zahrnuty v limitní nestejnoměrnosti) a dále faktory ovlivňujícími nestejnoměrnost reálné délkové textilie (tj. vliv technologie – např. promísení vláken, kvalita provedení jednotlivých spřádacích procesů – kvalita rozvolňování, ojednocování vláken).

Stejně jako limitní nestejnoměrnost, tak i index nestejnoměrnosti souvisí s počtem vláken v průřezu délkové textilie. Pro délkové útvary, které mají vyšší počet vláken v průřezu nabývá vyšších hodnot (přásty, prameny), pro jemné délkové útvary (příze) nabývá nižších hodnot. Podle [31] by měla být kvalita délkového vlákenného produktu posuzována podle reálného produktu, který je dosažitelný v určitém stupni technologického postupu a nikoliv podle ideálního.

Dalšími vypočítávanými parametry nestejnoměrnosti jsou výrobní a strojová nestejnoměrnost.

Výrobní nestejnoměrnost – CV_f , U_f – vyjadřuje jakou část nestejnoměrnosti do délkového produktu zanesl výrobní proces (tj. samotná výroba). Je způsobena vlivy, které vyplývají z výrobního procesu s výjimkou náhodného uspořádání vláken.

Strojová nestejnoměrnost – CV_M , U_M – vyjadřuje nestejnoměrnost, kterou do produktu vnesl jeden konkrétní stroj.

Pro vyjádření nestejnoměrnosti přízí je možno použít tak míru odchylek – Deviation Rate DR . Hodnota DR představuje míru odchylek, která určuje podíl celkové délky nestejnoměrnosti příze s překročením nastaveného limitu k celkové délce testované příze. Hodnota DR je vždy počítána pro určitou střížnou délku. Funkce DR je definována rovnicí (14):

$$DR_{(x\%ym)} [\%] = \frac{\sum L_i}{L_{tot}} \cdot 100 \quad (14),$$

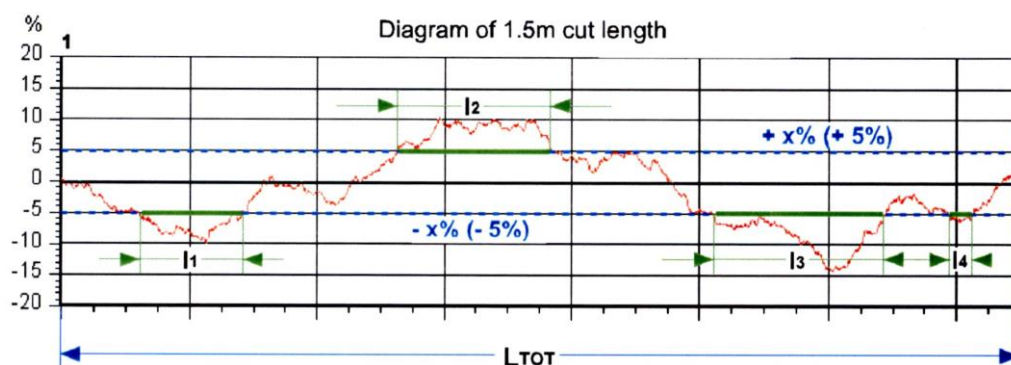
kde: $DR(x;y)$... míra odchylek, celková délka úseků L_i [m], které vykazují stejnou nebo vyšší odchylku než je $\pm x$ [%], vztažená k celkové délce L_T [m]

x ... nastavená mez odchylky hmotnosti [%]

y ... velikost úseků délkového vlákenného produktu, u kterých je sledováno kolísání jejich hmotností, tzv. "střížná délka" [m]

L_i ... délka i -tého úseku vlákenného produktu (příze), u kterého je dosažena, resp. překročena nastavená mez odchylek $\pm x$ [%]

L_{tot} ... celková délka měřeného vlákenného produktu (příze), na kterém jsou zjišťovány úseky L_i [m], kde $i = 1, \dots, k$, přičemž k ... celkový počet uvedených úseků [m]



Obr. 2.2: Definice DR hodnoty pro střižní délku 1,5 m a kontrolní hranici 5% [4]

K výpočtu činitele DR se používá relativní hmotová nestejnoměrnost, kdy se jednotlivé naměřené body příze převádějí na procentuální odchylku dle vztahu (15):

$$x_i \% = \left(\frac{x_i}{x} \right) \cdot 100\% \quad (15).$$

Výhodou vyjadřování nestejnoměrnosti pomocí parametrů je jejich relativní rychlost a snadnost. Nestejnoměrnost je vyjádřena jednou číselnou hodnotou, která vyjadřuje její úroveň. Parametrické vyjádření nestejnoměrnosti lze využít k zařazení přízí a délkových útvarů dle Uster Statistics. Nevýhodou tohoto vyjádření nestejnoměrnosti je nemožnost provádět analýzu hmotové nestejnoměrnosti a hledat příčiny jejího vzniku. K tomu se používají tzv. charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti.

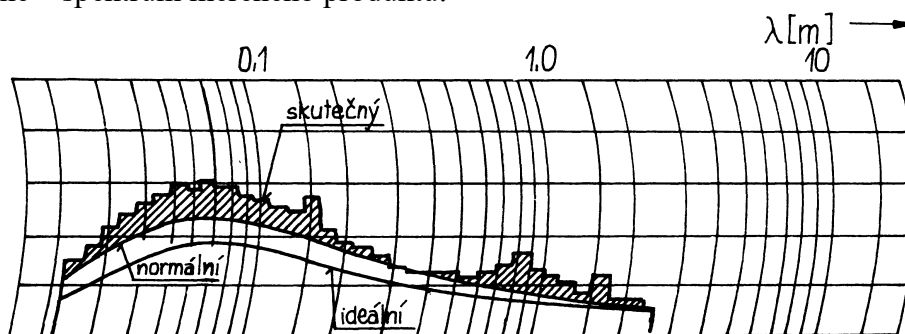
2.1.3 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti

Charakteristické funkce nestejnoměrnosti zachycují její strukturu a jejich analýzou lze odhalit vadný technologický stupeň, event. vadnou část stroje. Oproti parametrům nestejnoměrnosti jde o grafický záznam nestejnoměrnosti.

2.1.3.1 Spektrogram

Spektrogram je amplitudový záznam jednotlivých harmonických složek kolísání hmoty délkového produktu v závislosti na vlnové délce. Ve spektrogramu lze rozeznat tři typy spekter:

- ideální – spektrum ideálního produktu (tj. produktu s limitní nestejnoměrností);
- normální – spektrum bezvadného produktu;
- reálné – spektrum měřeného produktu.



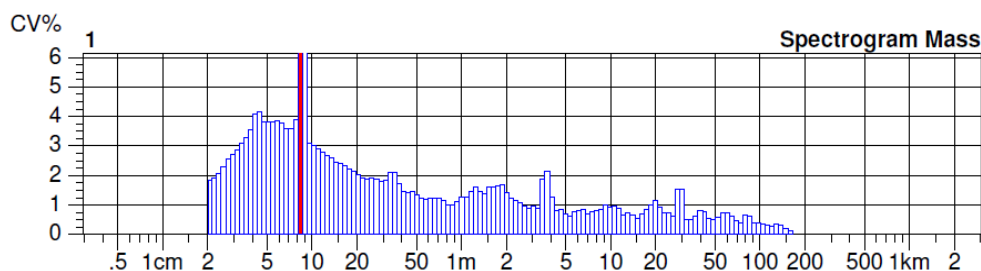
Obr. 2.3: Spektrogram – spektra ideální, normální, skutečné [3]

Na průběhu spektrogramu reálného produktu (obr. 2.3) lze identifikovat charakteristická spektra (tzv. "komíny") a kupovitá spektra (tzv. "kupy"). Na základě průběhu spektrogramu lze podle vlnové délky vady λ identifikovat periodickou nestejnoměrnost na:

- na krátkých vlnových délkách (λ do 50 cm)
- na středních vlnových délkách ($\lambda = 50 \text{ cm} - 5 \text{ m}$)
- na dlouhých vlnových délkách ($\lambda > 5 \text{ m}$)

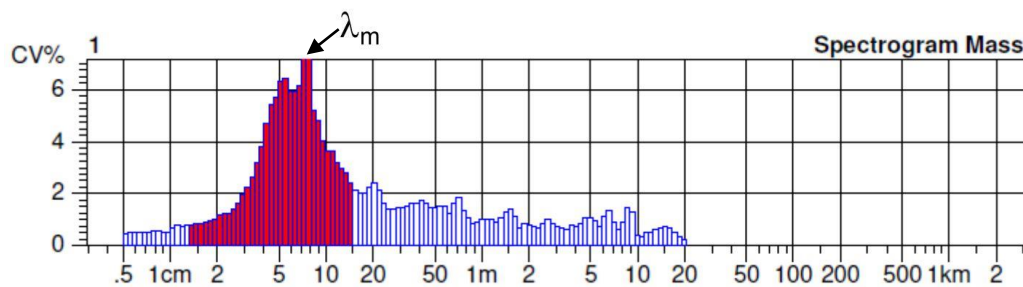
Na přádelnických strojích se mohou vyskytovat vady, které se projevují zvýšením nestejnoměrnosti a ve spektrogramu lze takto identifikovat dva typy vad:

- závady mechanického charakteru (tzv. „charakteristické spektrum“ – obr. 2.4) se ve spektrogramu projevují značně zvýšeným „komínem“ na určité vlnové délce, která odpovídá složkám s výrazně vyšší amplitudou. Příčinou změny nestejnoměrnosti (zesílení, resp. zeslabení) jsou změny hmotnosti průřezu, které jsou od sebe stejně vzdáleny, tzn. periodicky se opakují v důsledku periodicky se opakujícího působení vadné části stroje. Tyto vady jsou čistě periodické a jsou způsobeny – např. poškozeným válcem, ozubeným kolem v převodu, poškozenými nebo opotřebenými mykacími povlaky, vyosená kola,;



Obr. 2.4: Spektrogram s mechanickou závadou (charakteristické spektrum), příze 100% CO, $T = 25 \text{ tex}$

- průtahové vlny (tzv. kupovité spektrum – obr. 2.5) se ve spektrogramu projevují vyvýšením, které odpovídá určitému rozsahu vlnových délek. Tato vada není čistě periodického charakteru, tzn. jedné vlnové délky. Kupovité spektrum vzniká nesprávnou kontrolou vláken v průtahovém poli a určující hodnotou je střední délka vlny λ_m , která odpovídá maximální amplitudě tohoto spektra.

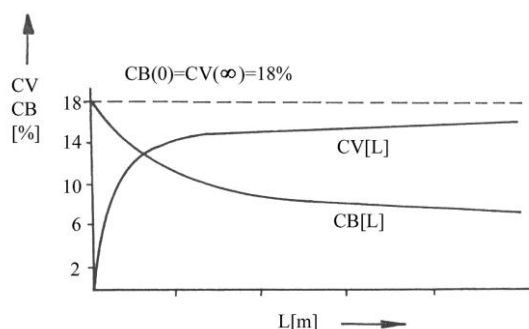


Obr. 2.5: Spektrogram průtahových vln (kupovité spektrum), λ_m střední délka vlny

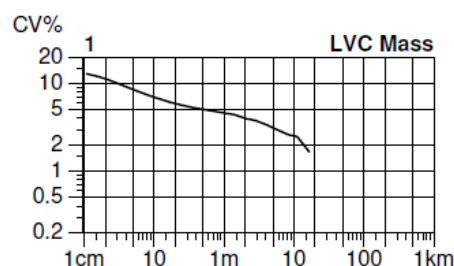
Vady ve spektrogramu lze, podle typu vady, identifikovat různými výpočtovými metodami, kterými lze odhalit pravděpodobně vadný díl, část stroje, resp. vadné průtahové pole s cílem dosáhnout lepší stejnoměrnosti výsledného délkového produktu.

2.1.3.2 Délková variační křivka

Délková variační křivka zaznamenává neperiodické kolísání hmoty délkového vláknenného produktu. Křivka znázorňuje závislost vnější hmotné nestejnoměrnosti na délce úseku vláknenného produktu. Je možno sledovat trendy kolísání na úsecích různé délky uvnitř (vnitřní variační křivka), nebo vně sledovaného úseku (vnější variační křivka). V praxi se uplatňuje a vyhodnocuje vnější variační křivka (obr. 2.6), která vyjadřuje míru kolísání hmotnosti mezi úseky délek L . Ve starší literatuře je vnější délková variační křivka označována jako „gradient vnější nestejnoměrnosti“ – $CB(L)$ a vnitřní délková variační křivka jako „gradient vnitřní nestejnoměrnosti“ – $CV(L)$.



Obr. 2.6: Průběh délkových variačních křivek – vnitřní $CV(L)$ a vnější $CB(L)$ [3]



Obr. 2.7: Délková variační křivka, 100%, CO prstencová příze 29,5 tex

Průběh křivek vnitřní ($CV(L)$) a vnější ($CB(L)$) vnější hmotné nestejnoměrnosti závisí na délce sledovaného úseku (viz obr. 2.6). Pro jejich průběh platí:

$$\begin{aligned} CB(0) &= CV(\infty) \\ CB(\infty) &= CV(0) = 0 \end{aligned} \quad (16).$$

Dále platí:

$$\begin{aligned} CV^2(\infty) &= CB^2(0) = CV^2(L) + CB^2(L) \\ CV(\infty) &= CB(0) = \sqrt{CV^2(L) + CB^2(L)} \end{aligned} \quad (17).$$

Podle uvedených závislostí platí, že s rostoucí sledovanou délkou L křivka vnitřní hmotné nestejnoměrnosti $CV(L)$ rychle roste a blíží se mezní hodnotě. Křivka vnější hmotné nestejnoměrnosti $CB(L)$ má opačný průběh, s rostoucí sledovanou délkou L klesá.

V současnosti se sleduje a vyhodnocuje pouze vnější délková variační křivka, která je jedním ze standartních výstupů aparatur pro měření nestejnoměrnosti délkových textilií. Délková variační křivka vyjadřuje závislost vnější hmotné nestejnoměrnosti na délce úseku vláknenného produktu.

Délková variační křivka se sestavuje podle indexů nestejnoměrnosti přádelnických produktů v jednotlivých stupních výroby. Limitní délková variační křivka se vypočítává výpočtovou metodou, nebo pomocí empirických vztahů uvedených v [3]. Délková variační křivka je přímka, pro případ ideální délkové textilie (tzv. ideální délková variační křivka) má přímka sklon - $26^\circ 30'$.

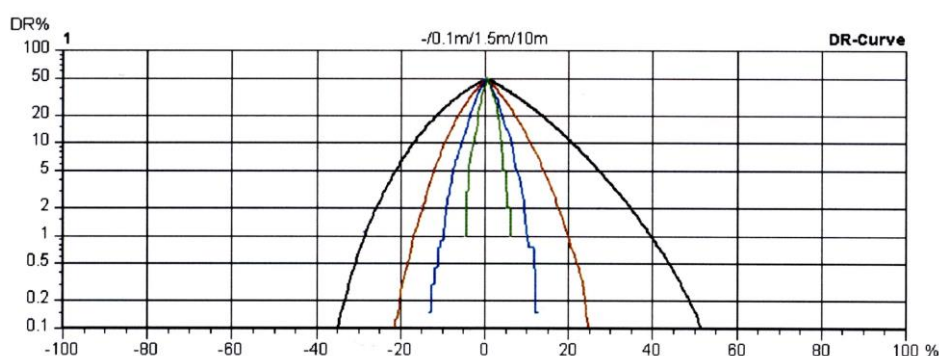
Délková variační křivka reálného délkového produktu leží vždy nad ideální křivkou, jakákoliv odchylka (zlom) na křivce znamená změnu nestejnoměrnosti. Zlom směrem nahoru znamená zhoršení nestejnoměrnosti, naopak zlom směrem dolů znamená zlepšení stejnoměrnosti. Při

vyhodnocení délkové variační křivky se sleduje délka, na které je zlom zaznamenán (metoda Grosberg – Malatinsky) a následně je identifikován vadný technologický stupeň (resp. stroj), na kterém ke změně nestejnoměrnosti došlo. Vyhodnocení délkové variační křivky spočívá v porovnání reálné a limitní křivky.

Délková variační křivka zachycuje vliv celé technologie na výslednou nestejnoměrnost délkové textilie (příze), z jejího průběhu lze identifikovat neperiodickou nestejnoměrnost.

2.1.3.3 DR funkce

Křivky *DR* jsou v podstatě hmotnostní histogramy s logaritmickou y-novou stupnicí. Pokud by její měřítko bylo lineární, nejzazší křivka by měla stejný zvonovitý tvar jako normální hmotnostní histogram. Logaritmická stupnice umožňuje bližší pohled na velké odchylky. Úhel mezi vnější a vnitřní křivkou *DR* se mění v závislosti na velikosti nestejnoměrnosti na dlouhých úsečkách. Průběh křivek je znázorněn na obr. 2.8.



Obr. 2.8: DR křivky: normální / 0,1 m / 1,5 m / 10 m pro 100%CO rotorovou přízi jemnosti $T = 25$ tex [4]

2.2 Hmotová nestejnoměrnost plošných textilií

Plošná textilie je vyrobena z přízí, které se svojí nestejnoměrností projeví také na nestejnoměrnosti plošné textilie. Nestejnoměrnost plošných textilií se projeví na variabilitě jejich vlastností, např. plošná hmotnost, prodyšnost, ...

Obecně je nestejnoměrnost plošné textilie je způsobena:

- nestejnoměrností délkových textilií (tj. přízí), ze kterých je plošná textilie vyrobena;
- procesem výroby plošné textilie (tj. tkaním, pletením).

Jednou z vlastností, na které se projeví nestejnoměrnost přízí je vzhled plošné textilie, který může být a obvykle také je předmětem hodnocení. Celkový vzhled plošné textilie je ovlivňován příčinami, které spočívají jednak v samotném výrobním procesu plošné textilie (tj. tkaním, pletením) a dále nestejnoměrností vstupního materiálu, tj. délkových textilií (přízí) a jejich strukturou. Na vzhledu plošných textilií a v konečném důsledku i hotových výrobků se projevují periodické i neperiodické nestejnoměrnosti a dále také vady přízí a některé další vlastnosti (např. chlupatost). Každý typ vady, který lze identifikovat v přízi, se na vzhledu plošné textilie projeví specifickým způsobem. Příze, které vykazují stejnou, nebo velmi podobnou hodnotu nestejnoměrnosti (kvadratická, lineární nestejnoměrnost) mohou v plošných textiliích vyvolávat různý vzhled. Pro posouzení vlivu nestejnoměrnosti délkové textilie na vzhledovou nestejnoměrnost plošné textilie je kromě samotné hodnoty nestejnoměrnosti také důležitá struktura nestejnoměrnosti (vlnová délka charakteristických složek hmotové nestejnoměrnosti, typ a velikost výkyvu).

Obecně platí, že délkové textilie (příze), které vykazují vyšší nestejnoměrnost, závadnější spektrogram, nebo délkovou variační křivku budou pravděpodobně způsobovat také horší vzhled plošné textilie zní vyrobené.

2.2.1 Projev hmotné nestejnoměrnosti příze na vzhledu plošné textilie [3], [4]

Z praxe jsou známy příčiny některých typických projevů nestejnoměrnosti délkových textilií na vzhledu plošných textilií. Na základě hodnocení vzhledu plošných (např. [5], [6]) textilií byla určena pravidla, podle kterých lze vysvětlit souvislost mezi vlnovou délkou vady a vzhledovou nestejnoměrností plošné textilie.

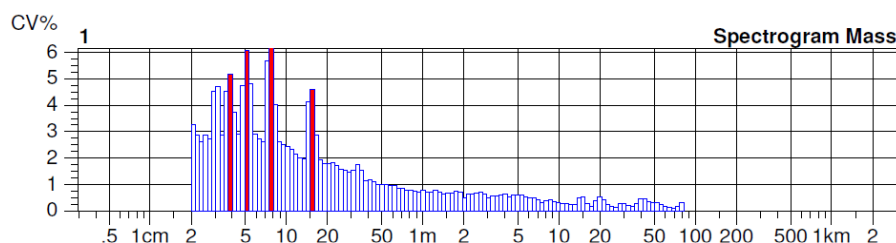
Periodická nestejnoměrnost

Tato je zaznamenána ve spektrogramu a podle vlnové délky, na které identifikována se rozděluje do skupin:

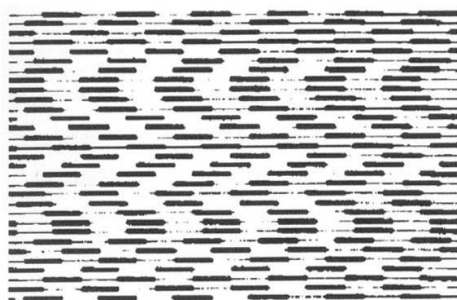
1. periodická nestejnoměrnost na krátkých vlnových délkách;
2. periodická nestejnoměrnost a středních vlnových délkách;
3. periodická nestejnoměrnost na dlouhých vlnových délkách.

Periodická nestejnoměrnost se na vzhledu plošné textilie projeví ve formě [4]:

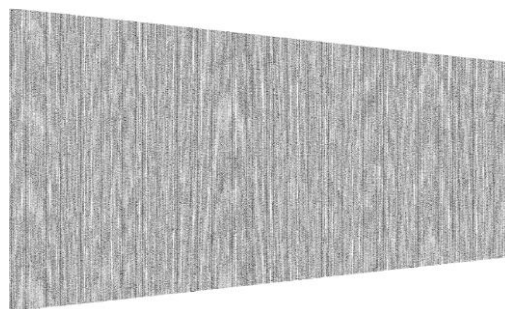
1. Moaré efektu, který je tvořen periodickým kolísáním hmoty na krátkých vlnových délkách ($\lambda \leq 50$ cm) – viz obr. 2.9. Tyto vady jsou v přízích zastoupeny relativně četně, jsou způsobeny i malým periodickým výkyvem průřezu příze. V plošných textiliích tvoří shluky vedle sebe ležících míst s velmi zesílenými nebo zeslabenými místy v přízi. Na vzhledu plošné textilie tvoří nenáhodné obrazce s pravidelnou strukturou (vytváří obraz struktury dřeva), které se projevují jako neklidný vzhled. Na vzhled plošné textilie nemá vliv, zda jde o projev kupovitého nebo charakteristického spektra. Na obr. 2.10 je uveden náčrt moaré efektu ve tkanině a na obr. 2.11 vzhled příze navinuté na desce – příze vykazující moaré efekt.



Obr. 2.9: Projev moaré efektu ve spektrogramu příze – 100% CO, rotorová příze, $T = 55$ tex

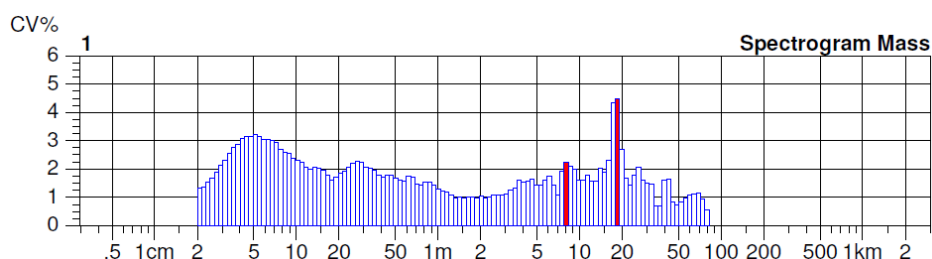


Obr. 2.10: Moaré efekt ve tkanině – náčrt [4]



Obr. 2.11: Moaré efekt v přízi (návin na desce), 100% CO, rotorová $T = 55$ tex

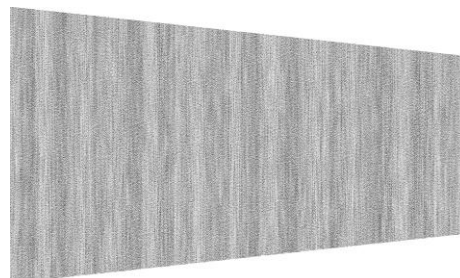
2. Pruhořitosti, která je tvořena periodickým kolísáním hmoty na dlouhých vlnových délkách ($\lambda > 5 \text{ m}$) s vysokou amplitudou – viz obr. 2.12. Na vřhledu plošných textilií se projeví jako různě silné příčné pruhy. Vlnová délka vady určuje periodu pruhořitosti, tj. počet útků, nebo otáček pletacího stroje mezi pruhy. Na obr. 2.13 je uveden náčrt moaré efektu ve tkanině a na obr. 2.14 vřhled příze navinuté na desce – příze vykazující pruhořitost.



Obr. 2.12: Projev moaré efektu ve spektrogramu příze – 100% CO, $T = 50 \text{ tex}$

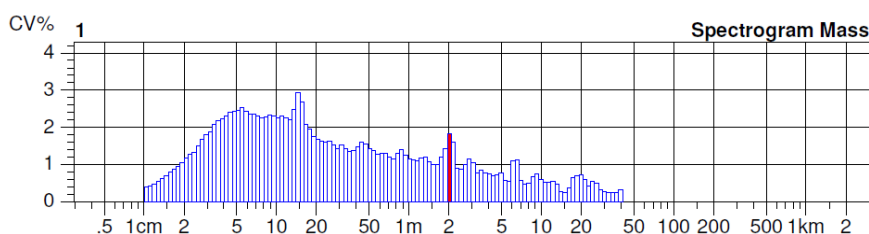


Obr. 2.13: Pruhořitost ve tkanině – náčrt [4]

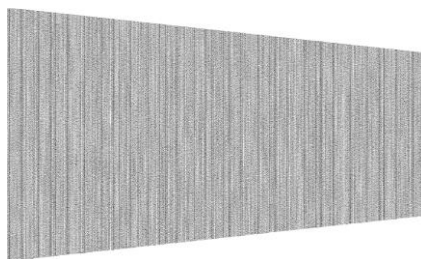


Obr. 2.14: Pruhořitost v příze (návin na desce), 100% CO, $T = 50 \text{ tex}$

3. Periodické vady s kolísáním hmoty na středních vlnových délkách ($50 \text{ cm} > \lambda > 5 \text{ m}$) – viz obr. 2.15 se v plošných textiliích výrazně neprojevují. Tyto vady lze v plošné textiii identifikovat jen za určitých předpokladů a to tehdy, jestliže dvojnásobná šířka tkaniny, resp. délka protahované příze na jednu otáčku pletacího stroje je celočíselným násobkem vlnové délky periodického výkyvu. Pravděpodobnost splnění této podmínky je relativně malá, proto jsou tyto vady v plošné textiii identifikovány jenom zřídka a hotovém výrobku se nerozpoznají. Na obr. 2.16 vřhled příze navinuté na desce – příze vykazující periodickou nestejnomořnost na středních vlnových délkách.



Obr. 2.15: Spektrogram příze s periodickou nestejnomořností na středních vlnových délkách ($\lambda = 2 \text{ m}$), 100% CO, $T = 29,5 \text{ tex}$

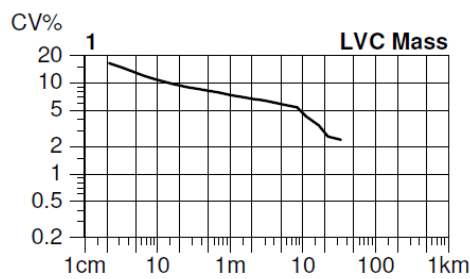
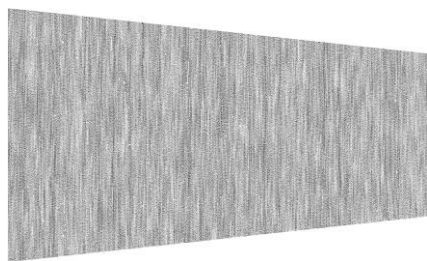


Obr. 2.16: Návin příze na desce – příze s periodickou nestejnomyěrností na středních vlnových délkách ($\lambda = 2$ m), 100% CO, $T = 29,5$ tex

Neperiodická nestejnomyěrnost

Tato nestejnomyěrnost je identifikována z délkové variační křivky jako:

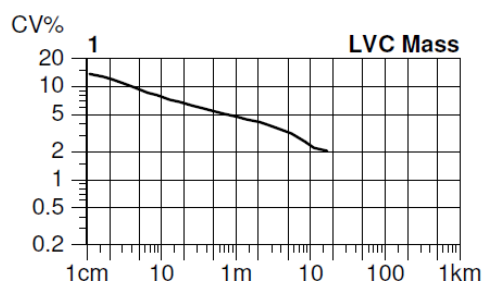
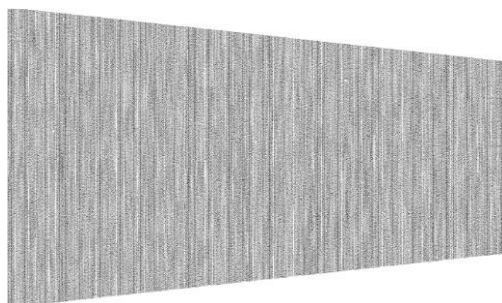
1. Vada na délce do 1 m, která se na vzhledu plošných textilií projeví jako neklidný vzhled – krátká pruhovitost. Na vzhledu plošné textilie zrakem zaznamenáváme střídání tenkých a silných míst. Příklad této nestejnomyěrnosti je uveden na obr. 2.17 – návin příze na desce, na obr. 2.18 je délková variační křivka této příze.



Obr. 2.17: Návin příze na desce – příze s neperiodickou nestejnomyěrností na délce 15 cm, 100% CO, $T = 14,5$ tex

Obr. 2.18: Délková variační křivka příze, zlom na délce 15 cm, 100% CO, $T = 14,5$ tex

2. Vada na délce větší než 1 m, která se na vzhledu plošných textilií projeví jako mrakovitý vzhled. Při vizuálním hodnocení vzhledu jsou v plošné textilii patrné tmavší a světlejší plochy, jejichž intenzita souvisí s velikostí zlomu délkové variační křivky a velikost ploch závisí na délce, na které je vada identifikována. Příklad této nestejnomyěrnosti je uveden na obr. 2.19 – návin příze na desce, na obr. 2.20 je délková variační křivka této příze.



Obr. 2.19: Návin příze na desce – příze s neperiodickou nestejnomyěrností na délce 1 m, 100% CO, $T = 29,5$ tex

Obr. 2.20: Délková variační křivka příze, zlom na délce 1 m, 100% CO, $T = 29,5$ tex

V [6] autoři uvedli předpoklady o souvislosti mezi vzhledem plošné textilie a délkovou variační křivkou, které potom ověřovali vizuálním hodnocením vzorků tkanin vyrobených z bezvadných a vadných přízí. Dle autorů [6] lze předpokládat, že:

- odchylka od limitní délkové variační křivky (dédková variační křivka bezvadné příze) v rozsahu délek $(0,01 - 1) m$ může na vzhledu plošné textilií způsobovat krátké rušivé chyby a pruhy;
- odchylka od limitní délkové variační křivky na délkách $(1 - 400) m$ se může na vzhledu plošné textilie projevit jako mrakovitý vzhled. Odchylky hmoty v přízi jsou na plošné textilií vizuálně rozpoznatelné jako tmavé a světlé plochy, které jsou tím intenzivnější, čím více se reálná délková variační křivka odchyluje od délkové variační křivky bezvadné příze (tj. limitní). Velikost těchto ploch závisí na délce, na které se reálná délková variační křivka odchyluje od limitní. Spektrogram (zaznamenává periodickou hmotovou nestejnomyšnost) může přitom být bezvadný.

Výše uvedené předpoklady [6] byly ověřovány vizuálním hodnocením vzorků tkanin, které byly vyrobeny z přízí bezvadných a vadných. Neperiodická vada na délce do $1m$ se na těchto vzorcích projevila jako neklidný vzhled, zrakový vjem na vzhledu plošné textilie (tkaniny) zaznamenal střídání slabých a silných míst. Neperiodická vada na délce větší než $1m$ se projevila na vzhledu plošných textilií jako mrakovitý vzhled. [6]

Kvalita přízí je kromě její nestejnomyšnosti (je vyjádřena prostřednictvím parametrů a charakteristických funkcí) také ovlivněna tzv. vadami přízí, resp. jejich počtem udávaným na délku $1 km$. Vzhledem k tomu, že výchozím útvarem pro tvorbu plošných textilií jsou příze, tak se i vady přízí negativně projeví na jejich vzhledu. Část vad se odstraňuje při soukání, především tzv. rušivé vady, ale ostatní vady v přízi zůstávají (nastavení „čističů“ – čidel na soukacím stroji).

Vadami přízí [3] se rozumí slabá místa, silná místa a nopky. Slabé, nebo silné místo je definováno jako místo, kde došlo k zeslabení, resp. zesílení příčného průřezu délkového vláknenného útvaru (příze) o určitou míru, max. o 100% přírůstku nebo 60% úbytku příčného průřezu. Nopek je definován jako místo, ve kterém dochází k zesílení průřezu o víc než 140% na délce $1 mm$ příze [3].

Vedle těchto známých povrchových projevů existují další projevy, u kterých není jejich příčina jednoznačně určena. V běžné praxi se běžně nepoužívají objektivní postupy a metody hodnocení těchto jevů v plošných textiliích. Hmotová nestejnomyšnost plošných textilií se v praxi nejčastěji hodnotí subjektivním posuzováním vzhledu plošné textilie. Určitá objektivita hodnocení je zajišťována posuzováním vzhledu více hodnotiteli. Reálné příze mohou, a často také vykazují, kombinované vady – periodické i neperiodické na různých vlnových délkách. Vzhled plošných textilií vyrobených z těchto přízí potom je kombinací výše uvedených projevů.

Přístroje pro měření nestejnomyšnosti příze (např. aparatura firmy Uster Technologies – Uster Tester IV. a vyšší verze) jsou vybaveny speciálním software, který na základě výsledků měření nestejnomyšnosti a vad příze, simuluje vzhled příze navinuté na tmavé desce a vzhled budoucí plošné textilie (tkaniny určité vazby – plátno, atlas $1/4 (3)$, kepr $3/1$ (útkový) a zátažné jednolící pleteniny). Pro takto vytvořený obraz plošné textilie v praxi nejsou zavedeny metody pro jeho objektivní hodnocení – hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti. Vytvořený obraz plošné textilie je zpravidla ponechán k subjektivnímu vizuálnímu posouzení vzhledu. Není stanoveno kritérium, podle kterého by bylo možno jednoznačně určit, nebo zařadit plošnou textilií dle její nestejnomyšnosti. V současné době není k dispozici měřicí aparatura, na které by bylo možno provádět měření nestejnomyšnosti plošných textilií.

Aparaturou Uster Tester IV. – SX simulovaný obraz plošné textilie je tvořen z 1350 osnovních nití, dostava osnovy / útku je 1,5 nitě /mm, útková příze je z 1 cívky a směr útku je zleva do prava. [4]

Simulačním programem vytvořený obraz plošné textile je v šedé škále s různou intenzitou šedi, která charakterizuje silnější a slabší místa v plošné textili, tj. vzhledovou nestejnomyěrnost obrazu této textile. Na základě takového obrazu lze nestejnomyěrnost plošné textile převést na nestejnomyěrnost vybarvení textile a hodnotit tak variabilitu stupňů šedi v tomto obraze. Při hodnocení takto vytvořeného obrazu je hodnocena vzhledová nestejnomyěrnost plošné textile, která je způsobena pouze nestejnomyěrností a vadami příze. Nestejnomyěrnost plošné textile je převedena na „nestejnomyěrnost“ vybarvení obrazu plošné textile a nezahrnuje nestejnomyěrnost, která vzniká při výrobě plošné textile.

2.3 Statistické charakteristiky pro vyjádření nestejnomyěrnosti v ploše

Plošnou textili lze považovat za pole a sledovat vybrané vlastnosti v jednotlivých místech tohoto pole. Vedle úrovně hodnot jednotlivých vlastností je důležité sledovat také jejich variabilitu v jednotlivých místech. Jednou z charakteristik plošné textile je např. plošná hustota.

Povrchová nestejnomyěrnost plošných textilií je v literatuře popisována pomocí variačního koeficientu různých vlastností plošné textile, nebo odvozených statistických funkcí [24]. Vzorek plošné textile je zde rozdělen na čtvercové plochy, v nichž jsou měřeny jednotlivé vlastnosti, např. hmotnost. Z variability měřené vlastnosti je také konstruována tzv. plošná variační křivka jako paralela délkové variační křivky dle vztahů uvedených v [24].

Plošná variační křivka (vnější i vnitřní) je konstruována také v pracech [22], [23] jako kvantitativní hodnocení kvality predikovaného obrazu plošné textile (tkanina). Tento obraz je vygenerován použitím virtuálního signálu vytvořeného kombinací signálu získaného z optického měření průměru příze CCD kamerou a klasického měření nestejnomyěrnosti příze kapacitním čidlem.

2.3.1 Plošné variační křivky

Plošná variační křivka vyjadřuje variabilitu stupňů šedi (tj. nestejnomyěrnosti obrazu plošné textile) v závislosti na velikosti plochy a lze ji vyjádřit jako vnitřní nebo vnější. Je jistou analogií délkové variační křivky, se kterou má podobný charakter průběhu. Vnitřní plošná variační křivka je vyjádřena průměrným variačním koeficientem stupňů šedi uvnitř čtvercových ploch v závislosti na velikosti sledované plochy čtverce a s rostoucí velikostí sledované plochy stoupá. Vnější plošná variační křivka vyjadřuje variabilitu stupňů šedi obrazu tkaniny mezi čtvercovými plochami a v závislosti na velikosti sledované plochy klesá. Vnější plošná variační křivka je při hodnocení obrazů plošných textilií v programu „Plošná nestejnomyěrnost“ stanovena podle (18):

$$CV(A) = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} \quad (18),$$

- kde: $CV(A)$ vnější variační koeficient stupňů šedi mezi čtverci o ploše A v obraze vzorku tkaniny;
 S směrodatná odchylka průměrných stupňů šedi ve čtvercích o ploše A obsažených v obraze vzorku;
 $\bar{X}$ průměrná hodnota středních stupňů šedi ve čtvercích o ploše A obsažených v obraze vzorku;
 A plocha čtverce.

Vnitřní plošná variační křivka je vyjádřena průměrným variačním koeficientem stupňů šedi uvnitř čtvercových ploch v závislosti na velikosti sledované plochy čtverce:

$$CVV(A) = \frac{\sum_{i=1}^N CV_i}{N} \quad (19),$$

$$\text{kde: } CV_i = \frac{\sqrt{Sv_i^2}}{\bar{X}_i} \cdot 100 \quad (20),$$

kde: $CVV(A)$... průměrný variační koeficient stupňů šedi uvnitř čtvercového pole o ploše A [%];

CV_i ... variační koeficient stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli o ploše A [%];

N ... počet čtvercových ploch;

Sv_i ... směrodatná odchylka stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli;

$\bar{X}$... průměrná hodnota stupňů šedi v i -tém čtvercovém poli.

2.3.2 Variogram, semivariogram

Nestejnoměrnost v ploše lze vyjádřit pomocí variogramu, resp. semivariogramu – viz práce [24], [25], [26], [27]. Pro popis plošné textilie používá variogram, resp. semivariogram plošnou hustotu. Plošná hustota $Z(x) = Z(x,y)$, je v místě $x = (x,y)$ definována jako hmota elementární buňky $M(s)$ vztažená na plochu její horní strany $S_d = dx \cdot dy$. Veličina $Z(x)$ je náhodná funkce dvou proměnných, tj. náhodné pole.

Variogram, resp. semivariogram Γ_{ij} vyjadřuje prostorovou (plošnou) nepodobnost mezi hodnotami x_i, x_j a je definován jako polovina rozptylu D přírůstku $z(x_i) - z(x_j)$ dle vztahu (21):

$$\Gamma_{ij} = 0,5 \cdot D[z(x_i) - z(x_j)] \quad (21).$$

Pokud je náhodné pole stacionární, potom pro jeho střední hodnotu platí, že je konstantní v jednotlivých bodech $E(z(x_i)) = m$ (stacionarita 1. řádu) a variogram je pak definován vztahem (22):

$$\Gamma_{ij} = 0,5 \cdot E[z(x_i) - z(x_j)]^2 \quad (22).$$

Stacionarita 2. řádu umožňuje nalezení souvislosti mezi složkami prostorové variability a prostorové autokorelace. Pokud předpoklad stacionarity 1. řádu neplatí ($E(x) = konst$), je necentrováný variogram vychýlený a v tom případě se doporučuje počítat centrováný variogram (23):

$$\Gamma = 0,5 \cdot D[(z(x_i) - E(z_i)) - (z(x_j) - E(z_j))] \quad (23).$$

Závislost variogramu $\Gamma(h)$ na přírůstku lag je možno vyjádřit některými parametrickými modely. Ve směru přírůstkového vektoru lag se určuje směrový variogram. Pro mřížkové uspořádání bodů (tzv. rektangulární síť – rovnoměrnou, nebo nerovnoměrnou) se volí přírůstkový vektor jako násobek délky a výšky elementární cely a mohou se volit 3 směry přírůstkového vektoru – podélný směr (0°), diagonální směr (45°) a příčný směr (90°). Průměrováním variogramů ve všech směrech se získá tzv. všesměrový variogram (omni variogram).

V této práci byl počítaný centrováný semivariogram podle rovnice [25] (24):

$$G(lag) = \frac{1}{2N(lag)} \cdot \sum_{i=1}^{N(lag)} (z_c(x_i) - z_c(x_i + lag))^2 \quad (24),$$

kde: $z_c(x_i)$... centrováný průměrný stupeň šedi, definovaný jako:

$$z_c(x_i) = z(x_i) - \frac{\sum_{i=1}^{n(x_i)} z(x_i)}{n(x_i)} \quad (25).$$

kde: $N(lag)$... počet dvojic pozorování ve vzdálenosti lag;

$z(x_i)$ stupeň šedi v místě x_i .

Obrazy plošných textilií byly rozděleny čtvercovou sítí, středy polí jsou v místě x . Průměrná hodnota stupně šedi v daném čtvercovém poli je v místě $x(z(x_i))$.

2.3.3 Další přístupy k hodnocení plošné nestejnoměrnosti

Téma hodnocení plošné nestejnoměrnosti a určení parametrů pro její vyjádření bylo předmětem řešení několika autorů obdobně jako u délkových textilií. Některé charakteristiky, které se používají pro hodnocení nestejnoměrnosti přízí lze aplikovat také pro určení nestejnoměrnosti plošných textilií, např. objem, počet vláken, hmotnost. V oblasti teoretických vztahů byly dříve provedeny pokusy o určení některých parametrů hmotové nestejnoměrnosti plošných textilií (práce WEGENER, PEUKER, HOTH).

Pro zjišťování nestejnoměrnosti se často, u délkových i plošných textilií, používá hmotnost. Nestejnoměrnost tkanin se projeví na kolísání její tloušťky, a změna tloušťky tkaniny se projeví na změně její plošné hmotnosti. Tento předpoklad použili WEGENER a PEUKER [10] a podle kolísání hmotnosti vzorků tkanin určité velikosti plochy stanovili plošný variační koeficient reálných tkanin, který je určitou analogií kvadratické nestejnoměrnosti délkových textilií, která je také variačním koeficientem. Pro posouzení nestejnoměrnosti tkanin, na základě ideální plošné variační křivky, WEGENER [10] a PEUKER [10] sestrojili skutečné plošné variační křivky. Za ideální považovali tkaninu, která by byla vyrobena z „ideálních“ přízí (vykazují limitní nestejnoměrnost) a proces tkaní proběhl ideálně (bez zanesení nestejnoměrnosti). Skutečná tkanina, kterou je nutno uvažovat v praxi, je potom vyrobena z přízí, které vykazují skutečnou nestejnoměrnost a proces tkaní se také podílí na celkové nestejnoměrnosti tkaniny. Na základě svých poznatků sestrojili WEGENER [10] a PEUKER [10] křivku plošné variace. Obdobně jako u tkanin, byly i pro pleteniny odvozeny variační koeficienty [10].

Na základě předpokladů o náhodném rozdělení silných a slabých míst v přízi (tj. nestejnoměrnosti příze) v ploše tkaniny určili WEGENER [11] a HOTH [11] pro tkaniny vyrobené ideálním procesem ideální plošné variace, které ukazují vliv délkových variačních funkcí lineárních textilií (přízí osnovní, útkové) na plošnou variační funkci tkaniny.

Pro pleteniny stanovili WEGENER [10] a HOTH [10] ukazatel jakosti, který je poměrem ideální a skutečné plošné variace pleteniny a vypovídá o míře nestejnoměrnosti (obdobně jako index nestejnoměrnosti u délkových textilií).

Další autoři, kteří se problematikou nestejnoměrnosti a defektů plošných textilií (tkanin, pletenin, netkaných textilií) zabývali v pozdější době, využívali metody obrazové analýzy, neuronové sítě.

Pro predikci nebo detekci defektu tkaniny používají někteří autoři neuronové sítě. V práci [12] autoři KUO a LEE používali neuronové sítě k identifikaci defektů ve tkanině,

ukazují detekci chybějící příze, díry ve tkanině, nebo skvrny na tkanině. Další autoři JEON, BAE a SUH ukazují v práci [13] rozpoznávání vzorků tkanin pomocí obrazové analýzy a umělých neuronových sítí pro určení např. střídavy vazby, rozestupů nití a vazných bodů v obrazu tkaniny, které lze použít pro určení hustoty tkaniny a její variability. V práci [14] autor TILOCCA využívá neuronových sítí k on-line rozpoznání defektu tkaniny přímo na tkalcovském stroji, která je opticky snímána a detekce vad je na základě změny stupňů šedi v obrazu tkaniny.

Neuronové sítě pro detekci lokálních vad aplikoval autor KUMAR v práci [15]. Jeho metoda je založena na principu změny odstínů šedi v okolí defektu. Autor také navrhuje použití lineární neuronové sítě pro rychlou kontrolu kvality tkaniny.

STOJANOVICW, MITROPULOS, KOULAMAS, KARAYIANNIS, KOUBIAS a PAPADOPOULOS [16] ukazují použití kombinace texturních algoritmů s algoritmy neuronové sítě pro detekci různých druhů vad ve tkanině s přesnou lokalizací vady při kontrole tkanin v reálném čase.

JUNG, HILL a MCBRIDE v práci [17] analyzovali zesílená místa ve tkaninách zkoumáním povrchu z hlediska jejich tvaru a stejnoměrnosti, Autoři definovali povrchovou geometrii prostřednictvím tvarové charakteristiky povrchu.

Detekce vad v textiliích prostřednictvím obrazové analýzy textur prezentují BODMAROVA, BENNAMOUN a KUBIK v práci [18]. Autoři našli algoritmus pro detekci vad, který koreluje s tkaninou v reálném čase.

TUNÁK v disertační práci [28] řešil detekci běžných defektů ve tkaninách pomocí statistických a spektrálních metod. Ve statistickém přístupu používal statistické charakteristiky 2. řádu a stanovil texturní charakteristiky vhodné pro detekci defektů ve tkaninách. Spektrální přístup pro detekci vad byl založen na použití Fourierova frekvenčního spektra textury, pro automatickou detekci defektů autor používal vícerozměrné regulační diagramy. Fourierova transformace také použil k automatickému určení dostavy a směrové orientace vláknových i jiných systémů. Navržené metody pro detekci byly ověřeny i na defektech reálných tkanin.

Prodyšnost tkanin k detekci defektů a nestejnoměrnosti tkaniny řešila HAVLOVÁ v [29] na základě změny propustnosti vzduchu v místě defektu. Tato místa byla dále analyzována a určovány příčiny vzniku defektů pomocí obrazové analýzy a hledána souvislost s nestejnoměrností přízí.

Stejnoměrností pletenin se v práci [20] zabýval KOVÁŘ, který za charakteristiky nestejnoměrnosti uvažoval vady zaznamenané vizuálním vnímáním. Nestejnoměrnost pletenin byla hodnocena objektivními i subjektivními metodami.

