TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

HABILITAČNÍ PRÁCE

Liberec 2003

ELIŠKA CHRPOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

METODY PRO ŘEŠENÍ SYSTÉMU <TEXTILNÍ VLÁKNO – STROJNÍ ZAŘÍZENÍ – TEXTILIE>

HABILITAČNÍ PRÁCE

Souhrn uveřejněných vědeckých prací doplněný komentářem

Listopad 2003

Obsah

1 SOUHRN UVEŘEJNĚNÝH VĚDECKÝCH A ODBORNÝCH PRACÍ 4

1.1 PUBLIKACE V RECENZOVANÝCH ČASOPISECH 4

1.2 VYSOKOŠKOLSKÁ SKRIPTA 5

1.3 PUBLIKACE V RECENZOVANÝCH SBORNÍCÍCH 5

Publikace v ostatních sbornících 7

1.4 OSTATNÍ PUBLIKACE 8

1.5 PATENTY A REALIZOVANÁ DÍLA 8

1.6 VĚDECKO VÝZKUMNÉ PROJEKTY A GRANTY 9

1.7 OSTATNÍ GRANTY 9

2 KOMENTÁŘ K PUBLIKACÍM 10

2.1 ÚVOD 10

2.2 STUDIUM VZTAHŮ V SYSTÉMU <TEXTILNÍ VLÁKNA – VPICHOVACÍ STROJ – 12

VPICHOVANÁ TEXTILIE> AKUSTICKOU METODOU 12

2.3 STUDIUM AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ TEXTILIÍ A MOŽNOSTI JEJICH OVLIVŇOVÁNÍ 15

2.4 STUDIUM VZTAHŮ V SYSTÉMU <SUROVINA (VSTUP) – STROJNÍ ZAŘÍZENÍ – 18

VÝROBEK (VÝSTUP)> OBRAZOVOU ANALÝZOU 18

2.5 ZÁVĚR 22

2.6 PODĚKOVÁNÍ 24

PŘÍLOHA 25

A Kopie práce č. 1 (podle souhrnu) 26
B Kopie práce č. 15 (podle souhrnu) 29
C Kopie práce č. 19 (podle souhrnu) 36
D Kopie práce č. 25 (podle souhrnu) 47
E Kopie práce č. 21 (podle souhrnu) 55
F Kopie práce č. 5 (podle souhrnu) 67
G Kopie práce č. 6 (podle souhrnu) 82

Kapitola 1

1 SOUHRN UVEŘEJNĚNÝH VĚDECKÝCH A ODBORNÝCH PRACÍ

1.1 Publikace v recenzovaných časopisech

[1] Chrpová, E., Němeček, P.: *Schall-und Schwingungsmessung zur Bertteilung des Einstichprozesses bei Nadelfilzmaschinen.* Melliand Textilberichte 77(1996), 3, ISSN 0931-9735, p.122–124.

[2] Chrpová, E.; Hajdarovič,K.: *Fakultet tekstilnog inzenjerstva u Libercu. Journal.* Tekstil. Volumen 48 (1999), 9, ISSN 0492-5882, p.477–480.

[3] Chrpová, E., Dřínovská, M a kol..: *Research Activities of the Department of Mechanical Technologies.* Vlákna a Textil, Roč.7, 2000, ISSN 1335-0617. p. 98–107.

[4] Chrpová, E; Trmal,G.J.; Hotař: *A Fast Image Processing Method for Quality Control of Textiles,* vybraná přednáška k tisku do časopisu „Technički vjesnik/Technical Gazette“ 2003.

[5] Chrpová, E.; Pasrija,V.: *Mechanical Properties Analysis of Stretch Fabrics.* Fibre &Textiles in Eastern Europe. ISSN 1230 – oponované a v tisku 2003.

[6] Chrpová, E.: Surface quality control based on image processing methods. Vlákna a Textil 10(2) 2003, ISSN 1335-0617, str. 70-75.

[7] Chrpová, E.: *Characterizing Flat Fabrics Using Image Analysis techniques.* Fibre &Textiles in Eastern Europe. ISSN 1230 – v tisku 2003.

[8] Chrpová,E.: *Methods for Monitoring and Analyzing the Texture of Fabrics.* COMADEM (Condition Monitoring & Diagnostic Engineering Manegement. International Journal of Comadem. Published by COMADEM International,U.K.ISSN 1363 – 76 – v tisku, 2003.

Publikace v národním časopise

[9] Chrpová, E., Němeček, P.: *Optimisation of needle punching process. Technical. Czech Journal* -Technická diagnostika (Technical Diagnostic). R III, Zlín 1993, 4, p. 18–20.

1.2 Vysokoškolská skripta

10 Chrpová, E.; Fiala, J.: *Technologie výroby plošných textilií – část tkaní*, TUL Liberec, CD – stran 98, 2000.

11 Chrpová, E.: *Technologie výroby plošných textilií – Netkané textilie*, TUL Liberec, CD – stran 95, 2000.

12 Kovář, R.; Chrpová, E.: *Technologie I – 3.část* Technologie Pletení a Proplétání. Povoleno MK ČSR čj. 21.514/79a Rektorátem VŠST č.j. R-104/84, *VŠST Liberec*, 1985. str.146 /35.

13 Krčma, R.; Chrpová, E.: *Stroje a mechanická technologie netkaných textilií*. Povoleno MK ČSR čj. 21.514/79 a Rektorátem VŠST č.j. R-263/81. *VŠST Liberec*, 1983. *str. 211/135.*

14 Krčma, R.; Chrpová, E.; Sodomka, L.: *Teorie netkaných textilií*. Povoleno MK ČSR – čj. 21.514/79 a Rektorátem VŠST v Liberci č.j.R-66/85, 1986, str. 156 /40.

1.3 Publikace v recenzovaných sbornících

15 Chrpová, E., Němeček, P.: *The advantage of the acoustic method for optimising needle punching process*. In: Proceedings of the 5th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management – COMADEM'93, UWE Bristol, England, July 1993, ISBN 1-871056-72-1, p. 229-234.

16 Chrpová, E., Němeček, P.: *The analyses of needle punching process by using of the gated multispectra*. In: Proceedings of the 6th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management – COMADEM'94, New Delhi, India, July 1994, ISBN 0-07- 462360-5, p.315-322.

17 Chrpová, E., Němeček, P.: *Acoustic Signature of needle Punching Process*. In: First Engineering Conference 28-30 March 1995, Proceedings, Volume II, Academic Press, ME Mansoura, Egypt, 1994, p.229-442.

18 Chrpová, E., Němeček, P.: *Use of Acoustic Noise Emission for Optimisation of Sewing process*. In: Proceedings of the 8th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management – COMADEM'95, June 1995, Queen's University at Kingston, Canada, ISBN 0-88911-718-7, Vol 1, p.227–231.

19 Chrpová, E..: *Optimisation of the sewing process*. In: Proceedings of the 9th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management-COMADEM'96, Sheffield Academic Press, England. ISBN 1-85075-635-X, p.509–519.

20 Chrpová, E.: *Novel system for Monitoring of the Processes in textile technology*. In: Proceeding of the International Conference „ Integrating Dynamics, Condition Monitoring and Control for the 21st Century" DYMAC'99. Manchester, England, 1st -3rd September 1999, Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 1120, p.131–137.

21 Chrpová, E.; Hotař, V.; Lang, M.: *Application of „Noviscam Technique" and Fractal Dimension in Textile, Paper and Glass Production Processes.* In: Proceedings of the 1^{st} International Symposium on Quatification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2000, Bled – Slovenia, April 3–4, 2000, ISBN 961-6238-38-8, p.86–98.

22 Chrpová, E.; Hotař, V.: *Application of Fractal dimension in Textile Production Processes.* In: Proceedings of the World Conference of the Textile Institute "Manchester 2000", 17^{th}–19^{th} April 2000, The Textile Institute, Manchester, ISBN 187037245X.

23 Chrpová, E., Převrátil, L., Hotař, V.: *Computer Image Analysis of Dynamic Processes. In:* Proceedings of the14^{th} International Congress COMADEM'01. Manchester, 2001. Elsevier. ISBN 0-08 0440363, pp 503-511.

24 Chrpová, E., Hotař, V.: *Monitoring and Control of Textile Processes.* In: Proceedings of the 2^{nd} International Symposium on Quatification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2002, Bled – Slovenia, April 4-5.20002, ISBN 961-6238-58-2.

25 Chrpová, E.; Trmal, G.J.; Hotař, V.: *A Fast Image Processing Method for Quality Control of Textiles.* In: Proceedings of the1^{st} International Conference on Advanced technologies for Developing Countries, ATDC'02, September 12-14, 2002, Slavonski Brod, Croatia. ISBN 3-901509-32-369-374.

26 Chrpová, E.; Hotař, V.; Lang, M. ; *Aplication of Fractal Geometry in Textile and Glass Production Processes.*In: Proceedings of the 2^{nd} International Symposium on Quantification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2002, Bled – Slovenia, February 4-5, 2002, ISBN 961-6238-58-2.

27 Hotař, V.; Lang, M.; Chrpová, E.: *Theoretical Aspects of Project Noviscam.* In: Proceedings of the 1^{st} International Symposium on Quantification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2000, Bled – Slovenia, April 3-4, 2002, ISBN 961-6238-38-8, p.37-52.

28 Hotař, V.; Novotný, F.; Chrpová, E.; Lang, M. ; *Aplication of Fractal Geometry in Glass Production Processe* – Overview. In: Proceedings of the 2^{nd} International Symposium on Quantification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2002, Bled – Slovenia, February 4-5, 2002, ISBN 961-6238-58-2.

29 Chrpová, E.: *The role of the project in continuous quality assurance in education at TUL.* In: Preceedings of the 8^{th} annual Convention and Conference of Australasian Association for Engineering Education.. Published by UNESCO Supported International Centrefor Engineering Education (USICEE),AæE 15-18 December 1996, Melbourne, Australia, ISBN 0 7326 1132, p.246–249.

30 Trmal, G.J., Chrpová, E.: *Comparison of English and Czech engineering education systems as a basis of student mobility.* In: Preceedings of the 8^{th}annual Convention and Conference of Australasian Association for Engineering Education. Published by UNESCO Supported International Centre for Engineering Education (USICEE), AæE 15-18 December 1996, Melbourne, Australia, ISBN 0 7326 1132, p.250–258.

Publikace v ostatních sbornících

[31] Chrpová, E.; Němeček,P.: *Akustické vlastnosti netkaných textilií.* Textile Science'91, VŠST Liberec, 16.-18.9. 1991. ISBN 80-85427.

[32] Chrpová, E.; Němeček, P.: *The relationship between sound reduction and sound absorption.* Textile Science'93. VŠST Liberec, září 1993. ISBN 80-7083-148-0, s. 544-549.

[33] Chrpová, E., Němeček, P.: *The advantage of measuring noise and Vibration during the Production and Evaluation of Nonwovens. Workshop'94.* Sborník příspěvků. VŠST Liberec, Fakulta Strojní, 1994, p. 81.

[34] Chrpová, E., Hotař, V.: *Optimisation of the Processes in Textile Technology.* 3rd International Conference Textile Science'98, Preceedings-Vol.2, Technical University of Liberec. ISBN 80-7083-289-4, p.222-226.

[35] Hotař, V, Chrpová, E.: *Aplikace fraktálové dimenze ve sklářství při vyhodnocování obrazů snímaných digitální kamerou.* X.Konference –Sklářské stroje, září 1999, Liberec. Dům techniky Ústí, s.r.o., ISBN 80-02-01311-5, s.123-130.

[36] Hotař, V.,Chrpová, E.: *Application of Fractal Dimension in Monitoring and Control of Production Processes.* In: Proceedings of the 6th International Conference ICPR 2001, 27.7.-3.8.2001 Praha, ISBN 80-02-01-438-3, CD.

[37] Hotař, V., Chrpová, E., Lang, M.: *Application of Fractal Geometry in Monitoring and Control of Glass Production Process.* Nostradamus 2001, 4thInternational Prediction Conference. Tomáš Baťa University, Zlín. ISBN 80-7318-030-8, Sborník na CD, počet stran 12.

[38] Chrpová, E., Hotař, V.: *Aplikace fraktálové dimenze ve výrobě papíru.* XIII. Mezinárodní konference „Papír a Celulóza“ Brno 2002, sborník na CD, počet stran 10.

[39] Chrpová, E.; Pasrija, V.: *Možnosti využití měřicího systému NOVISCAM.* Sborník přednášek. Mezinárodní konference STRUTEX'02, česká sekce Textile Institute Manchester. Liberec, 2002. ISBN 80-7083-668-7, p. 209-217.

[40] Chrpová, E.: Characterizing flat fabric using image analysis techniques. In: Proceedings of the 5th International Conference TEXSCI'03. Technical University of Liberec, Liberec, 2003, p.402-406.

[41] Chrpová, E.: *Novel Visualisation System for Process, Measurement, Monitoring and Control.* Sborník přednášek. Mezinárodní konference STRUTEX'03. Česká sekce Textile Institute Manchester. Liberec, 2003, počet stran 8.

1.4 Ostatní publikace

[42] Chrpová, E.; Šanc, E.: *TUL – Activity report 1996.* Unipress,Co.Ltd. Turnovské tiskárny. Turnov, 1997. Podpora – grant MŠMT ČR – PREZENTACE PR 96298 – "Rozšiřování výsledků výzkumu a vývoje".

1.5 Patenty a realizovaná díla

[43] Chrpová, E.;Všetečka, J.: AO 269 362, 1991. PV 4356-88 Lineární kladeč nití.

[44] Chrpová, E.; Plischke, P.: *Měření nestejnoměrnosti textilií. Patentová přihláška. Leden* 2002.

[45] Svoboda, M.; Weiser, J.;Chrpová, E.: *Textilie pro filmařský průmysl.* Vpichované koberce. Průmyslový vzor. 2000.

[46] Svoboda, M.; Weiser, J.;Chrpová, E.: *Textilie pro filmařský průmysl.* Promítací plátna. Průmyslový vzor. 1999.

[47] Chrpová,E.: *Návrh povrchové úpravy výrobní haly.* Realizace – Oktant s.r.o., Jablonec n. N. a Železný Brod, 2001.

[48] Chrpová, E.: *Výroba vpichovaných textilií pro filmaře.* Realizace- MCC ARTE Praha – filmový textil. 2000.

[49] Chrpová, E.: Realizace modulárního měřicího systému pro on-line analýzu obrazu, FT, KME, 1999.

[50] Chrpová, E.: *Výroba tkanin extrémních šíří.*Realizace -MCC ARTE Praha – filmový textil. 1999.

[51] Chrpová, E.: *Návrh povrchové úpravy absorpčních klínů.* Realizace ve spolupráci s VÚZORT Praha na FAMU Praha objekt – Lichtenštejnský palác Praha, 1994.

[52] Chrpová, E.; Němeček, P.: *Konstrukce zařízení na měření vzduchové neprůzvučnosti. Realizace v rámci interního grantu.* VŠST Liberec, 1991.

[53] Chrpová, E., Pařilová, H.: *Princip proplétání.*Videofilm, VŠST Liberec 1991.