Hodnocením nestejnoměrnosti textilních materiálů na základě statistické analýzy obrazu se zabývali LINKA a VOLF, v práci [21]. V práci je uveden přehled vybraných statistických metod pro hodnocení nestejnoměrnosti textilií s využitím Issingova modelu náhodného pole a metody maximálně pseudo – věrohodného odhadu. Vybrané metody byly použity pro experimentální analýzu nestejnoměrnosti netkané textilie. Vyjádření plošné nestejnoměrnosti pomocí teorie náhodných polí prezentovali MILITKÝ, RUBNEROVÁ, KLIČKA v práci [25], pro hodnocení nehomogenity povrchové hustoty používali koeficient anizotropie a pro vyjádření variability náhodného pole korelační funkci. V [24] MILITKÝ, KLIČKA stanovili charakteristiky pro vyjádření variability plošné hmotnosti prostřednictvím statistických charakteristik 2. řádu, jako jeden z prostředků byl používán také variogram. Nestejnoměrnost netkané textilie byla hodnocena v práci [30] autorů MILITKÝ, BAJZÍK, kteří prostřednictvím fraktální dimenze hodnotili kolísání její tloušťky.

Další autoři řešili hodnocení nestejnoměrnosti plošných textilií z pohledu příze, její reálné nestejnoměrnosti, nebo pracovali s generovanými přízemi. Tvorba virtuálního modelu tkaniny a vzhledu příze navinuté na desce na základě naměřených dat nestejnoměrnosti příze

je popsána v práci [19] autory SUH a KIM, naměřené hodnoty nestejnoměrnosti zaznamenávali do obdélníkových oblastí s odpovídající úrovní šedi a z nich virtuálně vytvářeli obraz příze navinuté na desce a obraz tkaniny. Pro simulace obrazů byly použity uměle generované příze. V práci [32] autoři MOEZZI, GHANE a SHAHSAVARI řešili vliv hmotové nestejnoměrnosti útkové příze na povrchovou nestejnoměrnost tkaniny pomocí křivky úhlového výkonového spektra, tzn. míry protažení příze v textilních strukturách. V práci [33] LI, ZHAO, AKANKWASA a WANG predikovali vzhled tkaniny na základě nestejnoměrnosti a plochy povrchu příze a vytvořili matematický model tkaniny, ve kterém uvažují eliptické zploštění přízí ve tkanině. V [34] SAKAGUCHI, WEN, MATSUMOTO, TORIUMI a KIM použili obrazovou analýzu pro hodnocení obrazu plošné textilie, na základě nestejnoměrnosti příze vyjadřují variační koeficienty a výkonová spektra.

V článku [35] je sledován vliv míry odchylek DR (%) na vzhled tkanin a je diskutována jeho vhodnost pro predikci vzhledu tkanin. Ve firemních materiálech [36] firma KEISOKI, vyrábí přístroj pro měření nestejnoměrnosti na optokapacitním principu, doporučuje na základě dobré korelace se vzhledem příze používat hodnoty míry odchylek DR(%) – deviation rate k predikci vzhledu plošných textilií.

2.3.4 Statistické charakteristiky pro zpracování experimentálních dat

Naměřené hodnoty považujeme za náhodné veličiny. Předpokládáme, že základní soubor hodnot má ve většině případů normální rozdělení. Normální rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$ s parametry střední hodnota μ a rozptylem σ^2 je nejčastěji používané rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Základním předpokladem o datech ve většině analýz a testů vybočujících měření a nezávislosti prvků výběru je normalita. Jde o ověření předpokladu, že data pocházejí z normálního rozdělení. Odchylku od normality mohou způsobit vybočující hodnoty. Jestliže je výběr homogenní, pak všechny jeho prvky x_i , pro $i = 1, 2, \dots, n$ pochází ze stejného rozdělení s konstantním rozptylem σ^2 . K nehomogenitě naměřených dat dochází tam, kde se vyskytuje výrazná nestejnoměrnost měřených vlastností, náhle se mění podmínky experimentů a data obsahují vybočující měření [9].

Experimentálně naměřená data byla testována a statisticky zpracována pomocí statistického programu QC Expert. Při statistickém zpracování dat byla provedena základní statistická analýza – testování normality a homogenity a použity základní charakteristiky polohy a rozptylu [37]:

- Výběrový průměr, který je odhadem střední hodnoty náhodné veličiny:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (26).$$

- Výběrový rozptyl – vyjadřuje míru variability náhodné veličiny kolem její střední hodnoty.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (27).$$

- Směrodatná odchylka – vyjadřuje vzájemnou odlišnost hodnot v testovaném souboru dat, velikost její hodnoty vypovídá o podobnosti, nebo odlišnosti jednotlivých prvků souboru.

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (28).$$

- Variační koeficient – vyjadřuje relativní míru variability. Používá se pro porovnávání variability mezi soubory dat s odlišnými průměry. Nižší hodnoty variačního koeficientu indikují větší homogenitu souboru dat.

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 [\%] \quad (29).$$

kde: x_i ... naměřená hodnota
 n ... počet měření

Intervaly spolehlivosti [3]

Při testování se provádí omezený počet měření na vybraném zkušebním vzorku, který reprezentuje celý soubor. Z naměřených dat se vypočítávají výběrové charakteristiky a formulují závěry jen na základě výsledků těchto měření. Naměřené hodnoty jsou náhodné, proto navzájem kolísají a vypočítané hodnoty výběrových charakteristik (průměr, rozptyl) proto nemají pevnou hodnotu a kolísají také. Konečné, správné hodnoty parametru celého souboru leží uvnitř určitého intervalu. Velikost tohoto intervalu závisí na přenosnosti s jakou byly určeny hodnoty příslušných výběrových charakteristik. Proto se při vyhodnocování výsledků měření se vypočítávají intervaly spolehlivosti daného parametru Θ (za parametr Θ je považována střední hodnota, rozptyl souboru). Podstatou konstrukce konfidenčních intervalů spolehlivosti (konfidenčních intervalů) je nalezení intervalu, do kterého náhodná veličina (se známým rozdělením pravděpodobnosti) padá s předem zvolenou vysokou pravděpodobností $1-\alpha$. Interval v rozmezí od L_1 do L_2 se nazývá $100(1-\alpha)\%$ interval spolehlivosti, pokud pro něj platí, že pravděpodobnost výskytu parametru Θ je v tomto intervalu právě $1-\alpha$ (10).

$$P(L_1 < \Theta < L_2) = 1-\alpha \quad (30).$$

Interval spolehlivosti střední hodnoty μ [9]

Výběrový průměr $\bar{x}$ je bodovým odhadem střední hodnoty s rozdělením $\bar{x} \sim N(\mu; \sigma^2/n)$.

V praxi hodnota σ není známa a odhaduje se výběrovou směrodatnou odchylkou s . Ke konstrukci intervalu spolehlivosti střední hodnoty μ se pak užívá pravidla, že náhodná veličina T_s :

$$T_s = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \cdot \sqrt{n} \quad (31),$$

má Studentovo t-rozdělení o $(n-1)$ stupních volnosti. Potom nerovnost (30) lze vyjádřit:

$$P(-t_{1-\alpha/2}(n-1) \leq \frac{\bar{x} - \mu}{s} \cdot \sqrt{n} \leq t_{1-\alpha/2}(n-1)) = 1-\alpha \quad (32).$$

Po úpravě získáme $100(1-\alpha)\%$ interval spolehlivosti střední hodnoty:

$$\bar{x} - t_{1-\alpha/2}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{1-\alpha/2}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (33),$$

kde: $t_{1-\alpha/2}(n-1) \dots 100(1-\alpha/2)\%$ kvantil Studentova t-rozdělení s $(n-1)$ stupni volnosti.

Test významnosti korelačního koeficientu [9]

Koeficient korelace R_{xy} může nabývat hodnoty v intervalu $\langle -1; +1 \rangle$. Jeho hodnota vyjadřuje závislost testovaných veličin a pokud se hodnota R_{xy} blíží $+1$ ($|R_{xy}| > 0,8$), jsou veličiny silně pozitivně závislé. Pokud jsou hodnoty R_{xy} blízké nule, jsou veličiny na sobě nezávislé a jestliže se hodnoty R_{xy} blíží -1 , je mezi veličinami silná negativní závislost. Jestliže jsou hodnoty $|R_{xy}| < 0,3$, potom je mezi veličinami slabá korelace. Slabá korelace veličin ale ještě nemusí znamenat nezávislost veličin, mezi veličinami může existovat jiná než lineární závislost.

Pro testování statistické významnosti korelačních koeficientů lze použít testovací kritéria s různým pravděpodobnostním rozdělením. Pro lineární závislost se nejvíce používá Studentovo rozdělení s kritickou hodnotou $t_{1-\alpha/2}(n-2)$ s $(n-2)$ stupni volnosti a testovací kritérium t_2 (34):

$$t_2 = \frac{R_{xy} \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R_{xy}^2}} \quad (34),$$

kde: $R_{xy} \dots$ koeficient korelace,
 $n \dots$ počet měření.

Testování statistické významnosti korelačního koeficientu je založeno na testování hypotéz:

nulová hypotéza: $H_0: R_{xy} = 0$ (nezávislost veličin x a y) proti

alternativní hypotéza: $H_1: R_{xy} \neq 0$ (závislost veličin x a y).

Absolutní hodnota testovacího kritéria $|t_2|$ se porovnává s kritickou (tabelovanou) hodnotou Studentova rozdělení $t_{1-\alpha/2}(n-2)$.

Pokud platí H_0 , korelační koeficient R_{xy} je statisticky nevýznamný, tzn.: $|t_2| < t_{1-\alpha/2}(n-2)$.

Jestliže H_0 zamítneme a přijímáme H_1 , je korelační koeficient R_{xy} statisticky významný, tzn. $|t_2| > t_{1-\alpha/2}(n-2)$.

3. HODNOCENÍ VZHLEDOVÉ NESTEJNOMĚRNOSTI

Hodnocení nestejnoměrnosti v ploše bylo řešeno na obrazu plošných textilií (tkanin) získaných jako výsledek měření nestejnoměrnosti příze. Jedním z výstupů aparatury proměření nestejnoměrnosti délkových textilií (přízí) je simulovaný obraz vzhledu plošné textilie, který byl vytvořen na základě výsledku měření hmotové nestejnoměrnosti a počtu vad příze. Simulační software aparatury Uster Tester IV. – SX z těchto údajů generuje obraz vzhledu příze navinuté na tmavé desce a obrazy plošných textilií – tkanin ve vazbách plátno, kepr (K 3/1, útkový) a atlas (A 1/4 (3)) a pletenin – zátažná jednolící pletenina. Pokud jsou hodnoceny tyto obrazy plošných textilií, tak je sledován vliv pouze nestejnoměrnosti a počtu vad příze na vzhledovou nestejnoměrnost vytvořeného obrazu plošné textilie. Určování nestejnoměrnosti plošných textilií je tak převedeno na hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti jejího obrazu, které je založeno na hodnocení kolísání stupňů šedi v generovaném obrazu.

Vzhledem k tomu, že neexistují objektivní srovnávací kritéria, která by ověřila použitelnosti navrhovaných metod, byl každý obraz plošné textilie také současně hodnocen vizuálně. Navrhované postupy „objektivního“ hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti plošných textilií byly tak dávány do souvislosti s tímto hodnocením.

Možné přístupy ke zpracování obrazu plošné textilie použité v rámci disertační práce:

I. Užití obrazové analýzy pro hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazu plošné textilie

Hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti bylo provedeno na obrazech plošných textilií získaných z aparatury Uster Tester IV. – SX. Pro hodnocení byly použity následující přístupy:

- hodnocení celého obrazu plošné textilie jako jednoho pole;
- obraz plošné textilie rozdělen do čtvercových polí různých velikostí a nestejnoměrnost hodnocena v jednotlivých čtvercích. Z naměřených hodnot jsou konstruovány „plošné variační křivky“;
- hodnocení obrazu plošné textilie rozdělených čtvercovou sítí (čtverce různých velikostí) ve směru řádků a sloupců.

II. Hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazu plošných textilií pomocí programu „Plošná nestejnoměrnost (programové prostředí Matlab)“

V programu „Plošná nestejnoměrnost“, jehož autorem je prof. J. Militký, Csc.¹, lze zpracovávat obrazy plošných textilií (simulované obrazy, ale i obrazy reálných textilií) a jeho výsledkem, dle zvolené varianty, jsou:

- plošná variační křivka – vnější a vnitřní křivka, které jsou konstruovány pro každý hodnocený obraz plošné textilie;
- variogramy, resp. semivariogramy – v různých směrech (ve směru řádků, sloupců, diagonály, všesměrový (OMNI)), které jsou konstruovány pro každý hodnocený obraz.

V těchto programech byly zpracovávány obrazy plošných textilií vygenerované aparaturou Uster Tester IV. – SX (obrazy tkanin různých vazeb). Z výsledků zpracování obrazů plošných textilií v uvedených programech byly konstruovány plošné variační křivky a semivariogramy, jejichž průběhy byly předmětem hodnocení.

¹Prof. Ing. Jiří Militký, Csc., Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra materiálového inženýrství

3.1 Hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti pomocí obrazové analýzy

Získaný obraz plošné textilie je nasnímán a makrem vytvořeným pro obrazovou analýzu dochází k jeho hodnocení – zaznamenává se střední hodnota šedi plochy a její směrodatná odchylka. Z těchto hodnot se potom vypočítává variační koeficient plochy, který obdobně jako u délkových textilií, vyjadřuje její vzhledovou nestejnoměrnost. Při zpracování obrazu byly navrženy tyto přístupy:

- hodnocení celého obrazu jako jednoho pole – hodnocení obrazu bod po bodu (sleduje se úroveň šedi v jednotlivých bodech) a z nich se vypočítává průměrná úroveň šedi, směrodatná odchylka a variační koeficient úrovně šedi pro celý obraz, který vyjadřuje „vzhledovou nestejnoměrnost“;
- rozdělení obrazu plošné textilie na čtverce různých velikostí (0,5 x 0,5 cm; 1 x 1 cm; 1,5 x 1,5 cm; 2 x 2 cm; 2,5 x 2,5 cm), v každém poli je určena střední hodnota šedi a její směrodatná odchylka. Z naměřených hodnot se vypočítává průměrný stupeň šedi, průměrná směrodatná odchylka a její variační koeficient pro celou plochu. Z hodnot variačních koeficientů stupňů šedi lze konstruovat „vnější plošné variační křivky“ jako závislost variačního koeficientu stupně šedi na velikosti sledovaného pole (tj. plochy čtverce, na které byla hodnocená plocha a rozdělena);
- v obraze rozděleném na čtverce určité velikosti (např.: 1 x 1 cm) lze sledovat průměrné stupně šedi a jejich variabilitu vyjádřenou variačními koeficienty ve směru řádků a sloupců (tzv. směrová nestejnoměrnost).

3.1.1 Hodnocení celého obrazu plošné textilie jako jednoho pole

Tento způsob hodnocení obrazu je prezentován pro prstencovou mykanou přízi 100% CO, jmenovité jemnosti 60 tex, u které bylo proměřeno 10 cívek na aparatuře Uster Tester IV. – SX. Pro hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti byly použity simulované obrazy plošné textilie – tkanina Kepr 3/1, které byly hodnoceny pomocí obrazové analýzy. Byla sledována úroveň šedi v každém bodu a z naměřených hodnot počítána střední hodnota šedi, její směrodatná odchylka a variační koeficient. Variační koeficient stupňů šedi $CV_{tk}[\%]$ vyjadřuje úroveň vzhledové nestejnoměrnosti hodnoceného obrazu plošné textilie. Výsledky měření nestejnoměrnosti příze a hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti z nich simulovaných obrazů tkanin Kepr 3/1 jsou uvedeny v tab. 3.1.

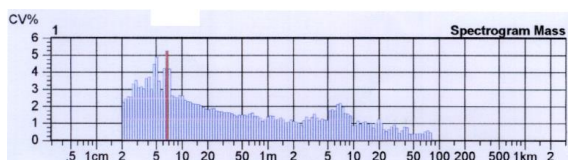
Zjištěné hodnoty nestejnoměrnosti plochy, které jsou interpretovány variačními koeficienty CV_{tk} , vyjadřují míru kolísání barevného odstínu, v tomto případě stupňů šedi. Rozdíly v hodnotách variačních koeficientů stupňů šedi pro obrazy tkanin generovaných pro jednotlivé cívky jsou malé, přestože vizuálním posouzením byly zaznamenány větší rozdíly v hodnocení vzhledu obrazu těchto plošných textilií. Variační koeficient je zpravidla vyšší u obrazů tkanin, které byly konstruovány z přízí, které vykazovaly vyšší nestejnoměrnost (hodnotu $CV_{příze}$), vyšší počet vad a závažnější průběh spektrogramu.

Tab. 3.1: Zpracované výsledky měření nestejnomyšnosti příze (UT IV. – SX) a jim odpovídající hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti tkanin – Kepr 3/1

Cívka	Příze				Tkanina – Kepr 3/1		
	$CV_{příze}$ [%]	Slabá místa -50% [1/km]	Silná místa +50% [1/km]	Nopky +200% [1/km]	Střední hodnota šedi	Směrodatná odchylka šedi	Variační koeficient CV_{tk} [%]
1	12	0,0	10,0	15,0	66	29,89	45,29
2	12,89	0,0	10,0	17,5	66	31,65	47,95
3	12,34	0,0	12,5	27,5	66	31,45	47,65
4	13,01	0,0	10,0	5,0	65	31,45	48,38
5	12,36	0,0	25,0	25,0	68	31,64	46,52
6	12,28	0,0	12,5	25,0	66	31,48	47,69
7	12,58	0,0	15,0	7,5	65	31,18	47,98
8	12,11	0,0	7,5	20,0	63	28,47	45,19
9	12,45	0,0	20,0	22,5	64	28,90	45,15
10	12,62	0,0	17,5	12,5	64	28,99	45,30

3.1.2 Rozdělení obrazu plošné textilie na čtverce různých velikostí

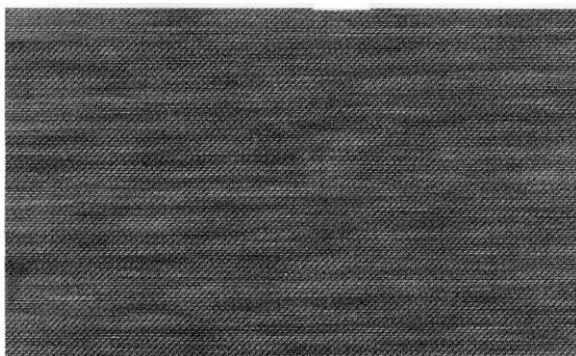
K tomuto způsobu hodnocení obrazu plošné textilie byly použity obrazy simulovaných vzhledů plošné textilie (tkanina Kepr 3/1) aparaturou Uster Tester IV. – SX, výsledky jsou ukázány pro příze 100% CO jmenovitých jemností $T = 25$ tex. Pro možnost posouzení průběhu vnější plošné variační křivky byly porovnávány příze stejné konstrukce, které byly vyrobeny stejnou technologií, ale vykazovaly rozdílný typ nestejnomyšnosti – příze bez periodické nestejnomyšnosti a příze vykazující periodickou nestejnomyšnosti na krátkých vlnových délkách (tzv. "moaré efekt") – viz. spektrogram (obr. 3.1) a simulovaný vzhled příze navinuté na tmavé desce (obr. 3.2), simulovaný obraz tkaniny Kepr 3/1 (obr. 3.3). Na obr. 3.4 je simulovaný obraz tkaniny – Kepr 3/1 z příze stejné konstrukce, ale bez periodické nestejnomyšnosti („bezvadný“ průběh spektrogramu). Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro tyto příze jsou znázorněny na obr. 3.5.



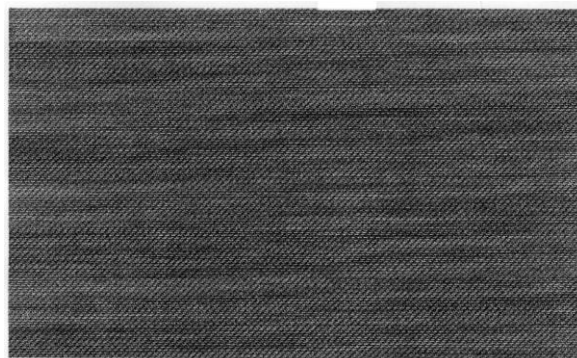
Obr. 3.1: Spektrogram příze vykazující moaré efekt desce 100% CO, $T = 25$ tex



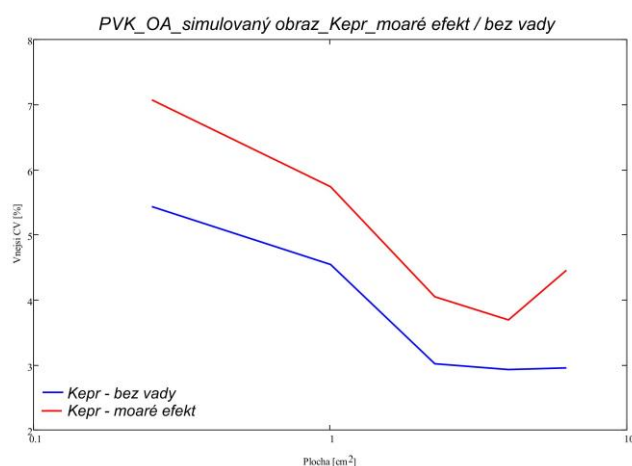
Obr. 3.2: Simulovaný vzhled příze tmavé 100% CO, $T = 25$ tex



Obr. 3.3: Simulace vzhledu tkaniny – Kepr 3/1 z příze vykazující moaré efekt

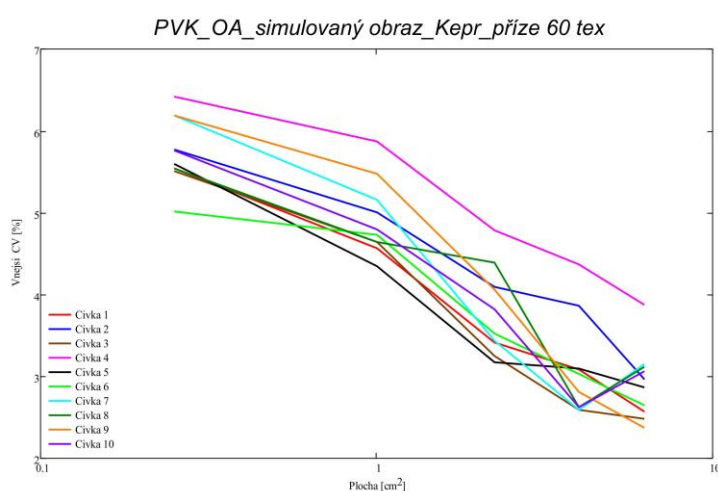


Obr. 3.4: Simulace vzhledu tkaniny – Kepr 3/1 z příze bez vzhledové vady



Obr. 3.5: Plošné variační křivky – simulovaný obraz tkaniny (Kepr 3/1) z příze s moaré efektem / bez vady

Dále byl tento postup hodnocení obrazu plošných textilií aplikován na soubor simulovaných obrazů tkanin keprové vazby, u kterých byl hodnocen celý obraz jako jedna plocha (viz kap. 3.1.1). Průběhy plošných variačních křivek jsou na obr. 3.6.



Obr. 3.6: Plošné variační křivky – simulovaný obraz tkaniny (Kepr 3/1), $T = 60 \text{ tex}$

Z průběhů vnějších plošných variačních křivek je zřejmý klesající trend křivky se zvětšující se velikostí sledovaného pole (plochy čtverce). Křivka pro obraz tkaniny

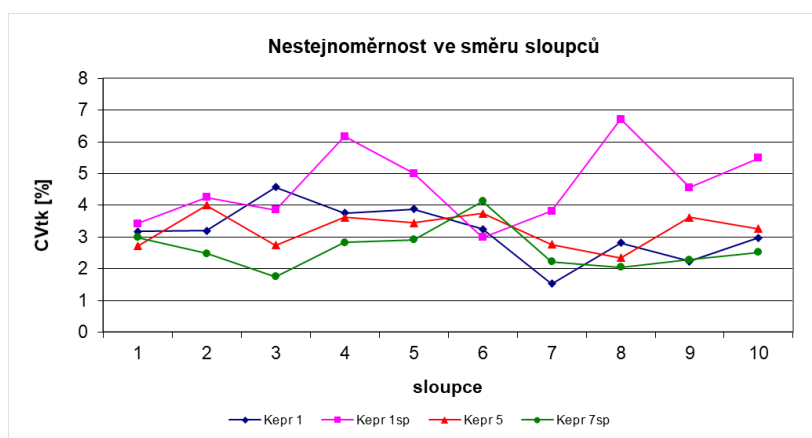
konstruované z příze vykazující moaré efekt leží nad křivkou pro obraz tkaniny z příze bez vady. Poloha křivky tak vyznačuje úroveň variability stupňů šedi ve sledovaném obraze. Při rozdělení plochy hodnoceného obrazu čtvercovou sítí, poloha a průběh plošné variační křivky zachytil vzhledovou nestejnomyernost obrazu plošné textilie. Poloha křivek také odpovídá vizuálnímu hodnocení odrazů plošných textilií. Vzhled obrazu, který byl konstruován z příze, která vykazovala závadnější průběh spektrogramu je horší (v obraze jsou viditelné větší rozdíly v úrovni šedi a také je patrná vyšší variabilita stupňů šedi), než v obraze plošné textilie z příze s nižší nestejnomyerností a spektrogramem bez závad. Průběh plošných variačních křivek je analogií k průběhu délkové variační křivce příze, která s rostoucí proměřovanou délkou také klesá. Zlomy v průběhu křivky znamenají změnu nestejnomyernosti, zlom směrem nahoru indikuje její zvýšení.

Vyjádření vzhledové nestejnomyernosti prostřednictvím vnějších plošných variačních křivek je lepší prostředek než vyjádření pomocí variačního koeficientu stupňů šedi celého obrazu (viz. kap. 3.1.1). Průběhy plošných variačních křivek (obr. 3.6) lépe vystihují rozdíly ve vzhledu jednotlivých obrazů plošných textilií a více se shodují s vizuálním hodnocením jejich vzhledů. Dále je možné při tomto přístupu sledovat vzhledovou nestejnomyernost ve směru řádků a sloupců (tzv. směrová nestejnomyernost).

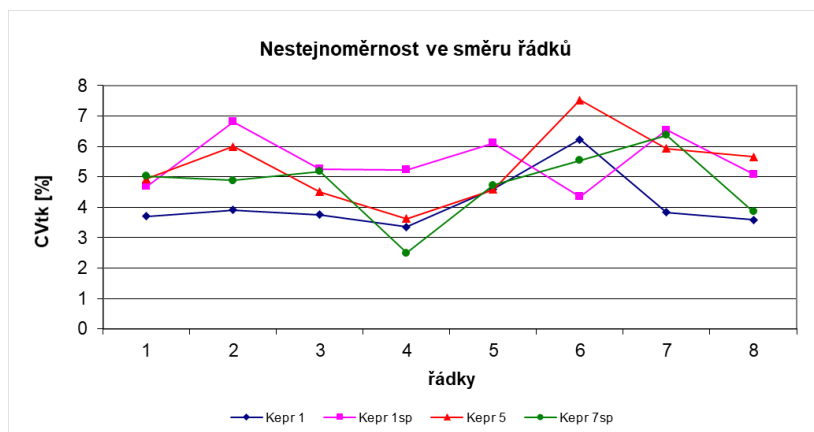
3.1.3 Hodnocení obrazu plošné textilie rozdělených čtvercovou sítí ve směru řádků a sloupců

Obraz plošné textilie je rozdělen čtvercovou sítí na pole velikosti 1 x 1 cm, v každém poli se zjišťuje úroveň šedi a její variace (vyjádřená variačním koeficientem). Variační koeficienty kolísání úrovně šedi se hodnotí ve směru řádků a sloupců, sleduje se tzv. směrová nestejnomyernost. V jednotlivých řádcích a sloupcích se počítá střední hodnota šedi a její variační koeficient, který vyjadřuje kolísání úrovně šedi v příslušném směru.

Pro hodnocení byly použity obrazy tkanin keprové vazby (K 3/1) generované z přízí bezvadných a z přízí vykazující periodickou nestejnomyernost na krátkých vlnových délkách – charakteristické spektrum, $\lambda = 8$ cm. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách v příloze 1: Tab. 1.1 – výsledky pro směr sloupců a Tab. 1.2 – výsledky pro směr řádků. Konstruované grafické závislosti vyjadřují variabilitu průměrných stupňů šedi ve směru sloupců (obr. 3.7) a řádků (obr. 3.8). Obrazy tkanin byly generovány ze 100 % CO, rotorové příze, jmenovité jemnosti $T = 25$ tex.



Obr. 3.7: Variabilita průměrných stupňů šedi ve směru sloupců, kepr 3/1



Obr. 3.8: Variabilita průměrných stupňů šedi ve směru řádků, kepr 3/1

Diskuze výsledků

Střední hodnoty šedi a jim příslušející variační koeficienty v jednotlivých čtvercích plochy 1x1 cm byly sledovány ve směru řádků a sloupců. Výsledky tohoto hodnocení pro jednotlivé obrazy tkaniny K 3/1 jsou uvedeny v příloze 1, tab. 1.1 (směr sloupců), tab. 1.2 (směr řádků). V tabulkách uvedené variační koeficienty průměrné šedi vyjadřují „vzhledovou nestejnost“ příslušného řádku, resp. sloupce. Zjištěné hodnoty úrovně šedi odpovídají rozložení světlejších a tmavších míst v obrazu tkaniny. Úroveň střední hodnoty šedi a jejich variačních koeficientů vykazují vyšší rozdíly mezi čtverci v řádku, resp. sloupci a číselně tak vyjadřují rozložení vzhledové nestejnosti v ploše (tj. obrazu plošné textilie). Grafické znázornění kolísání stupňů šedi ve směru sloupců (obr. 3.7) a řádků (obr. 3.8) vyjadřuje strukturu vzhledové nestejnosti v obraze plošné textilie.

Při porovnání výsledků vizuálního hodnocení vzhledu obrazu plošné textilie s vypočítanými variačními koeficienty lze konstatovat, že výsledky si sobě více odpovídají. Místa, která při vizuálním hodnocení nestejnosti vykazují vyšší kolísání úrovně šedi, vykazují i vyšší variační koeficient stupňů šedi. Variační koeficienty stupňů šedi ve směru řádků a sloupců lépe popisují strukturu vzhledové nestejnosti plošných textilií.

3.1.4 Zhodnocení aplikace obrazové analýzy pro hodnocení vzhledové nestejnosti plošných textilií

Obrazová analýza se na výše uvedených případech ukázala jako možný prostředek pro kvantifikaci vzhledové nestejnosti plošných textilií. Důležitým předpokladem pro použití této metody je získání obrazu plošné textilie v dostatečné kvalitě (např. skenováním s vyšším rozlišením a použití nekomprimovaného formátu, kopírování obrazu z pdf) v šedé škále. Nestejnost obrazu plošné textilie je převedena na vzhledovou nestejnost vybarvení obrazu textile (tj. kolísání stupňů šedi v obraze a jejich variabilita) a interpretována variačním koeficientem stupňů šedi ve sledovaném obraze.

Pro hodnocení vzhledu obrazu lze použít několika přístupů – hodnocení obrazu jako jednoho pole, nebo lze obraz plošné textilie rozdělit na čtverce různých velikostí a hodnotit vzhledovou nestejnost v jednotlivých čtvercích. Vzhledovou nestejnost lze sledovat ve směru řádků a sloupců (směrová nestejnost).

Při hodnocení vzhledu obrazu jako jednoho pole bylo zjištěno, že zjištěná variabilita stupňů šedi v obraze ne zcela vypovídá o vizuálních rozdílech mezi jednotlivými obrazy plošných textilií. Variační koeficient stupňů šedi je průměrem z celého obrazu a rozdíly mezi „tmavšími“ a „světlejšími“ místy v obraze se tím potlačí. Pro hodnocení vzhledové

nestejnoměrnosti simulovaného obrazu plošných textilií se vhodnější ukázal přístup, ve kterém je obraz plošné textilie rozdělen na čtverce různých velikostí a v nich určovány stupně šedi a jejich variabilita. Naměřená data potom lze zpracovávat několika způsoby – vypočítat průměrný stupeň šedi a variační koeficient průměrného stupně šedi pro jednotlivé velikosti čtverců, nebo sledovat stupně šedi a jejich variaci ve směru řádků a sloupců. Z variačních koeficientů stupňů šedi lze konstruovat „plošné variační křivky“ vnější a vnitřní v závislosti na velikosti plochy sledovaného čtverce. Průběhy těchto křivek jsou analogií délkových variačních křivek, vnější plošná variační křivka má s rostoucí velikostí plochy čtverce klesající průběh. Změna v jejich průběhu (zlom na křivce) znamená také změnu vzhledu plošné textilie. Volba maximální velikosti sledovaného čtverce je limitována velikostí získaného obrazu. Optimální velikosti sledovaného čtverce se ukázaly velikosti $1 \times 1 \text{ cm}$, příp. $0,5 \times 0,5 \text{ cm}$, které jsou reálné i pro vizuální hodnocení. Velmi malé plochy čtverců nejsou lidským okem zaznamatelné.

3.2 Hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti – program „Plošná nestejnoměrnost“

Program „Plošná nestejnoměrnost“ je speciální program vytvořený prof. Militkým v programovém prostředí Matlab, který zpracovává obrazy plošných textilií a jeho výsledkem je dle zvolené varianty:

- plošná variační křivka (vnější a vnitřní křivka konstruovaná pro každý testovaný obraz);
- variogram, resp. semivariogram – různé druhy, závisí na volbě (konstruovány pro každý testovaný obraz).

I v tomto případě byly hodnoceny simulované obrazy plošných textilií získané z výstupu aparatury Uster Tester (generovány z výsledků měření nestejnoměrnosti a počtu vad příze). I v tomto způsobu hodnocení nestejnoměrnosti se pracuje s obrazem v šedé škále a hodnotí se vzhledová nestejnoměrnost obrazu. Nestejnoměrnost obrazu plošné textilie i v tomto způsobu hodnocení převedena na hodnocení nestejnoměrnosti vybarvení, tj. kolísání stupňů šedi v hodnoceném obraze. Při zpracování obrazu plošné textilie lze volit velikost sledované plochy v obrazu plošné textilie, krok (minimální počet délkových úseků, na které budou rozděleny řádky a sloupce hodnoceného obrazu) pro plošnou variační křivku a dále krok po kterém je tvořen semivariogram.

Postup zpracování obrazu plošné textilie v programu „Plošná nestejnoměrnost“

Program zpracovává vybranou čtvercovou plochu v obrazu plošné textilie, kterou rozdělí ve vodorovném a svislém směru na tolik délkových úseků, kolik je definováno krokem. Tím je definována maximální velikost čtverce pro hodnocení variability stupňů šedi. Program při hodnocení obrazu postupuje od nejmenších čtverců (velikost 1×1 bod) a postupně přidává 1 bod v každém směru a tak postupuje do maximální velikosti čtverce. V každém čtverci hodnotí úroveň šedi a její variabilitu. Ze zjištěných variací stupňů šedi jsou konstruovány plošné variační křivky – vnitřní a vnější, které byly vypočítány podle rovnic – vnitřní (19) a vnější (21). Vnější variační křivka vyjadřuje kolísání variačního koeficientu stupně šedi mezi čtverci v závislosti na velikosti čtverce. Vnitřní plošná variační křivka vyjadřuje kolísání stupňů šedi uvnitř čtverců v závislosti na velikosti sledované plochy čtverce.

Při hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazů plošných textilií byla z celého obrazu sledována plocha 1000×1000 bodů, tj. $8,46 \times 8,46 \text{ cm}$ a zvolen krok 10 pro plošné variační křivky (sledovaná plocha v obrazu byla rozdělena na 10 délkových úseků v

každém směru), maximální velikost strany sledovaného čtverce tak byla 0,846 cm. Pro konstrukci semivariogramů byl zvolen krok 30, tj. 0,254 cm. Součástí hodnocení bylo také subjektivní vizuální posouzení vzhledu simulovaného obrazu plošných textilií, se kterým byly průběhy plošných křivek konfrontovány.

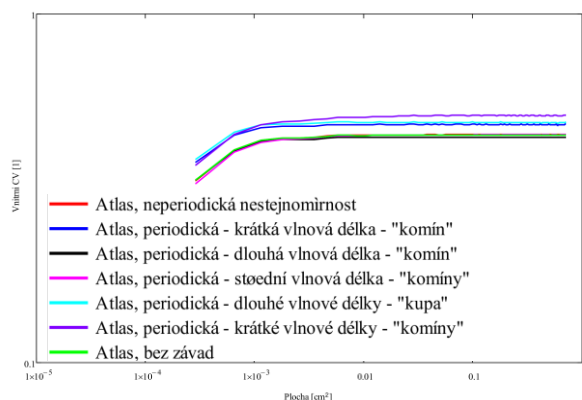
Průběhy plošných variačních křivek obrazů plošných textilií konstruované z přízí s vadou, byly porovnávány s plošnou křivkou, která byla konstruována pro obraz plošné textilie z příze, která vadu nevykazovala. Ve spektrogramu přízí lze identifikovat dvě různé struktury periodické nestejnomyěrnosti, tzv. charakteristické spektrum („komíny“) a tzv. kupovité spektrum („kupa“). Pro hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti obrazů plošných textilií pomocí plošných variačních křivek a semivariogramů byly použity příze, jejichž spektrogram vykazoval oba typy struktur periodické nestejnomyěrnosti.

3.2.1 Hodnocení vzhledové nestejnomyěrnosti – vnitřní plošné variační křivky

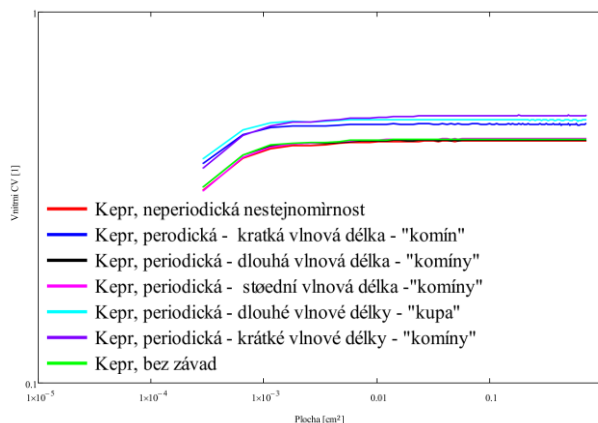
Pro možnost posouzení průběhů vnitřních plošných variačních křivek, byly vybrány příze, které vykazují typické vady (periodickou nestejnomyěrnost na krátkých / středních a dlouhých vlnových délkách, neperiodickou nestejnomyěrnost) a dále příze, která tyto vady nevykazovala. Přehled přízí, u kterých byla na základě simulovaného obrazu plošné textilie (tkaniny – vazby: plátno, atlas, kepr 3/1) hodnocena vzhledová nestejnomyěrnost obrazu plošné textilie jsou uvedeny příloze 2, kde jsou uvedeny výsledky měření nestejnomyěrnosti (aparatura Uster Tester IV. – SX) – naměřená nestejnomyěrnost CV[%], počty vad (slabých / silných míst, nopků), DR hodnota, ukázány průběhy charakteristických funkcí (spektrogram, délková variační křivka) a ukázány simulované obrazy návinů příze na tmavé desce a tkanin (atlas, kepr 3/1 a plátno).

Příze č. 1 a 2 vykazují periodickou nestejnomyěrnost na krátkých vlnových délkách a na vzhledu přízí je zřetelný moaré efekt. Příze č. 1 vykazuje silný moaré efekt, který je ve spektrogramu identifikován charakteristickými spektry (série „komínů“ – viz tab. 2). Moaré efekt je dobře patrný i na vzhledu obrazů tkanin všech vazeb a v porovnání s ostatními obrazy je u těchto vzhledů hodnocen jako nejhorší. Příze č. 3 vykazuje periodickou nestejnomyěrnost – charakteristická spektra na středních vlnových délkách (série „komínů“ ve spektrogramu na vlnových délkách 1-5 m), které způsobují neklidný vzhled příze a plošných textilií. Různou strukturu periodické nestejnomyěrnosti na dlouhých vlnových délkách vykazují příze č. 4 a 5. Příze č. 4 vykazuje ve spektrogramu charakteristická spektra („komíny“), u příze č. 5 bylo ve spektrogramu identifikováno kupovité spektrum. Na vzhledu přízí i plošných textilií se obou případech projevují jako pruhovitost, výraznější je v případě kupovitého spektra (příze č. 5). Spektrogram příze č. 6 je bez závadného spektra, ale délková variační křivka příze vykazuje zlom nahoru na délce cca 2 m, tj. neperiodická nestejnomyěrnost, která na vzhledu příze a plošných textilií způsobuje neklidný vzhled – mrakovitost. Příze č. 7 nevykazuje periodickou nestejnomyěrnost (spektrogram bez závad), ale v průběhu délkové variační křivky je patrný odklon nahoru na délce cca 1,5 m. Na vzhledu příze a plošných textilií se ale výrazně neprojevilo a tyto vzhledy byly při vizuálním hodnocení označeny jako nejlepší, obrazy vykazovaly nejmenší kolísání úrovně šedi. Proto tato příze byla vybrána jako příze bez závad a proto je srovnávací pro ostatní vybrané příze.

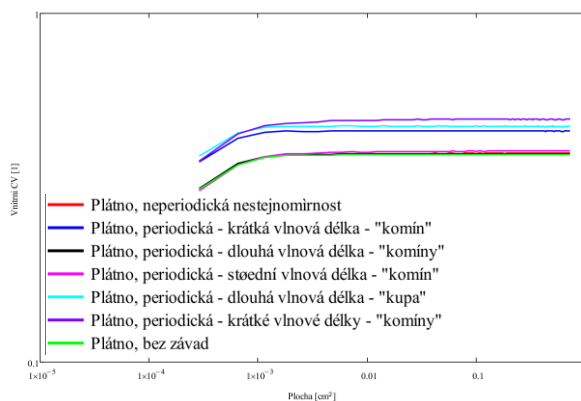
Průběhy vnitřních plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.9 – vazba Atlas, obr. 3.10 – vazba Kepr a obr. 3.11 – vazba Plátno.



Obr. 3.9: Vnitřní plošné variační křivky – Atlas



Obr. 3.10: Vnitřní plošné variační křivky – Kepr



Obr. 3.11: Vnitřní plošné variační křivky – Plátno

Hodnocení průběhu vnitřních plošných variačních křivek

Průběh vnitřních plošných variačních křivek souvisí s velikostí sledované plochy v obrazu plošné textilie. Vnitřní plošné variační křivky se zvětšující se velikostí sledovaného pole vykazují rostoucí průběh bez ohledu na použitou vazbu tkaniny. Průběhy plošných variačních křivek pro jednotlivé vazby tkanin jsou velmi podobné a níže uvedené hodnocení platí pro všechny použité vazby. Nejstrmější růst je od počátku vnitřní plošné křivky do úrovně plochy cca $0,001\text{cm}^2$. V oblasti malých ploch se průběhy vnitřních variačních křivek překrývají a k jejich oddělení dochází až na při hodnocení variability stupňů šedi na větších plochách. Obecně lze na základě průběhu říci, že velké rozdíly v poloze křivek nejsou. Vyšší polohu vnitřních variačních křivek vykazují obrazy tkanin, které byly simulovány z příze vykazující výraznou vadu, tzn. v obrazu plošné textilie je vyšší variabilita stupňů šedi. V souboru sledovaných přízí jde o přízi s výrazným moaré efektem (periodická nestejnomyrnost na krátkých vlnových délkách). Vnitřní plošná variační křivka pro tento případ je položena nejvýše a tím potvrzuje subjektivní vizuální hodnocení, ve kterém byly obrazy těchto plošných textilií hodnoceny jako nejhorší. Do skupiny křivek, které jsou položeny výše, patří také vnitřní plošné variační křivky obrazů plošných textilií z příze vykazující periodickou nestejnomyrnost na krátkých vlnových délkách (moaré efekt) a periodickou nestejnomyrnost na dlouhých vlnových délkách (kupovité spektrum) jejichž obrazy plošných textilií vykazují vyšší variabilitu stupňů šedi. Pokud budeme porovnávat výraznost závadného efektu, v tomto případě moaré efektu, na polohu vnitřní plošné variační křivky, tak výše je položena křivka pro přízi s výraznějším efektem. Obdobně můžeme sledovat vliv typu nestejnomyrnosti na dlouhých vlnových délkách. V tomto porovnání leží výše křivka pro přízi s kupovitým spektrem (příze č. 5), které se na vzhledu obrazu plošných textilií projevilo výrazněji než charakteristické spektrum (příze č. 4). Při vizuálním

hodnocením vzhledu byly tyto obrazy hodnoceny jako podobné, horší vzhled byl hodnocen u obrazů z příze č. 5 (kupovité spektrum). Vnitřní plošné variační křivky obrazů plošných textilií z přízí vykazující periodickou nestejnomyšnost na středních a dlouhých vlnových délkách (charakteristické spektrum), neperiodickou nestejnomyšnost a z příze bez závadného průběhu spektrogramu a délkové variační křivky, leží velmi blízko sebe a jejich průběhy se překrývají. Příze vykazující tyto závadné efekty se při subjektivním vizuálním hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti obrazů plošných textilií a vzhledů přízí nejeví jako výrazné. Pro případ periodické nestejnomyšnosti na středních vlnových délkách se potvrdil známý fakt, že tento typ nestejnomyšnosti je na vzhledu příze rozpoznatelný jen zřídka a při splnění určitých podmínek a obdobně je tomu potom i v plošné textilii. Průběh a poloha vnitřních variačních křivek odpovídají subjektivnímu vizuálnímu hodnocení vzhledu obrazů plošných textilií a přízí.

Sledování nestejnomyšnosti na malých plochách (velikost strany čtverce do 0,032 cm) je blízké hodnocení celé plochy, tj. bod po bodu, a rozdíly v kolísání úrovně šedi je průměrováním potlačeno.

Průběhy a polohy vnitřních plošných variačních křivek nevykazují velké rozdíly pro příze vykazující zvýšenou nestejnomyšnost. Větší rozdíly byly zaznamenány pouze v případě velmi výrazné vady. Vady méně výrazné a běžně se u přízí vyskytující, zpravidla nejsou vnitřní plošnou variační křivkou zaznamenány. Dále proto byla pozornost zaměřena na sledování průběhů vnějších plošných variačních křivek pro různé typy a struktury nestejnomyšnosti.

3.2.2 Hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti – vnější plošné variační křivky

Pro toto hodnocení byly použity obrazy plošných textilií, které byly konstruovány z přízí vykazující typické vzhledové vady:

- periodickou nestejnomyšnost na:
 - krátkých vlnových délkách;
 - středních vlnových délkách;
 - dlouhých vlnových délkách,
- neperiodickou nestejnomyšnost na:
 - délkách do 1m;
 - délkách od 1m,

Průběhy plošných variačních křivek obrazů plošných textilií konstruované z přízí s vadou, byly porovnávány s plošnou křivkou, která byla konstruována pro obraz plošné textilie z příze, která vadu nevykazovala. Periodická nestejnomyšnosti je identifikována v průběhu spektrogramu. Existují dvě struktury periodické nestejnomyšnosti, které se projeví tzv. charakteristickým spektrem („komín“) a tzv. kupovitým spektrem („kupa“). Pro hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti obrazů plošných textilií – tkanin pomocí plošných variačních křivek byly použity příze s oběma typy struktury periodické nestejnomyšnosti.

Neperiodická nestejnomyšnost je identifikována na průběhu délkové variační křivky. Průběhem délkové variační křivky je přímka, na které jsou, v případě neperiodické nestejnomyšnosti, zlomy směrem nahoru. Podle [6], pokud je na délkové variační křivce zlom na délce do 1 m, je na vzhledu příze a plošné textilie identifikován neklidný vzhled, tzv. krátká pruhovitost. Pokud je zlom na délce větší než 1 m, pak vzhled vykazuje mrakovitost. Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií z přízí, které vykazovaly oba typy vad.

Průběhy vnějších plošných variačních křivek byly porovnávány s průběhem plošné křivky pro obrazy tkanin z příze bez vady.

Přehled přízí, u kterých byla na základě simulovaného obrazu plošné textilie (tkaniny – vazby: plátno, atlas, kepr 3/1) hodnocena vzhledová nestejnomyšnost obrazu plošné textilie jsou uvedeny v přílohách 3 – 10 (zvlášť pro jednotlivé typy nestejnomyšnosti), kde jsou uvedeny výsledky měření nestejnomyšnosti (aparatura Uster Tester IV. – SX) – naměřená nestejnomyšnost CV [%], počty vad (slabých / silných míst, nopků), DR hodnota, ukázány průběhy charakteristických funkcí (spektrogram, délková variační křivka) a ukázány simulované obrazy návinů příze na tmavé desce a tkanin (atlas, kepr 3/1 a plátno).

3.2.2.1 Periodická nestejnomyšnost na krátkých vlnových délkách

Periodická nestejnomyšnost na krátkých vlnových délkách vykazuje na vzhledu příze a plošných textilií, pro obě struktury nestejnomyšnosti, moaré efekt. Pro hodnocení průběhu plošných variačních křivek byly použity obrazy plošných textilií z přízí, které vykazovaly tuto nestejnomyšnost na různých vlnových délkách v rozsahu délek do 50 cm pro případy charakteristického i kupovitého spektra.

3.2.2.1.1 Periodická nestejnomyšnost na krátkých vlnových délkách – charakteristické spektrum

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující charakteristické spektrum na vlnových délkách: $\lambda = 8$ cm; $\lambda = 25$ cm; $\lambda = 40$ cm a spektrum tvořené sérií komínů na délkách $\lambda = 16$; 8; 5 a 4 cm. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 3, tab. 3.1. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.12 – Atlas, 3.13 – Kepr, 3.14 – Plátno. Pro větší přiblížení rozdílů v průbězích jednotlivých plošných variačních křivek, bylo v grafech na ose x také použito logaritmické měřítko. Tyto grafy jsou uvedeny v příloze 3, obr. 3.1 – Atlas, 3.2 – Kepr a 3.3 – Plátno.

Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

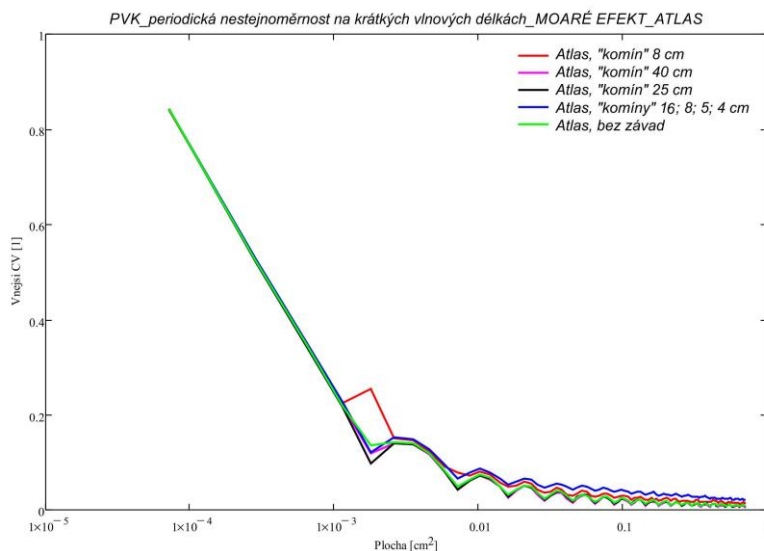
Příze vykazující periodickou nestejnomyšnost na krátkých vlnových délkách vykazují zvýšenou hodnotu nestejnomyšnosti, příze vykazující „komín“ na vlnové délce $\lambda = 8$ cm a sérii „komínů“ na vlnových délkách $\lambda = 16$; 8; 5 a 4 cm vykazují také vysoký počet vad, především v počtu silných míst a nopků. Na vzhledech těchto přízí je identifikován výrazný moaré efekt. Příze vykazující „komín“ na vlnové délce $\lambda = 25$ cm a $\lambda = 40$ cm nevykazují zvýšenou hodnotu nestejnomyšnosti a počet vad. Na vzhledu těchto přízí je patrný zhoršený vzhled, ale moaré efekt je nevýrazný. Vzhled obrazů plošných textilií odráží vzhled přízí – nejhorší vzhled vykazují obrazy plošných textilií z přízí s výrazným moaré efektem, ten je na jejich vzhledu jasně patrný. Při vizuálním hodnocení byl jako nejhorší označen vzhled obrazů plošných textilií z příze vykazující „sérii komínů“. Naopak vzhled obrazů plošných textilií z přízí s méně výrazným moaré efektem je relativně klidný, v porovnání se vzhledem plošných textilií z bezvadné příze je jen mírně horší. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

Hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek

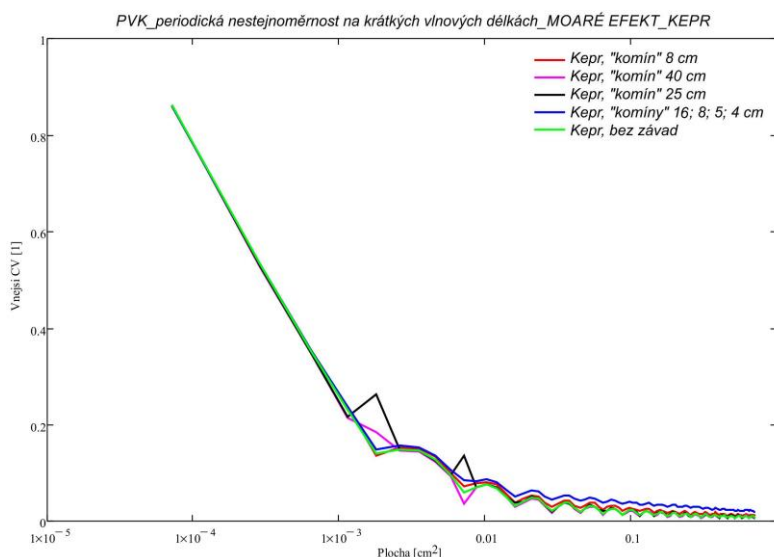
Z průběhu vnějších plošných variačních křivek je zřejmé, že vnější plošná variační křivka s rostoucí velikostí plochy klesá a to pro všechny použité vazby. Vnější plošná variační křivka, všech vazeb, která byla konstruována pro obraz plošné textilie simulovaný z příze bez vady je položena níže, než plošné variační křivky pro obrazy plošných textilií simulovaných z přízí vykazující závadný průběh spektrogramu. Příze vykazující vadu se v obrazu plošné textilie projeví vyšším kolísáním stupňů šedi a to má vliv na polohu křivky v grafu.

Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro všechny vazby jsou podobné. Nejvýše položenou vnější plošnou variační křivkou je křivka pro obraz plošné textilie, která

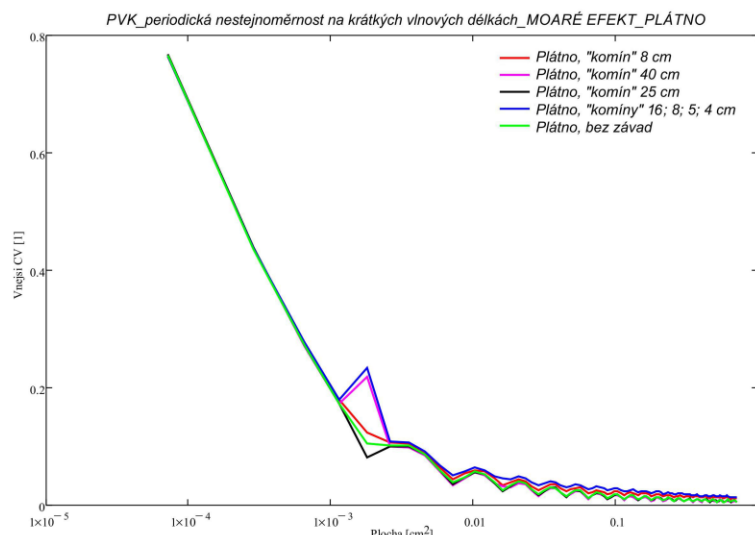
byla konstruována z příze vykazující výraznější vzhledovou nestejnouměrnost. Z použitých přízí je to příze, která ve spektrogramu vykazovala charakteristické spektrum na vlnových délkách $\lambda = 16; 8; 5$; a 4 cm. Vnější plošná variační křivka pro obrazy tkanin všech vazeb z této příze leží nad ostatními od plochy $0,007\text{cm}^2$. Všechny vnější plošné variační křivky v oblasti malých ploch do plochy $0,001\text{cm}^2$ leží velmi blízko sebe, jejich průběhy se překrývají. Při hodnocení na větších plochách (od $0,001\text{cm}^2$) se průběhy křivek od sebe odklánějí a pro výraznější vzhledovou nestejnouměrnost leží křivka výše. Vnější plošné variační křivky všech vazeb vykazují zlom na ploše $0,001\text{cm}^2$, křivka pro obraz konstruovaný z příze bez vady vykazuje ve všech případech zlom směrem dolů.



Obr. 3.12: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum



Obr. 3.13: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum



Obr. 3.14: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum

3.2.2.1.2 Periodická nestejnómernost na krátkých vlnových délkách – kupovité spektrum

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující kupovité spektrum na krátkých vlnových délkách s různou střední délkou vlny $\lambda_m = 8$ cm; $\lambda_m = 7,5$ cm; $\lambda_m = 9,5$ cm a $\lambda_m = 25$ cm. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 4. Vnější plošné variační křivky jsou pro jednotlivé vazby na obr. 3.15 – Atlas, obr. 3.16 – Kepr a obr. 3.17 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 4 – obr. 4.1 – Atlas, 4.2 – Kepr a 4.3 – Plátno.

Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

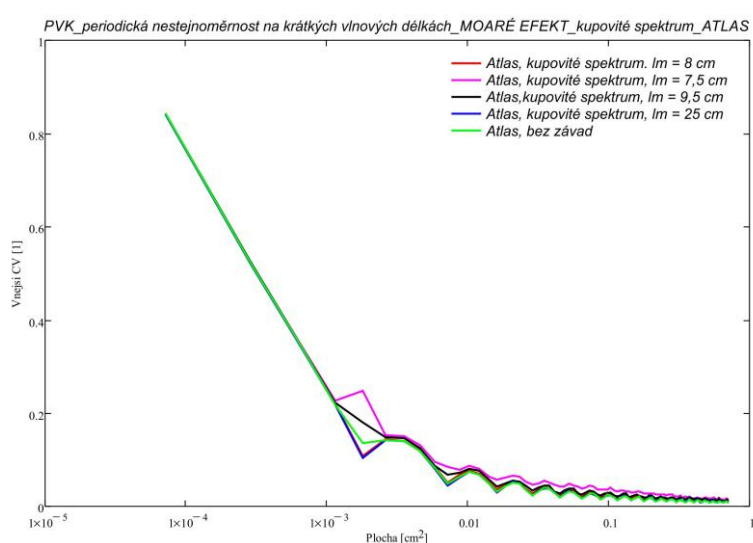
Příze vykazující kupovité spektrum na krátkých vlnových délkách způsobují na jejím vzhledu moaré efekt. Tyto příze vykazují zvýšenou hodnotu nestejnómernosti a vyšší počet vad. Na vzhledu přízí byl identifikován moaré efekt, výraznější byl pro kupovitá spektra s kratší střední délkou vlny. Z použitých přízí byl nevýraznější moaré efekt a tím i nejhorší vzhled příze identifikován pro přízi s nejvýraznějším kupovitým spektrem (vyšší amplitudy) a střední délkou vlny $\lambda_m = 7,5$ cm. Vzhledy obrazů plošných textilií simulovaných z této příze byly vizuálně hodnoceny jako nejhorší. Příze vykazující kupovité spektrum s větší střední délkou vlny ($\lambda_m = 25$ cm) vykazuje méně výraznou vzhledovou vadu, vzhled této příze byl hodnocen jako klidný, bez výrazného moaré efektu. Stejně tak také vizuální hodnocení vzhledů obrazů tkanin simulované z této příze. Tyto vzhledy, v porovnání s ostatními obrazy z přízí s vadou, byly hodnoceny nejlépe, vzhledy jsou klidné, bez výrazných efektů a kolísání stupňů šedi v obraze. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

Hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek

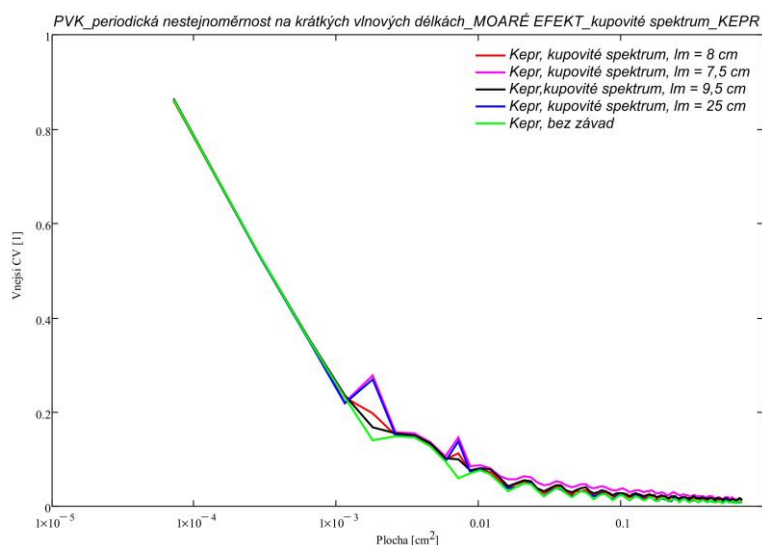
Vnější plošná variační křivka, všech vazeb, která byla konstruována pro obraz plošné textilie simulovaný z příze bez vady je položena níže, než plošné variační křivky pro obrazy plošných textilií simulovaných z přízí vykazující závadný průběh spektrogramu.

Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro všechny použité vazby jsou podobné. Nejvýše položenou vnější plošnou variační křivkou je křivka pro obraz plošné textilie, která byla konstruována z příze vykazující vizuálně výraznější vzhledovou vadu, z použitých přízí je to příze, která ve spektrogramu vykazovala kupovité spektrum se střední délkou vlny

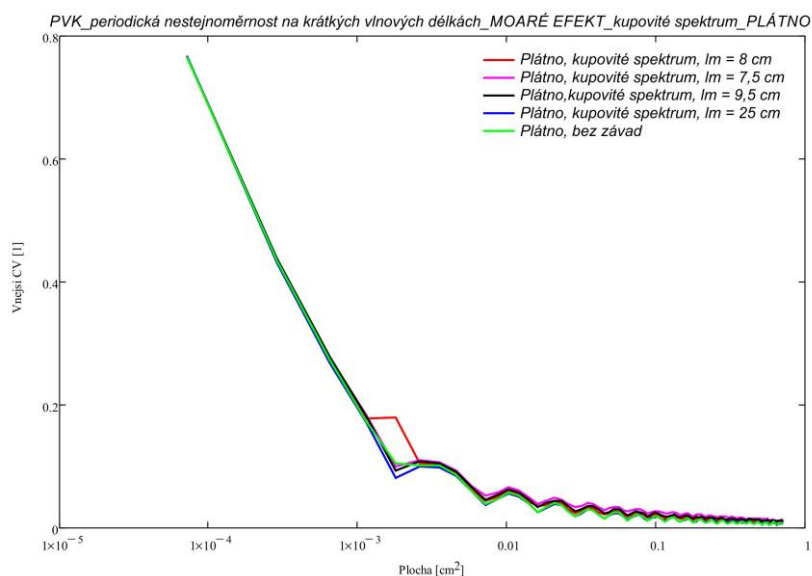
$\lambda_m = 7,5$ cm. Vnější plošná variační křivka pro obrazy tkanin všech vazeb z této příze leží nad ostatními od plochy $0,007\text{cm}^2$. Všechny vnější plošné variační křivky v oblasti malých ploch do $0,001\text{cm}^2$ leží velmi blízko sebe, jejich průběhy se překrývají. Na ploše $0,001\text{cm}^2$ vykazují průběhy plošných variačních křivek zlom, u plošných křivek pro obrazy tkanin z příze bez vady je vždy zlom směrem dolů. Vnější plošná variační křivka pro keprovou vazbu vykazuje dále výrazný zlom na ploše $0,007\text{cm}^2$, pro všechny případy závadných spekter jde o zlom směrem nahoru, pouze křivka pro obraz z bezvadné příze vykazuje zlom směrem dolů. Od plochy $0,007\text{cm}^2$ se průběhy křivek od sebe odklánějí a křivka pro obraz s výraznější vzhledovou nestejnomořností leží výše. Výraznější moaré efekt vykazují obrazy tkanin konstruovaných z přízí, kde je střední délka vlny na co nejkratších vlnových délkách, v ukázaných případech je to $\lambda_m = 7,5$ cm. Nejnižší je položena křivka pro obraz tkanin z přízí s největší střední vlnovou délkou kupovitého spektra $\lambda_m = 25$ cm a průběh této křivky se z části překrývá s průběhem křivky pro obraz tkaniny z příze bez vady.



Obr. 3.15: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, příze – kupovité spektrum



Obr. 3.16: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, příze – kupovité spektrum



Obr. 3.17: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, příze – kupovité spektrum

3.2.2.1.3 Periodická nestejnomyernost na krátkých vlnových délkách – porovnání

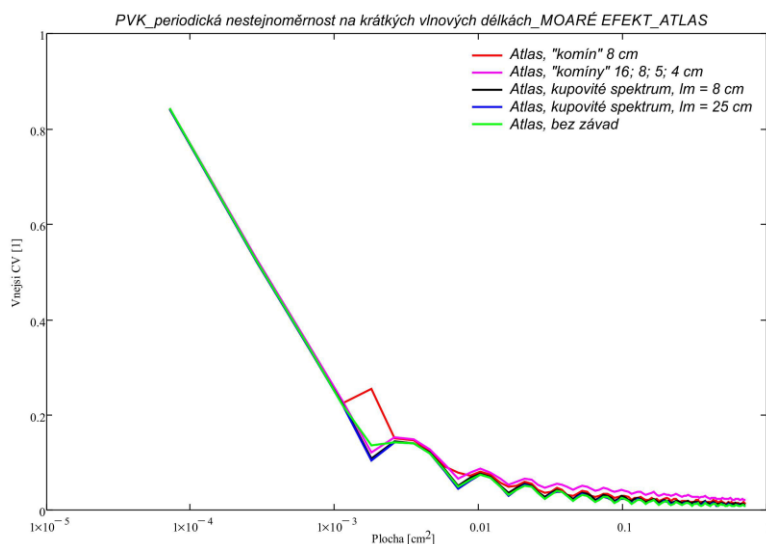
Porovnání průběhu plošných variačních křivek s různou strukturou periodické nestejnomyernosti přízi na krátkých vlnových délkách, tj. průběhy pro příze, které vykazují charakteristické a kupovité spektrum. Obě struktury nestejnomyernosti způsobují stejný typ vzhledové nestejnomyernosti, tzv. moaré efekt. Pro porovnání byly vybrány příze z přízi použitých pro hodnocení jednotlivých struktur nestejnomyernosti. Pro porovnání byly použity příze vykazující charakteristická spektra na vlnových délkách $\lambda = 8$ cm a $\lambda = 16; 8; 5$ a 4 cm a příze vykazující kupovitá spektra se střední délkou vlny $\lambda_m = 8$ cm a $\lambda_m = 25$ cm. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou na obr. 3.18 – Atlas, 3.19 – Kepr a 3.20 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 11 – obr. 11.1 – Atlas, 11.2 – Kepr a 11.3 – Plátno.

Hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek

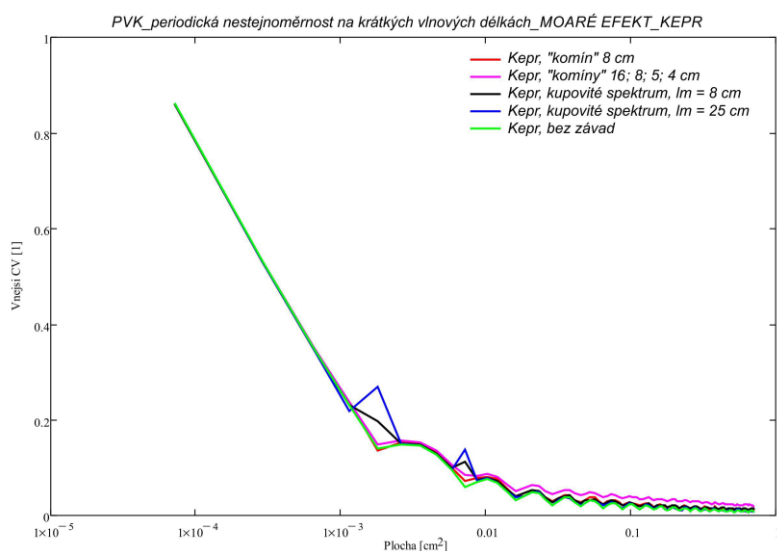
Z průběhů křivek je zřejmé, že pro oba typy struktury nestejnomyernosti jsou charakteristiky průběhu plošných křivek stejné. U všech vazeb vykazuje plošná variační křivka zlom na ploše $0,001 \text{ cm}^2$ velikosti sledovaného čtverce a do této plochy se průběhy křivek překrývají. U keprové vazby vykazuje křivka zlom na ploše $0,007 \text{ cm}^2$. Pokud porovnáváme vliv struktury nestejnomyernosti na průběh křivek tak lze konstatovat, že pokud je vlnová délka vady (charakteristické spektrum), resp. střední délka vlny (kupovité spektrum) stejná, tak průběh křivek je podobný a jejich průběhy se z velké části překrývají. Na průběh plošných variačních křivek má vliv výraznost efektu a není důležité, který typ vady ji způsobil. Výraznější moaré efekt vykazovala na svém vzhledu příze s charakteristickými spektra na vlnových délkách $\lambda = 16; 8; 5$ a 4 cm a tento zhoršený vzhled se projevil i na vyšší vzhledové nestejnomyernosti obrazů tkanin z ní simulovaných. Příze vykazující periodickou nestejnomyernost na větších krátkých vlnových délkách ($\lambda_m = 25$ cm) je na vzhledu příze méně výrazná a způsobuje také méně výraznou vzhledovou nestejnomyernost. Plošné variační křivky pro tento případ leží v grafech níže než plošné křivky pro případ větší vzhledové nestejnomyernosti.

Z průběhů vnějších plošných variačních křivek pro periodickou nestejnomyernost na krátkých vlnových délkách plyne, že na jejich průběh nemá zásadní vliv typ struktury nestejnomyernosti (charakteristické, kupovité spektrum), ale vlivnější je vlnová délka, na které

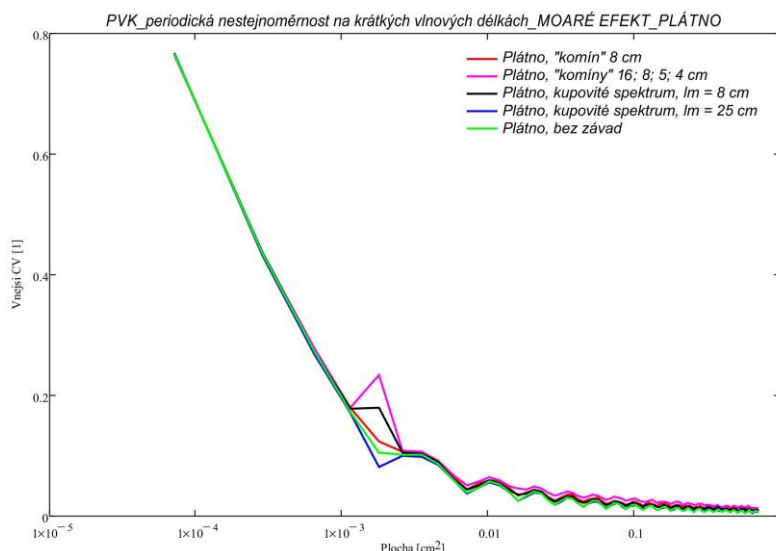
se vada v přízi vyskytuje a její amplituda. Vada na kratší vlnové délce způsobuje výraznější moaré efekt a tím také horší vzhledovou nestejnomyňnost obrazů tkanin. Zhoršená vzhledová nestejnomyňnost je identifikována polohou křivky a zlomy v jejím průběhu. Vlivem vazby se moaré efekt jeví jako výraznější u vazeb, které vykazují určitou délku flotážní nitě, tj. u vazeb kepr, atlas.



Obr. 3.18: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum



Obr. 3.19: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum



Obr. 3.20: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum

3.2.2.2 Periodická nestejnómernost na středních vlnových délkách

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující periodickou nestejnómernost na středních vlnových délkách v rozsahu délek 1 – 5 m. Pro hodnocení byly použity příze vykazující ve spektrogramu charakteristická spektra na vlnových délkách $\lambda = 1,25$ m; $\lambda = 1,1$; 2,2 a 3,2 m; $\lambda = 2$ m a $\lambda = 0,4$ a 0,8 m. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 5. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.21 – Atlas, 3.22 – Kepr a 3.23 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 11 – obr. 5.1 – Atlas, 5.2 – Kepr a 5.3 – Plátno.

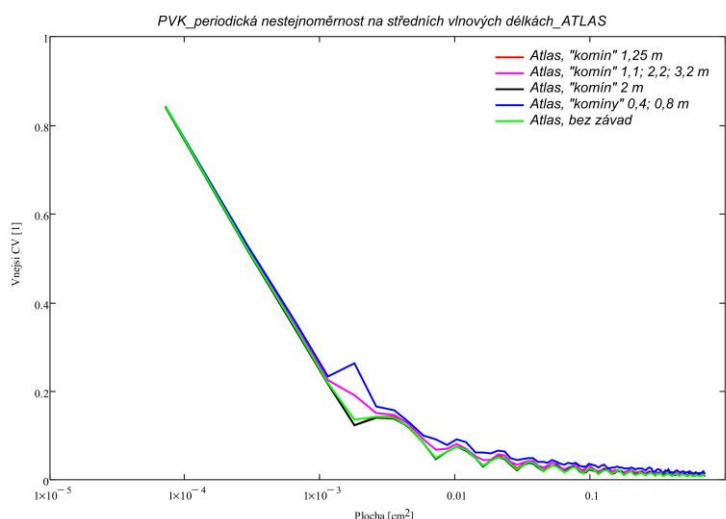
Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

Z výsledků experimentů v [5], [6] plyne, že tento typ nestejnómernosti se na vzhledu příze a vzhledu plošné textilie projeví jen zřídka, při splnění určitých předpokladů. Vizuální hodnocení použitých vzhledů přízí a obrazů plošných textilií tyto závěry potvrzují. Příze vykazující charakteristická spektra na středních vlnových délkách se projevují zhoršeným vzhledem příze a vzhledů obrazů plošných textilií. Vzhled příze je neklidný, vizuálně jsou na vzhledu identifikovány krátké pruhy. Výraznost této vzhledové vady souvisí s vlnovou délkou vady a také výší amplitudy, příp. větším „počtem komínů“. Tyto příze také vykazovaly vyšší hodnotu nestejnómernosti a vyšší počet vad, především silných míst a nopků. Z použitých přízí byla nejvýraznější vzhledová vada a také nejhorší vzhled identifikován pro přízi charakteristickým spektrem na vlnových délkách $\lambda = 0,4$ a 0,8 m. Výraznou vzhledovou vadu na přízi také vykazovala příze s charakteristickým spektrem na vlnových délkách $\lambda = 1,1$; 2,2 a 3,2 m. Příze vykazující charakteristické spektrum na vlnových délkách $\lambda = 1,25$ m a $\lambda = 2$ m vykazují méně výraznou vzhledovou vadu, vzhledy těchto přízí byly hodnoceny jako klidnější, bez výrazné vzhledové vady. Stejně je i vizuální hodnocení vzhledů obrazů tkanin simulovaných z těchto přízí. Pokud je vzhledová vada příze méně výrazná, potom jsou i vzhledy obrazů plošných textilií z těchto přízí jsou hodnoceny jako klidné, bez výrazného efektu a kolísání stupňů šedi v obraze. Při porovnání vzhledů obrazů plošných textilií z těchto přízí a obrazů z příze bez vady nelze jednoznačně určit horší a lepší vzhled. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

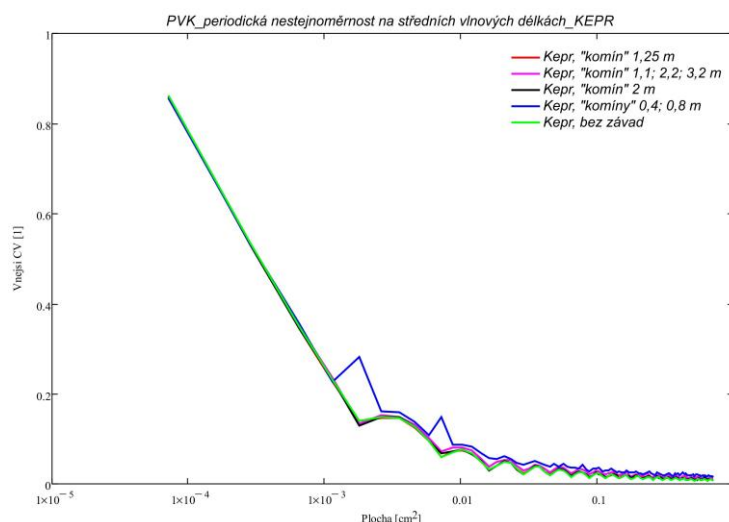
Hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek

Vnější plošná variační křivka, u všech vazeb, která byla konstruována pro obraz plošné textilie simulovaný z příze bez vady je položena nejnižší, vzhledem k průběhům plošných variačních křivek pro obrazy plošných textilií simulovaných z přízí vykazujících závadný průběh spektrogramu.

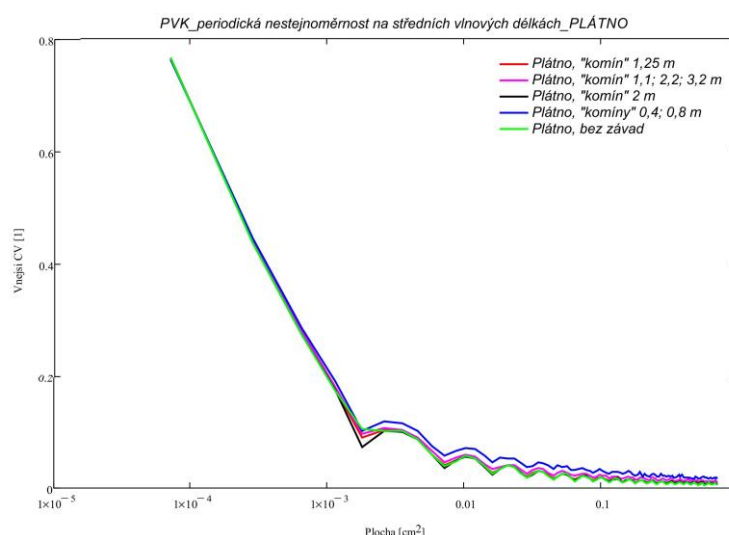
Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro všechny použité vazby jsou podobné. Průběhy plošných křivek pro všechny případy vad jsou při hodnocení vzhledové nestejnomyernosti na velmi malých plochách stejné a průběhy se překrývají až do plochy $0,001 \text{ cm}^2$, na této ploše křivky vykazují zlom a dále se průběhy plošných křivek pro jednotlivé případy od sebe odklánějí. Zlom na plošných křivkách plátňové vazby je pro všechny obrazy tkanin směrem dolů, u keprové vazby zlom směrem nahoru vykazuje křivka pro obraz tkaniny simulované z příze vykazující nestejnomyernost na vlnových délkách $\lambda = 0,4; 0,8 \text{ m}$. U atlasové vazby vykazuje zlom směrem nahoru plošná křivka pro tkaninu z příze s periodickou nestejnomyerností na vlnových délkách $\lambda = 1,1; 2,2$ a $3,2 \text{ m}$. Tyto příze vykazovaly horší vzhled, který je projevil na vyšší vzhledové nestejnomyernosti tkanin. Příze, které ve spektrogramu vykazovaly charakteristické spektrum jen na jedné vlnové délce, nevykazují vizuálně horší vzhled než příze bez vady. Průběhy plošných variačních křivek tuto skutečnost odráží, plošné variační křivky leží velmi blízko sebe a z části se překrývají. Výraznější vzhledové vady příze jsou zaznamenány v případech, kdy ve spektrogramu je charakteristické spektrum tvořeno „sérií komínů“ – příze vykazující periodickou nestejnomyernost na vlnových délkách $\lambda = 0,4$ a $0,8 \text{ m}$ a $\lambda = 1,1; 2,2$ a $3,2 \text{ m}$. Plošné variační křivky pro obrazy tkanin z těchto přízí potom vykazují vyšší vzhledovou nestejnomyernost, průběhy a polohou. Výraznější odklon plošné variační křivky byl zaznamenán pro případ obrazu tkaniny, která byla z příze vykazující nestejnomyernost na vlnových délkách $\lambda = 0,4$ a $0,8 \text{ m}$. Vlnové délky, na kterých byla nestejnomyernost identifikována, jsou blízko krátkým vlnovým délkám. Nestejnomyernost na krátkých vlnových délkách způsobuje výraznější vzhledovou vadu než nestejnomyernost na středních vlnových délkách a to patrně vzhledovou nestejnomyernost ovlivnilo.



Obr. 3.21: Vnější plošná variační křivka, Atlas – periodická nestejnomyernost na středních vlnových délkách



Obr. 3.22: Vnější plošná variační křivka, Kepr – periodická nestejnómernost na středních vlnových délkách



Obr. 3.23: Vnější plošná variační křivka, Plátno – periodická nestejnómernost na středních vlnových délkách

3.2.2.3 Periodická nestejnómernost na dlouhých vlnových úsečkách

Periodická nestejnómernost na dlouhých vlnových úsečkách vykazuje na vzhledu přize i tkanin pruhovitost. Pro hodnocení průběhu plošných variačních křivek byly použity obrazy plošných textilií simulované z přízí, které vykazovaly tuto vadu na různých vlnových délkách v rozsahu od 5 m. Pro hodnocení pruhovitosti byly použité přize vykazující oba typy struktury nestejnómernosti, tzn. kupovité i charakteristické spektrum.

3.2.2.3.1 Periodická nestejnómernost na dlouhých úsečkách – charakteristické spektrum

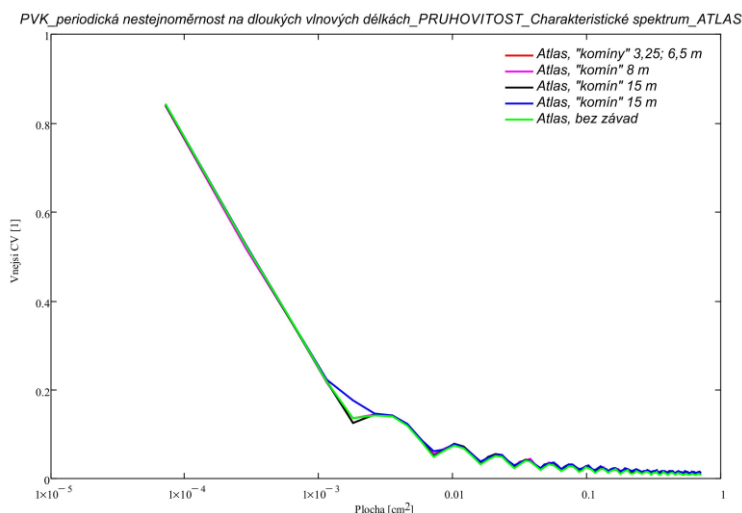
Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující charakteristické spektrum na vlnových délkách $\lambda = 3,25$ a $6,5$ m; $\lambda = 8$ a 19 m a $\lambda = 15$ m. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 6. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.24 – Atlas, 3.25 – Kepr a 3.21 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 11 – obr. 6.1 – Atlas, 6.2 – Kepr a 6.3 – Plátno.

Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

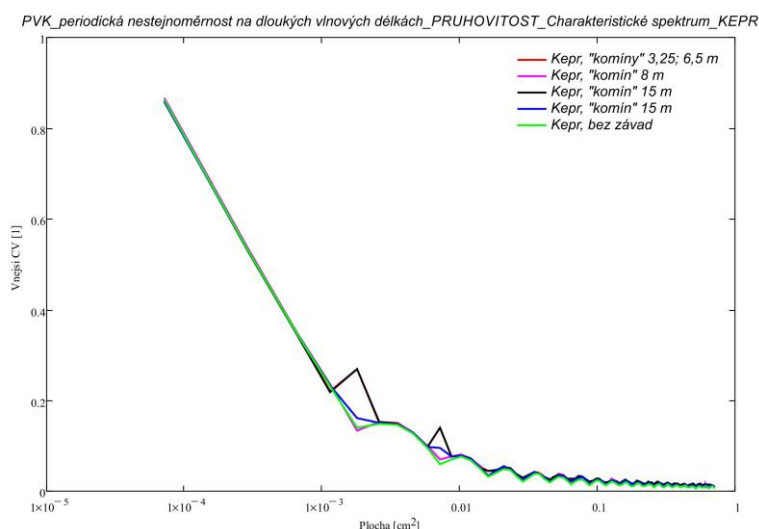
Příze vykazující charakteristické spektrum na dlouhých vlnových délkách vykazuje zvýšenou hodnotu nestejnomyšnosti a vyšší počet vad, především silných míst a nopků. Na vzhledu přízí byla identifikována pruhovitost. Vizuálně výraznější pruhy byly zaznamenány pro příze s charakteristickými spektry na více vlnových délkách a delších délkách. Z použitých přízí byla nejvýraznější pruhovitost a i nejhorší vzhled příze identifikován pro přízi vykazující charakteristické spektrum na vlnových délkách $\lambda = 3,25$ a $6,5$ m a $\lambda = 8$ a 19 m. Vzhledy obrazů plošných textilií simulovaných z této příze vykazovaly vizuálně nejvyšší kolísání stupňů šedi, a proto byly hodnoceny také jako nejhorší. Efekt pruhovitosti je u příze vykazující charakteristické spektrum na kratší vlnové délce je na vzhledu příze i obrazu plošné textilie méně výrazný a vizuálně jsou tyto obrazy hodnoceny jako lepší. V porovnání se vzhledy příze a obrazy plošných textilií z příze bezvadné ale tyto vykazují vzhledovou vadu, i když méně výraznou než obrazy z přízí s charakteristickým spektrem na větších délkách. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

Hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek

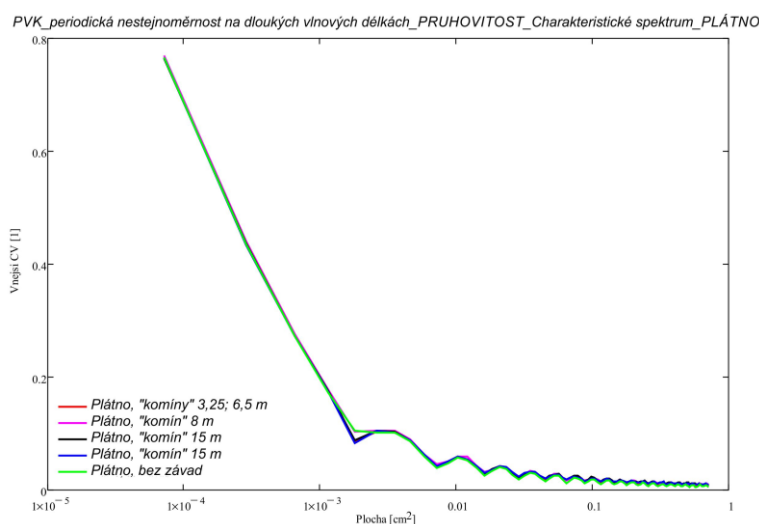
Vnější plošná variační křivka, všech vazeb, která byla konstruována pro obraz plošné textilie simulovaný z příze bez vady (obraz vykazuje vizuálně nejmenší kolísání stupňů šedi) je položena nejnižše vzhledem k průběhům plošných variačních křivek pro obrazy plošných textilií simulovaných z přízí vykazujících závadný průběh spektrogramu. Polohy všech plošných variačních křivek jsou ale velmi blízko sebe a na při hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti na větších plochách se překrývají. Plošné křivky vykazují přímkový průběh pro hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti na velmi malých plochách až do velikosti $0,001\text{cm}^2$, kde plošné křivky, pro všechny vazby, vykazují zlom. Zlom směrem nahoru je zaznamenán jen u keprové vazby pro obraz tkaniny z příze s periodickou nestejnomyšností na vlnové délce $\lambda = 3,25$ a $6,5$ m a příze s $\lambda = 15$ m a atlasové vazby pro obraz z příze s periodickou nestejnomyšností na $\lambda = 15$ m. U keprové vazby plošné variační křivky vykazují výrazný zlom dále na ploše $0,007\text{cm}^2$ se stejným chováním plošných křivek jako u zlomu na ploše $0,001\text{cm}^2$. Puhovitost, která je způsobena charakteristickým spektrem na dlouhých vlnových délkách identifikována plošnou variační křivkou byla jen pro případy nejdelších vlnových délek ($\lambda = 15$ m; $\lambda = 8$ a 19 m) a pouze na velkých plochách čtverce.



Obr. 3.24: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhovitost, příze – charakteristické spektrum



Obr. 3.25: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhoovitost, příze – charakteristické spektrum



Obr. 3.26: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhoovitost, příze – charakteristické spektrum

3.2.2.3.2 Periodická nestejnomyernost na dlouhých úsečkách – kupovité spektrum

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující ve spektrogramu periodickou nestejnomyernost na dlouhých vlnových délkách – kupovité spektrum se střední délkou vlny: $\lambda_m = 12,5$ m; $\lambda_m = 20$ m a $\lambda_m = 22,5$ m. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 7. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.27 – Atlas, 3.28 – Kepr a 3.29 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 11 – obr. 7.1 – Atlas, 7.2 – Kepr a 7.3 – Plátno.

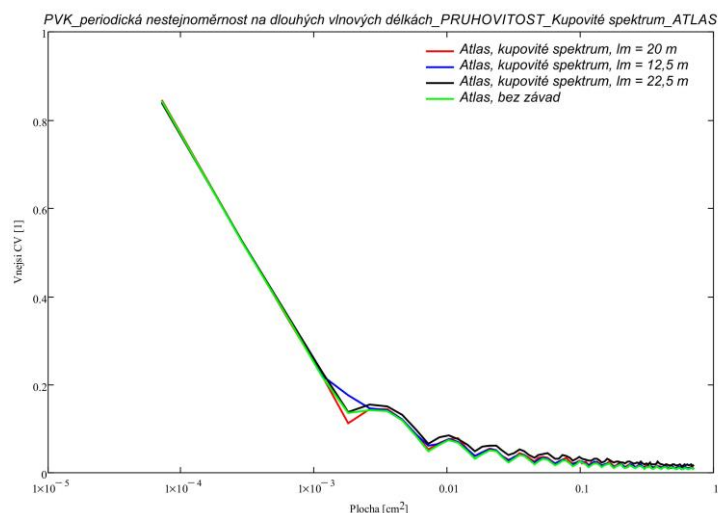
Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

Příze vykazující kupovité spektrum na dlouhých vlnových úsečkách vykazují současně také zvýšenou hodnotu nestejnomyernosti a vyšší počet vad, především silných míst a nopků. Vizuálně byla na vzhledech přízí identifikována pruhoovitost. Výraznější pruhy byly zaznamenány na vzhledu příze se střední délkou vlny kupovitého spektra na nejdelší vlnové délce $\lambda_m = 22,5$ m. Vzhledy obrazů plošných textilií simulovaných z této příze vykazovaly vizuálně nejvyšší kolísání stupňů šedi, a proto byly hodnoceny také jako nejhorší. Méně výrazný efekt pruhoovitosti byl zaznamenán na vzhledu přízí s kratší střední délkou vlny

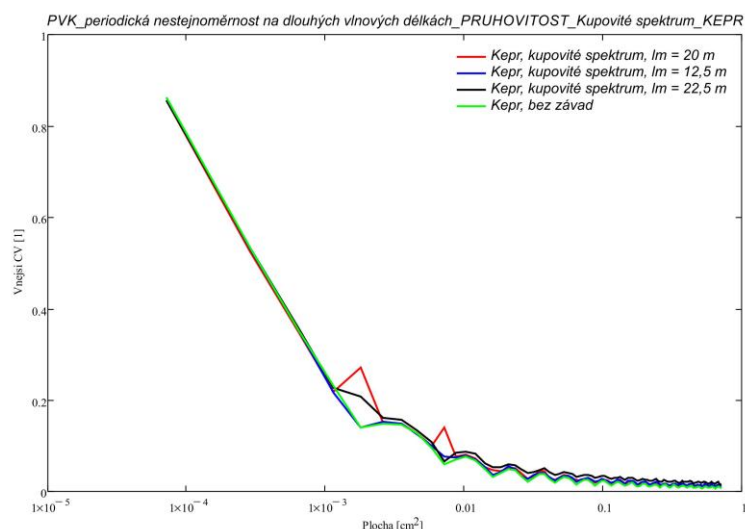
kupovitého spektra. Obrazy plošných textilií z těchto přízí proto byly hodnoceny jako lepší, s méně výraznou pruhovitostí a celkově tyto obrazy vykazovaly menší kolísání stupňů šedi. V porovnání se vzhledem příze a s obrazy plošných textilií z příze bezvadné, tyto obrazy vykazují vzhledovou vadu, méně výraznou pro obrazy plošných textilií z přízí s kratší střední délkou vlny kupovitého spektra a více výraznou pro střední délku vlny na delších úsečkách. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

Hodnocení průběhu plošných variačních křivek

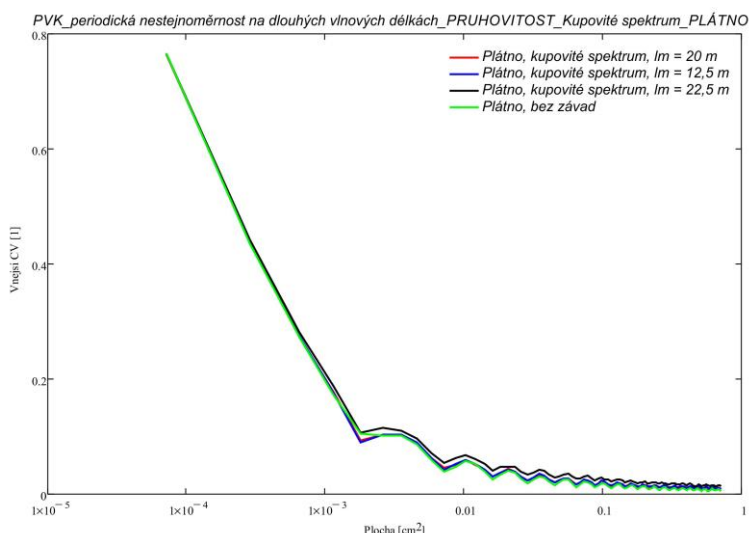
Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro tento typ vady příze mají podobný charakter průběhu jako plošné křivky pro případ periodické nestejnomyšernosti na dlouhých úsečkách způsobené charakteristickým spektrem. Pro porovnání variability stupňů šedi v obrazech plošných textilií mezi čtverci velmi malých ploch je průběh křivek přímkový a křivky se překrývají až do plochy 0,001 cm². Na této ploše křivky všech vazeb vykazují zlomy a v dalším průběhu se od sebe odklání. Nejvýraznější odklon je u křivky pro obraz tkaniny simulované z příze s největší střední délkou vlny kupovitého spektra ($\lambda_m = 22,5$ m). V dalším průběhu leží tato plošná křivka nad ostatními. Vzhled této příze byl vizuálně hodnocen jako nejhorší a projevil se také na horším vzhledu obrazů tkanin. Tyto obrazy vykazují vyšší variabilitu stupňů šedi, proto zaujímá plošná křivka těchto obrazů vyšší polohu. U keprové vazby je na ploše 0,001 cm² zaznamenán zlom směrem nahoru také pro obraz tkaniny simulované z příze, která vykazovala střední délku vlny kupovitého spektra $\lambda_m = 20$ m, ale v dalším průběhu se tato křivka překrývá s ostatními. Nejnížší polohu zaujímá plošná křivka pro obraz tkaniny z bezvadné příze. Vzdálenosti křivek od sebe jsou i pro případ kupovitého spektra na dlouhých vlnových délkách velmi malé a plošná variační křivka identifikuje tento typ nestejnomyšernosti jen v případě, že tato nestejnomyšernost je na velmi dlouhých úsečkách.