1.6 Vědecko výzkumné projekty a granty

54 2003 – V jednání 6 FP project – „VISUALPROCONTROL"

55 1996 – 2000 INCO – COPERNICUS – 4.rámcový program
Název: "Novel visualisation System for Control and Monitoring (NOVISCAM)
ERBIC 15CT 960 700,

56 1997 – MŠMT ČR – OK 275
Příspěvek MŠMT k projektu INCO COPERNICUS PL 964002
ERBIC 15CT 960 700

57 1996 – PREZENTACE PR 96298 – grant MŠMT ČR
Rozšiřování výsledků výzkumu a vývoje
Název: "Prezentace"

58 1993 – Interní grant TUL
Název: Acoustic properties of Composites

1.7 Ostatní granty

59 2003 – 2006 LEONARDO DA VINCI - Community Vacational Training Action Programme "Powerstudy"-v jednání.

60 1996 – 1997 TEMPUS IMG – Individual Mobility Grand, IMG-96-CZ-2034

Kapitola 2

2 KOMENTÁŘ K PUBLIKACÍM

2.1 Úvod

V první kapitole je uveden souhrn vědeckých, odborných a technických prací autorky předložené habilitační práce, jejichž je hlavním autorem nebo spoluautorem. Celkem tento přehled obsahuje:

- 8 publikací v recenzovaných mezinárodních časopisech,
- 1 publikaci v národním časopise
- 5 titulů skript
- 17 publikací v recenzovaných sbornících
- 11 publikací v ostatních sbornících mezinárodních konferencí
- 9 oponovaných mezinárodních zpráv k řešeným projektům
- 1 autorské osvědčení
- 2 průmyslové vzory
- 6 realizovaných technických děl
- 7 projektů

Přehled dokumentuje původní publikace jak v oblasti pedagogické, tak vědecko-výzkumné. Skripta odpovídají předmětům, jež sama autorka garantovala v průběhu svého působení na TU v Liberci. Přehled rovněž vypovídá o použitých technologiích a stavu techniky, které měly své opodstatnění v době řešení.

Pokud se přehled týká vědecko-výzkumné činnosti lze považovat za spojující téma řešení systému <surovina – strojní zařízení – výrobek> a zcela odpovídá působení na katedře netkaných textilií a později na katedře mechanických technologií. V rámci řešení systému <surovina – strojní zařízení – výrobek> byly vyvinuty jak zařízení tak metody měření a způsob vyhodnocování.

Z hlediska tématicky užšího pohledu lze publikace rozdělit do následujících období:

- Vztah struktury a vlastností netkaných textilií (v letech 1976 – 1991):

- Studium vlivů distribuce pojiva na vlastnosti netkaných textilií chemicky pojených.
- Stanovení vlivu spleti na vlastnosti netkaných textilií chemicky pojených a mechanicky vázaných.

Výsledkem bylo sledování vztahu v systému <surovina - strojní zařízení - výrobek>. Struktura netkaných textilií se ovlivňovala výběrem suroviny a technologií zpevnění. Vliv struktury a zpevnění se definoval na základě požadovaných vlastnostech textilií. Výsledky byly publikovány v oponovaných zprávách státního úkolu Kompozity, hospodářské činnosti (Notev, Monet), diplomových pracích a skriptech.

- Optimalizace technologických postupů ve vztahu ke struktuře a vlastnostem textilií (v letech 1992 – 1993):
  - Stanovení parametrů vpichování k zajištění vpichované textilie požadovaných vlastností.
  - Vliv struktury kompozitu na pohltivost zvuku.

V rámci řešení této problematiky byl navržen způsob měření a vyhodnocování. Bylo zkonstruováno měřící zařízení na měření pohltivosti zvuku.Výsledky jsou publikované na mezinárodních konferencích a v odborných časopisech.

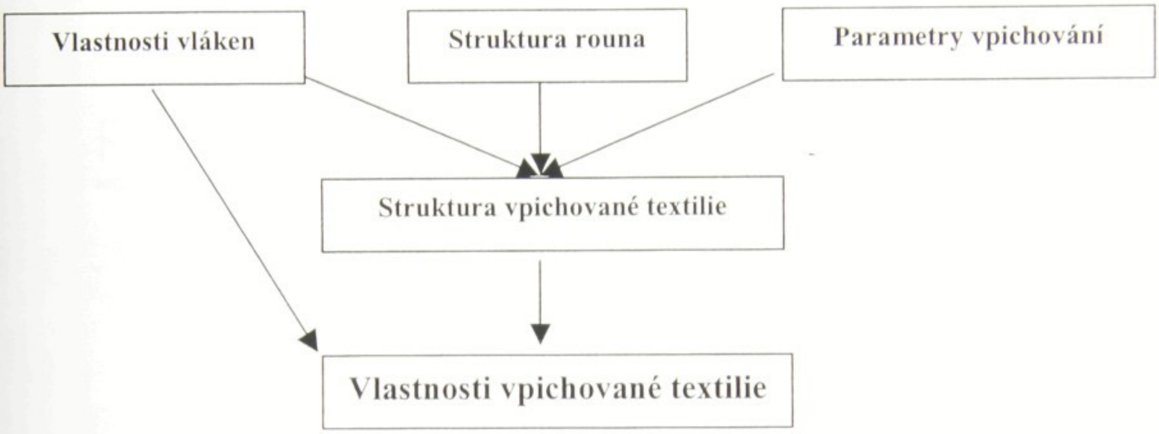
- Vizualizace technologických postupů a výrobků s cílem stanovení vzájemných vztahů mezi surovinou - technologií a vlastnostmi textilií (od r.1997 - současnost). Řešení lze rozdělit na několik etap:
  - Návrh a realizace pracoviště pro digitální zpracování obrazové informace.
  - Návrh a realizace matematického zpracování pro analýzu obrazové informace.
  - Ověření životaschopnosti vytvořeného pracoviště.
  - Konkrétní aplikace systému.

Veškeré získané zkušenosti z vědecko výzkumných prací potvrzují, že řešení si vyžadují dokonalé rozpoznání vztahů v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)>. Výsledkem rozpoznávání vztahů v uvedeném systému by měla být informace nejen o tom jaké jsou, ale rovněž, co je příčinou, např. co způsobuje kolísání užitných vlastností a proto je nutné studovat vztahy v systému. Současnost nás nutí se těmito problémy zabývat a řešit je.

Přílohy k práci obsahují 7 vybraných publikací uveřejněných v odborných časopisech a recenzovaných sbornících mezinárodních zahraničních konferencí. Uvedené práce se přímo týkají řešení vztahů v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)>. Metody v nich studované jsou i aplikované.

2.2 *Studium vztahů v systému <textilní vlákna – vpichovací stroj – vpichovaná textilie> akustickou metodou*

Výsledné vlastnosti vpichovaných textilií určuje celá řada faktorů. Vztahy mezi jednotlivými faktory mohou být znázorněny např. takto:



Obr. 1 Faktory ovlivňující vlastnosti vpichovaných textilií

Z obr.1 vyplývá, že kromě vlastností vláken a struktury rouna, přímo ovlivňují strukturu vpichované textilie právě parametry vpichování. K parametrům vpichování náleží druh použitých vpichovacích jehel, hustota vpichů a hloubka vpichů. Vpichovací jehly jsou pracovním nástrojem vpichovacích strojů. Volba správného druhu jehel velmi ovlivňuje konečnou kvalitu vpichovaného výrobku, produktivitu výroby, jakož i životnost použitých vpichovacích jehel samotných.

STRUKTURA VPICHOVANÉ TEXTILIE

Tvorba vpichovaných textilií je ovlivňována nejrůznějšími faktory [14]. Uspořádání vláken ve vlákenné vrstvě a parametry vpichování určují strukturu vpichované textilie.

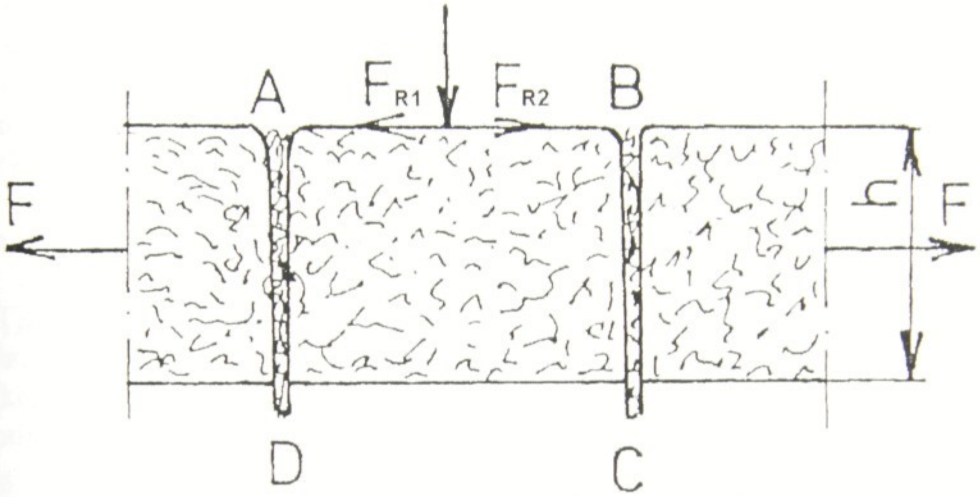
Na rozdíl od jiných textilních struktur není mechanika vpichovaných textilií dosud dostatečně propracována, takže je možné uvést pouze zjednodušenou teorii struktury. V této oblasti šel nejdále Hearle, který popsal geometrický model vpichované textilie .

V představě geometrického modelu je vertikální struktura tvořena chomáčky vláken protaženými ve vertikálním směru vpichovacími jehlami (obr. 2). Horizontální strukturu tvoří vlákna, která jsou uspořádána kolem vertikálních chomáčků (svazků vláken). Oba směry struktur jsou spojeny tím, že jednotlivá vlákna mohou procházet částí horizontální i vertikální.

Strukturu vpichované textilie můžeme zobrazit jako makroelement **ABCD**. Makroelement **ABCD** tvoří jednotlivé mikroelementy, které v případě vpichované textilie tvoří vlákna a zahrnuje úsek vpichované textilie mezi dvěma sousedními vpichy jehel. Taková definice

makroelementu platí jen pro dvourozměrné rovinné pozorování. Při trojrozměrném pozorování je makroelementem čtyřboký hranol.

Sledujeme-li vliv parametrů vpichování na strukturu vpichované textilie vyjádřené pomocí makroelementu, zjistíme, že tvar základny makroelemntu závisí na uspořádání jehel v jehelné desce, zatímco velikost základny závisí na hustotě vpichů. Zvýšení hustoty vpichů vede ke snížení velikosti makroelementu a tím ke zvýšení počtu makroelementů na jednotkové ploše.



Obr. 2 Makroelement vpichované textilie

Výška **h** makroelementu se zmenšuje se stoupající hustotou vpichů a s tím souvisí i změna objemové hmotnosti a plošné hmotnosti vpichované textilie. Zvýšení plošné a objemové hmotnosti souvisí se změnou výšky makroelementu **h**, která v závislosti na vyšší hustotě vpichů klesá.

Změna hloubky vpichu ovlivňuje výšku makroelementu obdobně. S větší hloubkou vpichu objemová hmotnost roste, současně se zvyšuje nestejnoměrnost tloušťky, neboť v místě vpichu dojde k místnímu zhutnění vláken. Při velkých hloubkách vpichů může dojít až k vytlačování vláken ze vpichované textilie, což bývá u některých typů textilií nežádoucí.

Vpichovanou textilii si můžeme představit jako nekonečný plošný útvar, který je tvořen makroelementy. Vpichovací jehla působí na poměrně malou část povrchu vlákenného rouna. Proto je zcela přirozené, že objemová hmotnost v makroelementu je dojisté míry nerovnoměrná. V místech, kde vpichovací jehly pronikají vlákennou vrstvou je objemová i plošná hmotnost vyšší než uvnitř makroelementu. Tato nestejnoměrnost ovlivňuje vlastnosti vpichované textilie.

Pro dosažení stejnoměrnosti je nutné maximálně zmenšit velikost makroelementu, aby se rozdíl mezi vnitřní a vnější oblastí makroelementu setřel. Oblasti různého zhutnění vláken je nutné k sobě navzájem přiblížit. Toho lze dosáhnout především zvýšením hustoty vpichů. Hustotu vpichů však nelze zvyšovat neomezeně, poněvadž by tím utrpěla pevnost vpichované textilie.

Pro každou vpichovací jehlu existuje optimální hustota vpichů [14]. S rostoucím počtem vpichů pevnost vpichované textilie postupně narůstá, po překročení kritické meze (mezní hodnoty, optimální hodnoty) hustoty vpichů začne pevnost klesat. Snížení pevnosti

vpichovaných textilií dochází vlivem trhání vláken [14]. K přetržení vláken dochází když $\mathbf{F_v} < \mathbf{F_f}$ ($\mathbf{F_v}$ – pevnost vláken v přetrhu, $\mathbf{F_f}$ – tření mezi vlákny zachycenými vpichovací jehlou a sousedními vlákny).

Z toho vyplývá, že při malé hustotě vpichů je trhání vláken prakticky vyloučeno, poněvadž tržná pevnost vlákna je větší než tření mezi vlákny. Zvyšováním hustoty vpichů dochází ke zvyšování tření mezi vlákny až do okamžiku, kdy $\mathbf{F_f} > \mathbf{F_v}$ a dalším vpichováním již dochází ke ztrátě pevnosti vpichované textilie. Zvyšováním mezivlákenného tření dochází i k většímu odporu vlákenné vrstvy vůči pronikání vpichovacích jehel, které ovlivňuje životnost vpichovacích jehel. Je nutné proto volit kompromis, usilovat o zvýšení stejnoměrnosti v makroelementu při zachování co nejvyšší pevnosti vpichované textilie. Celkový počet vpichů je přímo určen požadavky na vlastnosti vpichované textilie, použití výrobku a ekonomiku výroby.

Mezi strukturou vpichovaných textilií a jejími vlastnostmi platí určitý vztah, přičemž hustota a hloubka vpichů patří k nejdůležitějším faktorům, které ovlivňují strukturu vpichované textilie (VT). Znalost vlivu tohoto faktoru umožní nepřímo posoudit i jeho vliv na vlastnosti VT. Vycházeje z tohoto poznání jsme navrhli metodu k rychlému a snadnému zjištění účinku úpravy vlákenné vrstvy na vpichovací proces a následně na vlastnosti vpichovaných textilií a k určení optimální hustoty vpichů.

Optimální hodnota hustoty vpichů se liší v závislosti na druhu použité vpichovací jehly, na druhu vláken vlákenné vrstvy – délce vláken, jemnosti a povrchových vlastnostech vláken a na jejich uspořádání ve vlákenné vrstvě, na parametrech vpichovacího stroje. Optimální počet vpichů je třeba navrhovat pro jednotlivé výrobky, jednotlivé vpichované textilie.