Obr. 3.27: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhovitost, příze – kupovité spektrum



Obr. 3.28: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhovitost, příze – kupovité spektrum



Obr. 3.29: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhovitost, příze – kupovité spektrum

3.2.2.3.3 Periodická nestejnomyšnost na dlouhých úsečkách – porovnání

Porovnání průběhu plošných variačních křivek s různou strukturou periodické nestejnomyšnosti na dlouhých vlnových délkách, tj. průběhy pro obrazy tkanin simulovaných z přízí, které vykazují charakteristické a kupovité spektrum. Obě struktury nestejnomyšnosti způsobují stejný typ vzhledové nestejnomyšnosti, tzv. pruhovitost. Pro porovnání byly vybrány příze z přízí použitých pro hodnocení jednotlivých struktur nestejnomyšnosti. Byly použity příze vykazující charakteristické spektrum na vlnové délce $\lambda = 15$ m a $\lambda = 8$ a 19 m a příze vykazující kupovité spektrum se střední délkou vlny $\lambda_m = 12,5$ m a $\lambda_m = 22,5$ m. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou na obr. 3.30 – Atlas, 3.31 – Kepr a 3.32 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 12: obr. 12.1 – Atlas, 12.2 – Kepr a 12.3 – Plátno.

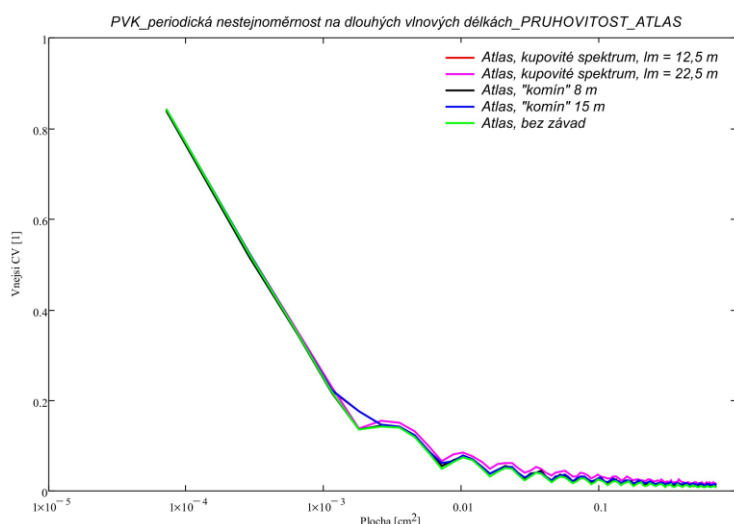
Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

Vizuálním hodnocením byla na vzhledech všech přízí identifikována pruhovitost. Vzhledově nejvýraznější byla hodnocena pruhovitost identifikována na střední délce vlny kupovitého spektra $\lambda_m = 22,5$ m. Obrazy vzhledů ostatních přízí a z nich simulovaných obrazů

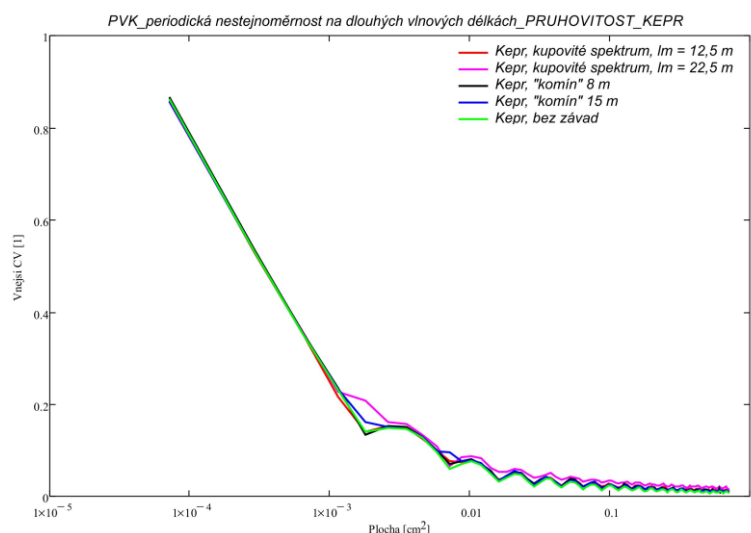
plošných textilií s kratší vlnovou délkou vady, pro obě struktury nestejnoměrnosti, byly vizuálně hodnoceny jako méně výrazné, variace stupňů šedi v obrazech plošné textilie je nižší. Při vizuálním hodnocení vzhledů obrazů plošných textilií z přízí s kratší vlnovou délkou vady nelze jednoznačně určit, který z nich je nejlepší. Horší vzhled lze zřetelně identifikovat u přízí s větší vlnovou délkou vady. Vizuálně je na nich vyšší kolísání stupňů šedi, které se projeví také zhoršeným vzhledem obrazů plošných textilií konstruovaných právě z těchto přízí.

Hodnocení průběhu plošných variačních křivek

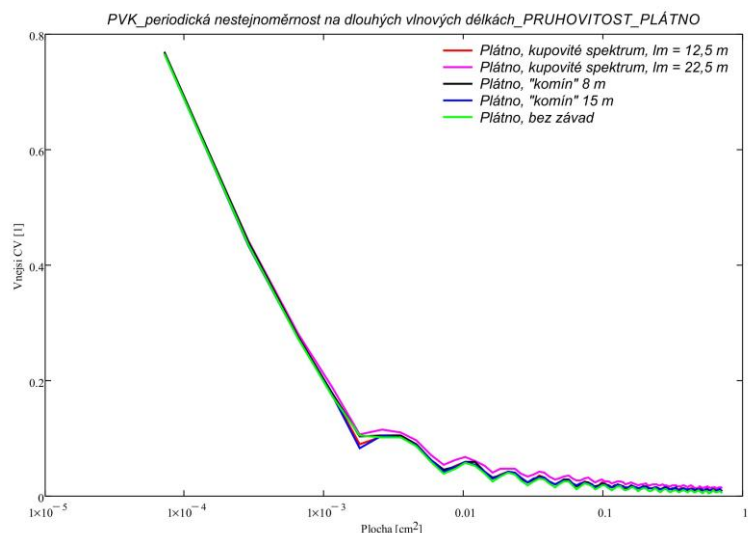
Z průběhů vnějších plošných variačních křivek je zřejmé, že pro oba typy struktury nestejnoměrnosti jsou charakteristiky průběhů stejné. Při porovnání variability stupňů šedi mezi čtverci velmi malých ploch je průběh křivek přímkový a průběhy křivek se překrývají až do plochy $0,001 \text{ cm}^2$. Na této ploše křivky všech vazeb vykazují zlomy. Od této plochy dochází k odklonu plošné variační křivky pro obraz tkaniny simulované z příze vykazující ve spektrogramu kupovité spektrum se střední délkou vlny $\lambda = 22,5 \text{ m}$. Tato plošná křivka v dalším průběhu leží nad ostatními a potvrzuje tak vyšší variabilitu stupňů šedi na vzhledu. Průběhy ostatních plošných křivek vykazují jen velmi malé rozdíly, průběhy plošných křivek se téměř překrývají. Podle vizuálního hodnocení vzhledu přízí a z nich simulovaných obrazů tkanin, byla nejhorší vzhledová nestejnoměrnost hodnocena pro obrazy tkaniny simulované z příze vykazující ve spektrogramu kupovité spektrum se střední délkou vlny $\lambda = 22,5 \text{ m}$. Ostatní vzhledy přízí a vzhledy obrazů tkanin byly vizuálně hodnoceny jako podobné s méně výraznými vadami. Toto hodnocení potvrzují i průběhy plošných variačních křivek. Z uvedených zjištění plyne, že více než struktura nestejnoměrnosti (charakteristické, kupovité spektrum), má na vzhled vliv vlnová délka vady. Periodická nestejnoměrnost příze na větších vlnových délkách, v rozsahu dlouhých úsečků, způsobuje výraznější vzhledovou vadu a proto také zhoršený vzhled obrazu plošné textilie. Zhoršená vzhledová nestejnoměrnost je identifikována polohou křivky a zlomy v jejím průběhu. Pruhoovitost byla plošnou variační křivkou zaznamenána v případech, kdy ta byla identifikována na nejdelších vlnových délkách ve spektrogramu příze.



Obr. 3.30: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhoovitost, příze – charakteristické a kupovité spektrum



Obr. 3.31: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhoovitost, příze – charakteristické a kupovité spektrum



Obr. 3.32: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhoovitost, příze – charakteristické, kupovité spektrum

3.2.2.4 Neperiodická nestejnóměrnost na délce do 1m

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazujících neperiodickou nestejnóměrnost na délce do 1 m – zlomy směrem nahoru v průběhu délkových variačních křivek na délkách: 15; 20; 25; 40 a 50 cm. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 8. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.33 – Atlas, 3.34 – Kepr a 3.35 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 8: obr. 8.1 – Atlas, 8.2 – Kepr a 8.3 – Plátno.

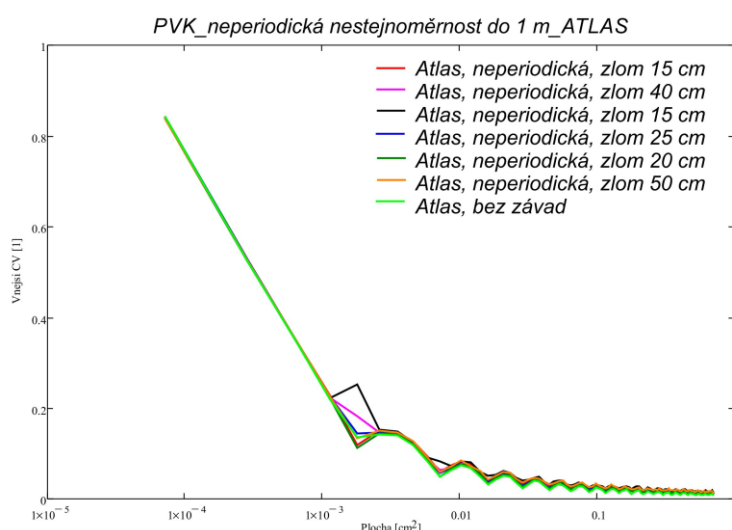
Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

Příze vykazující neperiodickou nestejnóměrnost na délce do 1 m se projevují zhoršeným vzhledem příze a vzhledů obrazů plošných textilií. Vzhled příze je neklidný, vizuálně jsou na vzhledu identifikovány krátké pruhy. Výraznost této vzhledové vady je dána především velikostí zlomu a dále souvisí s celkovou nestejnóměrností a počtem vad příze. Z použitých přízí byla nejvýraznější vzhledová vada a proto také nejhorší vzhled příze identifikován pro přízi s neperiodickou nestejnóměrností na délce 50 cm a přízi s vadou na délce 15 cm. Pokud je zlom v průběhu délkové variační křivky méně výrazný, potom vzhled

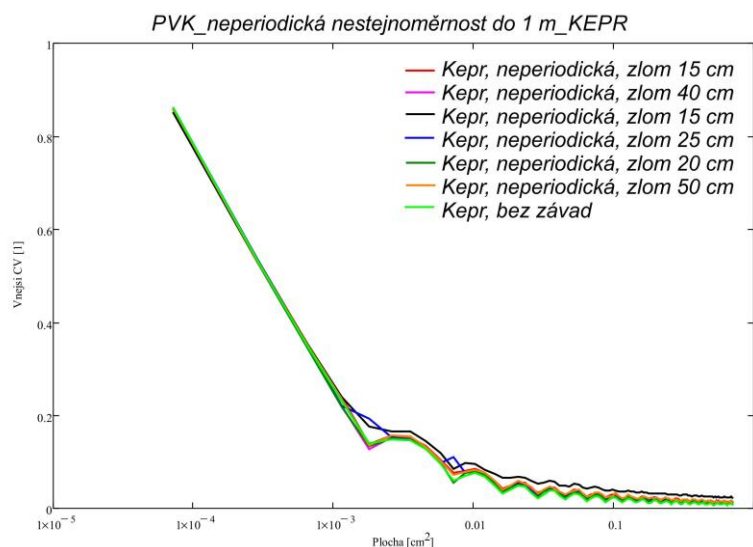
příze je jen mírně neklidný a variabilita stupňů šedi je menší. Výraznější kolísání stupňů šedi v obrazech je pro případ, kdy na délkové variační křivce jsou výraznější zlomy. Na vzhledech těchto obrazů je identifikovaná krátká pruhovitost. V ostatních případech je vzhled neklidný a nelze přesně určit, který vzhled je horší / lepší. Při porovnání vzhledů obrazů plošných textilií s obrazy z příze bez vady, je jejich vzhled podobný a v některých případech nelze jednoznačně určit horší a lepší vzhled. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je pro všechny vazby stejné.

Hodnocení průběhu plošných variačních křivek

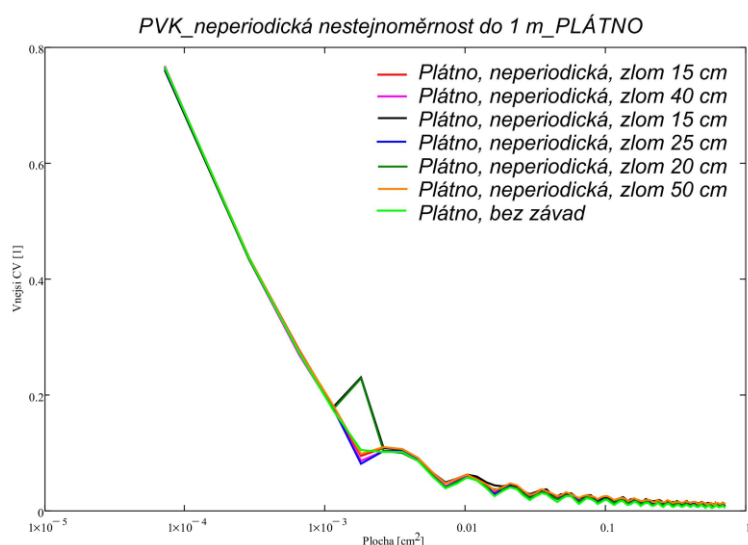
Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro obrazy tkanin konstruovaných z přízí vykazujících neperiodickou nestejnoměrnost mají podobný charakter průběhu jako plošné křivky v případě obrazů tkanin s přízí vykazujících periodickou nestejnoměrnost. Při hodnocení variability stupňů šedi mezi čtverci velmi malých vykazují plošné variační křivky přímkový charakter a jejich průběhy se překrývají až do plochy čtverce $0,001 \text{ cm}^2$. Na této ploše vykazují plošné variační křivky zlom a pro větší plochy se průběhy jednotlivých křivek od sebe oddělují. Tento charakter průběhu platí pro všechny vazby. Zlom směrem nahoru vykazují plošné variační křivky pro obrazy tkanin z přízí s neperiodickou nestejnoměrností na větších délkách, příp. na kratších délkách, ale příze k tomu vykazují vyšší počet vad (slabá, silná místa, nopky). Při hodnocení kolísání stupňů šedi mezi čtverci větších ploch, nejnížší je v obrazech tkanin simulovaných z příze nevykazující neperiodickou nestejnoměrnost. Plošné variační křivky pro obrazy tkanin simulované z přízí, které vykazovaly neperiodickou nestejnoměrnost, leží nad touto křivkou. Vzhledové vady nebyly výrazné, kolísání stupňů šedi v obrazech bylo nízké, proto jsou vzdálenosti křivek malé a dochází k jejich částečnému překrývání. Vyšší polohu mají plošné křivky pro obrazy tkanin simulované z přízí se vzhledově výraznější neperiodickou nestejnoměrností (nejstojnoměrnosti na délce 50 cm a délce 15 cm s výrazným zlomem v průběhu délkové variační křivky), v těchto obrazech bylo vizuálně zaznamenáno vyšší kolísání stupňů šedi. Plošná variační křivka identifikuje neperiodickou nestejnoměrnost na délkách do 1 m v případě, že průběh délkové variační křivky vykazuje výraznější zlom a příp. příze současně také vykazuje vyšší počet vad.



Obr. 3.33: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – neperiodická nestejnoměrnost – vada do délky 1 m



Obr. 3.34: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – neperiodická nestejnóměrnost – vada do délky 1 m



Obr. 3.35: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – neperiodická nestejnóměrnost – vada do délky 1 m

3.2.2.5 Neperiodická nestejnóměrnost na délce od 1m

Pro hodnocení byly použity obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazujících neperiodickou nestejnóměrnost na délce od 1 m – zlomy směrem nahoru v průběhu délkových variačních křivek na délkách: 1; 1,5; 2; 4 a 5 m. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 9. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.36 – Atlas, 3.37 – Kepr a 3.38 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 9: obr. 9.1 – Atlas, 9.2 – Kepr a 9.3 – Plátno.

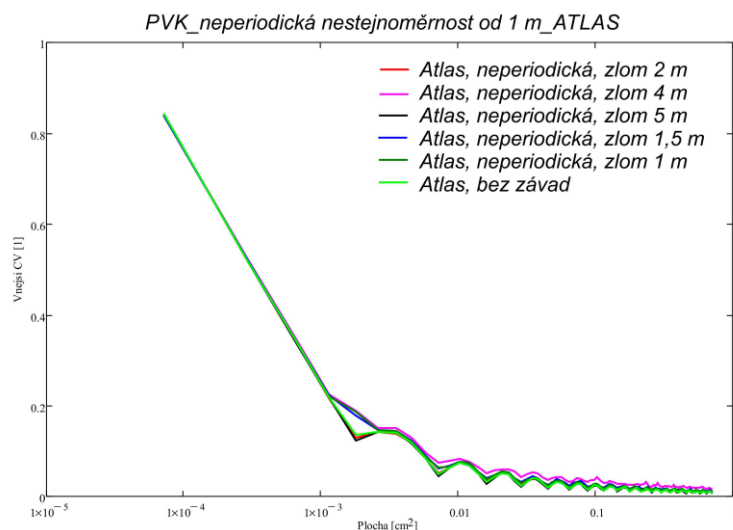
Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

Příze vykazující neperiodickou nestejnóměrnost na délce od 1 m se projevují zhoršeným vzhledem příze a vzhledů obrazů plošných textilií, v obrazech se střídají světlejší a tmavší plochy, které vytváří tzv. mrakovitost. Obdobně jako u neperiodické vady na délce do 1 m, výraznost této vzhledové vady je dána především velikostí zlomu a vliv má také délka, na které se vada nachází, celková nestejnóměrnosti příze a počet vad. Z použitých přízí byla nejvýraznější vzhledová vada příze identifikována pro přízi s neperiodickou nestejnóměrností na délce 4 m a dále výrazně horší vzhled vykazovala také příze s neperiodickou

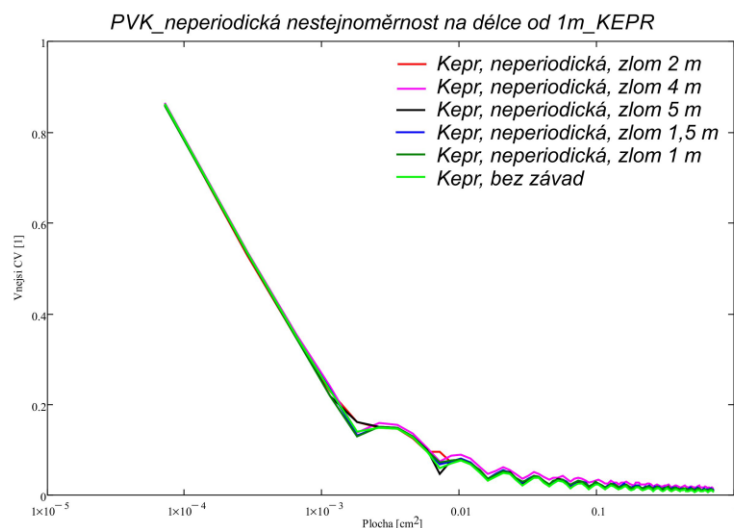
nestejnoměrností na délce 1,5 m. Vzhledy těchto přízí vykazovaly největší kolísání stupňů šedi a také vzhledy obrazů simulovaných plošných textilií z těchto přízí vykazují neklidný vzhled s nepravidelným střídáním světlejších a tmavších ploch v obrazu, tj. mrakovitost. Pokud je zlom v průběhu délkové variační křivky méně výrazný, potom je variabilita stupňů šedi menší a vzhled příze je hodnocený jako mírně neklidný. To byl případ ostatních přízí, jejich vzhledy jsou podobné a obtížně se určuje, který je horší / lepší. Při porovnání vzhledů těchto obrazů plošných textilií s obrazy z příze bez vady, jsou jejich vzhledy podobné a v některých případech nelze jednoznačně určit horší a lepší vzhled. Vizuální hodnocení obrazů plošných textilií je stejné pro všechny vazby.

Hodnocení průběhu plošných variačních křivek

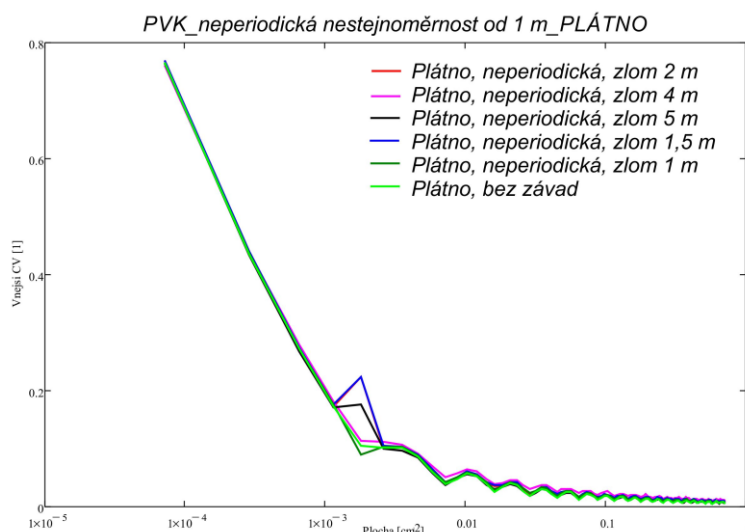
Průběhy vnějších plošných variačních křivek pro obrazy tkanin konstruovaných z přízí vykazujících neperiodickou nestejnoměrnost na délkách od 1 m mají podobný charakter průběhu jako plošné křivky v případě obrazů tkanin z přízí vykazujících periodickou nestejnoměrnost či neperiodickou nestejnoměrnost na délkách do 1 m. Plošné variační křivky při sledování variability stupňů šedi mezi čtverci malých ploch mají přímkový charakter a průběhy pro jednotlivé případy se překrývají až do velikosti plochy čtverce $0,001\text{cm}^2$. Na ploše čtverce $0,001\text{cm}^2$ plošné křivky vykazují zlom a v dalším průběhu (na větších plochách sledované velikosti čtverce) se křivky od sebe oddělují. Tento průběh platí pro všechny vazby. Výraznější zlom je zaznamenán na plošných křivkách obrazů tkanin plátňové vazby simulovaných z přízí vykazujících neperiodickou nestejnoměrnost na délkách 1,5; 2 a 5 m. Zlom směrem nahoru vykazují plošné křivky obrazů tkanin s atlasovou vazbou simulovaných z přízí vykazujících neperiodickou nestejnoměrnost na délkách 1,5 a 4 m. Proti neperiodické nestejnoměrnosti na délkách do 1 m, byly vady na délkách od 1 m vzhledově výraznější, proto jsou polohy křivek v grafu lépe identifikované. Nejvyšší variabilita stupňů šedi je zaznamenána plošnou variační křivkou pro obrazy tkanin simulované z příze vykazující neperiodickou nestejnoměrnost na délce 4 m, a to pro všechny vazby.



Obr. 3.36: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – neperiodická nestejnoměrnost, příze – vada délky od 1 m



Obr. 3.37: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – neperiodická nestejnoměrnost, příze – vada délky od 1 m



Obr. 3.38: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – neperiodická nestejnoměrnost, příze – vada délky od 1 m

3.2.2.6 Vliv velikosti vzhledové vady na průběh plošné variační křivky

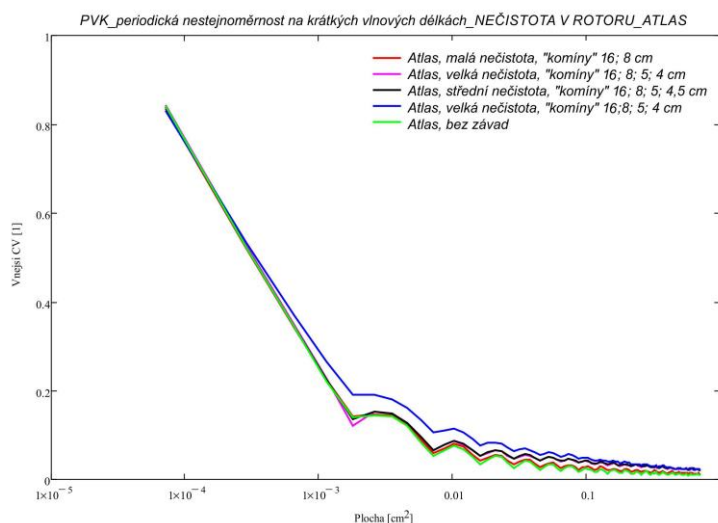
Vliv velikosti vzhledové vady byla sledována prostřednictvím přízí se záměrně vyrobenou nestejnoměrností. Na rotorovém doprřadacím stroji byla vyrobena příze s vadou, která byla způsobena nečistotou v rotoru, resp. na sběrném povrchu rotoru. Nečistota v rotoru je periodická impulzivní chyba s pozitivními i negativními složkami na krátkých vlnových délkách. Kolísání je způsobeno základní složkou (základní vlnová délka λ) a přídavnými složkami (zlomky vlnových délek $\lambda/2$; $\lambda/3$; $\lambda/4$; ...). Na vzhledu se tato vada projeví jako moaré efekt. Příze byly vyrobeny s různou velikostí vady (malá, střední, velká) a byl sledován vliv velikosti vady na nestejnoměrnost příze, vzhled příze a vzhledovou nestejnoměrnost plošných textilií (tkanin). Pro možnost porovnání byla vyrobena i příze bez nečistoty v rotoru a s touto byly nestejnoměrnosti příze, vzhledy přízí a vzhledová nestejnoměrnost obrazů tkanin porovnávány. Přehled přízí použitých přízí je uveden v příloze 10. Průběhy vnějších plošných variačních křivek jsou znázorněny na obr. 3.39 – Atlas, 3.40 – Kepr, 3.41 – Plátno. Grafy pro s osou x v logaritmickém měřítku jsou uvedeny v příloze 10: obr. 10.1 – Atlas, 10.2 – Kepr a 10.3 – Plátno.

Vizuální hodnocení vzhledu přízí a obrazů plošných textilií

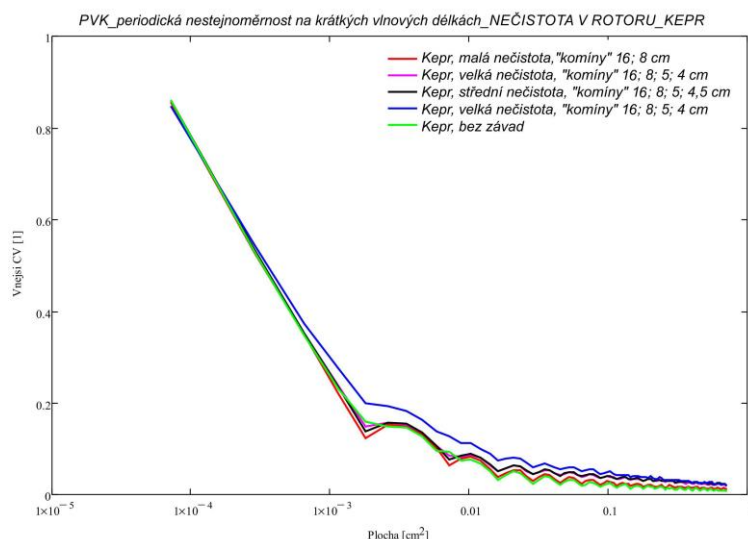
Nečistota v rotoru se projevila ve spektrogramu na základní vlnové délce $\lambda = 16$ cm odpovídající obvodu rotoru, a dále na zlomcích základní vlnové délky $\lambda/2 = 8$ cm, $\lambda/3 = 5,3$ cm, $\lambda/4 = 4$ cm. Malá nečistota se projevila na jen vlnových délkách λ a $\lambda/2$. Střední a velká vada potom na vlnových délkách λ ; $\lambda/2$; $\lambda/3$ a $\lambda/4$. Velikost vady má vliv na výraznost moaré efektu, větší vada způsobuje výraznější moaré efekt a tím víc zhoršený vzhled obrazu plošné textilie, který vykazuje vysoké kolísání stupňů šedi. Nejhorší vzhledy obrazů plošných textilií všech vazeb byly hodnoceny obrazy z příze, která byla vyrobena s největší vadou, nestejnomyšlnosti této příze i počty vad jsou nejvyšší, nejvyšší jsou amplitudy spekter ve spektrogramu a vzhled příze byl vizuálně hodnocen jako nejhorší. Na vzhledu obrazů z této příze je patrný nejvýraznější moaré efekt a vysoký počet vad, který tato příze také vykazuje. Nejmenší vzhledová nestejnomyšlnost obrazů plošných textilií byla hodnocena v obrazech simulovaných z příze s malou nečistotou v rotoru. Současně bylo u této příze hodnocené vizuálně nejmenší kolísání stupňů šedi na vzhledu.

Hodnocení průběhu plošných variačních křivek

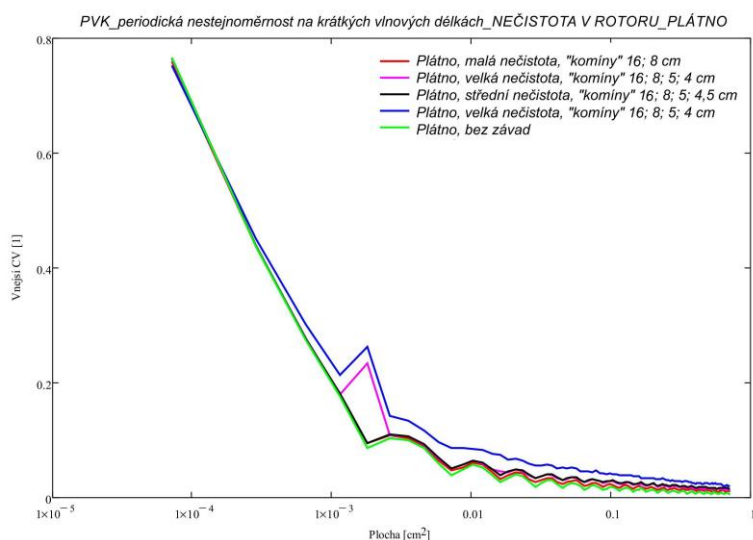
Při hodnocení průběhu vnějších plošných variačních křivek je zřejmé, že větší vada způsobí větší variabilitu stupňů šedi v obrazu plošné textilie a křivka pro velkou vadu leží nad ostatními křivkami pro všechny vazby. Průběhy plošných křivek se do plochy $0,0003 \text{ cm}^2$ u vazeb atlas a kepr, u vazby plátno do plochy $0,0002 \text{ cm}^2$, překrývají. Od této plochy se začínají odklánět křivky proto obrazy plošných textilií simulovaných z příze s největší nečistotou v rotoru. Plošné křivky pro obrazy textilií z přízí s menší nečistotou se od sebe odklání od plochy cca $0,001 \text{ cm}^2$. Průběhy křivek odpovídají velikosti nečistoty, menší nečistota se projeví menším kolísáním stupňů šedi v obraze plošné textilie, proto plošné křivky pro obrazy tkanin z příze s malou nečistotou leží níže, nejnižší polohu mají plošné křivky pro obrazy tkaniny z příze bez vady. Plošné křivky pro obrazy tkanin z přízí s velkou a střední nečistotou se na větších plochách přibližují (od plochy $0,3 \text{ cm}^2$) a překrývají se s křivkou pro obrazy z přízí s největší nečistotou. Průběhy plošných variačních křivek, pro všechny vazby, zachytily nečistotu v rotoru a podle jejich polohy lze specifikovat její velikost. Velmi výrazná vzhledová vada (největší nečistota v rotoru) způsobí i vysokou variabilitu stupňů šedi v obrazu plošné textilie identifikovatelnou už na velmi malých plochách čtverce, v průběhu plošné křivky je tato skutečnost zaznamenána odklon už na velmi malých plochách.



Obr. 3.39: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, velikost vzhledové vady



Obr. 3.40: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, velikost vzhledové vady



Obr. 3.41: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, velikost vzhledové vady

3.2.3 Hodnocení vzhledové nestejnomyernosti – semivariogramy

Semivariogram graficky vyjadřuje změnu hodnot náhodné proměnné při přechodu z místa x do místa ve vzdálenosti „krok (lag)“, tj. $(x+lag)$. V [40] byly ukázány průběhy semivariogramů (všech směrů) pro některé modelové případy vzhledů tkanin, tj. vybraných vazeb a některých vzhledových vad (pruhovitost).

Při zpracování simulovaných obrazů plošných textilií programem „plošná nestejnomyernost“ (Matlab), byla v simulovaném obrazu hodnocena plocha 1000 x 1000 b. a zvolen krok 30 (= lag, krok po kterém byl tvořen semivariogram), tj. 8,46 x 8,46 cm a krok 0,253 cm. Semivariogramy byly konstruovány pro stejné obrazy plošných textilií u plošných variačních křivek. Přehledy přízí, ze kterých byly simulované obrazy plošných textilií jsou uvedeny v přílohách 3-10, kde jsou s uvedeny výsledky měření nestejnomyernosti, počtů vad, průběhy charakteristických funkcí a ukázány simulované obrazy návinů příze na tmavé desce a tkanin (atlas, kepr 3/1 a plátno).

Průběhy semivariogramů zachycují pravidelnou strukturu vazby tkaniny, křivky vykazují pravidelné kolísání u všech použitých vazeb tkanin (kepr, atlas, plátno) a pro všechny směry semivariogramů (sloupce, řádky, diagonály a semivariogram všesměrový).

Zvýšená variace úrovně šedi v obraze se projeví porušením pravidelného průběhu – výraznými změnami variace šedi. Místo s vysokou hodnotou variace, maxima křivky semivariogramu, indikuje vyšší variabilitu stupňů šedi v obraze v místě příslušného kroku (lag). Naopak nízké hodnoty variace ukazují místa s nízkou variabilitou šedi, tj. místa, kde nejsou identifikovány výrazné vzhledové rozdíly. Na základě průběhu semivariogramu v různých směrech (obvykle kombinace řádků a sloupců) a z určených největších změn variace šedi lze identifikovat pravidelné i nepravidelné vzhledové vady v obrazu plošné textilie.

3.2.3.1 Periodická nestejnomyernost na krátkých vlnových délkách

Pro hodnocení vzhledové nestejnomyernosti pomocí semivariogramů byly použity stejné obrazy plošných textilií jako u vnějších plošných variačních křivek, tzn. byly použity obrazy plošných textilií simulované z přízí vykazující ve spektrogramu charakteristická spektra na vlnových délkách $\lambda = 8$ cm a $\lambda = 16; 8; 5$ a 4 cm a kupovitá spektra se střední délkou vlny $\lambda_m = 8$ cm a $\lambda_m = 25$ cm. Průběhy semivariogramů pro jednotlivé vazby ve směru sloupců, řádků, diagonály a všesměrový semivariogram jsou na obr. 3.42 – Kepr, 3.43 – Atlas a 3.44 – Plátno.

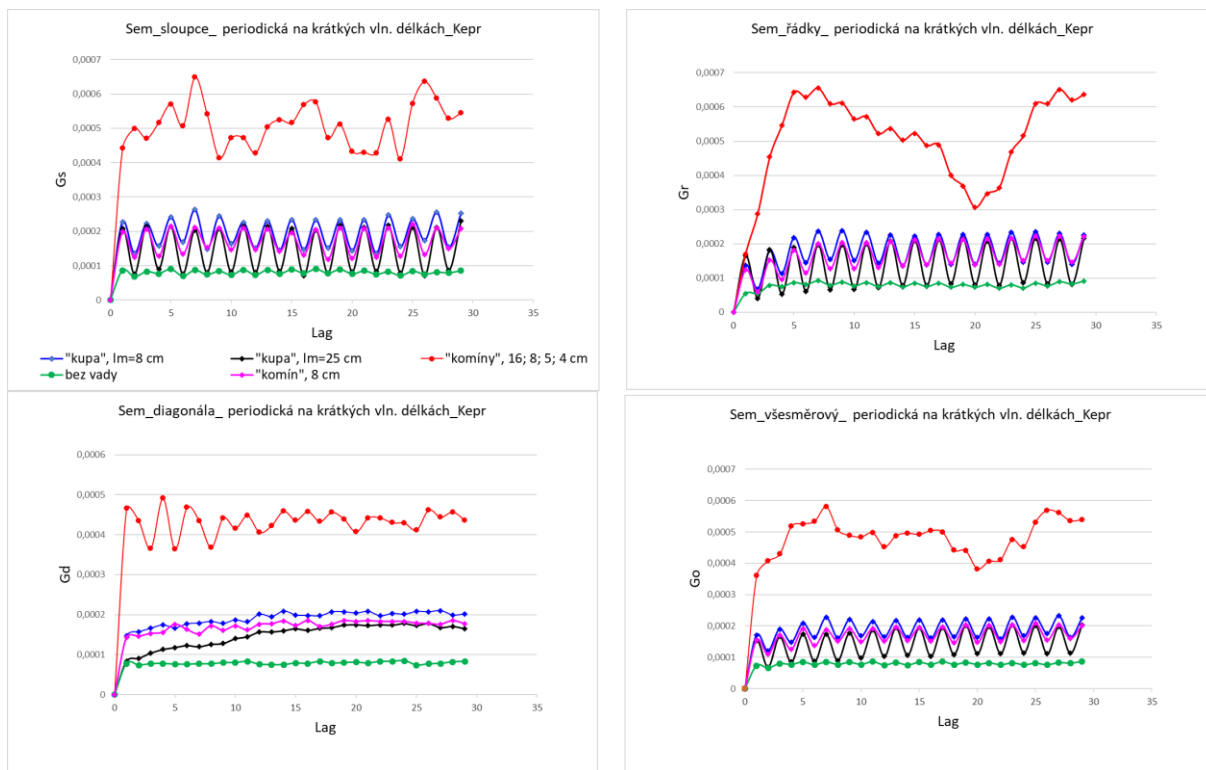
Nejvýraznější nestejnomyernost vykazovaly obrazy plošných textilií z příze vykazující ve spektrogramu sérii komínů na vlnových délkách $\lambda = 16; 8; 5$ a 4 cm, nejméně výrazný moaré efekt byl pozorován v obrazech plošných textilií z přízí periodickou nestejnomyerností se střední vlnovou délkou kupovitého spektra $\lambda_m = 25$ cm. Vzhledy obrazů plošných textilií z přízí s periodickou nestejnomyerností na stejné vlnové délce ale s různou strukturou nestejnomyernosti jsou velmi podobné a nelze jednoznačně určit, který je lepší, resp. horší.

Průběhy semivariogramů dobře korespondují s vizuálním hodnocením, semivariogramů pro obrazy se vzhledově největším kolísáním stupňů šedi, také vykazují celkově vyšší variaci zaznamenanou i v semivariogramech a největšími změnami variace šedi pro všechny směry semivariogramů. Pro vady vizuálně vypadající podobně jsou i průběhy semivariogramů podobné (periodická nestejnomyernost na délce $\lambda = 8$ cm, různá struktura nestejnomyernosti). Průběh semivariogramů je ovlivněn výrazností vady. Příze vykazující velmi málo výrazný moaré efekt způsobuje nejméně zhoršený vzhled obrazů plošných textilií, na vzhledu je patrné malé kolísání stupňů šedi a v průběhu semivariogramu lze identifikovat malé změny variace šedi, tzn. nevýrazné narušení průběhu semivariogramu.

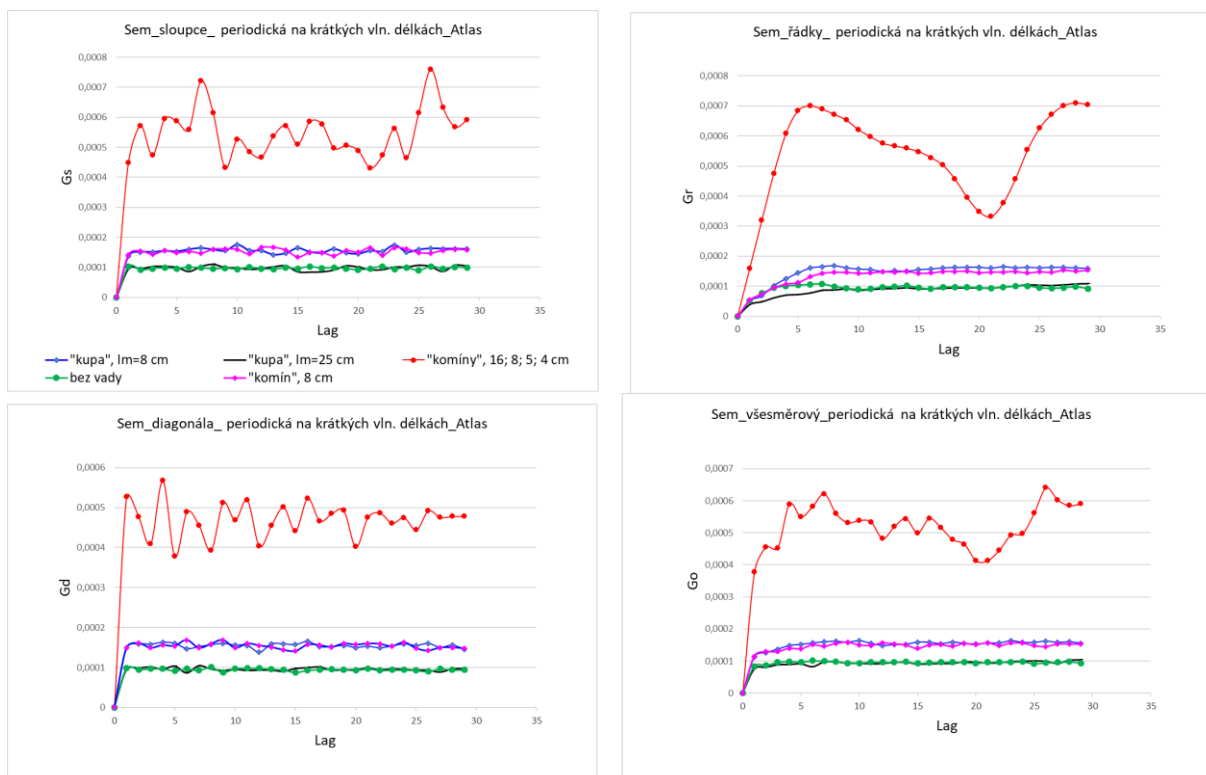
Vzhledově nejvýraznější nestejnomyernost se projevila na průběhu semivariogramů celkově vyšší úrovní variací šedi. U vzhledově nejvýraznější vady ($\lambda = 16; 8; 5$ a 4 cm) pro obrazy tkanin všech vazeb bylo identifikováno stejné narušení průběhů semivariogramů ve všech směrech. Ve směru sloupců, resp. řádků zaznamenaná největší změna variace šedi pro jednotlivé vazby pro kroky: keprová vazba – lag 7 a lag 26 (směr sloupců) a lag 7 a lag 27 (směr řádků); pro atlasovou vazbu – lag 6 a lag 26 (směr sloupců) a lag 6 a lag 28 (směr řádků); pro plátňovou vazbu jsou kroky – lag 7 a lag 26 (směr sloupců) a lag 6 a lag 28 (směr řádků). Rozdíly mezi kroky v jednotlivých směrech tak pravděpodobně identifikují ohraničení vady v obrazech tkanin.

Ostatní vady jsou v porovnání vizuálně méně výrazné, obrazy tkanin simulované z těchto přízí vykazují vzhledově menší kolísání stupňů šedi a tuto skutečnost odráží i průběhy jejich semivariogramů, celková úroveň variace šedi je menší a její změny také. Průběhy semivariogramů potvrdily vzhledově nejméně výraznou vadu, která byla způsobena periodickou nestejnomyerností na vlnové délce $\lambda_m = 25$ cm. Variabilita šedi v obrazech tkanin z této příze je nejmenší ze všech hodnocených vzorků s vadnou přízí a variace šedi a její změny v průběhu všech semivariogramů jsou nejmenší.

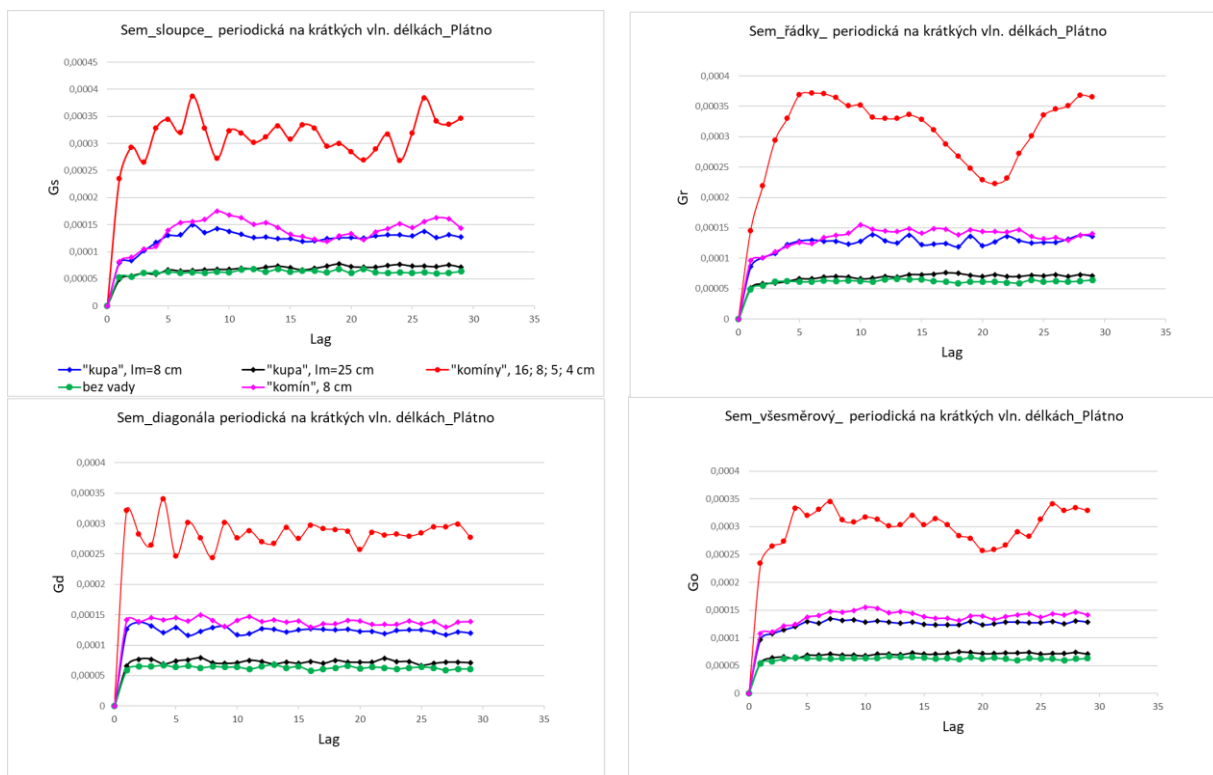
V průběhu všech semivariogramů lze pozorovat určitou „pravidelnost“ v porušení průběhu křivky. Moaré efekt vytváří na vzhledu plošných textilií určitý útvar, který je v ploše pravidelně opakuje. Obecně je moaré efekt poměrně výrazný vzhledový efekt, který se projevil v průběhu semivariogramů všech směrů a poměrně dobře ho lze identifikovat z kombinace průběhů semivariogramů ve směru sloupců a řádků.



Obr. 3.42: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na krátkých vlnových délkách, vazba Kepr



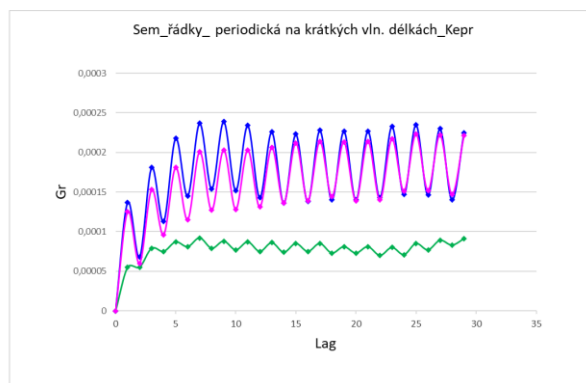
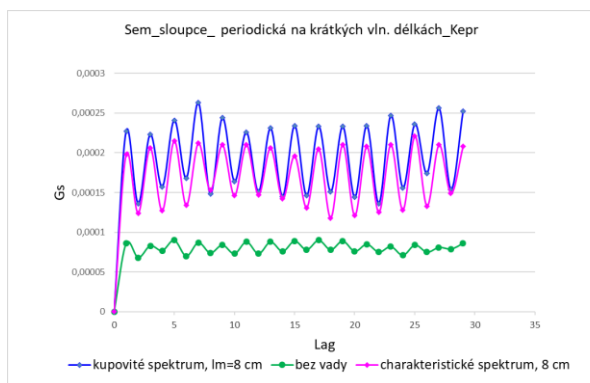
Obr. 3.43: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na krátkých vlnových délkách, vazba Atlas



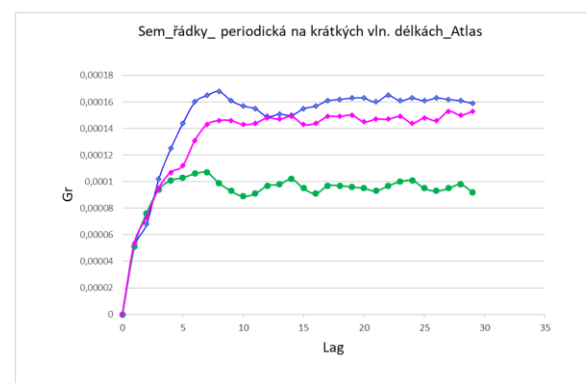
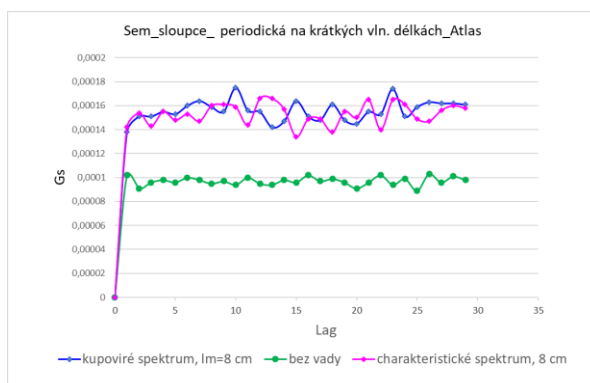
Obr. 3.44: Semivariogramy – periodická nestacionarita na krátkých vlnových délkách, vazba Plátno

Pro sledování vlivu struktury nestacionarity (charakteristické a kupovité spektrum na stejné vlnové délce) na průběh semivariogramů jsou na obr. 3.45 – 3.47 uvedeny semivariogramy vazeb kepr, atlas, plátno ve směru sloupců a řádků pro obrazy tkanin simulované z přízí s těmito strukturami nestacionarity. Obě struktury nestacionarity vytváří na vzhledu přízí a plošných textilií moaré efekt. Průběhy semivariogramů ve všech směrech jsou si pro jednotlivé vazby podobné. V simulovaných obrazech tkanin keprové a atlasové vazby byly zaznamenány vyšší změny variace šedi u vady způsobené kupovitým spektrem, u plátnové vazby je to naopak, vyšší variace šedi byly zaznamenány pro vady způsobené kupovitým spektrem. Na základě průběhu semivariogramů lze potvrdit, že pro jednotlivé struktury nestacionarity, nevykazují průběhy semivariogramů zásadní rozdíly ve změnách variace šedi.

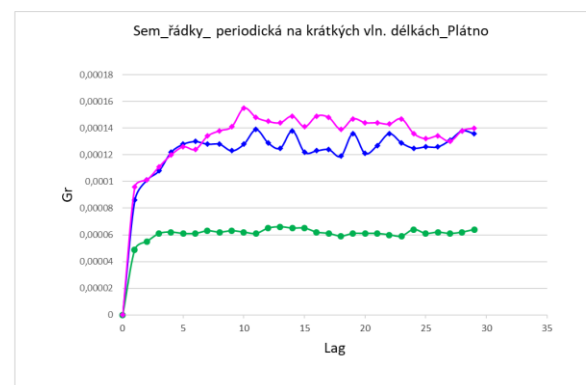
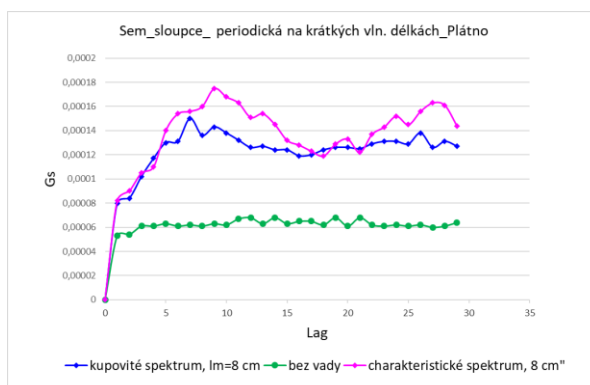
Obě struktury nestacionarity (charakteristické a kupovité spektrum), pokud jsou identifikovány na stejné vlnové délce a amplitudy vady jsou přibližně stejné, způsobují na vzhledu plošných textilií a přízí moaré efekt, který vizuálně vypadá „stejně“, tzn. na vzhled plošné textilie nemá zásadní vliv, zda je vzhledová nestacionarita způsobena charakteristickým, nebo kupovitým spektrem.



Obr. 3.45: Semivariogramy ve směru sloupců a řádků – porovnání charakteristického a kupovitého spektra, vazba Kepr



Obr. 3.46: Semivariogramy ve směru sloupců a řádků – porovnání charakteristického a kupovitého spektra, vazba Atlas



Obr. 3.47: Semivariogramy ve směru sloupců a řádků – porovnání charakteristického a kupovitého spektra, vazba Plátno

3.2.3.2 Periodická nestejnoměrnost na středních vlnových délkách

Pro hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti pomocí semivariogramů byly použity stejné obrazy plošných textilií jako u vnějších plošných variačních křivek, tj. obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující periodickou nestejnoměrnost na středních vlnových délkách – ve spektrogramu charakteristická spektra na vlnových délkách $\lambda = 1,25$ m; $\lambda = 1,1$; $2,2$ a $3,2$ m; $\lambda = 2$ m a $\lambda = 0,4$ a $0,8$ m. Průběhy semivariogramů ve směru sloupců, řádků, diagonály a všesměrový jsou znázorněny na obr. 3.48 – Kepr, 3.49 – Atlas a 3.50 – Plátno.

Obecně pro nestejnoměrnost na středních vlnových délkách platí, že je na vzhledu přízí a plošných textilií identifikována jen zřídka, při splnění určitých předpokladů [3].

V průběhu semivariogramů byly zaznamenány především vady vizuálně výrazné. V obrazech tkanin z těchto přízí (vady na vlnových délkách $\lambda = 0,4$ a $0,8$ m a $\lambda = 1,1$; $2,2$ a $3,2$ m) bylo vizuálně hodnoceno větší kolísání stupňů šedi než v případech obrazů z přízí vykazujících spektra s vlnovou délkou $\lambda = 1,25$ m a $\lambda = 2$ m.

Charakter průběhů semivariogramů všech směrů a pro jednotlivé vazby je stejný jako u v předchozích případech. I pro vzhledové vady způsobené periodickou nestejnoměrností na středních vlnových délkách lze v průběhu semivariogramů sledovat pravidelné narušení průběhu, především pro vady vzhledově výrazné.

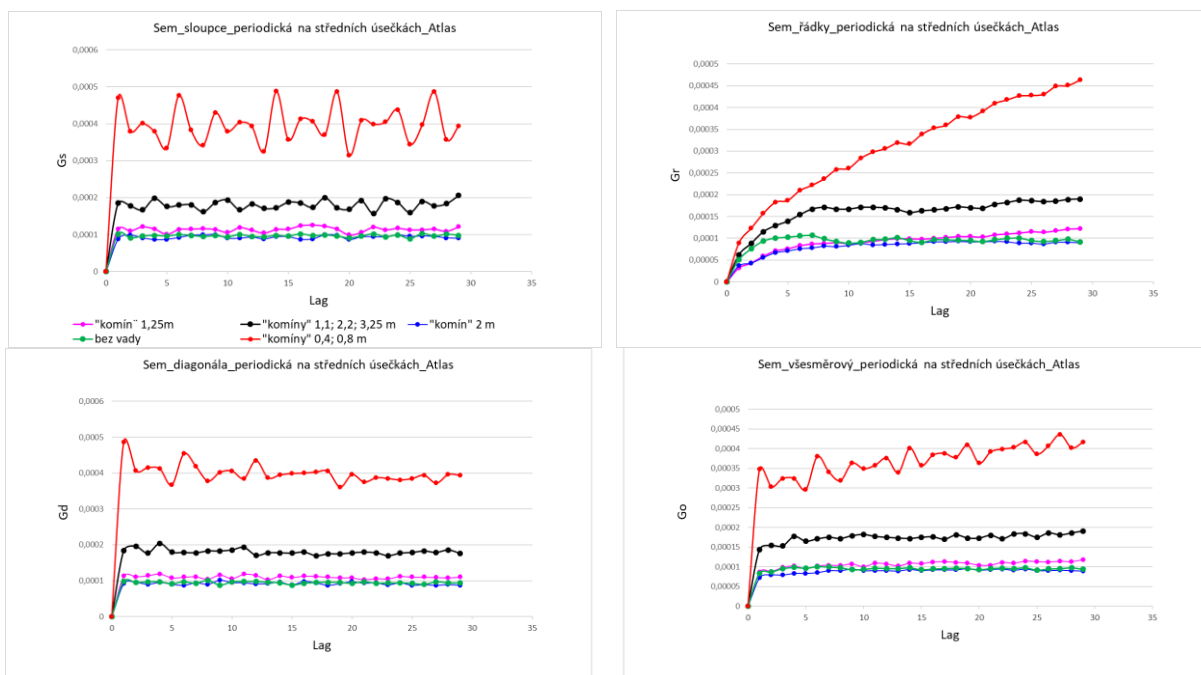
Vzhledově nejvýraznější vada byla identifikována ve spektrogramu na vlnových délkách $\lambda = 0,4$ a $0,8$ m a v simulovaných obrazech tkanin z této příze se v průběhu semivariogramu projevila největšími změnami variací šedi vzhledem k ostatním vadám. V obrazech všech vazeb z této příze lze ve směru sloupců identifikovat pravidelné rozmezí kroků mezi největšími variacemi, které pro jednotlivé vazby jsou: pro kepr – lag 7, lag 11, lag 19, lag 23 a lag 27, rozdíly mezi nejvyššími variacemi jsou 4 kroky. Pro atlasovou vazbu jsou největší variace pro kroky: lag 1, lag 6, lag 14, lag 19 a lag 27, rozdíly mezi největšími variacemi jsou 5-9-5-9 kroků. U plátňové vazby jsou největší variace ve směru sloupců v krocích: lag 9 a lag 24 a obdobně ve směru řádků v krocích: lag 10 a lag 23. Ve směru řádků u vazeb atlas a kepr jsou rozdíly variací šedi. Rozdíly mezi *lag* s největšími variacemi udávají vzdálenost míst v obrazu plošné textilie, ve kterých byly tyto změny zaznamenány. Vzdálenosti jsou pro jednotlivé vazby pravidelné, což potvrzuje periodický charakter vad a udávají vzdálenost vzhledových vad mezi sebou v obrazu.

Vizuálně výraznější byla také vada identifikována na vlnových délkách $\lambda = 1,1$; $2,2$ a $3,2$ m. Tato vada se v simulovaných obrazech tkanin všech vazeb projevila rovněž pravidelným narušením průběhu semivariogramu, ale změny variací šedi jsou malé. Další vady jsou vzhledově málo výrazné a proto i průběhy semivariogramů vykazují jen velmi malé změny variace šedi.

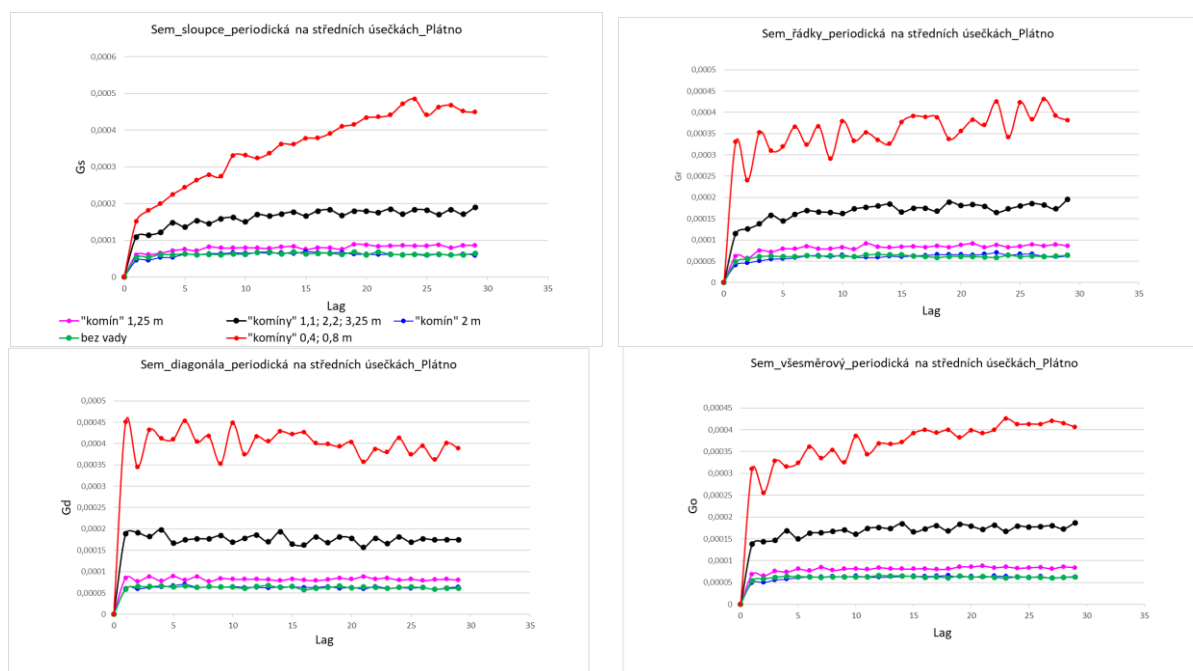
Průběhy semivariogramů zaznamenaly periodickou nestejnoměrnost na středních vlnových délkách, pokud jsou vady vzhledově výrazné. Vady vzhledově málo výrazné zaznamenány nejsou. Periodická nestejnoměrnost na středních vlnových délkách je na vzhledu přízí a plošných textilií zaznamenána jen zřídka a běžné vady identifikovány zpravidla nejsou. Průběhy semivariogramů tuto skutečnost potvrdily.



Obr. 3.48: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na středních vlnových délkách, vazba Kepr



Obr. 3.49: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na středních vlnových délkách, vazba Atlas



Obr. 3.50: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na středních vlnových délkách, vazba Plátno

3.2.3.3 Periodická nestejnoměrnost na dlouhých vlnových délkách

Pro hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti pomocí semivariogramů byly použity stejné obrazy plošných textilií jako u vnějších plošných variačních křivek, tj. obrazy tkanin simulované z přízí, které vykazují charakteristické spektrum na vlnové délce $\lambda = 15$ m a $\lambda = 8$ a 19 m a kupovité spektrum se střední délkou vlny $\lambda_m = 12,5$ m a $\lambda_m = 22,5$ m. Obě

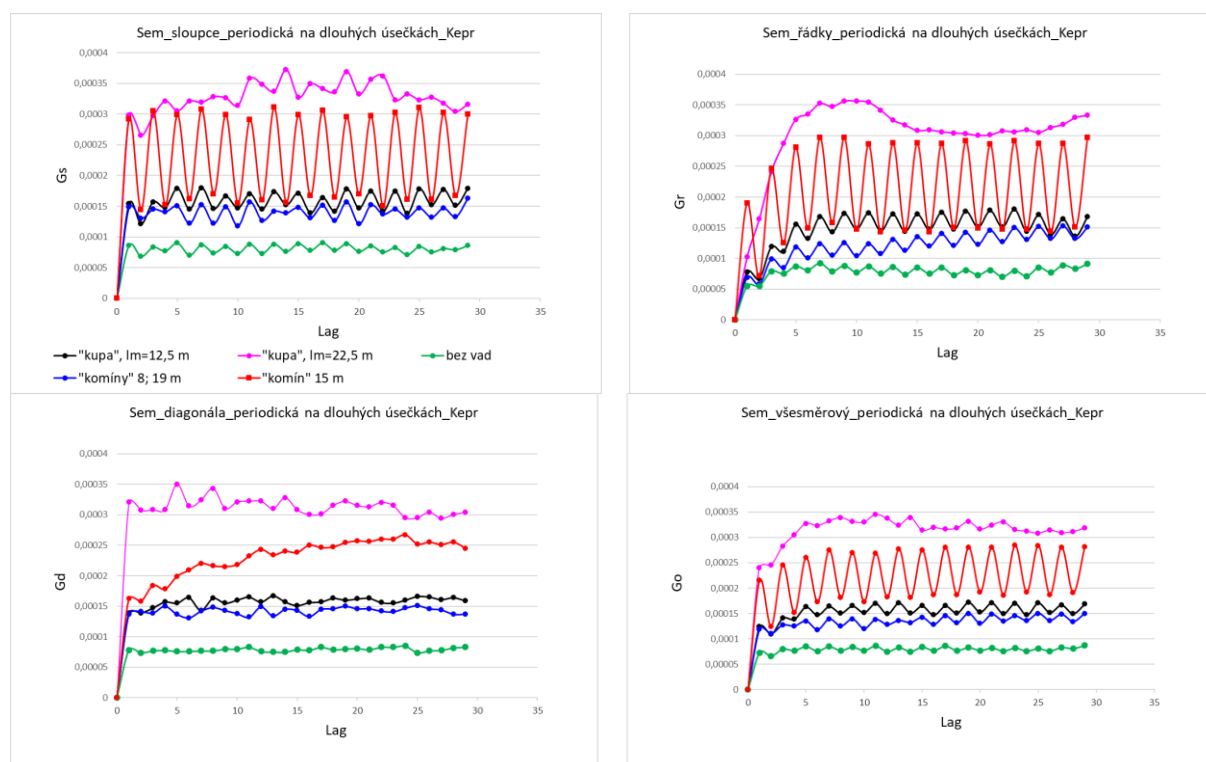
struktury nestejnoměrnosti způsobují stejný typ vzhledové nestejnoměrnosti, tzv. pruhovitost. Průběhy semivariogramů jsou na obr. 3.51 – Kepr, 3.52 – Atlas a 3.53 – Plátno.

V průběhu semivariogramů je patrná stejná, resp. „skoro stejná“ variace šedi pro několik kroků (lag) vedle sebe. Místa se stejnou variací šedi vypadají vzhledově stejně. Pokud jsou to místa s celkově vyšší hodnotou variace šedi, tak indikují „zhoršený vzhled“, v tomto případě pruh, jehož šířka odpovídá rozmezí kroků, pro které je variace šedi stejná.

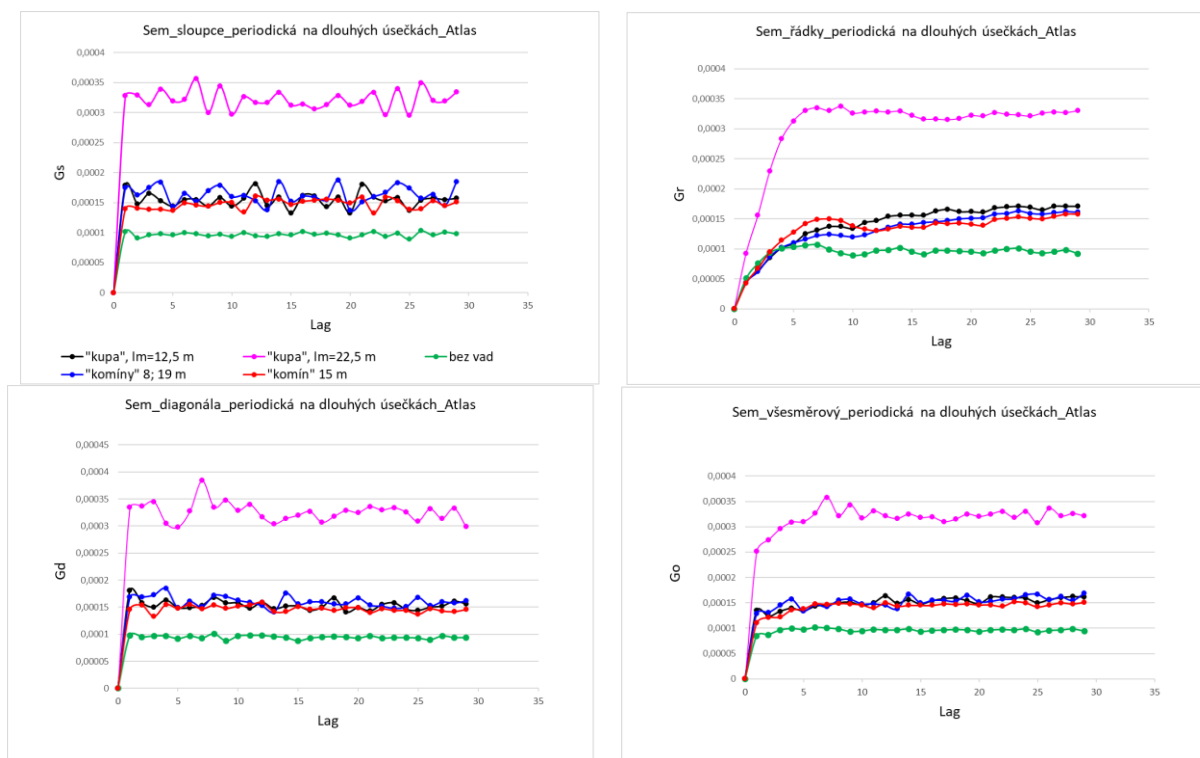
Vzhledově nejvýraznější pruhovitost byla identifikována v obrazech tkanin z příze, která vykazovala periodickou nestejnoměrnost na střední délce vlny $\lambda_m = 22,5$ m. Tato pruhovitost se projevila v průběhu semivariogramů pro obrazy všech vazeb ve směru sloupců a u plátňové vazby také ve směru řádků. V obrazu tkaniny s keprovou vazbou byly zaznamenány největší změny variace šedi v krocích lag 14 a lag 19. V obrazu atlasové vazby byly největší změny variace šedi pro kroky lag 7, lag 9, lag 24. Pro plátňovou vazbu byly zaznamenány změny variace v semivariogramech ve směru sloupců i řádků. Ve směru sloupců jsou výrazné změny ve variaci šedi na úrovni kroků lag 7, lag 11, lag 21 a lag 26 a ve směru řádků lag 7, lag 15 a lag 25.

Pro další vady (kratší vlnové délky) byla v obrazech tkanin vizuálně identifikována pruhovitost, ale méně výrazná. Vizuální hodnocení potvrzují i průběhy semivariogramů pro tyto obrazy. Nejvýrazněji byla pruhovitost zaznamenána v semivariogramech ve směru sloupců. V jejich průběhu jsou změny variace šedi, ale ty jsou menší než u vzhledově výraznější vady.

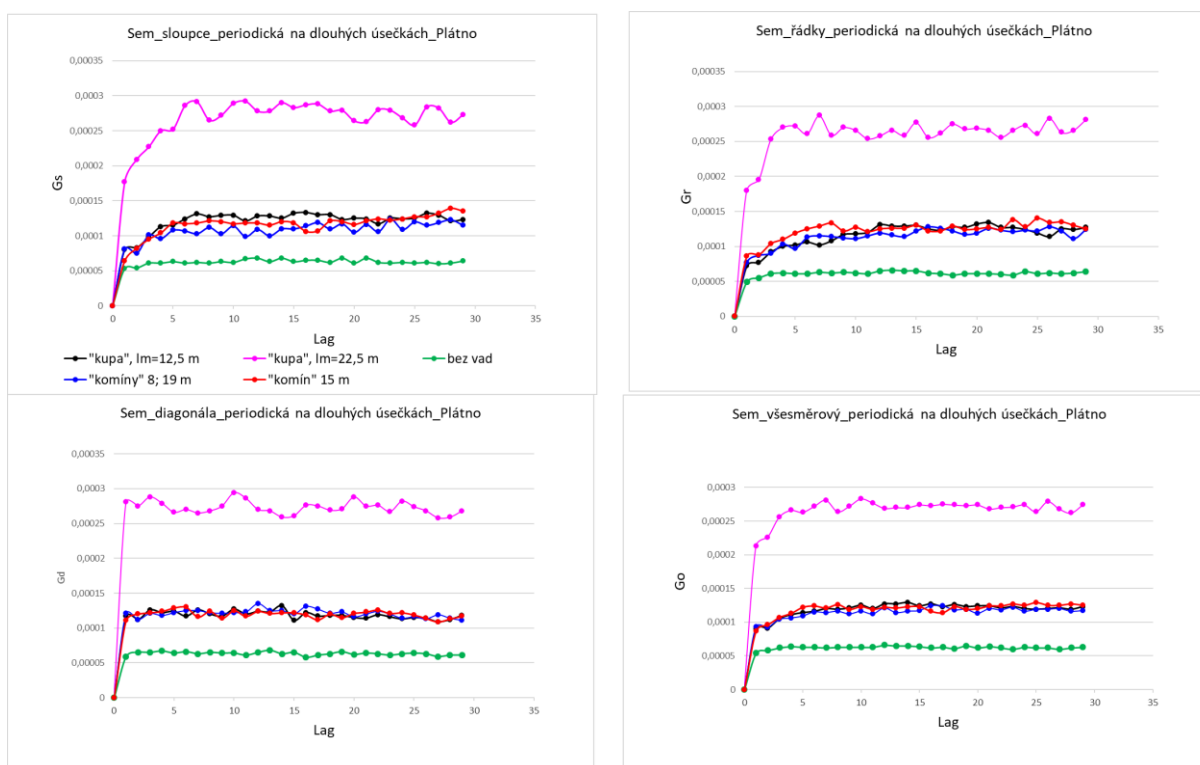
V semivariogramech všech vazeb ve směru sloupců byla identifikována místa se stejnou úrovní variace šedi. V obrazech tkanin atlasové a plátňové vazby simulované z příze s periodickou nestejnoměrností na $\lambda = 15$ m byla stejná úroveň variace šedi v rozmezí 8 kroků. V obrazech tkanin z ostatních vad je stejná úroveň šedi v rozmezí 2-3 kroků. Vzhledem k tomu, že šlo o místa s vyšší variací, je v těchto místech identifikován pruh. Ve směru řádků, s výjimkou obrazů tkanin s plátňovou vazbou, byly změny variace šedi velmi malé, pruhovitost je ve směru řádků méně výrazná, vzhledově byly v obrazech tkanin příčné pruhy.



Obr. 3.51: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na dlouhých vlnových délkách, vazba Kepr



Obr. 3.52: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na dlouhých vlnových délkách, vazba Atlas



Obr. 3.53: Semivariogramy – periodická nestejnoměrnost na dlouhých vlnových délkách, vazba Plátno

3.2.3.4 Neperiodická nestejnomyšnost na délkách do 1 m

Pro hodnocen  vzhledov  nestejnomyšnosti pomocí semivariogramů byly použity stejn  obrazy plošných textilií jako u vnějších plošných variačních křivek, tj. obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruovan  z p r z  vykazující neperiodickou nestejnomyšnost na délce do 1 m – zlomy směrem nahoru v p r b hu délkových variačních křivek na délkách: 15; 20; 25; 40 a 50 cm. P r b hy semivariogramů jsou na obr. 3.54 – Kepr, 3.55 – Atlas a 3.56 – Plátno.

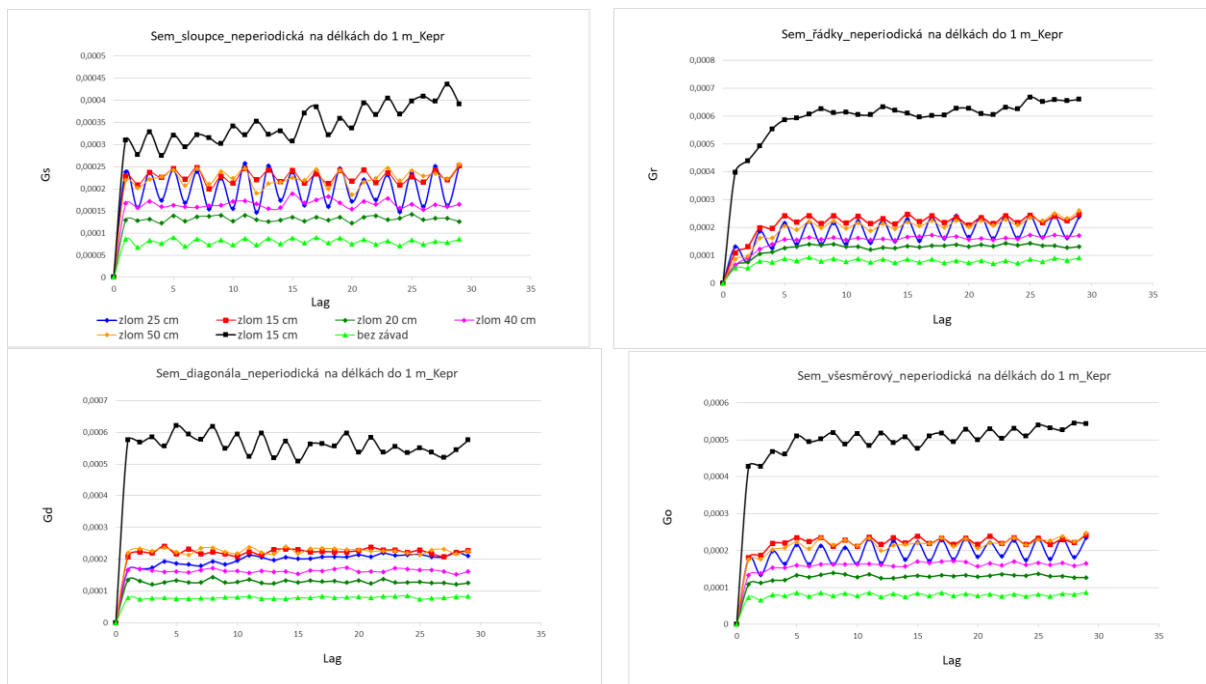
Neperiodick  nestejnomyšnost na krátkých délkách (do délky 1m) se na vzhledu plošn  textilie projev  formou neklidného vzhledu, jako nepravideln  kr tk  pruhy (tzv. kr tk  pruhovitost). Na výraznost této vady má vliv velikost zlomu v p r b hu d lkov  variační křivky. V razn  zlom se projev  zvyšen m nestejnomyšnosti p r ze a také horším vzhledem p r ze i plošn  textilie, na kterých jsou tyto vady vizu ln  v razn  a dob re identifikovan .

V p r b hu všech křivek semivariogramů (všechny směry a vazby) nebylo zaznamenáno pravideln  porušení, resp. pravideln  se opakující v razn  změny variací. P r b hy semivariogramů vykazují n hodn  se vyskytující m sta se zvyšenou variací. Vizu ln  nejvýraznější vzhledov  nestejnomyšnost byla hodnocena pro simulovan  obrazy tkanin z p r ze vykazující zlom na délce 50 cm a dále u obrazů tkanin simulovaných z p r ze vykazující v razn  zlom na délce 15 cm. Tento zhoršen  vzhled byl zaznamenán i p r b hy semivariogramů ve směru řádků a sloupců. Celkov  v yšší variace šedi byla identifikována v simulovaných obrazech tkanin všech vazeb z p r ze výraznou vadou na délce 15 cm, v těchto obrazech byly také zaznamenány největší změny variace šedi pro všechny směry semivariogramů. Změny variací jsou v p r b hu křivek nepravideln , nejvýraznější změny byly zaznamenány v semivariogramech ve směru sloupců pro obrazy ve vazbách kepr a atlas. Pro obraz pl tnov  vazby jsou p r b hy ve směru sloupců a řádků podobn . Pro tuto vadu byly největší změny variace šedi zaznamenány v obrazu s keprovou vazbou ve směru sloupců pro kroky: lag 3, lag 17, lag 21 a lag 28, ve směru řádků jsou změny variace šedi mal . U obrazu s atlasovou vazbou jsou v razn  změny variace šedi také ve směru sloupců, a to pro kroky lag 10, lag 21 a lag 22. Pro obraz tkaniny v pl tnov  vazbě jsou p r b hy semivariogramů ve směru sloupců a řádků podobn  bez výrazných změn ve variaci šedi.

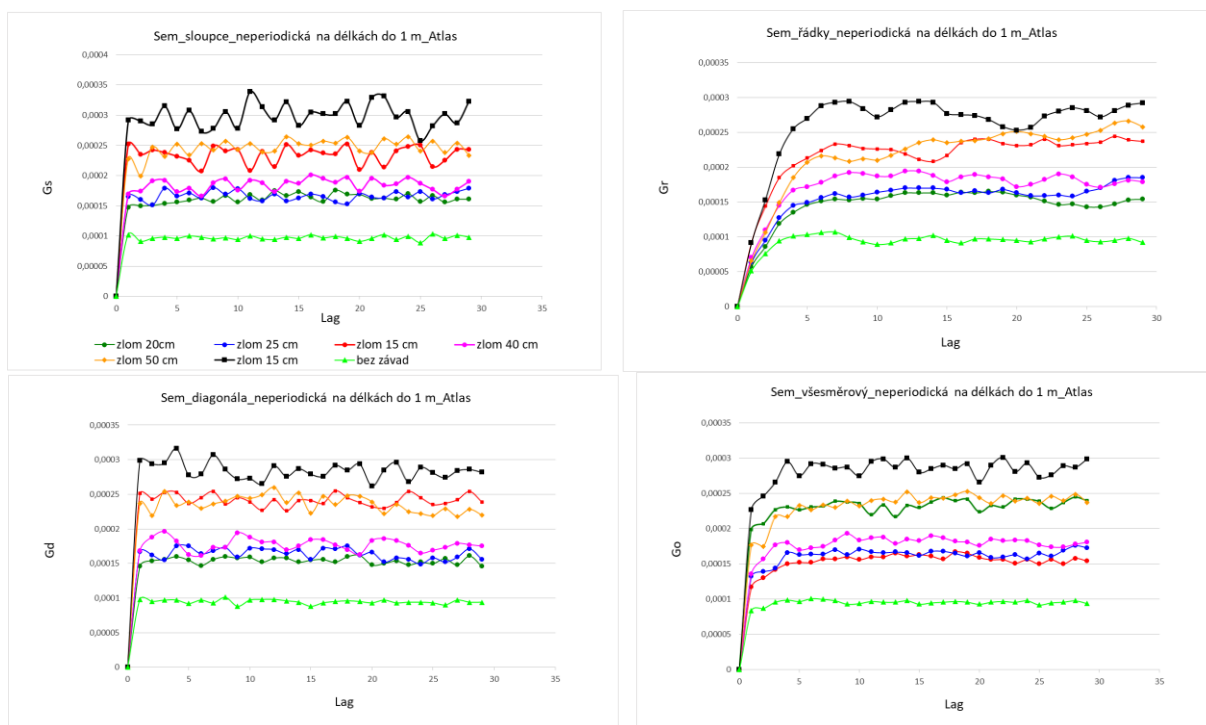
Další vzhledov  v razn  byla zaznamenána vada na délce 50 cm, kter  byla identifikována především v obrazech tkanin atlasov  a pl tnov  vazby. Tato vada se projevila celkov  menší  rovn  variace šedi n  v razn  vada na délce 15 cm. V obrazu s atlasovou vazbou byla tato vada zaznamenána v p r b hu semivariogramu ve směru sloupců pro kroky lag 3, lag 14 a lag 22 a v obrazu tkaniny pl tnov  vazby pro kroky lag 9, lag 12, lag 21 a lag 22.

Vady v p r z ch na dalších délkách se projevil  na p r b hu semivariogramů simulovaných obrazů tkanin atlasov  a pl tnov  vazby. V p r b hu semivariogramu, především ve směru sloupců, lze zaznamenat změny variace šedi, ale ty jsou menší. Zlomy v p r b hu d lkov  variační křivky jsou menší a na vzhledu p r ze a plošn  textilie je vizu ln  menší variabilita stupně šedi.

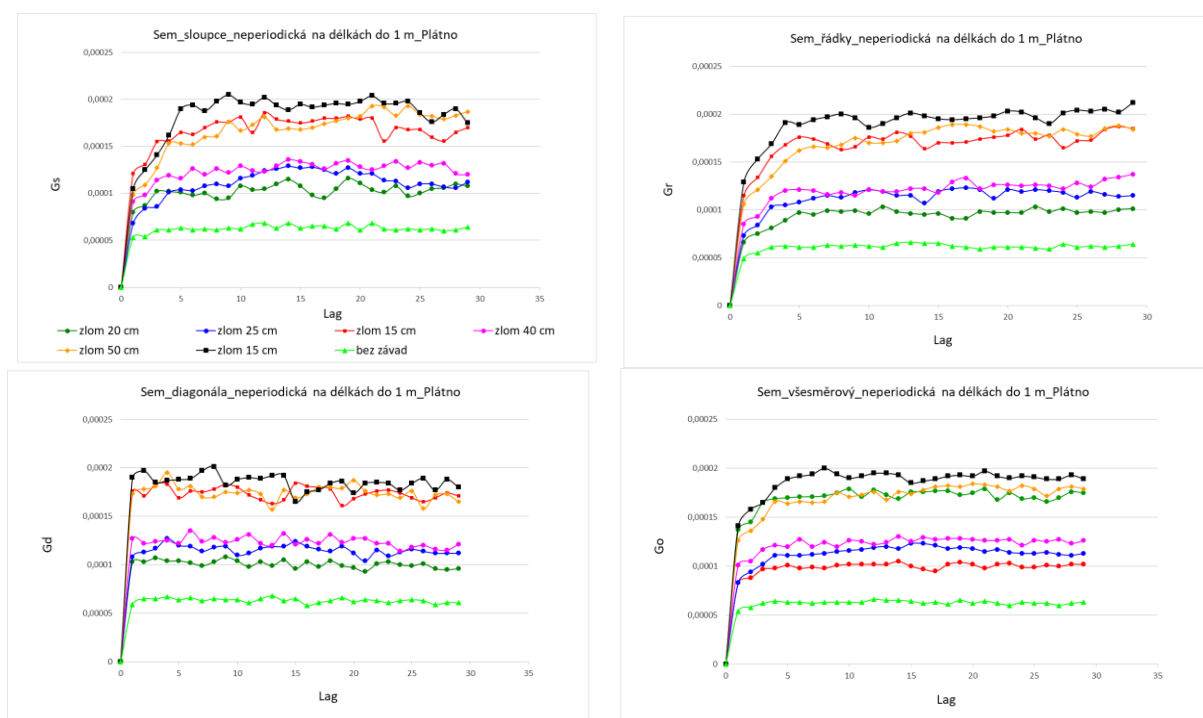
P r b hy semivariogramů zaznamenaly neperiodickou nestejnomyšnost na délkách do 1 m nepravidelnými místy se zvyšenou variací šedi. Změny v p r b hu semivariogramů jsou zaznamenány pro vady vzhledov  výraznější, tzn. vady byly způsobeny zvyšenou nestejnomyšností, kter  je identifikována výrazným zlomem v p r b hu d lkov  variační křivky.



Obr. 3.54: Semivariogramy – neperiodická nestejnoměrnost na délkách do 1m, vazba Kepr



Obr. 3.55: Semivariogramy – neperiodická nestejnoměrnost na délkách do 1m, vazba Atlas



Obr. 3.56: Semivariogramy – neperiodická nestejnomyšnost na délkách do 1 m, vazba Plátno

3.2.3.5 Neperiodická nestejnomyšnost na délkách od 1 m

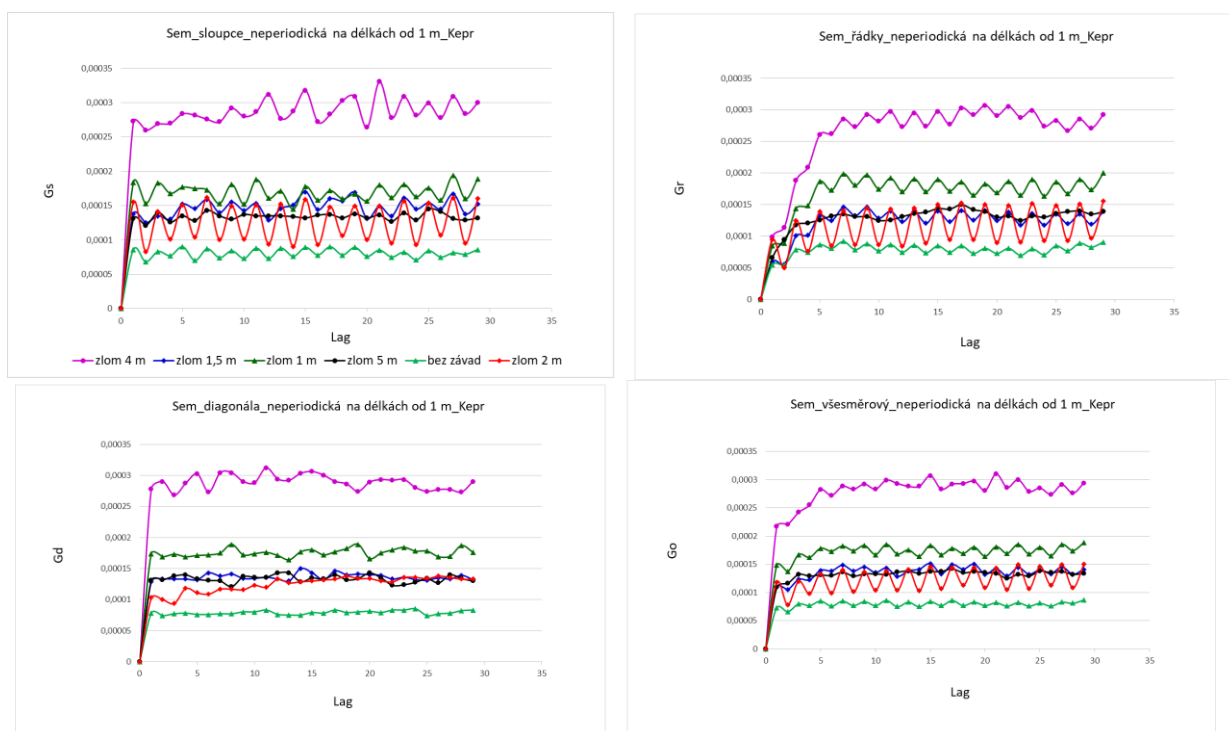
Pro hodnocení byly použity stejné obrazy plošných textilií jako u vnějších plošných variačních křivek, tj. obrazy plošných textilií (vazby atlas, kepr a plátno) konstruované z přízí vykazující neperiodickou nestejnomyšnost na délce od 1 m – zlomy směrem nahoru v průběhu délkových variačních křivek na délkách: 1; 1,5; 2; 4 a 5 m. Průběhy semivariogramů jsou na obr. 3.57 – Kepr, 3.58 – Atlas a 3.59 – Plátno.

Neperiodická nestejnomyšnost na délkách od 1 m se na vzhledu plošných textilií projeví tzv. mrakovitostí, vizuálně se ve vzhledu plošné textilie nepravidelně střídají plochy tmavší a světlejší. Tyto vady jsou vizuálně tím výraznější, čím je zlom délkové variační křivce výraznější a je na větší délce. Průběhy semivariogramů (pro všechny směry a vazby) vykazují nepravidelné porušení pravidelného průběhu. Výrazné změny v průběhu semivariogramu lze zaznamenat pro vady vzhledově výraznější, které jsou způsobeny vyšší variací šedi (vzhledově výraznější mrakovitostí).

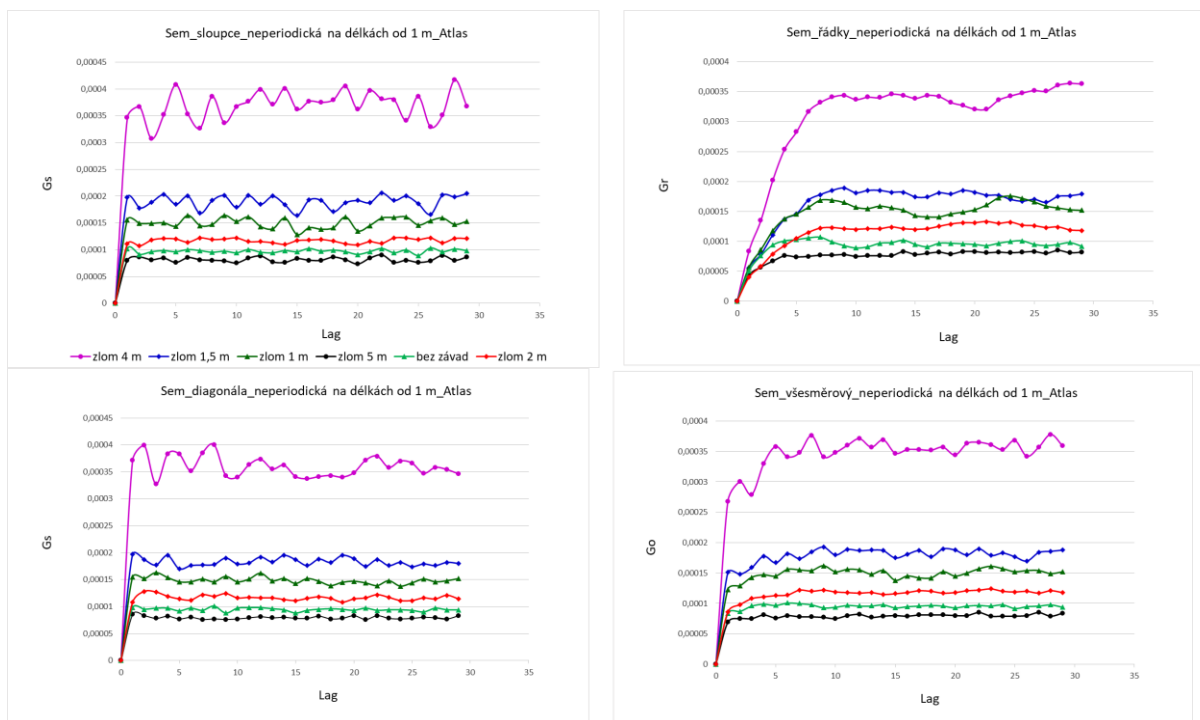
Vzhledově nejvýraznější vada byla hodnocena v simulovaných obrazech plošných textilií z příze vykazující výrazný zlom v průběhu délkové variační křivky na délce 4 m a vzhledově výrazná byla také vada na délce 1 m a 1,5 m. V obrazech plošných textilií z těchto přízí byla v semivariogramech zaznamenána výraznější změna ve variaci šedi. Pro případ neperiodické vady na délce 4 m byly zaznamenány největší změny variace šedi pro obrazy tkanin všech vazeb v semivariogramu ve směru sloupců. U keprové vazby jsou největší variace pro kroky – lag 12, lag 14 a lag 19; u atlasové a plátňové vazby jsou to kroky lag 5 a lag 28. Ve směru řádků jsou změny variací šedi malé. Další vzhledově výraznější vady byly identifikovány v obrazech z příze vykazující vadu na délce 1,5 m, resp. 1 m. V semivariogramech pro tyto obrazy byla vada zaznamenána se směru sloupců. Vada na délce 1 m byla výraznější v obrazech s keprovou vazbou. Pro tyto obrazy byla variace šedi celkově vyšší, největší změny variace šedi byly v krocích lag 1, lag 9, lag 11 a lag 27. U obrazů dalších vazeb s touto vadou byly největší změny variací šedi v obraze s atlasovou vazbou ve směru sloupců pro kroky lag 6, lag 14, lag 19 a lag 27. Pro obraz plátňové vazby byly větší změny

variace identifikovány ve směru řádků v krocích lag 16 a 17. Vada na délce 1,5 m byla výraznější v atlasové vazbě, v plátňové vazbě obě vady vykazovaly podobné variace šedi. Změny variací šedi v semivariogramech ve směru sloupců a řádků jsou menší než u vady na délce 4 m. Největší změny variací jsou u vady na délce 1,5 m v obraze tkaniny atlasové vazby na krocích lag 22 a lag 27, v obraze plátňové vazby jsou změny variací ve směru sloupců malé, ve směru řádků je možné zaznamenat větší změnu na úrovni kroku – lag 17. Pro ostatní případy vad jsou změny variací šedi malé, což potvrzuje vizuální hodnocení, na vzhledu simulovaných obrazů je patrný celkově neklidný vzhled, ale bez výrazných „tmavých“ a „světлых“ míst.