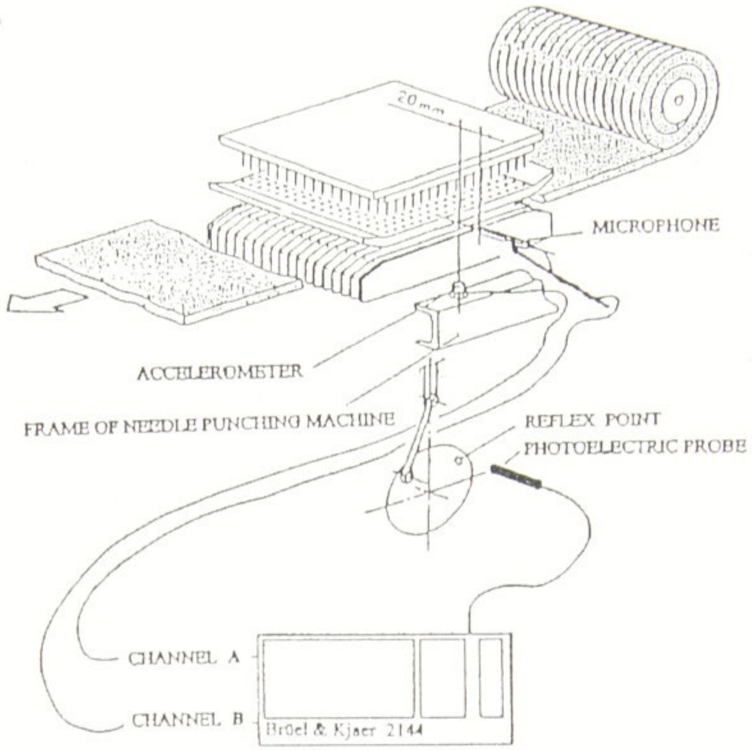
Nejdůležitější část vpichovacího stroje – jehelná deska osazená vpichovacími jehlami – koná přímočarý vratný pohyb, při kterém jehly mění orientaci vláken a dávají tak vstupní surovině – vlákenné vrstvě – strukturu. Aby byl celý proces optimalizován, musí být k určité vstupní surovině zvolena správná vpichovací jehla, správný počet průchodů suroviny vpichovacím strojem, případně správný lubrikační prostředek. Měřítkem společného působení těchto vlivů je vpichovací síla, která namáhá vpichovací jehly. Vpichovací sílu lze měřit běžnými způsoby [14], přináší to však obtíže při umístění snímače a kalibraci při zpracování signálu.V rámci řešení vztahu <**textilní vlákna – vpichovací stroj – vpichovaná textilie**> byla navržena a odzkoušena **akustická metoda**.

AKUSTICKÁ METODA

Při zkoumání vlivu různých faktorů na velikost vpichovací síly se zjistilo, že při optimálním nastavení parametrů vpichovacího procesu klesá na minimum hluk vyzařovaný z prostoru, ve kterém dochází ke vpichování a na minimum klesají i vibrace rámu vpichovacího stroje. Tento jev je zřetelný především v pásmu nad 1 kHz a extrém je ostřejší při snímání vibrací, kde je nutné věnovat náležitou pozornost upevnění snímače.

Navržená metoda se nazývá akustická metoda, neboť podstatou metody je měření hluku a vibrací v průběhu vpichování. Vychází ze skutečnosti, že odpor vpichovacích jehel vůči vpichování narůstá se zvyšující se hustotou vpichů až do optimální hodnoty, kdy dalším vpichováním dochází k destrukci vláken a tím snížení odporu vpichovacích jehel vůči vpichování, která má bezprostřední vliv na hodnotu hluku a vibrací, jak je uvedeno v práci [1]

(**Příloha A**), ale také v pracech [10, 15 (**Příloha B**),16 ,17 a 18]. K měření byl použit analyzátor hluku firmy Brüel & Kjaer 2144.



Obr.3 Schéma uspořádání měření na vpichovacím stroji

VYUŽITÍ AKUSTICKÉ METODY PRO OPTIMALIZACI ŠICÍHO PROCESU

Analogicky byla tato metoda použita při stanovení šicí schopnosti.

Potvrdilo se, že akustická metoda přináší do oblasti zjišťování šicí schopnosti výrazné zjednodušení a urychlení oproti klasickému experimentu.

Byly nastíněné nové směry využití moderní technologie povrstvování povrchů jehel slabými uhlíkovými vrstvami. Potvrdila se zde výrazná závislost použité povrchové úpravy strojní šicí jehly na druhu šitého materiálu. Tato měření si vyžádala mikroskopické zkoumání povrchu – jeho drsnosti, stability při šití, měření teploty jehly při šití a vlivu povrchové úpravy na teplotu. Výsledky jsou publikované ve sbornících mezinárodních zahraničních konferencí [19 (**Příloha C**) a 20].

2.3 Studium akustických vlastností textilií a možnosti jejich ovlivňování

Vpichované textilie nacházejí široké uplatnění jako akustické materiály, ať již jako podlahové textilie, textilní tapety, ale i kompizity.

Vlastnosti materiálů z akustického hlediska jsou dány rovnováhou mezi akustickou energií od struktury odražené, ve struktuře přeměněné a strukturou prošlé a energií na strukturu dopadající. Tyto vlastnosti se charakterizují dvěma veličinami:

- vzduchovou neprůzvučností a
- vzduchovou pohltivostí.

Tyto vlastnosti jsou fyzikálně svázány výše popsanou energetickou rovnováhou, avšak prakticky je velice obtížné tuto závislost jednoznačně vyjádřit funkčním vztahem. Jednou z příčin jsou rozdílné požadavky na dosažení jednotlivých vlastností v maximální míře. Jestliže neprůzvučnost je dána především vysokou hustotou a homogenitou materiálu, je naopak pohltivost určena hlavně velikostí směnné plochy (dané porézností materiálu) a mechanickými vlastnostmi vláken struktury. Z toho je zřejmé, že vysoce pohltivé materiály nejsou vhodné jako neprůzvučné a naopak. Navzdory tomu by bylo účelné vztah mezi pohltivostí a neprůzvučností určitého protihlukového materiálu alespoň přibližně nalézt, především z důvodů poměrně složitých a nákladných metodik měření a vyhodnocování obou vlastností.

METODY ZPRACOVÁNÍ

Pro stanovení činitele zvukové pohltivosti se běžně používá interferometrické trubice, která je však velice drahá. Mnohem jednodušší je měření vzduchové neprůzvučnosti. Neprůzvučnost je u základního vlákenného materiálu velice nízká (max.5 až 10 dB u nejvyšších frekvencí), v praxi se využívají především kombinace vlákenného a neprůzvučného materiálu.

Pro měření neprůzvučnosti bylo sestaveno zařízení, které se sestává ze dvou protilehlých komor o objemu 0,5 m^3, mezi které se umísťuje měřený vzorek. Vzhledem k tomu, že měření není v souladu s ČSN, využívají se výsledky měření spíše jako porovnávací hodnoty. Měření se provádí v rozsahu frekvencí 1 kHz až 10 kHz analyzátorem Brüel & Kjaer 2144 s příslušenstvím v nastavení pro třináctioktávovou pásmovou analýzu. Měřicí dvoukanálový řetězec umožňuje přímo vyhodnocení rozdílu hladin akustického tlaku před a za vzorkem s ohledem na přenosové vlastnosti komor.

MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Zařízení pro měření neprůzvučnosti tvoří komora o rozměrech 640 x 620 x 230 mm. Vnitřek je vyplněn zvukovými absorbenty: polystyren o tloušťce 20 mm, vpichovaná netkaná textilie o tloušťce 5 mm, PVC fólie o tloušťce 5 mm, Struto o tloušťce15 mm, papírové profilované plato o tloušťce 30 mm. Komora je rozdělena vyjímatelnou přepážkou do dvou částí – vysílací a přijímací. V přijímací komoře je upevněna odrazivá deska, která celou stěnu zakrývá. Měřený vzorek, o rozměru 200 x 200 mm, se upíná do vyjímatelné dřevěné přepážky. Vrchní deska komory je odklopná a umožňuje pohodlný přístup do komory.

K měření jsme použili:

- dvoukanálový analyzátor
- dva mikrofony
- dva mikrofonní předzesilovače
- ovládací software analyzátoru
- generátor šumu – přenosný televizor se širokopásmovým reproduktorem
- kalibrační zařízení

Postup měření

Před vlastním měřením byla provedena kalibrace analyzátoru, změřena teplota, barometrický tlak a korekce na tlak vzduchu. K měření jsme použili dvou mikrofonů. Po uzavření komory jsme spustili generátor šumu. Po dobu 10s se měřil rozdíl akustických tlaků. Pro 10 měření se stanovila průměrná hodnota. Výsledné hodnoty pro každou měřenou frekvenci v rozsahu 1 – 8 kHz jsme zaznamenali do grafu.

Komoru jsme konstruovali tak, aby stěny pohlcovaly všechnu akustickou energii a doba dozvuku byla rovna 0. V komoře vzniklo volné pole. Hladinu akustického tlaku **Dn(t)** jsme určili ze vztahu:

$$Dn(t) = Leg_1 - Leg_2$$

Leg ₁ – hladina akustického tlaku v měřicí komoře bez vzorku,
Leg ₂ – hladina akustického tlaku v měřicí komoře se vzorkem.

Bylo navrženo množství kombinovaných textilií (kompozitů) a změřena a vyhodnocena jejich neprůzvučnost, výsledky jsou publikovány v pracech [31, 32, 47, 51 a 52].

Závěr

Dosažené poznatky nás inspirovaly k názoru, že pro objektivní řešení vztahů v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)> je nutné vytvořit systém – zařízení, které by účinně řešilo vzájemné vztahy.

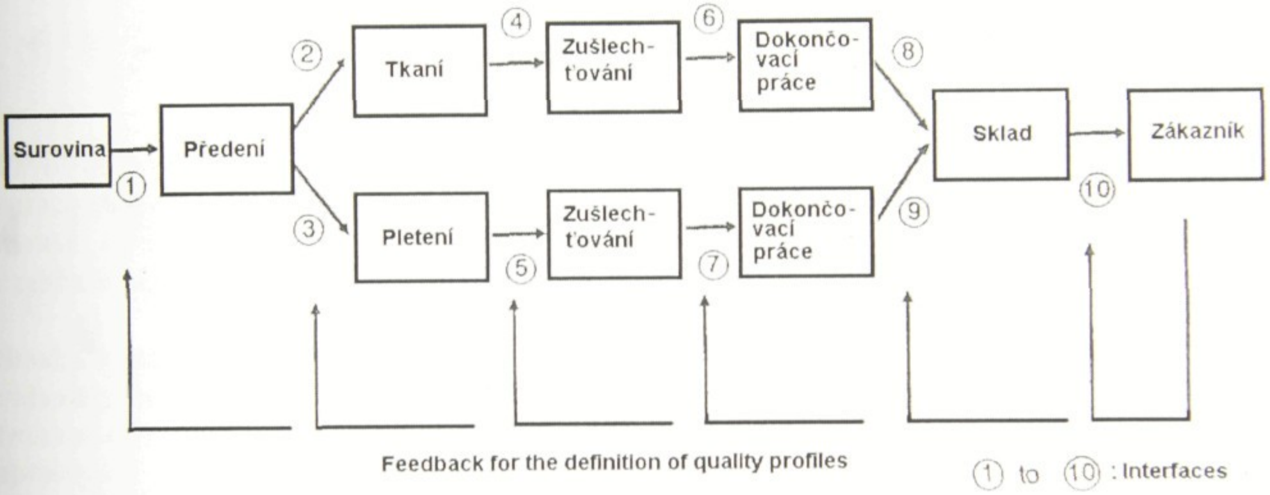
Výsledkem rozpoznávání vztahů v uvedeném systému by měla být informace nejen o tom jaký je např. vzhled textilních útvarů, ale rovněž co je příčinou nehomogenit. Právě nehomogenita způsobuje kolísání užitných vlastností a proto je nutné se problematikou zabývat a řešit ji. Odpověď na příčinu nehomogenit je důležitá v případě, že chceme vytvořit kvalitnější výrobek. Přispět novými indikačními přístupy k tomuto přirozenému, ale nelehkému úkolu bylo jedním z cílů další činnosti.

Prioritním cílem další činnosti bylo použít techniky, která umožňuje uchování různých druhů dat. Tohoto cíle lze dosáhnout pouze v případě, že veškerá data k dispozici jsou v digitální podobě. Další činnost proto směřovala k vytvoření takového modulárního systému, ověřování jeho funkčnosti a vytvoření algoritmů k hodnocení vzájemných vztahů.

2.4 Studium vztahů v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)> obrazovou analýzou

Kvalita a dosažení požadovaných vlastností jsou nejdůležitějším požadavkem na výrobní proces a výrobek. Kvalita souvisí s volbou systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)>. Vyvíjejí stále nové metody zkoušení a kontroly, které by lépe vyjadřovaly kvalitu a vlastnosti, pro které se výrobky aplikují. Abychom vyrobili kvalitní zboží musíme mít kvalitní zpětnou kontrolu. Snahou nových přístupů kontroly kvality je sledovat jednotlivé kroky celého technologického procesu (obr.4), [11, 20, 34].

Klíčové faktory kontroly spočívají v úplnosti informací o technologickém procesu i výrobku - ve sběru dat, zobrazení dat, jejich úplnosti a jejich vzájemných vztahů. Dokonalým řízením výroby zboží snížíme výrobní náklady, neboť budeme pracovat efektivně, tj. budeme pracovat s ideálním nastavením strojů a tedy i optimálními podmínkami výkonu strojního zařízení.



Obr. 4 Schéma vzájemných vztahů mezi jednotlivými výrobními stupni a zpětné kontroly kvality

Kvalita plošných textilií (výstup – plošná textilie) je ovlivněn nestejnoměrností délkových textilií (vstupní materiál – vlákna, příze) a vlivy, které způsobuje samotná technologie (předení, tkaní, pletení, netkané textilie apod.). K posouzení kvality plošné textilie se používá subjektivní metoda – vizuální posouzení vzhledu plošné textilie na inspekčním rámu.

K měření hmotné nestejnoměrnosti délkových textilií se používá aparatura Uster Tester nebo Zweigle. Moderní verze těchto přístrojů (Uster Tester IV – SX) umožňují počítačovou simulaci vzhledu textilie na základě změřené nestejnoměrnosti příze. Pro hodnocení nasimulovaného vzhledu se rovněž používá vizuální posouzení simulované plošné textilie. Nevýhodou simulace je, že nezahrnuje vliv strojního zařízení a změny způsobené vlivem klimatických podmínek prostředí.

K hodnocení vzhledu plošných textilií se využívá obrazového analyzátoru. V současné době existuje několik laboratorních obrazových analyzátorů i několik průmyslových aplikací.

Nevýhody:

- zařízení jsou konstruována pro určitý typ výrobku,
- zařízení jsou konstruována pouze pro jeden krok technologického postupu,
- zařízení jsou určena pro konkrétní technologii,

- malá variabilita,
- lze využít pouze možností zařízení,
- nelze zasahovat do systému,
- cena zařízení příliš vysoká.

Vzhledem k objektivnosti daného principu měření je nezbytné se obrazovou analýzou zabývat. Díky projektu INCO-Copernicus [54,55] se získaly prostředky na řešení. Cíl projektu se shodoval se záměrem vědecko–výzkumné činnosti - navrhnout a realizovat univerzální systém pro on-line snímání a vyhodnocení obrazu textilie bez ztráty informace a jeho využití v co nejširší průmyslové oblasti.