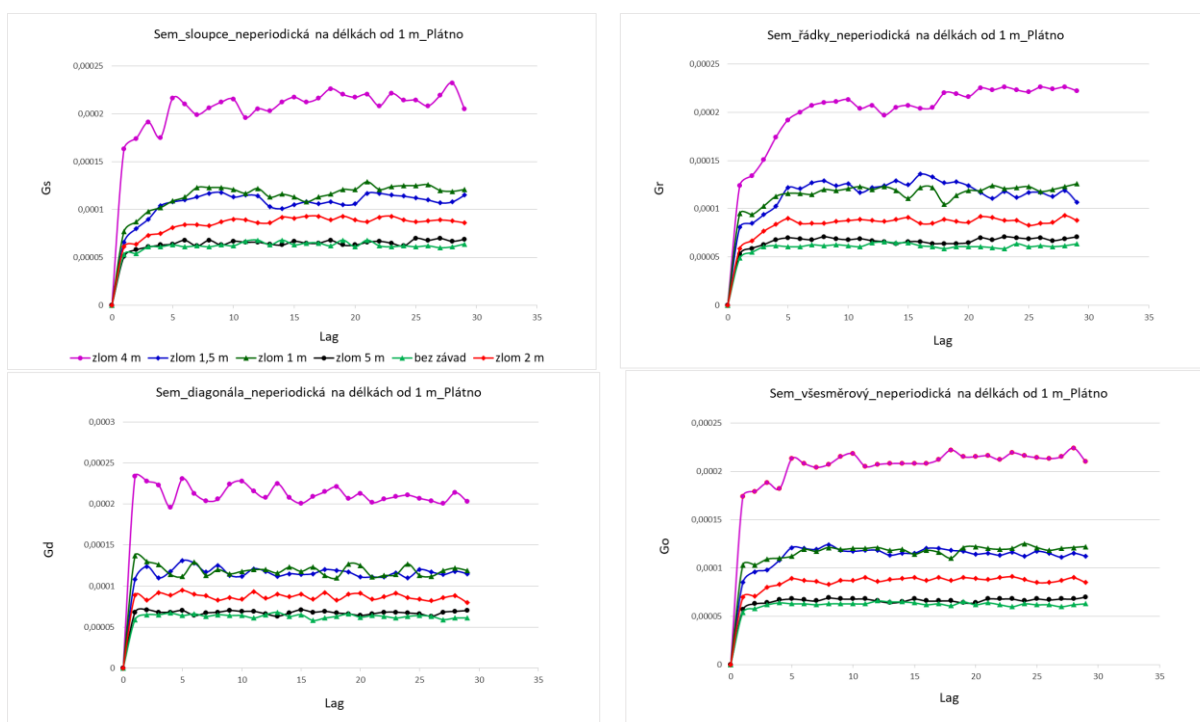
Semivariogram zaznamenal neperiodickou nestejnoměrnost na délkách od 1 m pokud bylo kolísání stupňů šedi v obraze vizuálně výrazné. Pro méně výrazné vady je variace šedi v obraze malá a v průběhu semivariogramu lze zaznamenat jen malé změny variace. Pro případ neperiodické nestejnoměrnosti jsou změny variací nepravidelné.



Obr. 3.57: Semivariogramy – neperiodická nestejnoměrnost na délkách od 1m, vazba Kepr



Obr. 3.58: Semivariogramy – neperiodická nestejnoměrnost na délkách od 1m, vazba Atlas



Obr. 3.59: Semivariogramy – neperiodická nestejnoměrnost na délkách od 1m, vazba Plátno

3.2.3.6 Vliv velikosti vzhledové vady na průběh semivariogramu

Sledování průběhu semivariogramů bylo provedeno na stejných přízích jako u plošných variačních křivek. Velká a středně velká nečistota byla identifikována ve spektrogramu na vlnových délkách $\lambda = 16; 8; 5; 4$ cm. Malá nečistota na vlnových délkách

$\lambda = 16; 8 \text{ cm}$. Velikost vady má vliv na výraznost moaré efektu, větší vada způsobuje na vzhledu příze výraznější moaré efekt, v obrazu plošné textilie lze identifikovat zhoršený vzhled prostřednictvím vyšší variability stupňů šedi. Průběhy semivariogramů jsou uvedeny na obr. 3.60 – Kepr, 3.61 – Atlas a 3.62 – Plátno.

Největší nečistota v rotoru byla příčinou výrazného zvýšení nestejnoměrnosti příze a vysokého počtu vad, které se projevily zvýšenou vzhledovou nestejnoměrností příze a obrazů plošných textilií simulovaných z této příze. V obrazech je identifikováno vysoké kolísání stupňů šedi. Menší vada na vzhledu příze vykazuje menší kolísání šedi a v obrazech tkanin simulovaných z této příze je vizuálně nižší vzhledová nestejnoměrnost. Tato skutečnost byla zaznamenána také v průběhu semivariogramů, největší změny ve variaci šedi byly zaznamenány pro obrazy tkanin z příze vypředené s největší nečistotou v rotoru. V průběhu semivariogramu je také patrná celkově vyšší variabilita stupňů šedi v těchto obrazech.

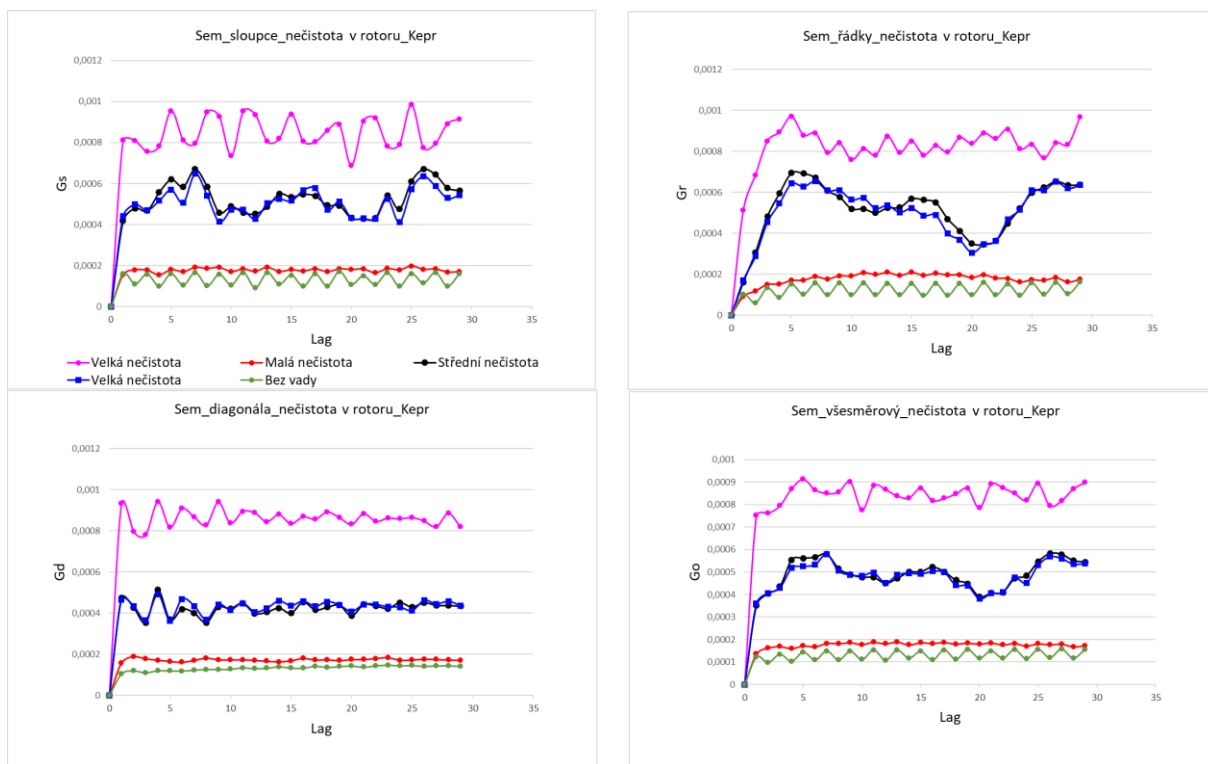
Průběhy semivariogramů pro obrazy tkanin z přízí, která vykazovaly vadu způsobenou nečistotou v rotoru, vykazují narušení „pravidelného“ průběhu v porovnání s průběhem semivariogramu pro obrazy přízí bez vady. Vady vzhledově méně výrazné vykazují celkově nižší variabilitu šedi a změny variace šedi v semivariogramech jsou malé, což odpovídá vzhledu příslušného obrazu. Na průběhu křivek semivariogramů je patrný periodický charakter vady.

Největší změny ve variaci šedi byly zaznamenány pro obrazy tkanin simulované z příze s nejvyšší nestejnoměrností (je způsobená největší nečistotou). Tyto změny byly identifikovány pro všechny použité vazby a v semivariogramech všech směrů, nejvýraznější byly ale ve směru řádků a sloupců. V semivariogramech pro keprovou vazbu byly největší změny variace šedi pro kroky – lag 5, lag 8 a 9, lag 11 a 12, lag 15 a lag 25 ve směru sloupců a ve směru řádků v krocích – lag 5 a lag 21. Pro obrazy s atlasovou vazbou jsou průběhy semivariogramů podobné jako u keprové vazby, ve směru sloupců jsou největší změny variace šedi v krocích – lag 2, lag 5, lag 8, lag 12, lag 22 a lag 25 a ve směru řádků pro kroky – lag 5, lag 14 a lag 22. V obrazu tkaniny plátňové vazby byly největší změny variace šedi ve směru sloupců pro kroky – lag 8 a lag 25 a ve směru řádků pro kroky lag 6, lag 10, lag 13 a 14, lag 16, lag 21 a lag 28.

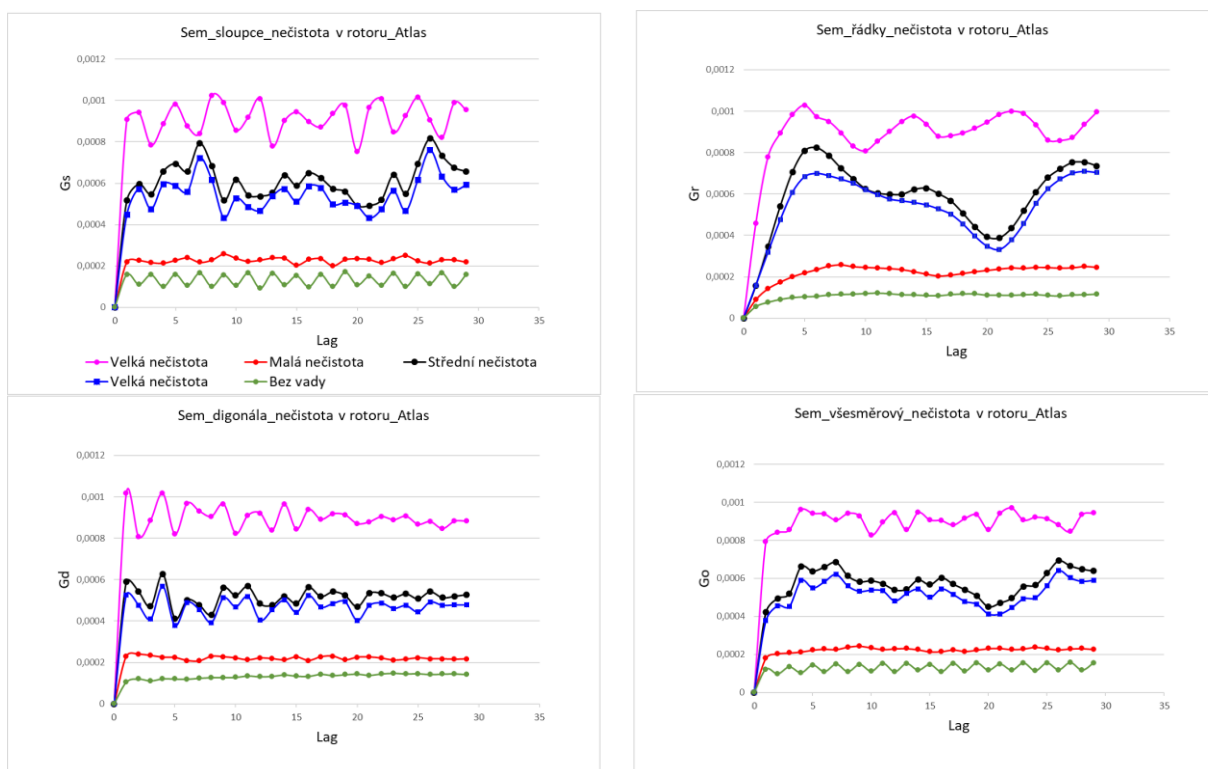
Pro obrazy tkanin simulovaných z příze vypředené s velkou a středně velkou nečistotou byly průběhy semivariogramů podobné pro vazby kepr a plátno. V obrazu tkaniny s atlasovou vazbou byly větší změny variace šedi identifikovány v obrazu tkaniny z příze se střední vadou. Velká a střední nečistota způsobila vzhledovou vadu, která byla zaznamenána v semivariogramech na stejných krocích u všech vazeb. V semivariogramech pro obraz tkaniny s keprovou vazbou byly největší změny variace zaznamenány ve směru sloupců v krocích: lag 7 a lag 26, ve směru řádků v krocích – lag 6 a lag 27. Pro obraz s atlasovou vazbou v krocích ve směru sloupců: lag 7 a lag 26, ve směru řádků: lag 6 a lag 28. A pro obraz s plátňovou vazbou v krocích ve směru sloupců: lag 7 a lag 26 a ve směru řádků: lag 5 a lag 28. V obrazech tkanin byly tyto moaré efekty identifikovány v průběhu semivariogramů všech vazeb na „stejných“ místech.

Malá nečistota v rotoru vytvořila na vzhledu příze i obrazech plošných textilií nejméně výrazný moaré efekt, variabilita stupňů šedi v těchto obrazech je nejmenší z hodnocených vadných vzhledů a i semivariogramy vykazují malé změny variace šedi.

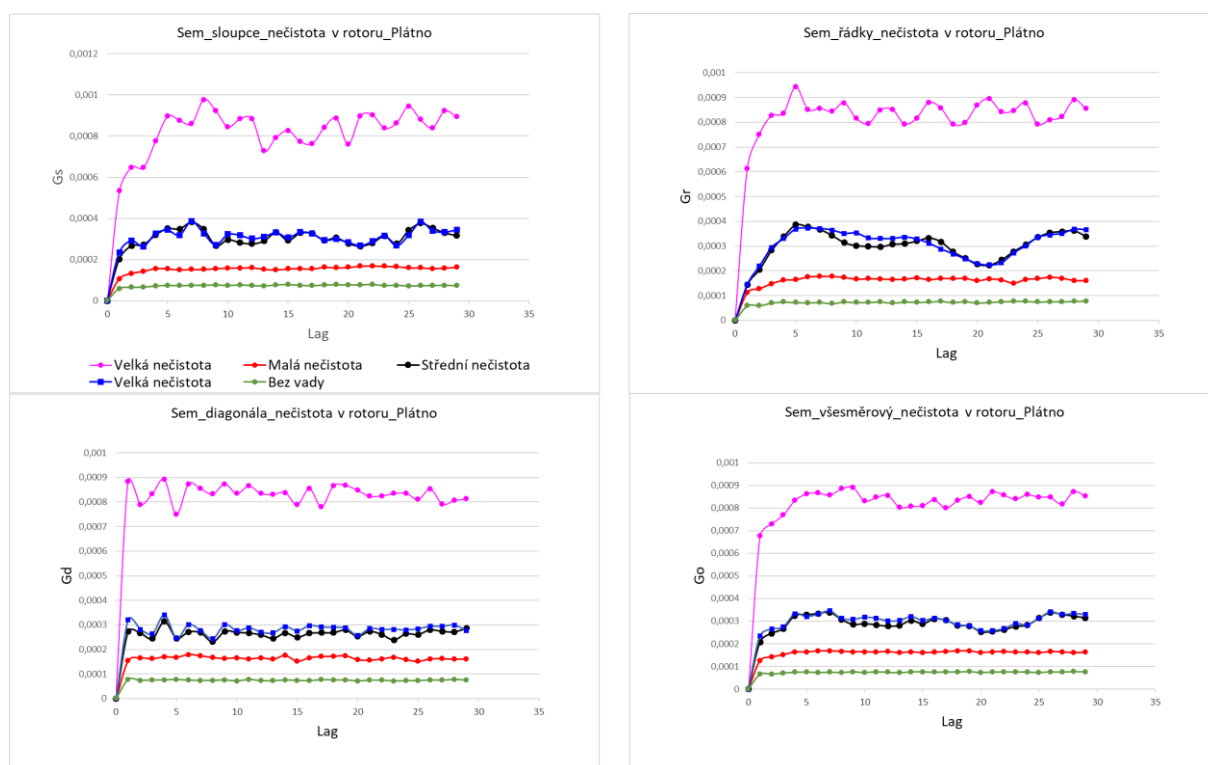
Průběhy semivariogramů dobře zachytily vzhledovou výraznost periodické nestejnoměrnosti, způsobenou kolísáním hmoty na krátkých vlnových délkách, tzv. moaré efekt jako takový prostřednictvím výrazných změn variace šedi pro určité kroky a také jeho výraznost celkově vyšší úrovní variací šedi v obrazech tkanin.



Obr. 3.60: Semivariogramy – velikost vzhledové vady, vazba Kepr



Obr. 3.61: Semivariogramy – velikost vzhledové vady, vazba Atlas



Obr. 3.62: Semivariogramy – velikost vzhledové vady, vazba Plátno

3.3 Souvislost hmotové a optické nestejnoměrnosti

Při vizuálním hodnocení přízi a plošných textilií hodnotíme „optický“ vzhled textilie. Nestejnoměrnost délkových textilií lze měřit na kapacitním principu, ale také na optickém principu. V praxi se pro měření nestejnoměrnosti nejčastěji používá kapacitní princip, kterým je vybavena aparatura firmy Uster Technologies – Uster Tester v různých modelových řadách.

Kapacitní princip měření nestejnoměrnosti je založen na měření množství hmoty, měří se tzv. hmotová nestejnoměrnost. Nestejnoměrnost příze je vyjádřena variačním koeficientem kolísáním hmoty na tzv. střížné délce, pro příze je střížná délka 8 mm. Optický princip měření nestejnoměrnosti je v podstatě založen na měření průměru příze a nestejnoměrnost je vyjádřena variačním koeficientem průměru příze.

Měření nestejnoměrnosti příze optickým principem spočívá v měření a vyhodnocování průměru příze a jeho variability. Nestejnoměrnosti se potom vyjadřuje variačním koeficientem průměru příze. V praxi se používají různé typy optických čidel, která zpravidla měří průměr příze pomocí infračerveného světla. Tento typ měřících čidel byl použitý např. u OASYS® měřicího systému – přístroje firmy Zweigle, nebo zařízení Corolab (firma Schlafhorst), přenosného měřicího zařízení QQM3. Průměr příze lze měřit optickým čidlem systému YAS aparatury CTT firmy Lawson Hemphill, nebo přídavným modulem OM pro měření příze na aparatuře Uster Tester.

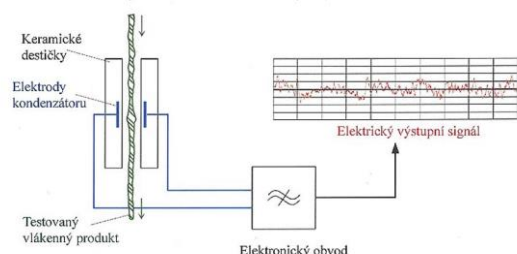
Vztah hmotové a optické nestejnoměrnosti byl řešen např. v práci [41], kde autoři analyzovali vztah mezi průměrem příze, který byl měřen optickým čidlem a její nestejnoměrností, která byla měřena kapacitním čidlem. Na základě experimentu došli v závěru, že oba systémy dávají podobné výsledky a byla mezi nimi nalezena vzájemná korelace. V další práci [42], byla příze současně měřena na aparatuře UT4—SX. a přístroji QQM3. Přístroj QQM3 je vybaven optickým čidlem a vyjadřuje nestejnoměrnosti v režimu optického čidla (CV_{opt}), a nebo přepočítaného kapacitního čidla (CV_{mass}). Výrobce pro daný typ optického čidla doporučuje přepočítávací koeficient 1,366 (pro všechny příze) pro vyjádření výsledků měření jako z „kapacitního“ čidla. Tato univerzální konstanta nebyla potvrzena, byla stanoveny nové přepočítávací konstanty.

Princip měření hmotové nestejnoměrnosti spočívá v průchodu délkové textilie mezi deskami kondenzátoru. Vlivem kolísání „hmoty“ v délkové textilii se mění kapacita kondenzátoru, která je převedena na změnu proudu, která je úměrná změně hmotnosti délkové textilie. Výsledný elektrický signál je zpracován Fourierovou transformací. Princip měření je znázorněn na obr. 3.63.

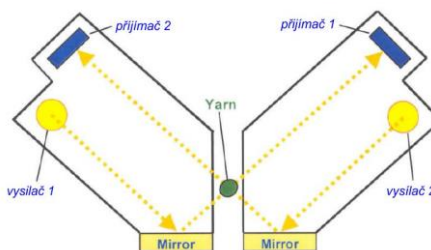
Princip měření průměru příze OM modulem s optickým čidlem na aparatuře UT4-SX je založen na prosvětlování procházející příze infračervenými paprsky a současném dvou-dimenzionálním snímání této příze pomocí dvou křížem umístěných vysílačů, přijímačů a zrcadel (mezi sebou svírají úhel 0° a 90°). Na přijímačích se zaznamenává zastíněná plocha, výsledkem měření je aritmetický průměr ze dvou různých profilů příze (průměr příze ve 2D). Průměr příze je snímán každých 0,3 mm a naměřené hodnoty jsou průměrovány, vyjadřuje se směrodatná odchylka průměru a jeho kolísání prostřednictvím variačního koeficientu průměru CV_{2D} 0,3 mm. Výsledky variability průměru příze jsou také udávány pro střížnou délku 8 mm (CV_{2D} 8 mm), která odpovídá měřeným úsekům kapacitního čidla, princip měření je znázorněn na obr. 3.64.

Při optickém principu měření čidlo „vidí“ přízi podobně jako lidské oko – vizuálně zesílená, resp. zeslabená místa na přízi bez ohledu na množství hmoty v daném místě. Kapacitní čidlo zaznamenává „množství hmoty“, pro identifikaci nestejnoměrnosti v délkové textilii je určující množství hmoty v daném místě, nikoliv velikost průřezu, tj. průměr délkové textilie v tomto místě. Stejně místo na přízi může proto každý typ čidla identifikovat jinak. Pokud budeme uvažovat např. místa v přízi se stejným průměrem průřezu, ale rozdílnou

hmotou vláken, tak optické čidlo pro tato místa zaznamená stejné hodnoty průměru příze. Kapacitní čidlo proti tomu bude tato místa identifikovat rozdílně – podle množství hmoty. Nestejnoměrnost stejné příze proto nemusí být kapacitním a optickým čidlem změřena stejně. Záleží na struktuře příze vzhledem k charakteru nestejnoměrnosti a rozložení hmoty.



Obr. 3.63: Princip měření hmotové nestejnoměrnosti na (Uster Tester) [4]



Obr.3.64: Princip měření optické nestejnoměrnosti přídavný modul OM (Uster Tester) [4]

Pro posouzení souvislosti hmotové a optické nestejnoměrnosti příze byly použity výsledky měření nestejnoměrnosti příze (kapacitní princip) a průměru příze (OM modul optický princip) na aparatuře Uster Tester IV.- SX. Hmotová nestejnoměrnost byla prezentována naměřenou hodnotou kvadratické nestejnoměrnosti CV_m [%], za optickou nestejnoměrnost byla brána hodnota variační koeficient průměru příze na délce odpovídající kapacitnímu čidlu – $CV_{2D\ 8mm}$ [%].

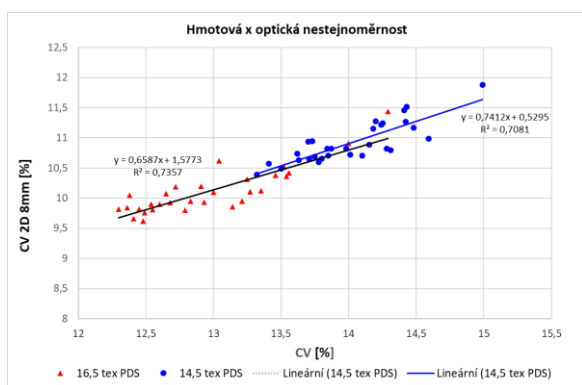
Souvislost optické a hmotové nestejnoměrnosti byla vyjádřena regresní závislostí mezi naměřenou hodnotou nestejnoměrnosti příze a variačním koeficientem průměru příze na délce 8 mm ($CV_{2D/8\ mm}$). Míra závislosti mezi oběma typy nestejnoměrnosti byla vyjádřena korelačním koeficientem a pro potvrzení vzájemné souvislosti byla testována významnost korelačního koeficientu pomocí testovacího kritéria Studentova rozdělení t_2 (34).

Souvislost optické a hmotové nestejnoměrnosti je prezentována na souboru bavlněných prstencových přízí. Naměřené hodnoty nestejnoměrnosti příze CV_m , průměru příze (2D) a jeho variabilita $CV_{2D/8\ mm}$ jsou uvedeny v příloze 13.

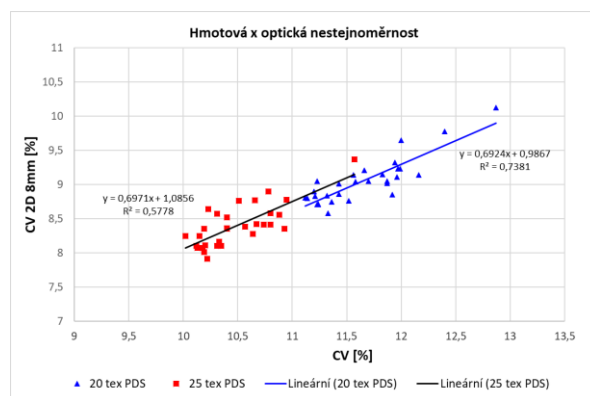
Výsledky regresní analýzy a statistického testování významnosti korelačního koeficientu jsou uvedeny v tab. 3.2.

Tab. 3.2: Výsledky regresní analýzy, testu významnosti korelačního koeficientu

T [tex]	R_{xy}	R_{xy}^2	t_2	$t_{1-\alpha/2}(n - 2)$	Závěr
14,8	0,841514	0,708146	8,242473	2,048407	významný R_{xy}
16,5	0,857737	0,735713	8,828670	2,048407	významný R_{xy}
20	0,859139	0,738120	8,883647	2,048407	významný R_{xy}
25	0,656734	0,431300	4,608153	2,048407	významný R_{xy}



Obr. 3.65: Vzájemná závislost optické a hmotové nestejnomyňnosti, 100% CO, 14,8 tex; 16,5 tex



Obr. 3.66: Vzájemná závislost optické a hmotové nestejnomyňnosti, 100% CO, 20 tex; 25 tex

Testování vzájemné souvislosti mezi hmotovou a optickou nestejnomyňností je prezentováno na souboru bavlněných přízí, u kterých byla hledána vzájemná závislost mezi naměřenou hmotovou nestejnomyňností příze a variačním koeficientem průměru této příze. Mezi oběma typy nestejnomyňnosti byla nalezena vzájemná závislost (viz obr. 3.65 a 3.66), která je vyjádřena koeficientem korelace. Statistická významnost koeficientu korelace byla potvrzena na základě testu jeho významnosti.

4 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A NOVÝCH POZNATKŮ

Hodnocení nestejnoměrnosti plošných textilií bylo realizováno hodnocením vzhledů obrazů plošných textilií simulovaných z výsledků měření nestejnoměrnosti a počtu vad přízí na aparatuře Uster Tester IV. SX. Obrazy vzhledu plošných textilií jsou tvořeny speciálním simulačním softwarem, který je součástí software aparatury Uster Tester a simulační modul generuje obrazy plošných textilií: tkaniny – plátno, kepr (K 3/1, útkový) a atlas (A 1/4 (3)) a pleteninu (zátažná jednolící pletenina). Předmětem hodnocení byly generované obrazy tkanin uvedených vazeb. Simulované obrazy jsou v šedé škále a vizuálně vykazují kolísání stupňů šedi a na tom bylo založeno objektivní hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti. Hodnocení nestejnoměrnosti plošných textilií bylo převedeno na hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazu této textilie založené na hodnocení kolísání stupňů šedi v generovaném obrazu.

V práci byly hodnoceny generované obrazy plošných textilií, jejichž vzhledová nestejnoměrnost je způsobena pouze nestejnoměrností a vadami přízí. Nestejnoměrnost skutečné plošné textilie je způsobena, kromě nestejnoměrností příze, také procesem výroby – tkaním.

Simulované obrazy plošných textilií byly zpracovány dvěma způsoby, a to obrazovou analýzou a programem „Plošná nestejnoměrnost“ (program v Matlabu). Vzhledem k tomu, že neexistují objektivní srovnávací kritéria s nimiž by bylo možné výsledky navržených postupů „objektivního“ hodnocení „porovnat“, byl každý obraz plošné textilie také současně hodnocen vizuálně a výsledky obou hodnocení byly navzájem konfrontovány.

Při zpracování obrazu plošné textilie obrazovou analýzou byly použity dva přístupy. V jednom byl celý obraz plošné textilie hodnocen jako jedno pole a pro celý obraz byla určena průměrná hodnota šedi v obraze a její variační koeficient. Vzhledovou nestejnoměrnost tak vyjadřuje variační koeficient stupňů šedi. V dalším přístupu byla plocha obrazu plošné textilie rozdělena čtvercovou sítí na čtverce různých velikostí, byly hodnoceny stupně šedi a jejich variabilita v jednotlivých polích. Na základě variability stupňů šedi byly konstruovány plošné variační křivky (vnitřní, vnější) a bylo sledováno kolísání šedi v obraze ve směru řádků, sloupců (tzv. směrová nestejnoměrnost). Z těchto přístupů se pro kvantifikaci vzhledové nestejnoměrnosti ukázal nejvhodnější přístup, ve kterém je obraz plošné textilie rozdělen čtvercovou sítí. Hodnocení celého obrazu a stanovení průměrného stupně šedi se ukázalo nepřesné, protože průměrováním stupňů šedi v celém obraze se stírají rozdíly mezi jednotlivými obrazy, přestože vizuálním posouzením vzhledu byly mezi nimi vzhledové rozdíly. Tento způsob hodnocení obrazu by byl vhodný pouze pro případy vysoké nestejnoměrnosti příze a současně výrazné vzhledové nestejnoměrnosti obrazu plošné textilie, jinak jsou rozdíly variačních koeficientů stupňů šedi malé a vizuální hodnocení a hodnoty variačních koeficientů stupňů šedi si sobě nemusí zcela odpovídat.

Dalším způsobem hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazů plošných textilií bylo jejich zpracování v programu „Plošná nestejnoměrnost“, jehož výsledkem jsou plošné variační křivky (vnější a vnitřní křivka konstruovaná pro každý testovaný obraz plošné textilie) a semivariogramy ve směrech sloupců, řádků, diagonály a všesměrový semivariogram.

Programem „Plošná nestejnoměrnost“ byly hodnoceny simulované obrazy plošných textilií z přízí vykazujících periodickou nestejnoměrnost na krátkých, středních a dlouhých úsečkách a neperiodickou nestejnoměrnost.

Z průběhů plošných variačních křivek pro jednotlivé hodnocené vazby simulovaných obrazů tkanin lze vyvodit následující závěry:

- vnější plošné variační křivky s rostoucí velikostí sledované plochy vykazují klesající průběh pro všechny hodnocené vazby (atlas, kepr, plátno), obdobně jako vnější délkové variační křivky;
- vnitřní plošné variační křivky s rostoucí velikostí sledované plochy vykazují rostoucí průběh pro všechny hodnocené vazby, obdobně jako vnitřní délkové variační křivky;
- změna variability stupňů šedi se projeví v průběhu plošné variační křivky zlomem;
- celkově vyšší variabilita stupňů šedi v obrazech plošných textilií se projeví na poloze plošné variační křivky v grafu – obrazy plošných textilií generované z příze s vyšší hodnotou nestejnoměrnosti, vyšším počtem vad, závadnějším průběhem spektrogramu, délkové variační křivky, příp. vykazující vyšší hodnoty *DR* a nesymetrické *DR* křivky vykazují vizuálně vyšší kolísání stupňů šedi, tj. horší vzhledovou nestejnoměrnost a plošná variační křivka, která byla konstruována pro obraz z této příze, leží nad křivkami, které jsou pro obrazy plošných textilií z příze s nižší nestejnoměrností;
- na průběh a polohu plošné variační křivky v grafu má také vliv výraznost vzhledového efektu – výrazný efekt se projeví v obrazu plošné textilie celkově vyšší variabilitou stupňů šedi, plošná variační křivka pro tento obraz odráží jak vyšší variabilitu (poloha křivky), tak vzhledově výrazné změny šedi (zlomy v jejím průběhu);
- na průběh plošné variační křivky nemá zásadní vliv typ, resp. struktura nestejnoměrnosti příze (charakteristické spektrum, kupovité spektrum), důležitá je ale vlnová délka vady příze a výška její amplitudy, které mají vliv na vzhledovou výraznost této vady;
- příze stejných jemností, které vykazují podobný průběh spektrogramu, podobnou hodnotu nestejnoměrnosti *CV*, ještě nutně nemusí vykazovat stejný vzhled plošné textilie a proto také totožný, nebo podobný průběh plošné variační křivky. Vzhled plošné textilie je ovlivněn více faktory – nejen samotnou úrovní nestejnoměrnosti příze, ale také typem nestejnoměrnosti, který příze vykazuje, počtem vad;
- průběhy a polohy vnějších variačních křivek dobře korespondují s vizuálním hodnocením vzhledové nestejnoměrnosti plošných textilií;
- průběhy vnějších plošných variačních křivek při sledování variability stupňů šedi na velmi malých plochách čtverce, do plochy $0,001 \text{ cm}^2$, jsou přímky bez zlomů a jejich průběhy se překrývají. Při hodnocení variability stupňů šedi mezi čtverci malých ploch se toto hodnocení blíží hodnocení úrovně šedi „bod po bodu“, variační koeficienty stupňů šedi nabývají vyšších hodnot, ale jejich rozdíly jsou zanedbatelné;
- při hodnocení variability stupňů šedi mezi čtverci větších ploch jsou, i vizuálně, mezi nimi větší rozdíly, průběhy vnějších plošných variačních křivek proto vykazují zlomy, které jsou způsobeny větším kolísáním stupňů šedi ve sledovaných čtvercích;
- vhodnější pro hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti plošných textilií se ukázaly vnější plošné variační křivky. Průběhy a polohy vnitřních plošných variačních křivek nevykazují velké rozdíly pro příze vykazující zvýšenou nestejnoměrnost. Větší rozdíly byly zaznamenány pouze v případě velmi výrazné vady. „Běžné vady“ a vady méně výrazné zpravidla vnitřní plošnou variační křivkou zaznamenány nejsou.

Z průběhů semivariogramů v různých směrech a pro jednotlivé vazby simulovaných obrazů tkanin lze vyvodit následující závěry:

- na průběhu semivariogramů se projeví pravidelná struktura vazby tkaniny pravidelným kolísáním a porušení tohoto průběhu znamená změnu variace šedi, tzn.

změnu vzhledu. Podle kroku, na kterém je změna zaznamenána, lze určit místo v obraze, kde je identifikována;

- místo s vysokou hodnotou variace, maxima křivky semivariogramu, indikuje vyšší variabilitu stupňů šedi v obraze v místě příslušného kroku (lag);
- periodická nestejnoměrnost vytváří na vzhledu plošných textilií pravidelné útvary a podle vlnové délky, na které je vada identifikována jsou to moaré efekt (krátké vlnové délky) a pruhovitost (dlouhé vlnové délky), které vytváří v průběhu semivariogramů ve směru sloupců a řádků pravidelné poruchy, pomocí kterých je lze identifikovat;
- neperiodická nestejnoměrnost vytváří na vzhledu plošných textilií neklidný vzhled, který je v průběhu semivariogramů všech směrů a pro všechny vazby identifikován nepravidelnými poruchami typických průběhů;
- vzhledová výraznost vady (v práci prezentována prostřednictvím velikosti nečistoty v rotoru) má vliv na průběh semivariogramů ve všech směrech pro všechny hodnocené vazby. Vada vzhledově výraznější je zaznamenána výraznějšími změnami variací šedi v průběhu semivariogramu;
- hustota bodů v semivariogramu je dána velikostí sledované plochy obrazu a velikostí kroku, po kterém je tvořen semivariogram;
- semivariogram vyjadřuje „nepodobnost“ míst vzdálených od sebe o určitý zvolený krok, proto je možné v obraze plošné textilie identifikovat místa se zvýšenou variací šedi a na základě jejich rozložení lze identifikovat pravidelné „obrazce“, např. řádkování vazby, pruhy příčné i podélné. K jejich identifikaci lze s výhodou využít kombinaci semivariogramů ve směru řádků a sloupců.

Plošné variační křivky, především vnější plošné variační křivky, a semivariogramy se ukázaly jako vhodný nástroj pro objektivní kvantifikaci vzhledové nestejnoměrnosti plošných textilií, resp. vzhledové nestejnoměrnosti simulovaných obrazů plošných textilií na základě změřené nestejnoměrnosti příze. Semivariogramy mohou dobře identifikovat pravidelné útvary na vzhledu plošných textilií způsobené periodickou nestejnoměrností přízí.

Ze zjištěných výsledků a průběhů plošných variačních křivek a semivariogramů by bylo možné zaměřit se na analýzu semivariogramy a jejich průběhy ve směru řádků, sloupců, příp. diagonály a jejich kombinace k identifikaci vad v obraze plošné textilie.

5 PRÁCE AUTORA SE VZTAHEM K STUDOVANÉ PROBLEMATICE

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE

- [1] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Influence of selected process variable on worsted yarn properties. In: *21th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles, 2016, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 145-152, ISBN 978-80-7494-269-3
- [2] MOUČKOVÁ, Eva, URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra a KIM, Yulia: Influence of drafting on mass irregularity of cotton ring yarns, In: *20th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2014, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 151-154, ISBN 978-80-7494-139-9
- [3] MOUČKOVÁ, Eva, URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra: Analysis of Irregularity of Cotton Blended Yarn. In: *19th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2012, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 85-86, ISBN 978-80-7372-913-4
- [4] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra, KOUKOLÍKOVÁ, Ludmila: New possibility of objective evaluation of yarn appearance in area, In: *18th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2011, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 111-120, ISBN 978-80-7372-542-6
- [5] MOUČKOVÁ, Eva; JIRÁSKOVÁ, Petra: Woven fabric surface unevenness - new possibilities of its evaluation, In: *Book of proceedings of 5th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, Dubrovnik, October 2010: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb (2010), s. 668 – 673, ISSN: 1847-7275
- [6] JIRÁSKOVÁ, Petra, MOUČKOVÁ, Eva: Application of selected statistical functions for evaluated of unevenness in plane, In: *7th International Conference - TEXSCI 2010, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, ISBN 978-80-7372-635-5
- [7] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Utilization of semivariogram for evaluation of surface unevenness, In: *Book of proceedings of 4th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, Dubrovnik, October 2008: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb (2008), s. 848 – 853, ISSN: 978-953-7105-26-6
- [8] URSÍNÝ, Petr, MOUČKOVÁ, Eva a JIRÁSKOVÁ, Petra: New knowledge about relation between yarn mass irregularity and surface unevenness, In: *4th International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, Dubrovnik, October 2008: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb (2008), s. 915 – 920, ISSN: 978-953-7105-26-6
- [9] JIRÁSKOVÁ, Petra, MOUČKOVÁ, Eva: Unevenness of flat textiles and its quantification, In: *3rd International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles*, Dubrovnik, October 2006: University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, Zagreb (2006), s. 612-617, ISBN 953-7105-12-1
- [10] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Stripiness of woven fabric versus area variation curve and semivariogram, In: *16th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2009, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 77-79, ISBN 978-80-7372-542-6

- [11] URSÍNÝ, Petr, MOUČKOVÁ, Eva a JIRÁSKOVÁ, Petra: Characteristic functions of mass irregularity and their interpretation, In: *15th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2008, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 541- 546, ISBN 978-80-7372-418-4
- [12] JIRÁSKOVÁ, Petra, MOUČKOVÁ, Eva: Evaluation of surface unevenness of woven fabric, In: *15th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2008, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 157-164, ISBN 978-80-7372-418-4
- [13] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Influence of weft sett on course of area variation curve of woven fabric, In: *TEXSCI 2007: Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 161-162. , ISBN 978-80-7372-207-4
- [14] MERTO VÁ, Iva, MOUČKOVÁ, Eva a JIRÁSKOVÁ, Petra: Unevenness of woven fabric, In: *14th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2007, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 63-69, ISBN: 978-80-7372-271-5
- [15] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Area-variation curve of real woven fabric, In: *13th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2006, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 87-92, ISBN 80-7372-135-X
- [16] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra: Relation of parameter DR to others parameters of yarn mass irregularity, In: *12th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles, 2005, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 157-162, ISBN 80-7372-002-7
- [17] URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra a HEDÁNEK, Ondřej: Analysis of mass irregularity of plane textiles, In: *11th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles: 2004, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 151-158, ISBN 80-7083-891-4
- [18] URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra: Hmotová nestejnoměrnost plošných textilií a možnosti jejího určování, In: *9th International Conference, Structure and Structural Mechanics of Textiles international conference: 2002, Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. 247-254, ISBN 80-7083-668-7
- [19] JIRÁSKOVÁ, Petra: Selected knowledge about the relation of the mass irregularity of the linear as well as the plain textiles, In: *TEXSCI 2000: Liberec, Czech Republic*. Liberec: TU Liberec, s. , ISBN 80-7083-409-9

NÁRODNÍ KONFERENCE

- [20] URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra: Struktura hmotové nestejnoměrnosti bavlnářských přízí a povrchový vzhled plošné textilie, In: *8. národní konference STRUTEX 2001: prosinec 2001, Liberec*. Liberec: TU Liberec, s. 95-100, ISBN 80-7083-549-4
- [21] URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra: Souvislost mezi hmotovou nestejnoměrností délkových a plošných textilií, In: *7. národní konference STRUTEX 2000: 2000, Liberec*. Liberec: TU Liberec, s.121-126 , ISBN 80-7083-442-0

PŘÍSPĚVKY ZASLANÉ DO ČASOPISU

- [22] MOUČKOVÁ, Eva, URSÍNÝ, Petr, JIRÁSKOVÁ, Petra: Relations between deviation rate and other characteristic functions and parameters of yarn mass irregularity. In: *Fibres and Textiles*. 2016, Vol. 23 (2), 15-22, ISSN 1335-0617

- [23] MOUČKOVÁ Eva, JIRÁSKOVÁ Petra: New Possibility of Objective Evaluation of Yarn Appearance, part II, In: *Autex Research Journal*, 2013, 13(1), 1-10, ISSN (Online) 2300-0929, ISSN 1470-9589, DOI: [10.2478/v10304-012-0016-6](https://doi.org/10.2478/v10304-012-0016-6)
- [24] MOUČKOVÁ, Eva, URSÍNÝ, Petr a JIRÁSKOVÁ, Petra: Analysis of cotton blended yarn irregularity. *Fibres and Textiles*, 2013, Vol.20 (2), 21-31, ISSN 1335-0617
- [25] MOUČKOVÁ Eva, JIRÁSKOVÁ Petra: New Possibility of Objective Evaluation of Yarn Appearance, In: *Autex Research Journal*, 2012, 12(1), 7-13, ISSN (Online) 2300-0929, ISSN 1470-9589, DOI: <https://doi.org/10.2478/v10304-012-0002-z>
- [26] JIRÁSKOVÁ, Petra, MOUČKOVÁ, Eva: New evaluation method of woven fabric unevenness, In: *Autex Research Journal*, 2010, 10(2), 49-54, ISSN (Online) 2300-0929, ISSN 1470-9589, <http://www.autexrj.org/No2-2010/0337.pdf>
- [27] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra, URSÍNÝ, Petr.: Surface unevenness of fabrics, In: *Woven Fabric Engineering*, Rijeka, 2010: SCIYO International Offices, s. 195-214, www.intechopen.com, DOI: 10.5772/10471

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] URSÍNÝ, Petr: *Předení I*, TU v Liberci 2001, 1. vydání, ISBN 80-7083-481-1
- [2] URSÍNÝ, Petr: *Předení II*, TU v Liberci 2001, 1.vydání, ISBN 80-7083-540-0
- [3] Cihlářová (Moučková), Eva: Hmotová nestejnoměrnost délkových a plošných textilií, elektronická skripta TU v Liberci, 2002
- [4] *Uster Tester IV Application Handbook*, Zellweger Uster, V1.0/400 106-04010, Uster, 2001.
- [5] Uster News Bulletin, Ed. by K. Douglas, B.Sc., C. Eng., M. I. Mech. E., C. Text., A. T. I., No. Zellweger Uster, Switzerland, 1971.
- [6] Uster News Bulletin, Ed. by K. Douglas, B.Sc., C. Eng., M. I. Mech. E., C. Text., A. T. I., No. 35. Zellweger Uster, Switzerland, 1988.
- [7] GROSBERG, P.: The medium and long term variations of a yarn I, In: The Journal of the *Textile Institute*, 1955, T301
- [8] GORSBERG, P., MALATINZSKY, P.: The medium and long term variations of a yarn-II, In: *The Journal of the Textile Institute*, 1955, T310
- [9] MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat, PULS 1994
- [10] WEGENER, W.; PEUKER, H.: Die Beziehung zwischen der Garnungleichmäßigkeit und dem Warenbild textiler Fläschengebilde, Institut für Textiltechnik der Technischen Hochschule, Aachen, (1961)
- [11] WEGENER, W.; HOTH, E.G.: Die CD(F) – Flächenvariation, *Textil – Praxis* 13, 1958, s. 485-488.
- [12] KUO, Chung-Feng Jeffrey, LEE, Ching-Jeng: Abade Propagation Neural Network for Recognizing Fabric Defects, In: ***Textile Research Journal***, 2003, 73 (2), s. 147-151
- [13] JEON, Boong Soo, BAE, Ji Hyun, SUH, Moon W.: Automatic recognition of woven Fabric Pattern by an Artificial Neural Network, In: ***Textile Research Journal***, 2003, 73(7), s. 645
- [14] TILOCCA, Antonio: Detecting Fabric Defects with a Neural Network Using Two Kinds of optical Patterns, In: ***Textile Research Journal***, 2002, 72(6), s. 545
- [15] KUMAR, Ajay: Neural network based detection of local textile defects Pattern Recognition, Volume 36, Issue 7, July 2003, Pages 1645-1659
- [16] STOJANOVICW, R., MITROPULOS, P., KOULAMAS, Ch., KARAYIANNIS, Y., KOUBIAS, S., PAPADOPOULOS, G.: Real-Time Vision-Based System for Textile Fabric Inspection, In: *Real-Time Imaging*, 2001. 7(6), s. 507-518
- [17] JUNG, M., HILL, M. and McBRIDE, J.W.: The Precision Characterisation of 3D Form, In: www.soton.ac.uk/~cedc/pdf/Precision.pdf , Accessed: 2005-02-01.
- [18] BODMAROVA, A., BENNAMOUN, M., KUBIK, K.K.: Suitability Analysis of Techniques for Flaw Detection in Textiles using Texture Analysis
- [19] SUH, M., W., KIM, J.: Creation of Virtual Fabric by Wavelet Analysis of Spun yarn Density Signals, In: *10th EFS System Research Forum*, November 6-7, Raleigh, NC
- [20] Kovář, Radko: Stejnoměrnost pletenin, In: *5. národní konference STRUTEX 1998, Liberec*. Liberec: TU Liberec

- [21] LINKA, Aleš, VOLF, P.: Hodnocení nestejnoměrnosti textilních materiálů na základě statistické analýzy obrazu Strutex 1999
- [22] SUH, M.,W.: A electronic Imaging of Fabric Qualities by on-line yarn data, Available from www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/I01-A1.pdf, Accessed: 2005-02-01
- [23] SUH, M.,W.: A electronic Imaging of Fabric Qualities by on-line yarn data, Available from www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/S01-NS12-A2.pdf, Accessed: 2005-02-01.
- [24] MILITKÝ, Jiří; KLIČKA, Václav: *Characterization of textile mass variation in plane*, In: Proceeding of 5th world textile conference Autex 2005, Portorož, 2005, Maribor: s.750–755, ISBN 86-435-0709-1.
- [25] MILITKÝ, Jiří., RUBNEROVÁ, Jitka a KLIČKA, Václav: Spatial statistics and unevenness of surface mass of non-woven textiles, In: *7th national conference Strutex, 2000, Liberec*. Liberec: TU Liberec, s. 199-203, ISBN 80-7083-668-7.
- [26] BRZEZINA, Miroslav., MILITKÝ, Jiří.: Complex characterization of textile surface, In: *Robust '2002 – proceeding of twelfth winter school JÈMF*, Hejnice, 2002, Prague: Union of Czech Mathematicians and Physicists, s. 50-58.
- [27] CRESSIE, N.A.C.: *Statistics for spatial data*, J. Wiley, New York, (2002), ISBN 0-473-00255-0.
- [28] TUNÁK Maroš: Detekce vad v plošné textilií, Liberec. 2008. 100 s. Disertační práce. Technická univerzita v Liberci. Katedra textilních materiálů. Školitel: Aleš LINKA.
- [29] HAVLOVÁ, Marie: Detection of Fabric Structure Irregularities Using Air Permeability Measurements, In: **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, 2014, Volume 9, Issue 4 – 2014, s. 157 -164.
- [30] MILITKÝ, Jiří; BAJZÍK Vladimír: (2000) : Description of thickness variation by fractal dimension, In: *Proceeding of 7th national conference Strutex, 2000*. Liberec. Liberec: TU Liberec, s. 165-170, ISBN 80-7083-668-7.
- [31] GINSBIRG, CHAVKIN, BINTER: Dynamika osnovnich procesov prjadenija I , formirovanie i vyравnivanje voloknistogo potoka, Izdatelstvo lëgkaja industrija, Moskva, 1970
- [32] MOEZZI, Meysam, GHANE, Mohammad a SHAHSAVARI Farid: The effect of mass irregularities of weft yarns on fabric surface protrusion, In: **The Journal of The Textile Institute**, 2015, Vol. 107, No. 5, s. 645–650, <http://dx.doi.org/10.1080/00405000.2015.1054226>.
- [33] LI, G. Z, ZHAO, Z, AKANKWASA, N. T. a WANG, J.: Prediction of woven fabrics appearance based on yarn surface-area measurement system (YSMS). In: *17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles - Shaping the Future*, 2017, Materials Science and Engineering 254 (2017) 142015 doi:10.1088/1757-899X/254/14/142015
- [34] SAKAGUCHI, A., WEN, G.H, MATSUMOTO, Y., TORIUMI, K. a KIM, H.: Image Analysis of Woven Fabric Surface Irregularity. In: **Textile Research Journal**, 2001, 71(8), s. 666-671
- [35] CURRY David: [*Lawson-Hempehill: Optical system for yarn and fabric appearance ratings – 37*](#). In: **Textile World**, Atlanta, 2000. Vol. 150, Iss. 4; s. 28 – 30.
- [36] Keisokki – Eveness Tester KET 80II Series – firemní materiály
- [37] MILITKÝ, Jiří., SALAC, Ota.: Statistické metody v textilní praxi, Dům techniky, CSVTS, Pardubice 1982
- [38] NECKÁŘ, Bohuslav, DAS, Dipayan. *Theory of Structure and Mechanics of Yarns*, Woodhead Publishing India in Textiles, WOODHEAD PUB INDIA, 2018, ISBN 978-93-85059-40-7

- [39] NECKÁŘ, Bohuslav. *Příze, tvorba, struktura, vlastnosti*, SNTL, Praha 1990, ISBN 90-03 00213-3
- [40] MOUČKOVÁ, Eva, JIRÁSKOVÁ, Petra, URSÍNY, Petr.: Surface unevenness of fabrics. In: *Woven Fabric Engineering*, Rijeka, 2010: SCIYO International Offices, s. 195-214, www.intechopen.com, DOI: 10.5772/10471
- [41] CARVALHO, Vitor, SOARES, Filomenra and BELSLEY, Michael: A comparative study between yarn diameter and yarn mass variation measurement system using capacitive and optical sensors. In: **Indian Journal of Fibre & Textile Research**, 2008, Vol.33, s. 119-125
- [42] BENEŠOVÁ, Miroslava: Vliv směsového poměru na nestejnomyšnost bavlnářských přízí. Liberec., 2008. 67 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Katedra mechanických technologií. Vedoucí Eva MOUČKOVÁ

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Směrová nestejnomyšnost (obrazová analýza)

Příloha 2 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnitřní plošné variační křivky

Příloha 3 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na krátkých úsečkách – charakteristické spektrum

Příloha 4 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na krátkých úsečkách – charakteristické spektrum

Příloha 5 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na středních vlnových délkách

Příloha 6 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na dlouhých úsečkách – charakteristické spektrum

Příloha 7 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na dlouhých úsečkách – kupovité spektrum

Příloha 8 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – neperiodická nestejnomyšnost na délkách do 1 m

Příloha 9 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – neperiodická nestejnomyšnost na délkách od 1 m

Příloha 10 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – vnější plošné variační křivky, semivariogramy – periodická nestejnomyšnost na krátkých úsečkách – nečistota v rotoru

Příloha 11 – Vnější plošné variační křivky – periodická nestejnomyšnost na krátkých úsečkách

Příloha 12 – Vnější plošné variační křivky – periodická nestejnomyšnost na dlouhých úsečkách

Příloha 13 – Výsledky měření nestejnomyšnosti a průměru příze na UT IV.- SX.