Řešení lze rozdělit do následujících bodů – etap:

- Návrh a realizace systému pro digitální zpracování obrazové informace (HW).
- Vytvoření metod pro analýzu obrazové informace (SW).
- Ověření životaschopnosti HW a SW v průmyslu.
- Vytyčení problémů, které modulární systém a metody zpracování umožňují a výhledově je řešit.

První etapa řešení (1996-1999) se týkala koncepce specializovaného pracoviště digitálního zpracování obrazu a videosignálu. V letech 1997 – 1998 byla provedena rešerše zařízení a metod obrazové analýzy. Uskutečnil se průzkum dostupných zařízení na trhu ČR i zahraničním. Kontaktovala se vybraná pracoviště obrazové analýzy v ČR a zahraničí.

Součástí zadání byl vhodný výběr datového a záznamového formátu digitálního obrazu a videosignálu. Návrh výběru vhodného přístrojového HW vybavení respektoval trend technického vývoje výpočetní techniky, oblasti digitální televizní techniky, digitálního zpracování obrazu a videosignálu s ohledem na perspektivní záznamové formáty a jejich zpracování.

Ve druhé etapě řešení (1999-2000) se realizovalo pracoviště pro zpracování digitálního obrazu a videosignálu. Realizace spočívala v sestavení a konfiguraci vybraných přístrojových HW prostředků, zajištění kompatibility stávajících zdrojů digitálního i analogového videosignálu, zejména se systémem LUCIA. Výsledkem je přenosný modulární systém, který jsem nazvala pracovním názvem „NOVISCAM", podle projektu v rámci kterého byl vytvořen.

Třetí etapa se týkala vývoje vlastních softwarů, tedy metod vyhodnocování obrazu. Byly vytvořeny celkem 3 metody – 3 software.

Ve čtvrté etapě řešení (2000-2002) bylo realizované zařízení ověřeno jednak v laboratoři katedry netkaných textilií na výrobě pavučiny, na katedře mechanických technologií na výrobě tkaniny. Dále bylo ověřeno přímo v průmyslu a to u výrobce vpichovaných textilií Mitop s.r.o., výrobce tkanin Elmertex a.s., výrobce skleněných rohoží Keraunion a.s., a na výrobě papíru Amersil – Filpap s.r.o. Tím se podařilo zajistit data k analýze obrazu.

Pátá etapa se týká řešení konkrétních úloh – biaxiální deformace tkanin a pletenin a nestejnoměrnosti plošných textilií. Konkrétní úlohy jsou řešeny v diplomových a doktorských pracích.

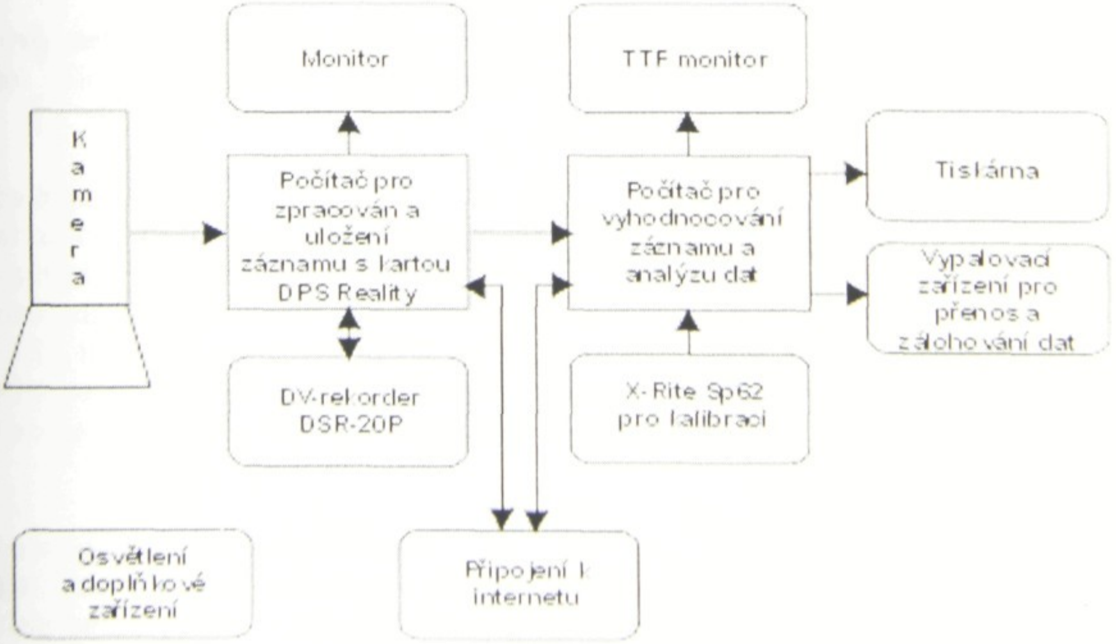
REALIZOVANÝ MODULÁRNÍ SYSTÉM

Základem modulárního systému je počítačový HW a SW pro zpracování videa původně vytvořen pro přepis počítačových animací a pro střih videa. Umožňuje zpracovávat celý záznam i každý snímek záznamu zvlášť, což umožňuje analýzu snímků i celého záznamu. Výhodou je, že umožňuje záznam nekomprimovaného videa v plné kvalitě (tj. což je lepší než Digital BETACAM Standard). Jako hardware pro digitální záznam videa na disk byla použita karta Reality od firmy DPS. Jako ovládací software byl použit program Velocity rovněž od firmy DPS.

Modulární systém je navržen jako mobilní a otevřený, tzn., že systém je snadno přemístitelný a že lze navrhnout, vkládat a odzkoušet libovolné další metody analýzy k vyhodnocování jednotlivých snímků i celých sekvencí. Modulární systém umožňuje uživateli zaznamenávat průběh kontinuálních výrobních procesů v reálném čase a výrobní proces analyzovat.

Realizovaný modulární systém je schématicky znázorněn na obr.5. Je vytvořen ze dvou snímacích prvků: digitálního Camcoderu Sony DSR-200P a videokamery JVC KY-F55BE. Vlastní měřicí systém tvoří počítač s procesorem Pentium III a rychlým SCSI diskem, pracujícím pod operačním systémem Microsoft Windows NT 4.0. Měřicí systém je vestavěn do 19" průmyslové skříně a je doplněn monitorem TFT pro snadnou manipulaci a použití v průmyslových provozech. Systém je navržen pro snímání a vyhodnocování v reálném čase. Měřicí karta dpsReality je vybavena kompozitním, Y/C a komponentním výstupem bez komprese vstupního signálu, s odezvou framebufferu vyrovnávací paměti jednotlivých snímků 40 ms. DV-rekorder DSR-20P slouží k uložení záznamu snímaného obrazu.

Součástí měřicího systému je dále počítač na vyhodnocování obrazového záznamu a analýzu dat, spektrofotometr X-Rite SP62 pro kontrolu barev a kalibraci, tiskárna, vypalovací zařízení pro přenos a zálohování dat, připojení k internetu pro přenos dat mezi výrobním podnikem a pracovištěm TU, osvětlení a doplňkové zařízení jako jsou stativy a nosníky. Vzájemné vazby mezi prvky v systému jsou znázorněné na následujícím obrázku:



Obr. 5 Schéma realizovaného modulárního systému

METODY ZPRACOVÁNÍ

Navržený systém má umožnit on-line i off-line analýzu jednotlivých snímků i celých sekvencí. V systému on-line, lze sledovat vývoj změn v průběhu technologického procesu. V systému off-line umožňuje provádět analýzu jednotlivých náhodně zvolených snímků – analýzu nehomogenit mezi zvolenými buňkami (boxy) i mezi jednotlivými snímky.