PŘÍLOHA 1 – SMĚROVÁ NESTEJNOMĚRNOST (OBRAZOVÁ ANALÝZA)

Tab. 1.1 : Naměřené hodnoty střední šedi a její variace $CV_{tk}[\%]$ ve směru sloupců, tkanina Kepr 3/1

KEPR 3/1		Sloupec 1	Sloupec 2	Sloupec 3	Sloupec 4	Sloupec 5	Sloupec 6	Sloupec 7	Sloupec 8	Sloupec 9	Sloupec 10
Kepr 1	<i>střední šed'</i>	55,25	52,25	52,88	52,13	51,38	48,75	49,5	51,88	52,25	50,63
	<i>IS střední šedi</i>	(53,87 - 56,13)	(49,74 - 54,26)	(49,68 - 55,32)	(50,81 - 54,19)	(49,74 - 54,26)	(47,87 - 50,13)	(48,94 - 50,06)	(50,808 - 54,192)	(50,872 - 53,128)	(48,81 - 52,19)
	$CV_{tk} [\%]$	3,17	3,19	4,57	3,76	3,88	3,24	1,53	2,81	2,23	2,97
Kepr 1sp	<i>střední šed'</i>	62,375	60,875	60,5	59,38	57,875	54,875	57,25	57,125	57,375	58,25
	<i>IS střední šedi</i>	(59,74 - 64,26)	(57,68 - 63,32)	(58,808 - 62,192)	(55,55 - 63,45)	(54,68 - 60,32)	(53,872 - 56,128)	(54,68 - 60,32)	(53,68 - 59,32)	(53,68 - 59,32)	(53,55 - 61,45)
	$CV_{tk} [\%]$	3,42	4,25	3,85	6,17	5,01	2,99	3,82	6,71	4,56	5,49
Kepr 5	<i>střední šed'</i>	57,13	56,25	51,5	52,13	51,375	49,375	50,25	50,625	49,875	51,25
	<i>IS střední šedi</i>	(55,81 - 59,19)	(53,68 - 59,32)	(49,81 - 53,19)	(49,74 - 54,26)	(49,81 - 53,19)	(47,81 - 51,19)	(48,87 - 51,13)	(48,808 - 52,192)	(47,74 - 52,26)	(48,74 - 53,26)
	$CV_{tk} [\%]$	2,72	4	2,75	3,62	3,44	3,74	2,76	2,35	3,62	3,26
Kepr 7sp	<i>střední šed'</i>	66,25	67,25	61	61,13	60,63	60,625	58,63	60,88	62	60
	<i>IS střední šedi</i>	(64,81 - 68,19)	(65,81 - 69,31)	(59,87 - 62,13)	(59,81 - 63,19)	(57,744 - 62,256)	(57,74 - 62,26)	(57,87 - 60,13)	(58,81 - 62,19)	(60,87 - 63,13)	(58,81 - 62,19)
	$C_{tk} [\%]$	2,99	2,48	1,75	2,83	2,92	4,13	2,22	2,05	2,28	2,52

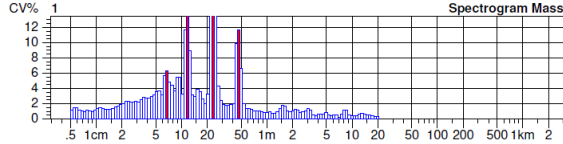
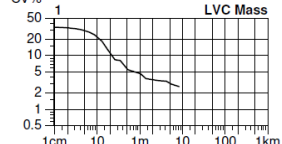
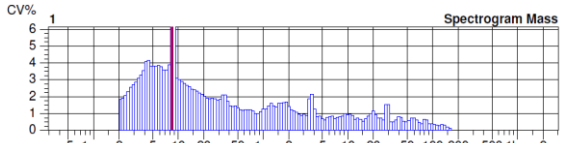
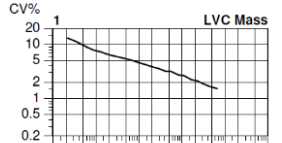
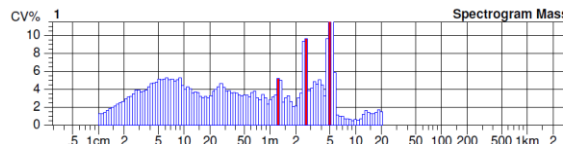
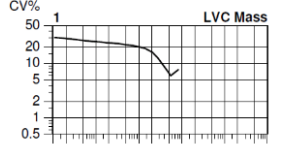
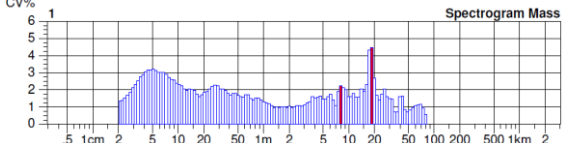
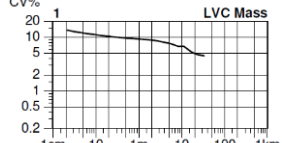
PŘÍLOHA 1 – SMĚROVÁ NESTEJNOMĚRNOST (OBRAZOVÁ ANALÝZA)

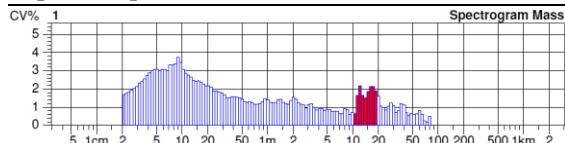
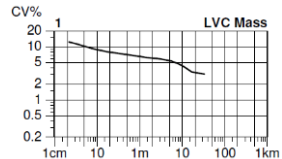
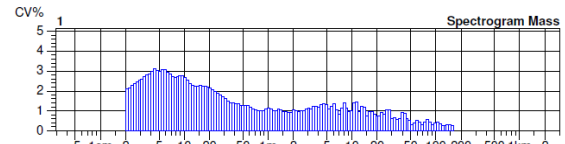
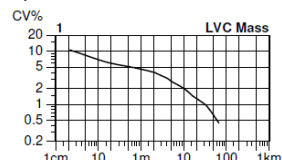
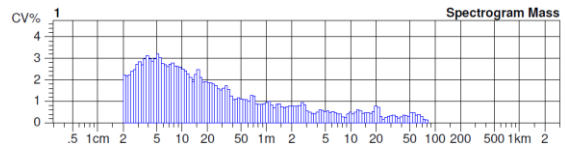
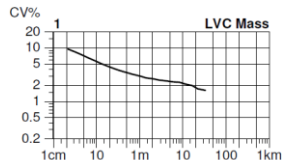
Tab. 1.2: Naměřené hodnoty střední šedi a její variace $CV_{tk}[\%]$ ve směru řádků, tkanina Kepr 3/1, složka 3

KEPR 3/1		Řádek 1	Řádek 2	Řádek 3	Řádek 4	Řádek 5	Řádek 6	Řádek 7	Řádek 8
Kepr 1	<i>střední šed'</i>	52,2	53,1	50,9	52,2	51,5	53	50,7	49,9
	<i>IS střední šedi</i>	(50,47 - 54,40)	(51,50 - 55,50)	(48,45 - 52,50)	(50,50 - 54,50)	(49,33 - 54,67)	(50,51 - 54,50)	(49,66 - 52,34)	(48,66 - 51,34)
	$CV_{tk} [\%]$	3,70	3,92	3,76	3,35	4,60	6,23	3,84	3,59
Kepr 1sp	<i>střední šed'</i>	59,6	58,4	57,5	56,3	57,7	59,3	60,1	59,8
	<i>IS střední šedi</i>	(56,33- 61,67)	(52,99 - 61,01)	(55,50- 59,50)	(53,33 - 58,67)	(52,82 - 62,18)	(58,66 - 61,34)	(57,16 - 63,84)	(56,16 - 62,84)
	$CV_{tk} [\%]$	4,69	6,81	5,27	5,23	6,12	4,36	6,54	5,10
Kepr 5	<i>střední šed'</i>	54	53,4	52,3	51,1	51,9	52	51,1	50
	<i>IS střední šedi</i>	(51,50 - 55,50)	(50,50 - 54,50)	(50,66 - 53,34)	(49,66 - 52,34)	(50,66 - 53,34)	(48,33 - 53,67)	(48,66 - 51,34)	(47,66 - 50,34)
	$CV_{tk} [\%]$	4,94	6,00	4,51	3,63	4,58	7,53	5,94	5,66
Kepr 7 sp	<i>střední šed'</i>	61,6	60,5	60,2	61,8	63	63	62,1	62,5
	<i>IS střední šedi</i>	(58,34 - 63,67)	(57,50 - 61,504)	(57,66 - 60,34)	(60,66 - 63,37)	(61,83 - 63,17)	(60,50 - 64,50)	(59,50 - 63,50)	(60,33- - 65,67)
	$CV_{tk} [\%]$	5,03	4,88	5,18	2,51	4,73	5,55	6,37	3,86

PŘÍLOHA 2 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNITŘNÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY

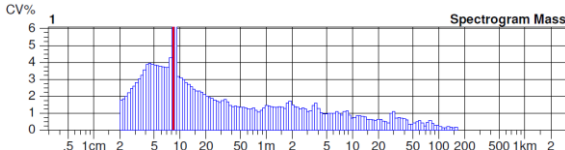
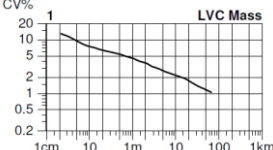
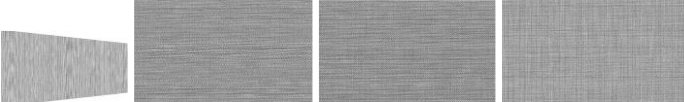
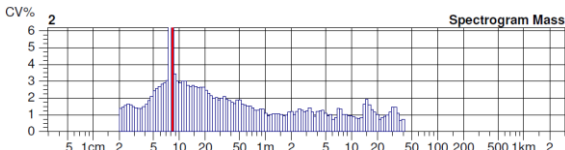
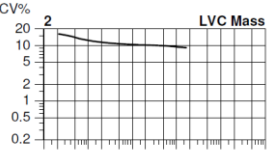
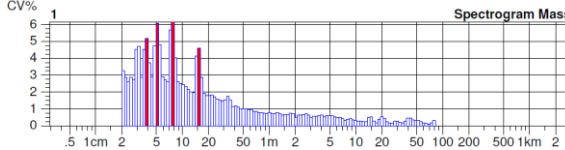
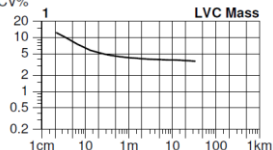
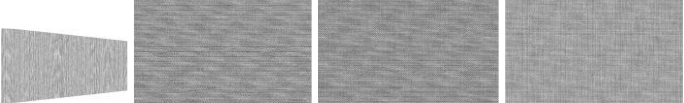
Tab. 2.1 : Výsledky měření nestejnomyšnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti obrazů přízí a plošných textilií

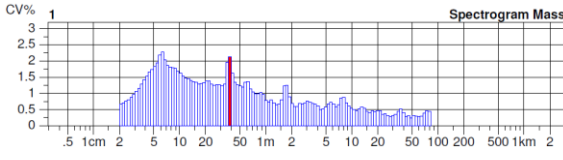
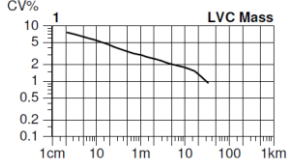
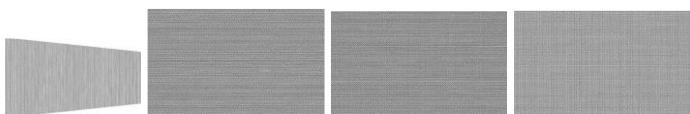
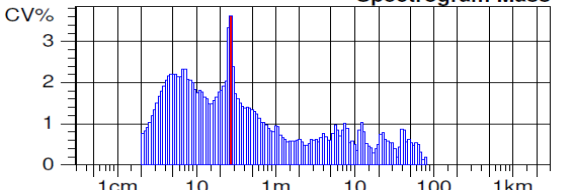
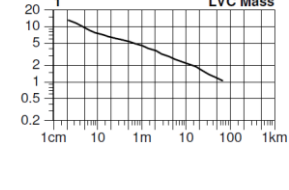
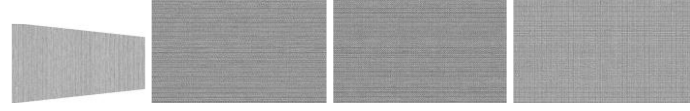
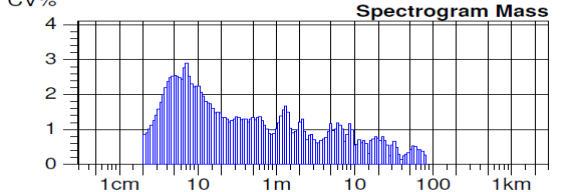
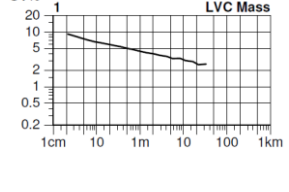
Příze č.	T [tex]	$CV_{příze}$ [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	20	34,65	410	2890	90	10,96	komíny $\lambda = 6,5; 12,5; 25$ a 50 cm – moaré efekt 		7
2	25	15,76	11	300	1917,5	24,9	komín – $\lambda = 8,5$ cm – moaré efekt 		3
3	29,5	29,37	1410	1750	3640	38,1	komíny $\lambda = 1,25; 2,75$ a 5 m – neklidný vzhled 		6
4	50	15,25	5	12,5	5	32,5	komíny – $\lambda = 8$ a 19 m – pruhovitost 		5

Příze č.	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příže / atlas / kepr / plátno								
5	20	14,3	2,5	77,5	47,5	37	kupovité spektrum – λ _m = 12,5 m 		4
6	29,5	13,02	0	21	109	23,3		neperiodická – zlom 0,2 m 	2
7	55	12,17	0	65	187,5	8,3	bez závad 		1

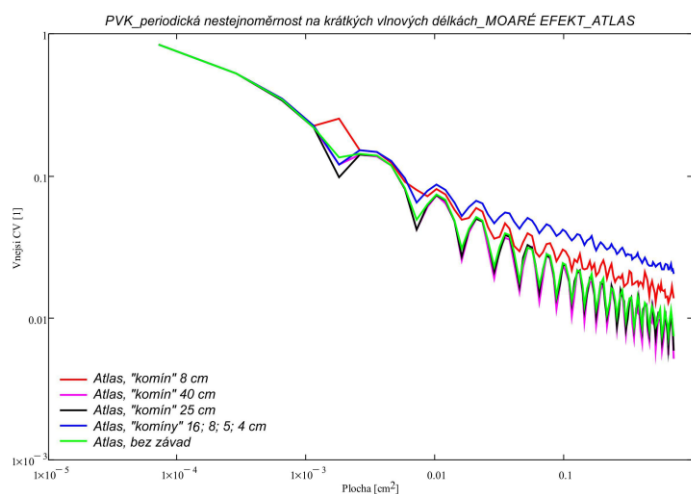
**PŘÍLOHA 3 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY,
SEMIVARIOGRAMY
– PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH – CHARAKTERISTICKÉ SPEKTRUM**

Tab. 3.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

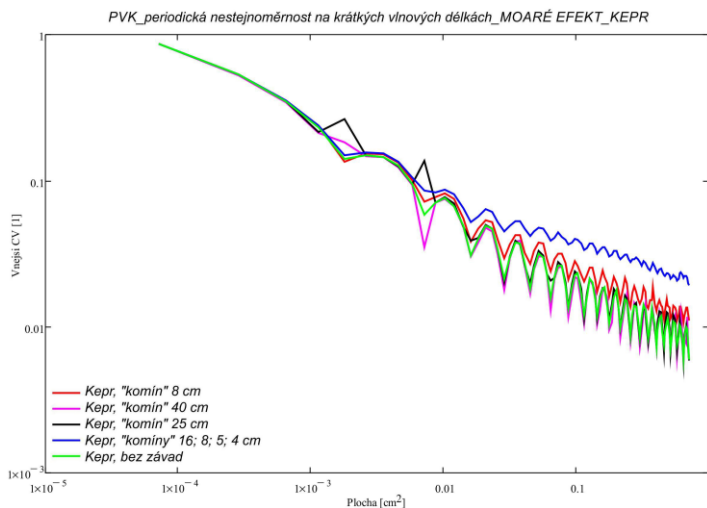
Příze č.	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	25	15,57	9	271	175	21,8	komín – λ = 8,5cm 		5
									
2	20	13,84	30	60	30	62,2	komín – λ = 8,5 cm 		4
									
3	55	15,84	22,5	387,5	265	28,2	komíny – λ = 16; 8; 5 a 4 cm 		6
									

Příze č.	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
4	37,7	8,57	0	5	10	5,9	komín – λ = 40 cm 		2/3
									
5	50	9,78	0	5	0		komín – λ = 25 cm 		2/3
									
6	42	10,44	0	5	2,5		bez závad 		1
									

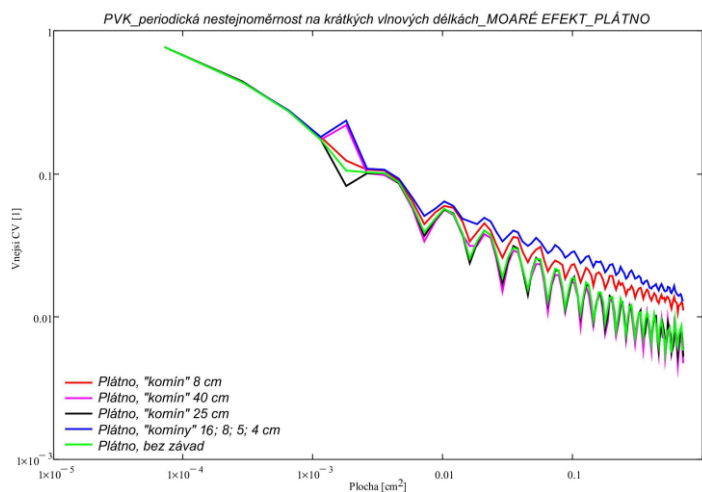
PŘÍLOHA 3: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH – CHARAKTERISTICKÉ SPEKTRUM



Obr. 3.1: Vnější plošná variační křivka Atlas – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum



Obr. 3.2: Vnější plošná variační křivka Kepr – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum

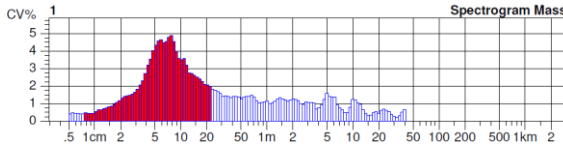
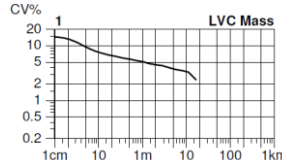
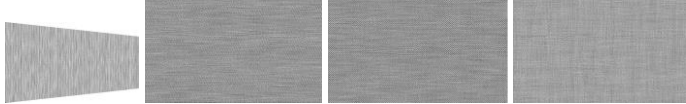
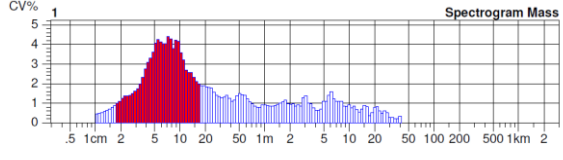
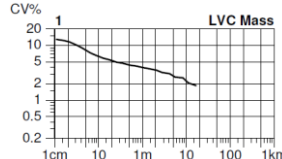
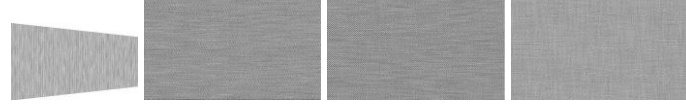
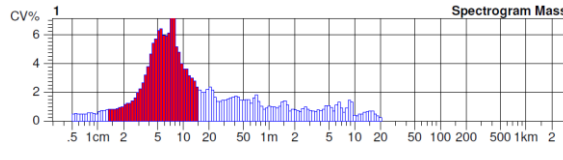
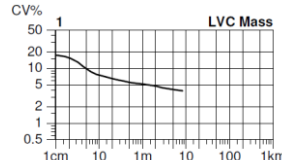
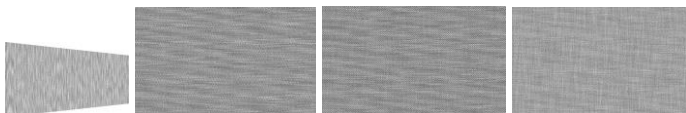


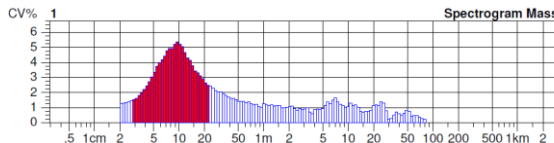
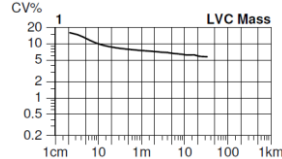
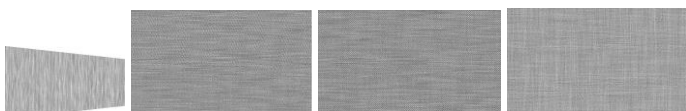
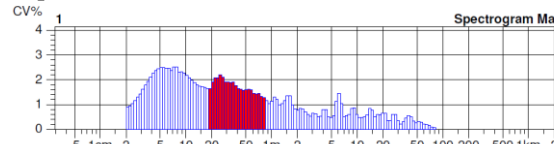
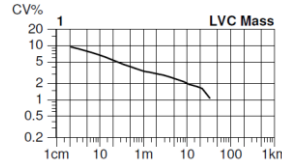
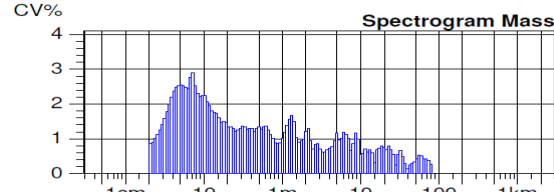
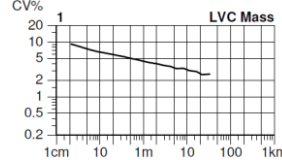
Obr. 3.3: Vnější plošná variační křivka Atlas – moaré efekt, příze – charakteristické spektrum

PŘÍLOHA 4 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY, SEMIVARIOGRAMY

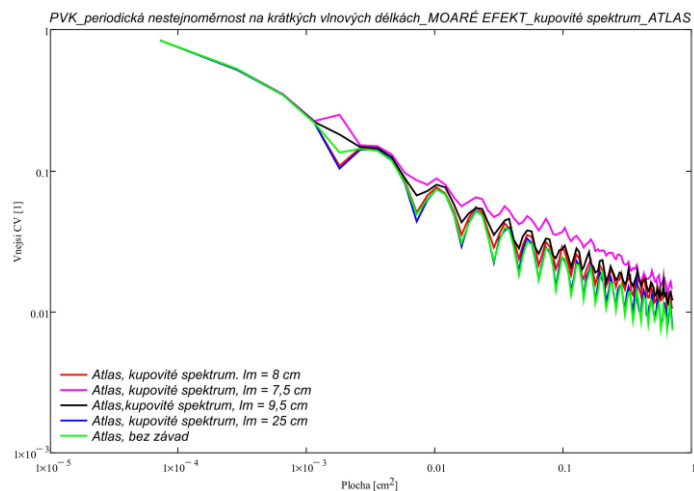
– PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH – KUPOVITÉ SPEKTRUM

Tab. 4.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

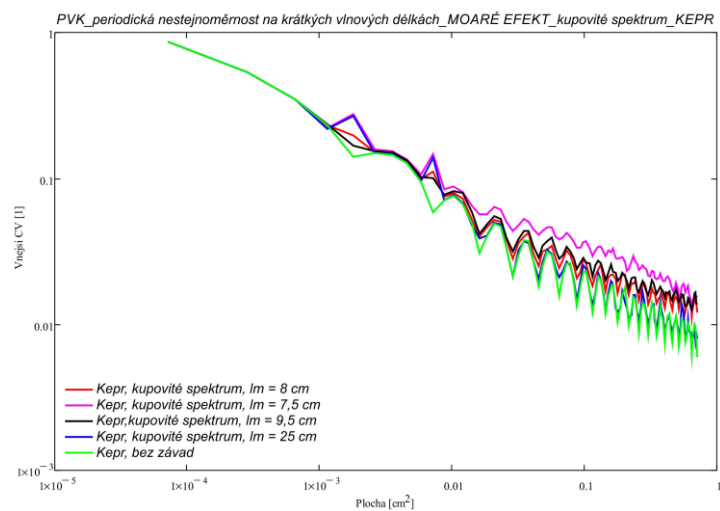
Příze č..	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	30	15,13	36	112	20	32,1	kupa - $\lambda_m = 8$ cm 		3/4
									
2	30	13,44	0	115	20	20,8	kupa - $\lambda_m = 7$ cm 		3/4
									
3	30	18,29	350	510	0	28,7	kupa - $\lambda_m = 7,5$ cm 		6
									

Příze č.	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
4	30	17,54	47,5	277,5	35	50,9	kupa - λ _m = 9,5 cm 		5
									
5	40	10,61	0	5	2,5	13,9	kupa - λ _m = 25 cm 		2
									
6	42	10,44	0	5	2,5		bez závad 		1
									

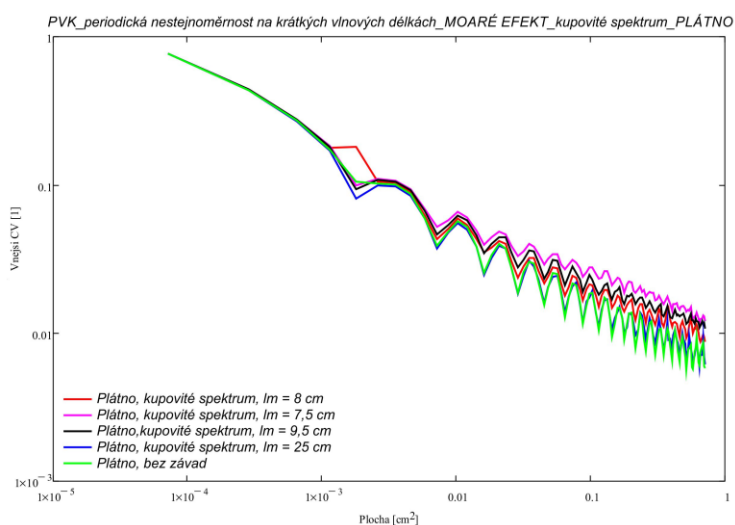
PŘÍLOHA 4: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH – KUPOVITÉ SPEKTRUM



Obr. 4.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, příze – kupovité spektrum



Obr. 4.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, příze – kupovité spektrum

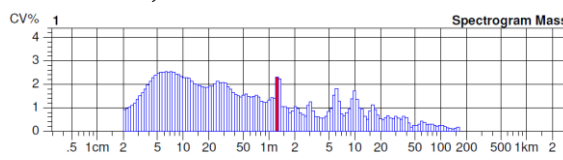
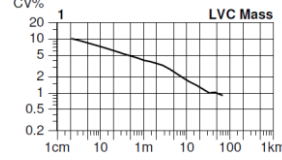
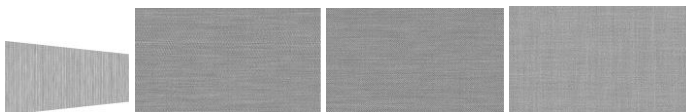
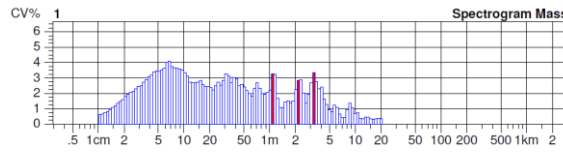
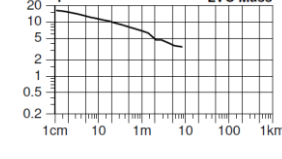
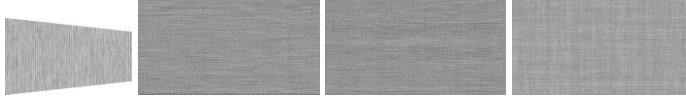
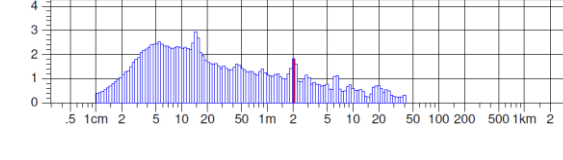
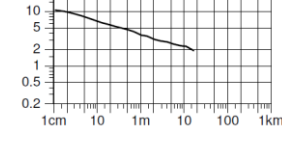


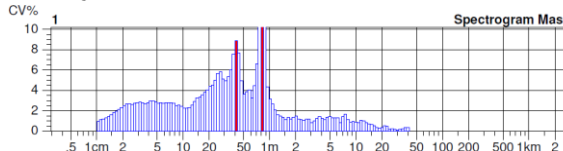
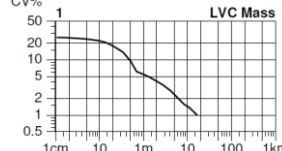
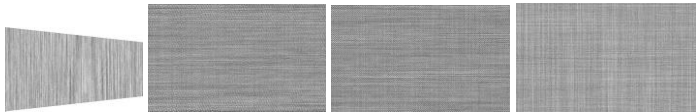
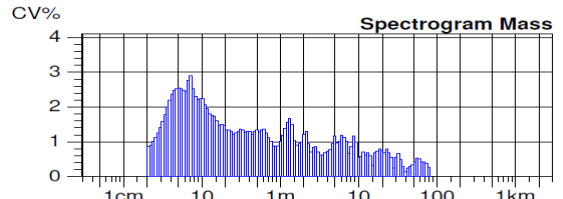
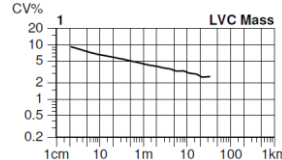
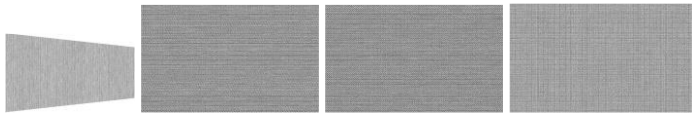
Obr. 4.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, příze – kupovité spektrum

**PŘÍLOHA 5 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY,
SEMIVARIOGRAMY**

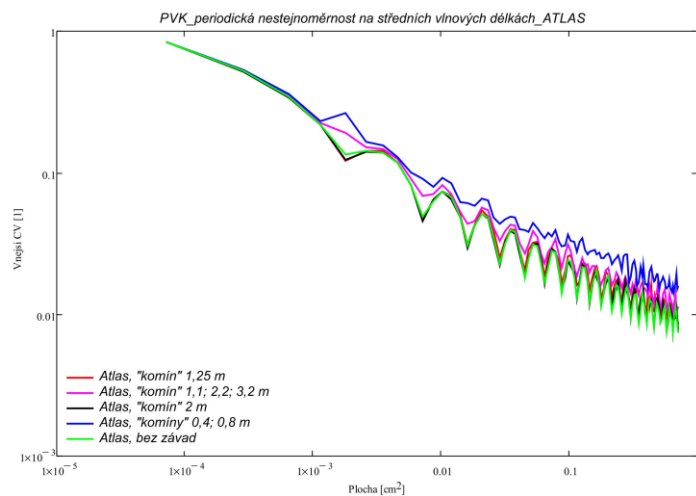
– PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA STŘEDNÍCH VLNOVÝCH DÉLKÁCH

Tab. 5.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

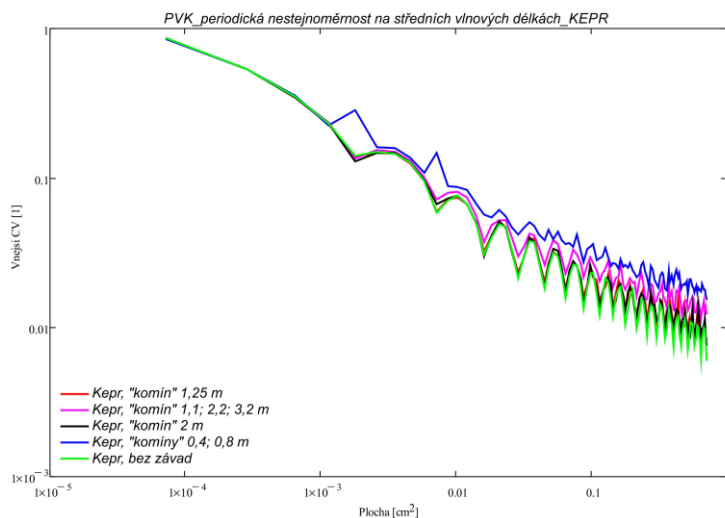
Příze č..	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	29,5	11,22	0	15	15	16,9	komín λ = 1,25 m 		2/3
									
2	29,5	17,02	50	250	110	35,8	komíny λ = 1,1; 2,2 a 3,25 m 		4
									
3	29,5	10,97	0	15	15	11,9	komín λ = 2 m 		2/3
									

Příže č..	T [tex]	$CV_{příže}$ [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příže / atlas / kepr / plátno								
5	60	26,11	10	295	115	30,4	komíny $\lambda = 0,4$ a $0,8$ m 		5
									
6	42	10,44	0	5	2,5		bez závad 		1
									

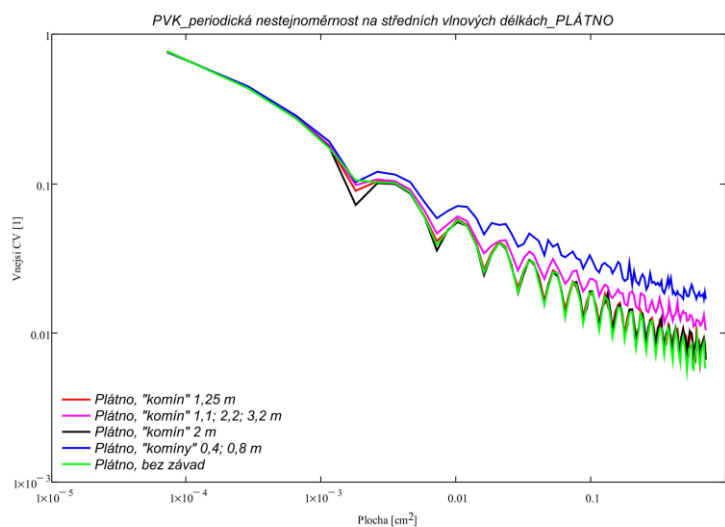
PŘÍLOHA 5: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA STŘEDNÍCH VLNOVÝCH DÉLKÁCH



Obr. 5.1: Vnější plošná variační křivka, Atlas – periodická nestejnóměrnost na středních vlnových délkách



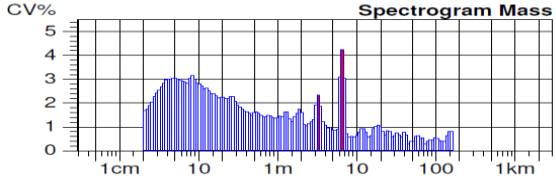
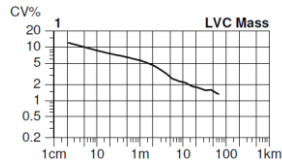
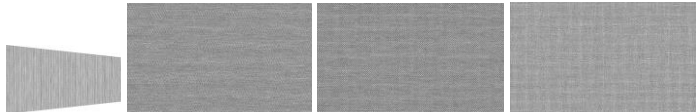
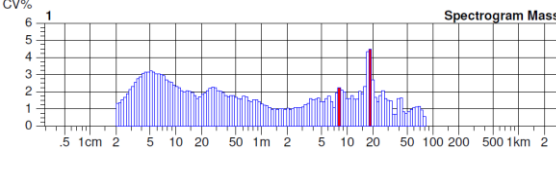
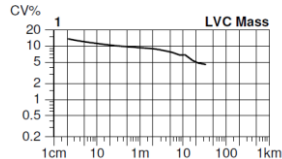
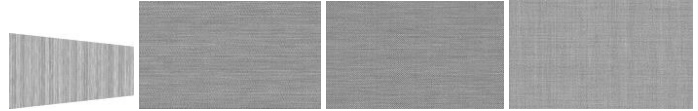
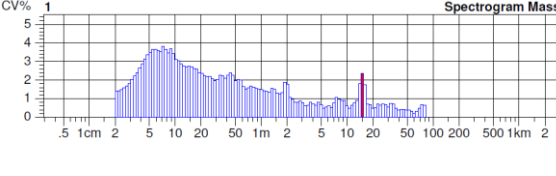
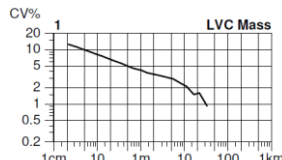
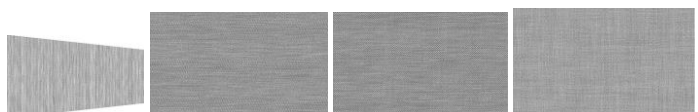
Obr. 5.2: Vnější plošná variační křivka, Kepr – periodická nestejnóměrnost na středních vlnových délkách

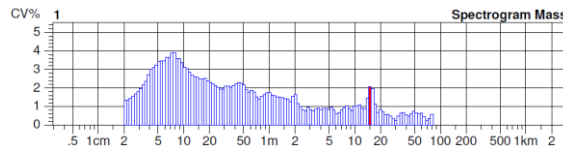
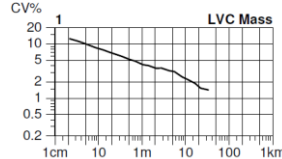
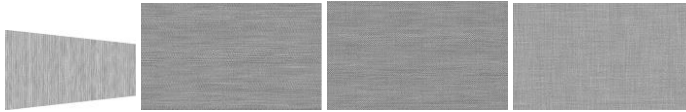
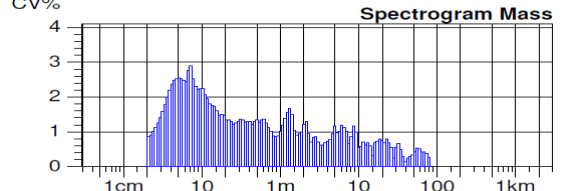
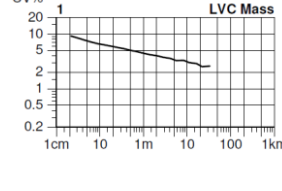
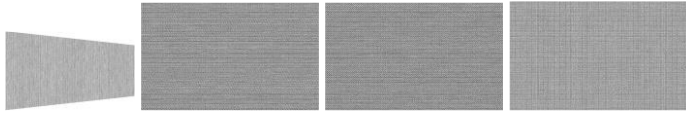


Obr. 5.3: Vnější plošná variační křivka, Plátno – periodická nestejnóměrnost na středních vlnových délkách

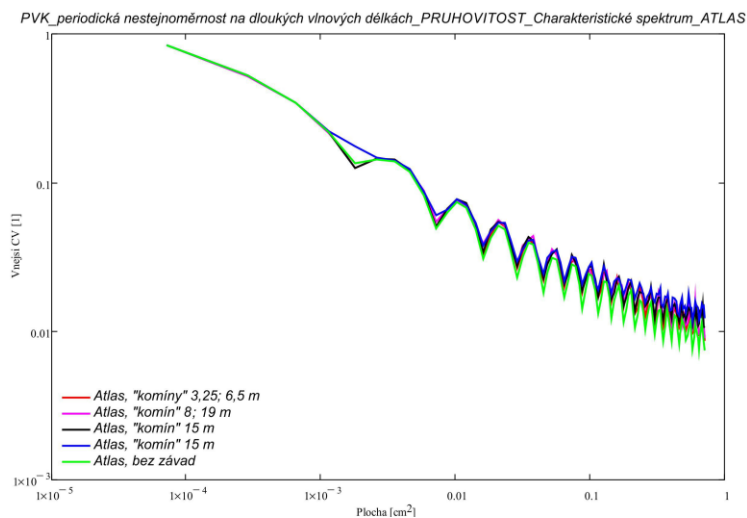
PŘÍLOHA 6 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – **VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY, SEMIVARIOGRAMY**
– PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DLOUHÝCH ÚSEČKÁCH – CHARAKTERISTICKÉ SPEKTRUM

Tab. 6.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

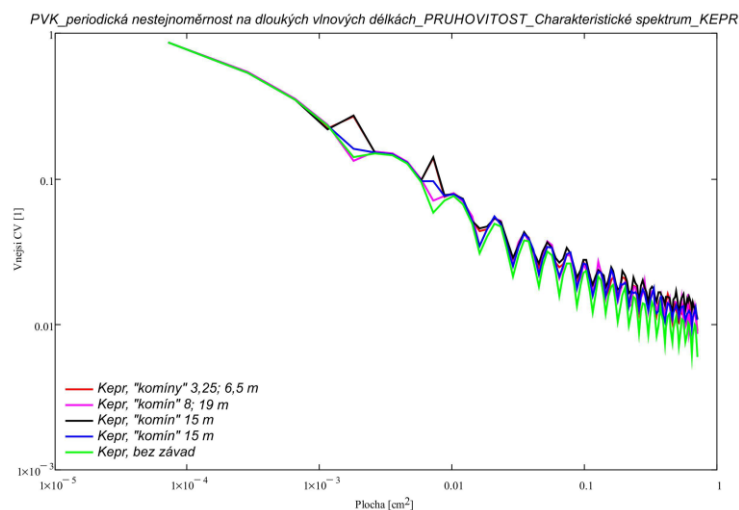
Příze č..	T [tex]	$CV_{příze}$ [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	16,5	13,94	7	68	183	36	komíny $\lambda = 3,25$ a $6,5$ m 		4/5
									
2	50	15,25	5	12,5	5	32,7	komíny $\lambda = 8$ a 19 m 		4/5
									
3	20	14,11	10	82,5	110	17,5	komín $\lambda = 15$ m 		2/3
									

Příže č..	T [tex]	CV _{příže} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příže / atlas / kepr / plátno								
4	20	14,26	15	115	137,5	15,1	komín $\lambda = 15$ m 		2/3
									
5	42	10,44	0	5	2,5		bez závad 		1
									

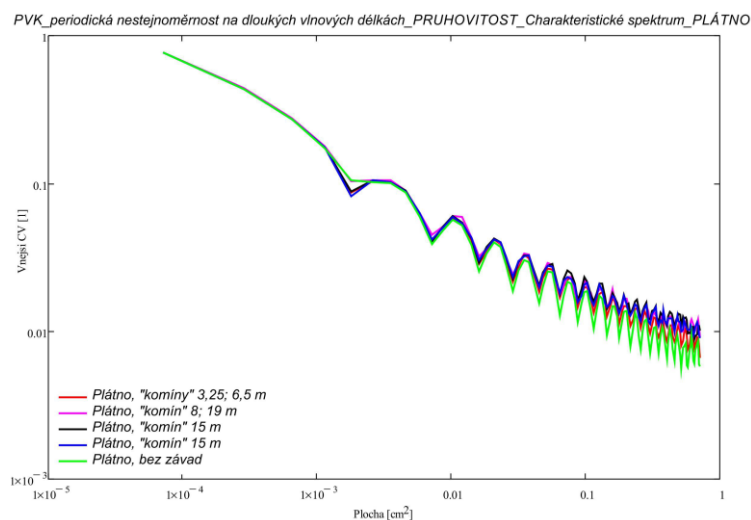
PŘÍLOHA 6: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DLOUHÝCH ÚSEČKÁCH – CHARAKTERISTICKÉ SPEKTRUM



Obr. 6.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhoovitost, příže – charakteristické spektrum



Obr. 6.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhoovitost, příže – charakteristické spektrum

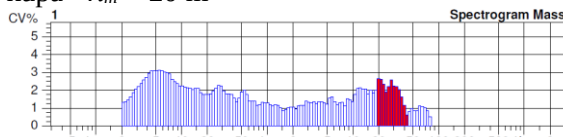
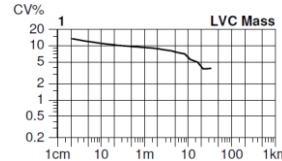
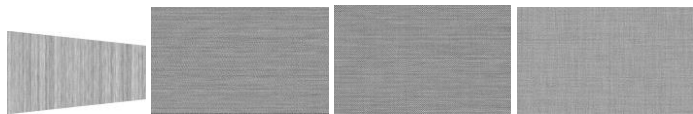
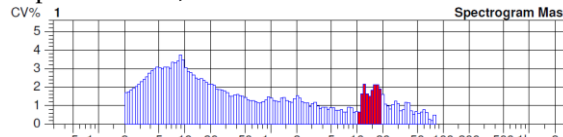
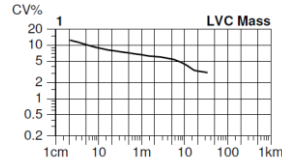
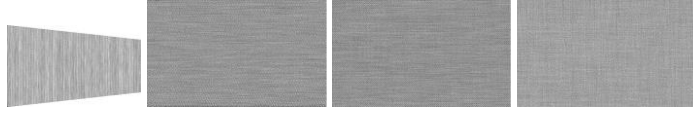
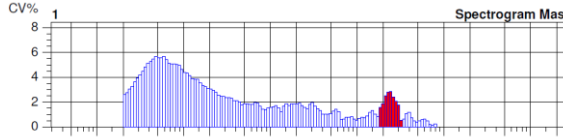
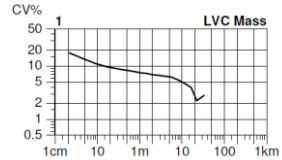
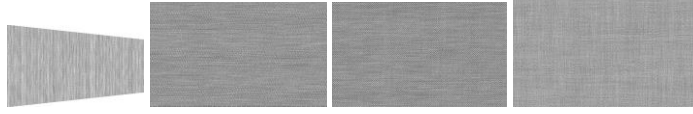
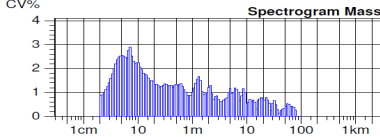
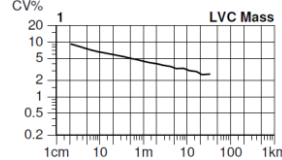


Obr. 6.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhoovitost, příže – charakteristické spektrum

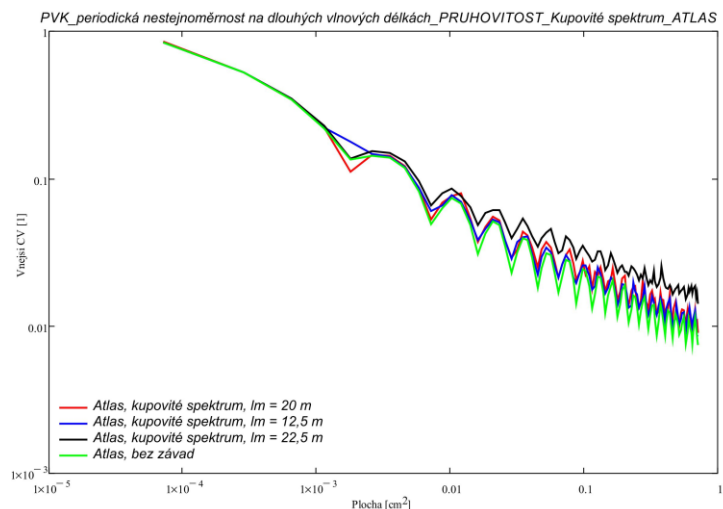
**PŘÍLOHA 7 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY,
SEMIVARIOGRAMY**

– PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DLOUHÝCH ÚSEČKÁCH – KUPOVITÉ SPEKTRUM

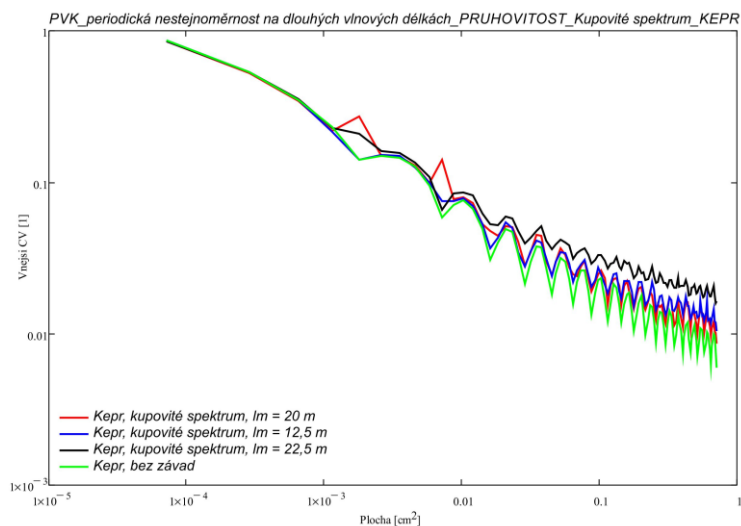
Tab. 7.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

Příze č..	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	50	14,98	2,5	22,5	2,5	31,7	kupa - λ _m = 20 m 		2/3
									
2	20	14,3	2,5	77,5	47,5	37	kupa - λ _m = 12,5 m 		2/3
									
3	20	14,11	347,5	1273	797,5	44	kupa - λ _m = 22,5 m 		4
									
4	42	10,44	0	5	2,5		bez závad 		1
									

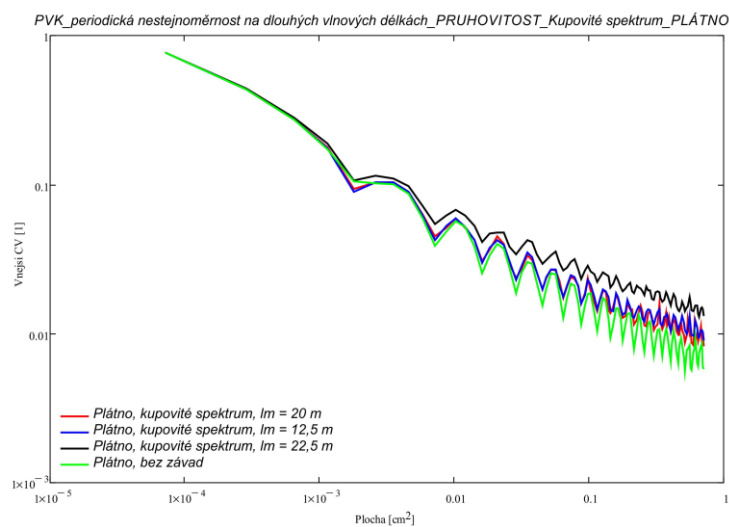
PŘÍLOHA 7: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DLOUHÝCH ÚSEČKÁCH – KUPOVITÉ SPEKTRUM



Obr. 7.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhovitost, příze – kupovité spektrum



Obr. 7.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhovitost, příze – kupovité spektrum

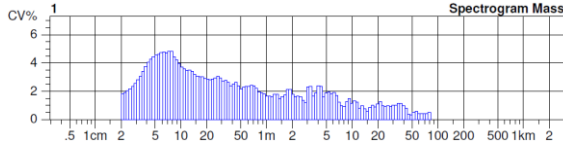
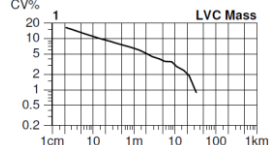
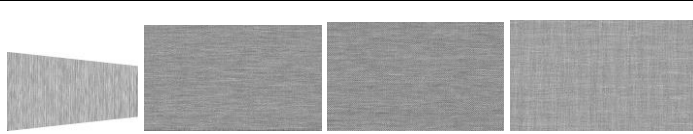
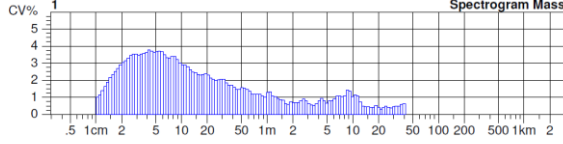
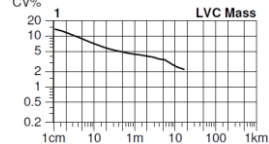
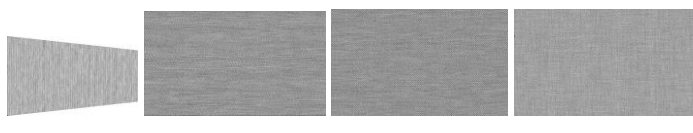
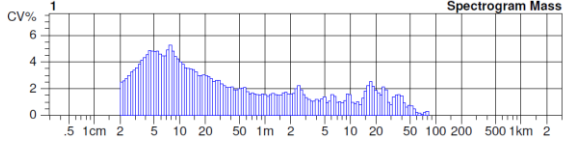
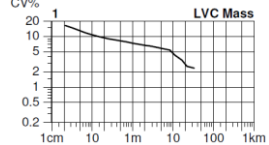
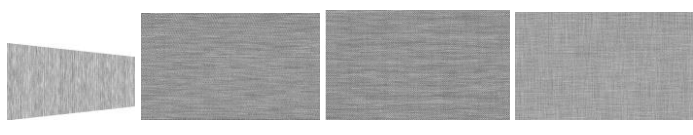
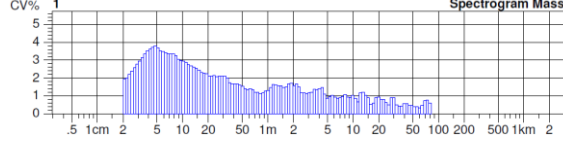
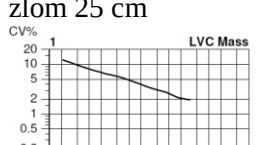
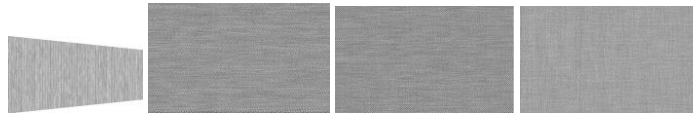


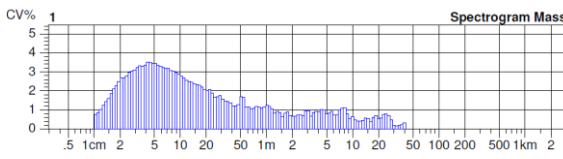
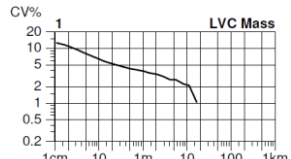
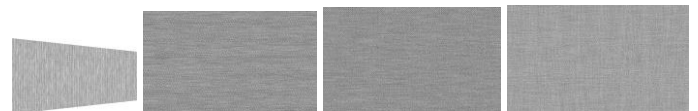
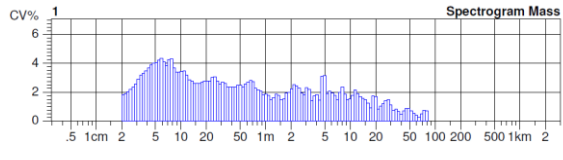
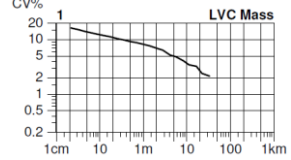
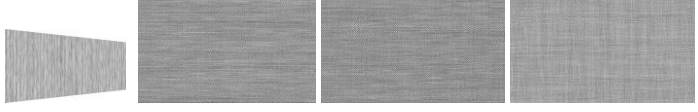
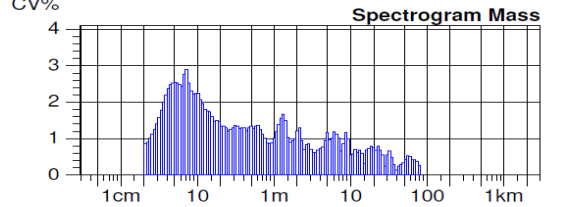
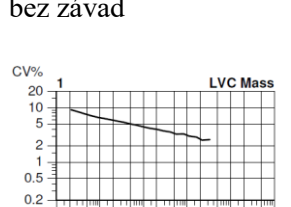
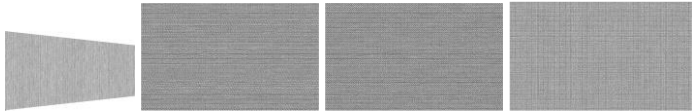
Obr. 7.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhovitost, příze – kupovité spektrum

PŘÍLOHA 8 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – **VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY, SEMIVARIOGRAMY**

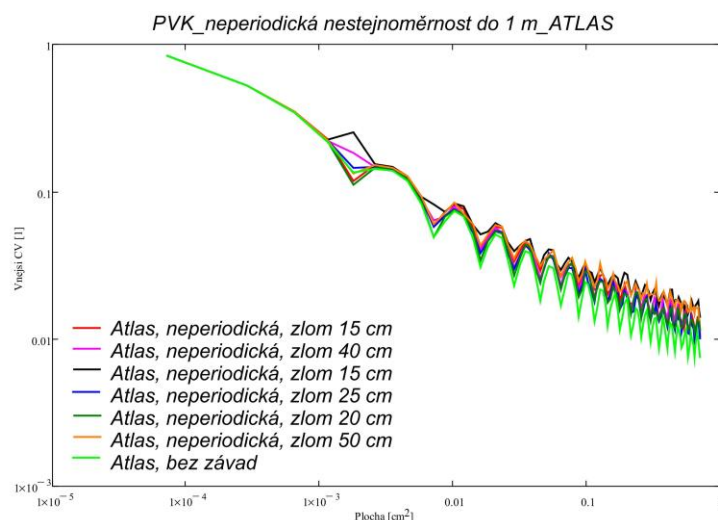
– **NEPERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DÉLKÁCH DO 1 m**

Tab. 8.1: Výsledky měření nestejnomylnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnomylnosti obrazů přízí a plošných textilií

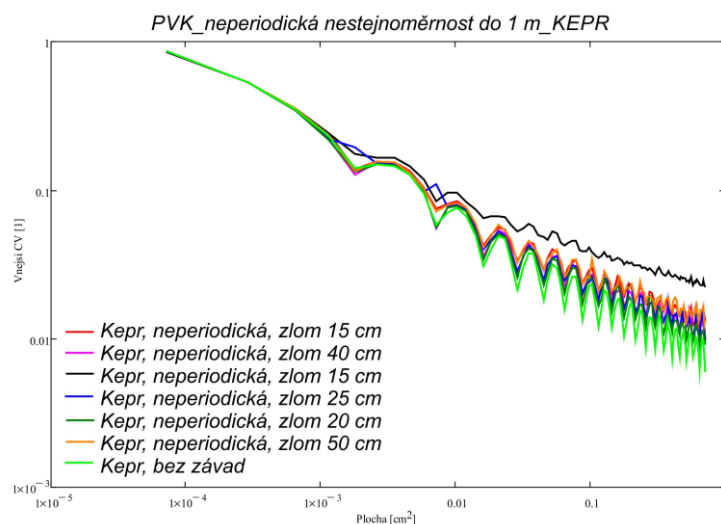
Příže č..	T [tex]	$CV_{příže}$ [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příže / atlas / kepr / plátno								
1	29,5	18,67	82,5	595	82,5	45,8			6
									
2	20	15,30	50	85	1000	25,2			3
									
3	14,75	19,46	142,5	802,5	477,5	52,6			5
									
4	29,5	14,63	0	205	280	25,1			4
									

Příže č..	T [tex]	CV _{příže} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příže / atlas / kepr / plátno								
5	29,5	14,01	5	75	455	16,5			2
									
6	30	18,27	72,5	447,5	432,5	48,8			7
									
7	42	10,44	0	5	2,5				1
									

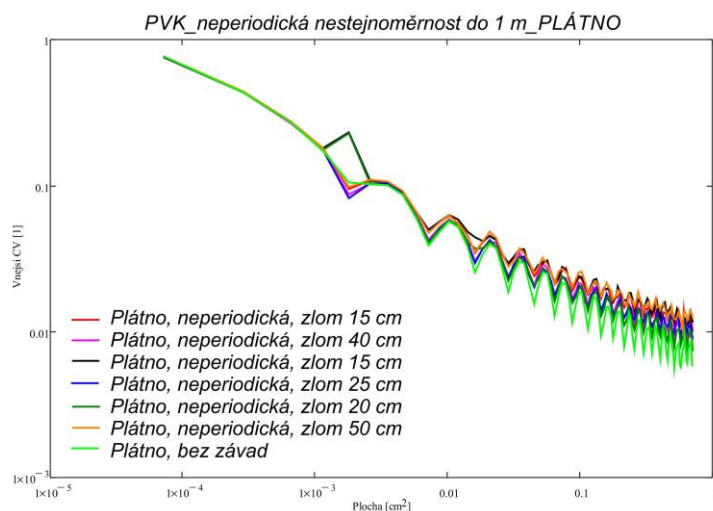
PŘÍLOHA 8: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY NEPERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DÉLKÁCH DO 1 m



Obr. 8.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – neperiodická nestejnóměrnost – vada do délky 1 m



Obr. 8.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – neperiodická nestejnóměrnost – vada do délky 1 m

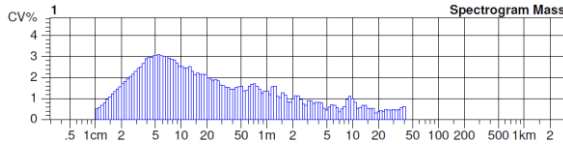
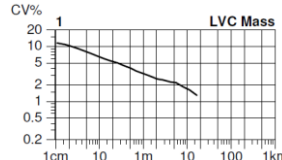
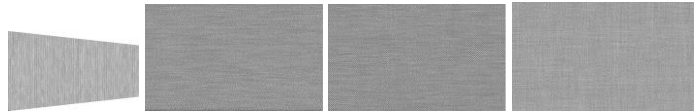
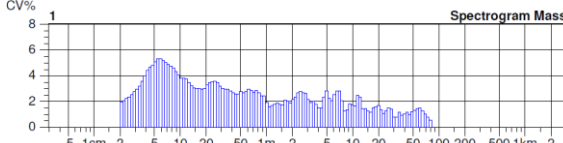
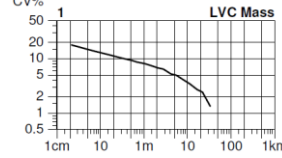
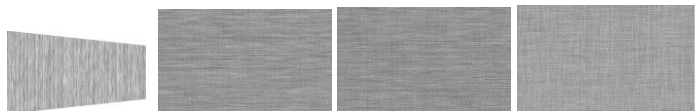
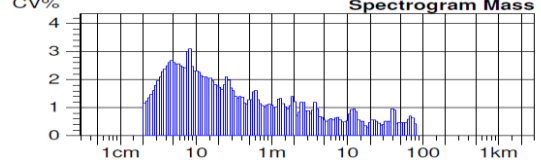
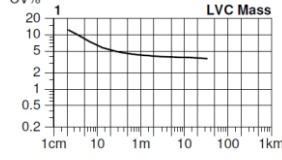


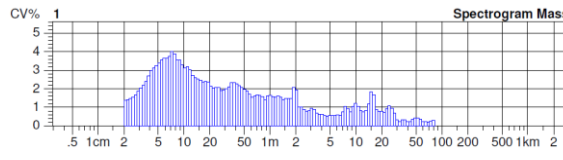
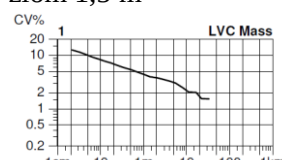
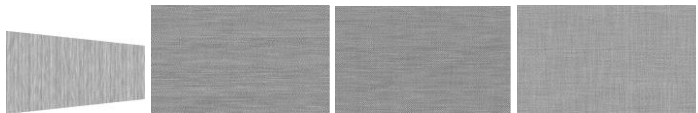
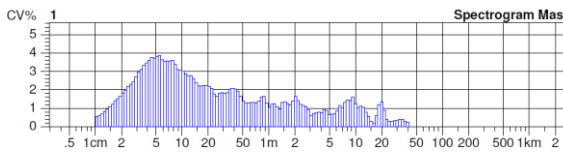
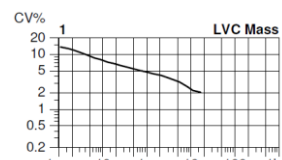
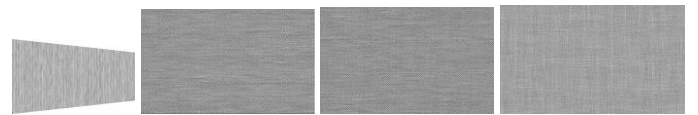
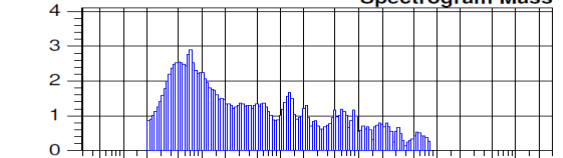
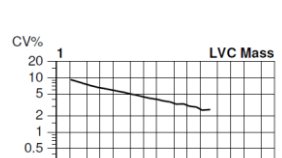
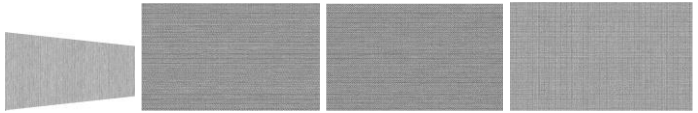
Obr. 8.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – neperiodická nestejnóměrnost – vada do délky 1 m

**PŘÍLOHA 9 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY,
SEMIVARIOGRAMY**

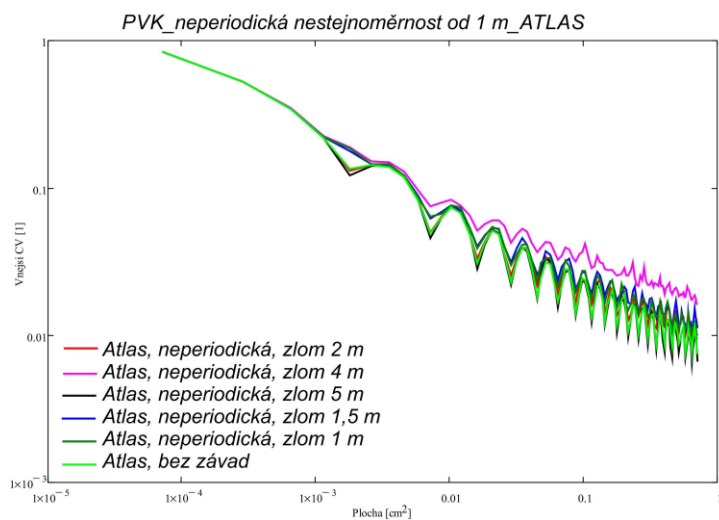
– NEPERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DÉLKÁCH OD 1 m

Tab. 9.1: Výsledky měření nestejnoměrnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnoměrnosti obrazů přízí a plošných textilií

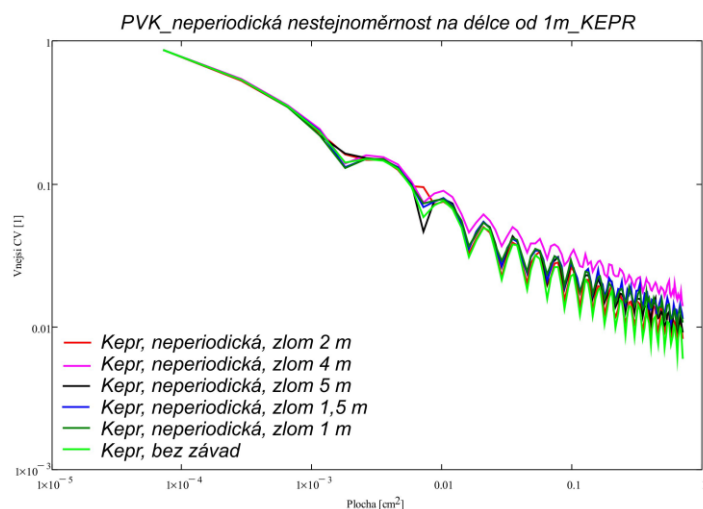
Příze č..	T [tex]	$CV_{příze}$ [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	25	12,38	5	40	140	7			3/4
									
2	30	20,30	212,5	812,5	542,5	55,3			6
									
3	25	11,07	0	5	12,5	28,2			2
									

Příze č..	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
4	20	11,40	5	80	102,5	20,5			5
									
5	29,5	14,51	0	180	130	29,6			3/4
									
6	42	10,44	0	5	2,5				1
									

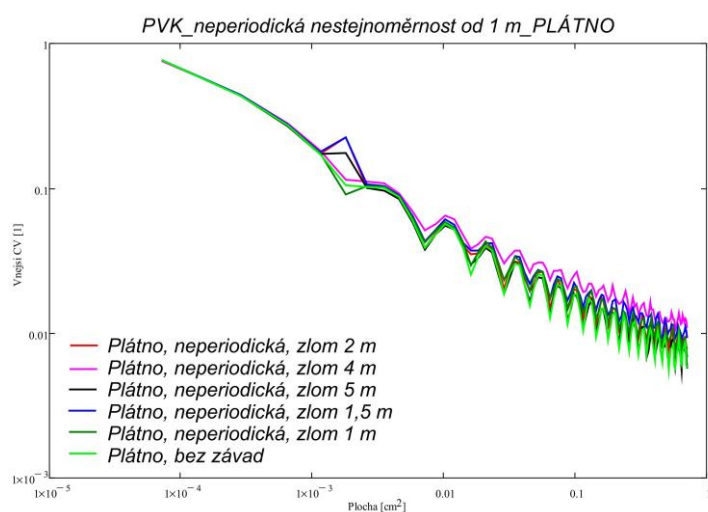
PŘÍLOHA 9: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY NEPERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DÉLKÁCH OD 1 m



Obr. 9.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – neperiodická nestejnóměrnost, příze – vada délky od 1 m



Obr. 9.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – neperiodická nestejnóměrnost, příze – vada délky od 1 m

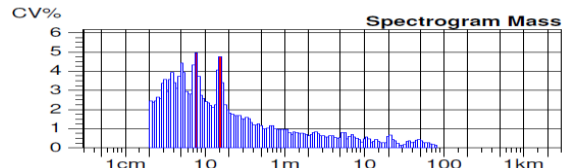
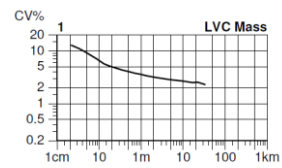
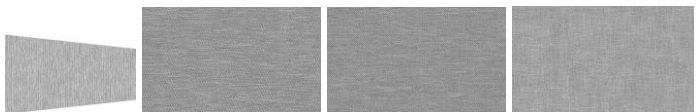
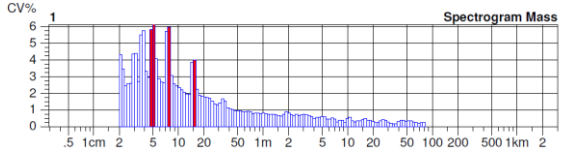
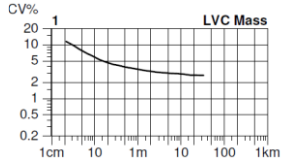
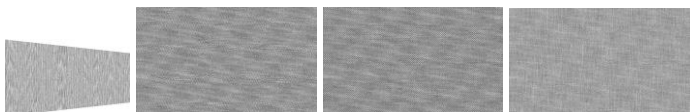
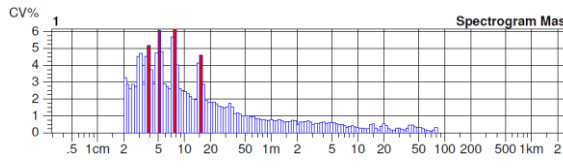
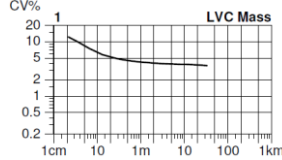
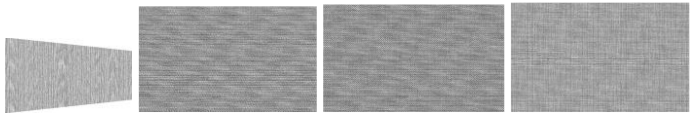


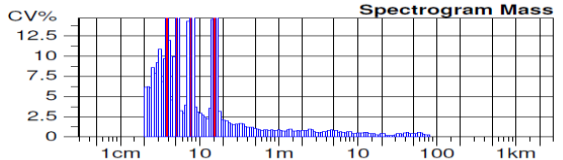
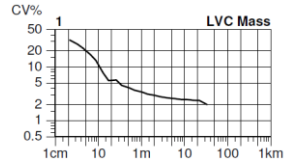
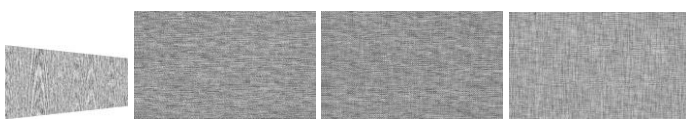
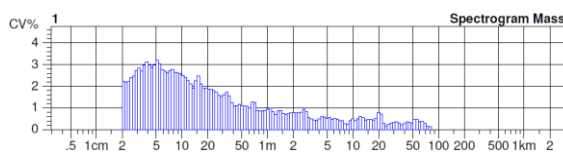
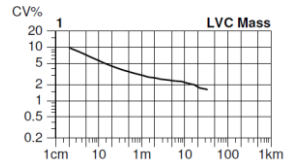
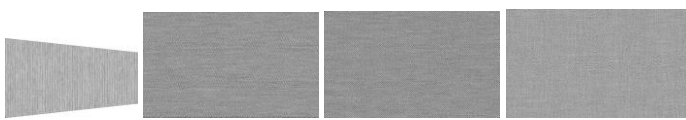
Obr. 9.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – neperiodická nestejnóměrnost, příze – vada délky od 1 m

PŘÍLOHA 10 – Přehled přízí použitých pro simulaci obrazů plošných textilií – **VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIČNÍ KŘIVKY, SEMIVARIOGRAMY**

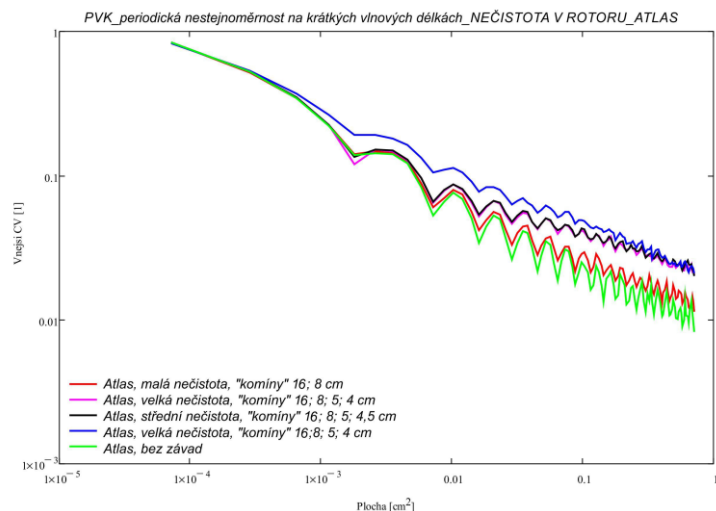
– **PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH – NEČISTOTA V ROTORU**

Tab. 10.1: Výsledky měření nestejnomyšnosti přízí (Uster Tester IV. – SX.) a subjektivního hodnocení vzhledové nestejnomyšnosti obrazů přízí a plošných textilií

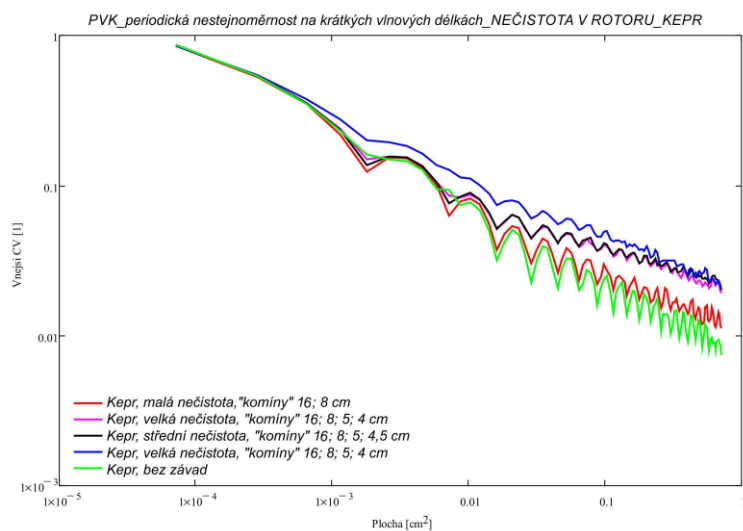
Příze č.	T [tex]	CV _{příze} [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
1	55	15,92	10	860	575		komíny – 16 / 8 cm 		2
									
2	38	15,63	65	307,5	522,5	17,5	komíny – 16 / 8 / 5 / 4,5 cm 		3
									
3	55	15,84	22,5	387,5	265	28,2	komíny – 16 / 8 / 5 / 4 cm 		4
									

Příze č.	<i>T</i> [tex]	<i>CV_{příze}</i> [%]	-50% [1/km]	+50% [1/km]	+200/ +280% [1/km]	DR 1,5m 5% [%]	Spektrogram	Délková variační křivka	Vizuální hodnocení
	Simulované obrazy vzhled příze / atlas / kepr / plátno								
4	55	38,02	2372	6368	6210		komíny – 16 / 8 / 5 / 4 cm 		5
									
5	55	12,7	0	65	187,5	8,3	komín 25 cm 		1
									

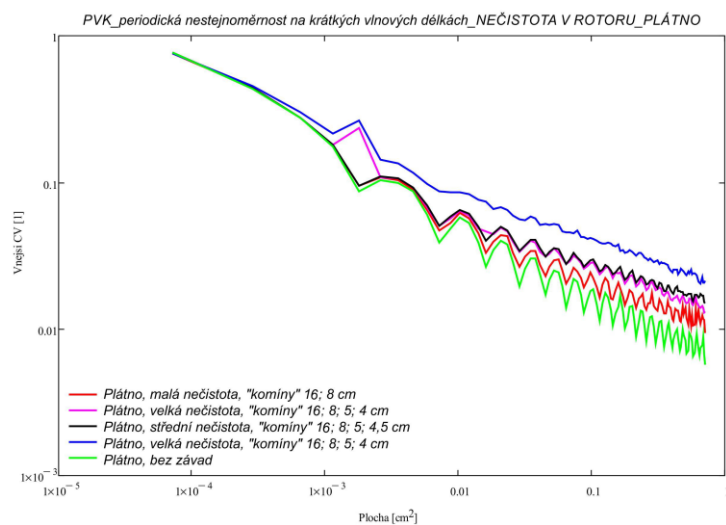
PŘÍLOHA 10: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY NEČISTOTA V ROTORU



Obr. 10.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, nečistota v rotoru

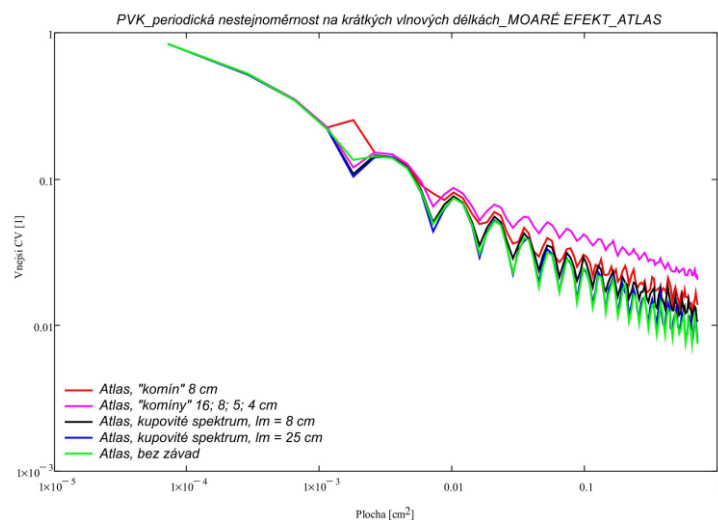


Obr. 10.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, nečistota v rotoru

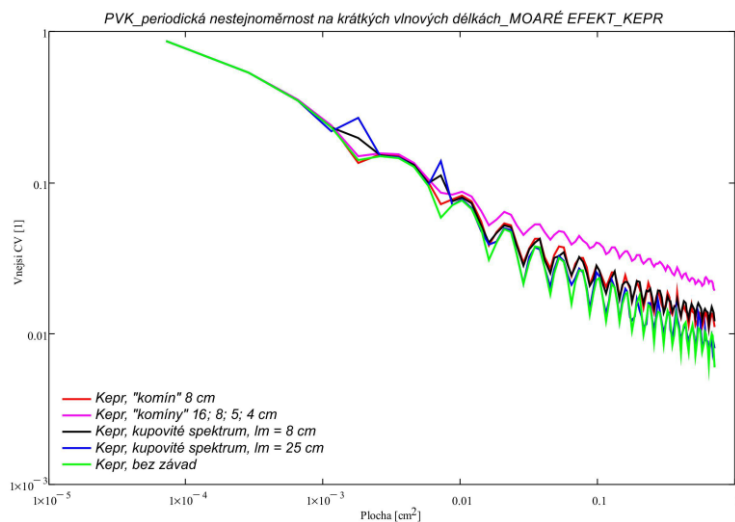


Obr. 10.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, nečistota v rotoru

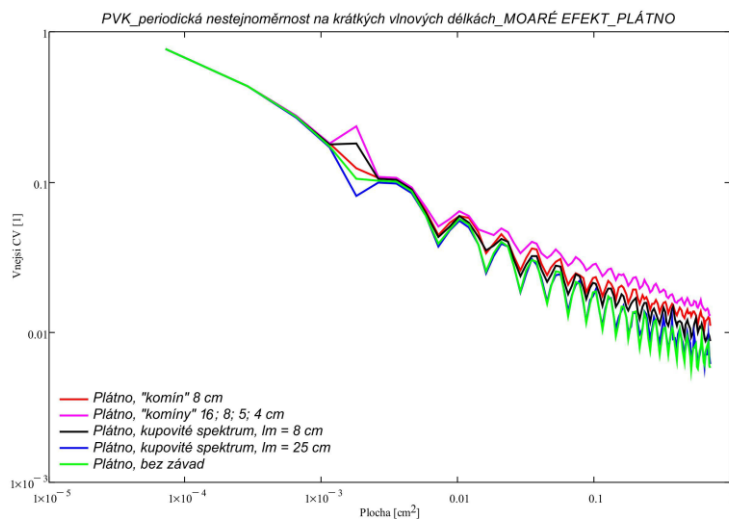
PŘÍLOHA 11: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA KRÁTKÝCH ÚSEČKÁCH



Obr. 11.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum

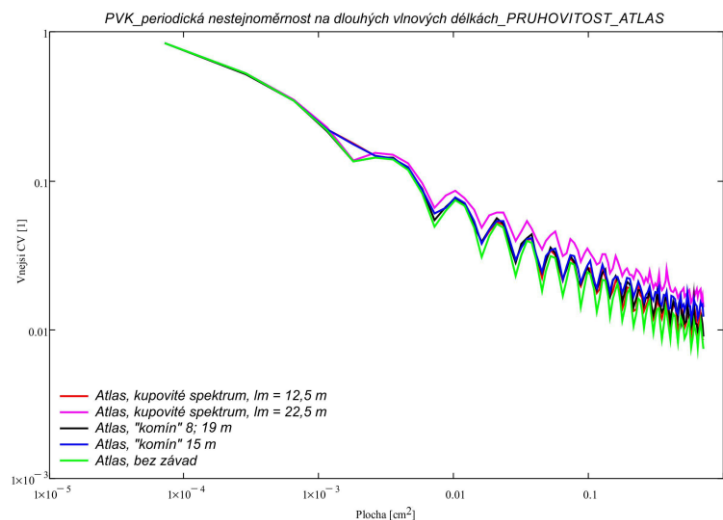


Obr. 11.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum

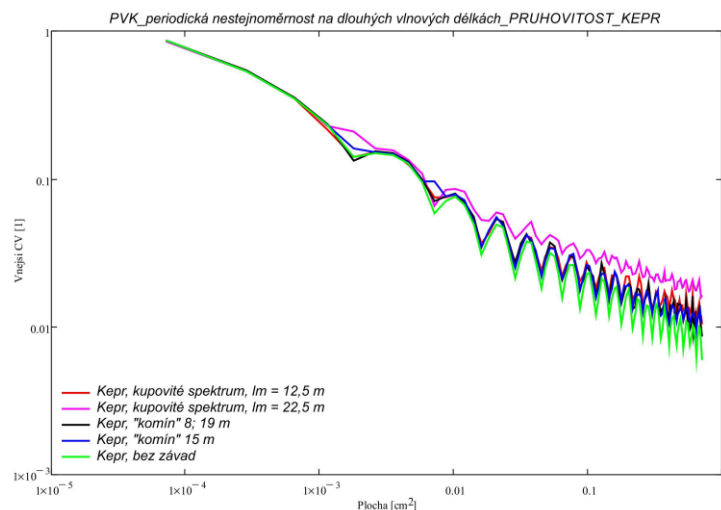


Obr. 11.3: Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – moaré efekt, příze – charakteristické, kupovité spektrum

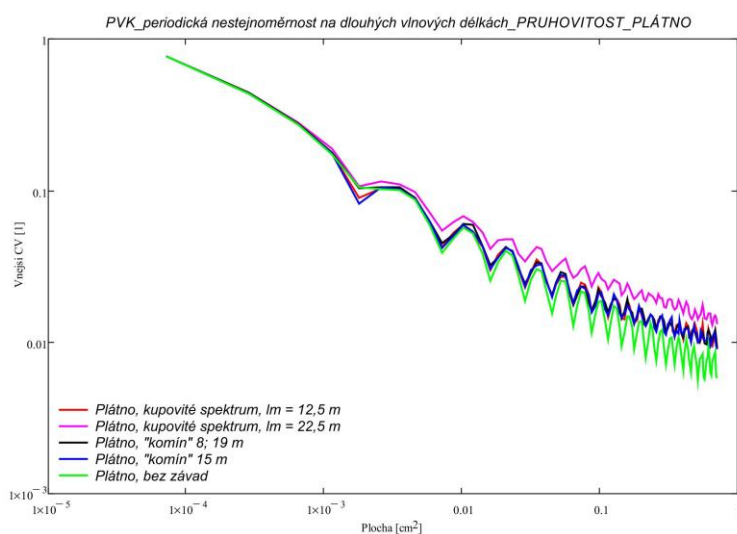
PŘÍLOHA 12: VNĚJŠÍ PLOŠNÉ VARIAČNÍ KŘIVKY PERIODICKÁ NESTEJNOMĚRNOST NA DLOUHÝCH ÚSEČKÁCH



Obr. 12.1: Vnější plošná variační křivka, vazba Atlas – pruhoovitost, příze – charakteristické a kupovité spektrum



Obr. 12.2: Vnější plošná variační křivka, vazba Kepr – pruhoovitost, příze – charakteristické a kupovité spektrum



Obr. 12.3 Vnější plošná variační křivka, vazba Plátno – pruhoovitost, příze – charakteristické, kupovité spektrum

**PŘÍLOHA 13: VÝSLEDKY MĚŘENÍ NESTEJNOMĚRNOSTI A PRŮMĚRU PŘÍZE
NA UT IV.- SX.**

<i>14,5 tex</i>	<i>CV [%]</i>	<i>2D [mm]</i>	<i>CV2D/8 mm [%]</i>	<i>16,5 tex</i>	<i>CV [%]</i>	<i>2D [mm]</i>	<i>CV2D/8 mm [%]</i>
	13,8	0,164	10,66		13,56	0,178	10,42
	13,63	0,165	10,63		13,54	0,179	10,36
	13,78	0,165	10,6		13,46	0,179	10,38
	14,59	0,163	10,99		13,04	0,182	10,62
	14,31	0,165	10,8		12,72	0,184	10,19
	14,28	0,165	10,82		12,91	0,182	10,2
	14,2	0,16	11,28		13,27	0,182	10,11
	14,15	0,162	10,89		13,35	0,181	10,12
	13,87	0,164	10,82		13,21	0,181	9,95
	14,24	0,168	11,22		12,41	0,182	9,66
	14,18	0,166	11,15		12,48	0,181	9,62
	13,98	0,165	10,82		12,6	0,179	9,9
	14,99	0,16	11,88		12,93	0,18	9,93
	14,43	0,161	11,52		12,83	0,18	9,95
	14,41	0,16	11,46		12,79	0,181	9,8
	13,41	0,166	10,57		12,45	0,183	9,82
	13,5	0,167	10,49		12,55	0,183	9,81
	13,32	0,167	10,39		12,49	0,183	9,76
	13,73	0,165	10,95		13,25	0,177	10,31
	13,7	0,165	10,94		13	0,178	10,1
	13,62	0,165	10,74		13,14	0,18	9,86
	13,75	0,164	10,69		14,29	0,175	11,44
	13,84	0,164	10,82		14	0,176	10,91
	13,71	0,164	10,65		13,52	0,177	10,52
	14,25	0,162	11,24		12,38	0,185	10,05
	14,48	0,163	11,17		12,3	0,185	9,82
	14,42	0,163	11,27		12,36	0,185	9,84
	14,1	0,164	10,71		12,65	0,185	10,07
	14,01	0,164	10,72		12,68	0,184	9,92
	13,85	0,164	10,71		12,54	0,185	9,9

<i>20 tex</i>	<i>CV [%]</i>	<i>2D [mm]</i>	<i>CV2D/8 mm [%]</i>	<i>25 tex</i>	<i>CV [%]</i>	<i>2D [mm]</i>	<i>CV2D/8 mm [%]</i>
	11,92	0,202	8,85		10,22	0,226	7,91
	11,87	0,202	9,05		10,13	0,227	8,07
	11,87	0,201	9,02		10,15	0,227	8,25
	12,87	0,196	10,13		10,88	0,221	8,56
	12	0,198	9,65		10,4	0,223	8,35
	12,4	0,167	9,78		10,74	0,224	8,41
	11,33	0,202	8,58		10,93	0,223	8,35
	11,52	0,199	8,76		10,67	0,225	8,42
	11,7	0,198	9,05		10,57	0,223	8,38
	11,66	0,202	9,21		10,4	0,229	8,52
	11,56	0,202	9,14		10,23	0,228	8,64
	11,58	0,202	9,04		10,4	0,226	8,36
	11,24	0,202	8,72		10,35	0,225	8,1
	11,23	0,199	8,71		10,19	0,226	8,01
	11,43	0,199	8,86		10,12	0,226	8,1
	11,83	0,196	9,15		10,31	0,224	8,1
	11,96	0,196	9,11		10,18	0,225	8,07
	11,97	0,196	9,23		10,33	0,227	8,16
	11,23	0,202	9,05		10,19	0,231	8,35
	11,43	0,202	9,01		10,02	0,228	8,25
	11,21	0,202	8,83		10,2	0,228	8,11
	11,36	0,199	8,75		11,57	0,219	9,37
	11,24	0,199	8,71		10,95	0,221	8,78
	11,12	0,201	8,81		10,78	0,22	8,9
	11,2	0,205	8,9		10,51	0,227	8,76
	11,32	0,204	8,84		10,31	0,225	8,57
	11,14	0,203	8,8		10,66	0,225	8,77
	12,16	0,198	9,14		10,64	0,224	8,28
	11,99	0,197	9,23		10,8	0,225	8,41
	11,94	0,196	9,32		10,8	0,224	8,58