Pro splnění tohoto požadavku byly vytvořeny vlastní programy a to pro:

- Statistickou analýzu.
- Analýzu barevnosti trichromatickými činiteli barevných prostorů CIE XYZ, CIE xyY, CIE L*a*b*, a
- Analýzu nástroji fraktálové geometrie.

K tvorbě programů se využil software Microsoft Visual Studio 6.0 Enterprise Edition (Visual Basic, Visual C++, Visual FoxPro), software Benoit pro určení fraktálové dimenze atp.). Byly vytvořeny celkem 2 software pro on-line kontrolu. Vlastní software umožňuje provádět analýzu celých sekvencí i analýzu jednotlivých snímků.

Výsledky jsou publikovány v mezinárodních časopisech [5 (**Příloha F**),6 (**Příloha G**),7,8,9] a ve sbornících zahraničních konferencí [21 (**Příloha E**),22,23,24,25 (**Příloha D**),26-29,35-42].

Statistická analýza v reálném čase

Pro statistickou analýzu byl vytvořen vlastní software, který umožňuje jak analýzu celých sekvencí (dynamické zpracování), tak i analýzu zvoleného snímku (statické zpracování). Snímanou textilii můžeme vyhodnocovat v reálném čase (přímo na výrobním stroji - dynamické zpracování) a rovněž vyhodnocovat jednotlivé snímky reálné textilie (statické zpracování). V zobrazovací liště programu si můžeme zvolit požadované zpracování („Náhled“ – umožňuje prohlížet snímanou textilie, „Za běhu“ – umožňuje dynamické zpracování, „Snímek – statické zpracování snímku).

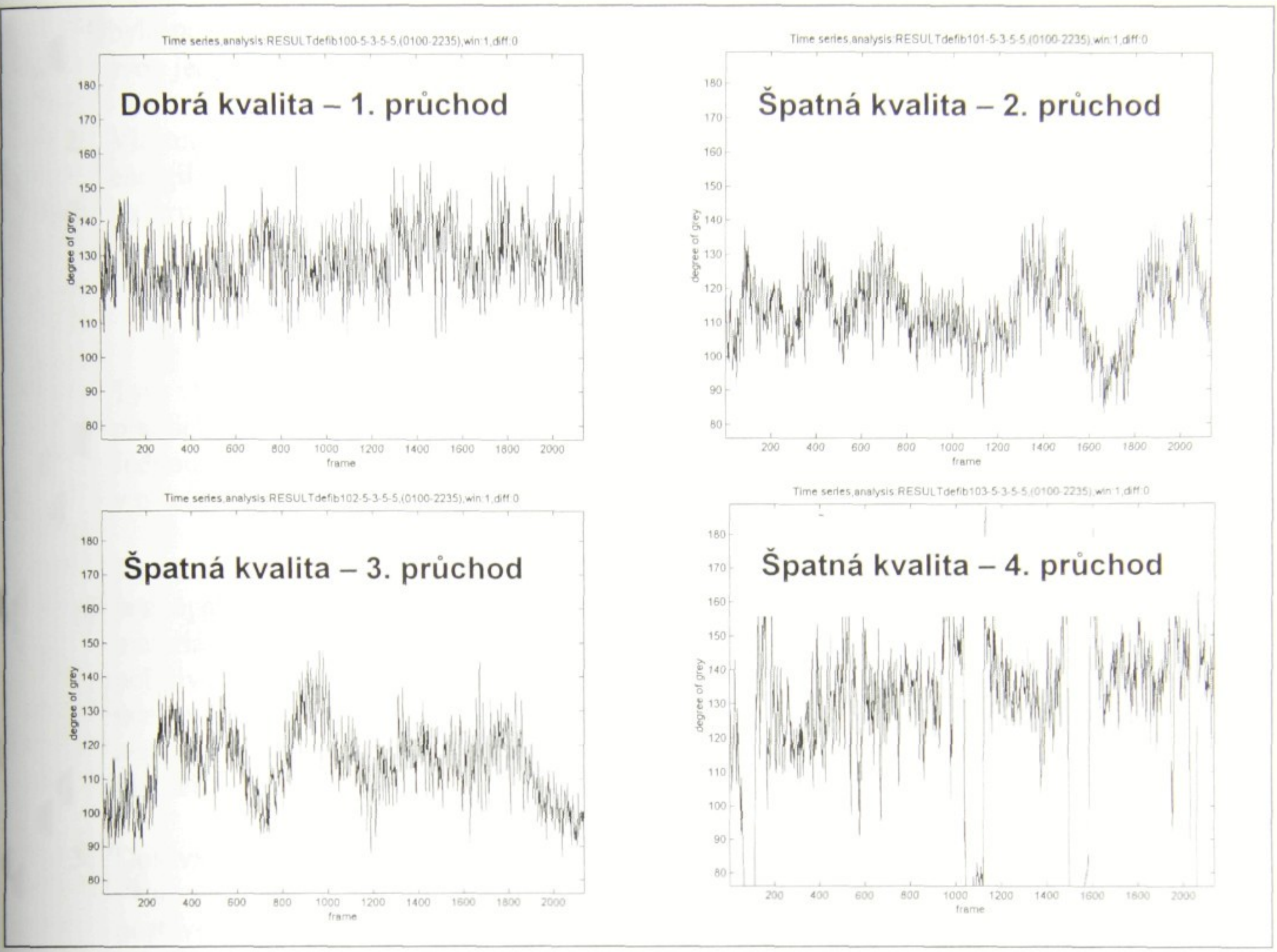
Další dvě metody zpracování dat jsou předmětem zahraničních publikací. Týkají se dvou softwarů „Videokolorimetr“ a „Box Dimenze“- nástroje fraktální analýzy.

Analýza barevnosti

Při analýze obrazu se doporučuje vycházet jak z jasu, tak i z barvy. Teprve barvou je možné určit původ vzhledové nestejnoměrnosti. Z tohoto důvodu jsme navrhli software „Videokolorimetr“. Podstatou videokolorimetru je rozklad RGB signálu do trichromatických složek CIE barevného prostorů (XYZ, xyY, Lab), které se zobrazují ve zvoleném intervalu v průběhu snímání reálné textilie. Vyvinutý software „videokolorimetr“ reaguje na současné trendy obrazové analýzy, které potvrzují nezbytnost vyhodnocování jasu a barvy.

Analýza nástroji fraktálové geometrie

Program „Box Dimenze“ zohledňuje tvarové nehomogenity plošných útvarů. Princip spočívá v navolení buňky (boxu) – její velikosti a umístění. Sledujeme průběh šedi v čase (časovou řadu).



Obr.6 Příklad průběhů časových řad – předmětem analýzy je vlákenná vrstva-pavučina

Získáme časovou řadu změn stupně šedi. Kvalita či nekvalita souvisí s plynulostí průběhu časové řady (obr. 6). Zobrazení vypovídá o kvalitě pavučiny jako produktu mykacího stroje. Experiment byl prováděn na vlákenné vrstvě – pavučině - vyráběné na laboratorním mykacím stroji katedry netkaných textilií TU.

2.5 Závěr

Obsahem práce jsou původní metody k řešení vztahů v systému <textilní vlákno – strojní zařízení – textilie>. Získané výsledky dokumentují, že vytvořené, zde uvedené postupy lze použít pro řešení vztahů systému. Jednotlivé postupy lze po určité modifikaci použít pro různé technologie.

Ze získaných výsledků lze učinit tyto závěry:

1. Akustická metoda se prokázala jako jednoduchá a dostatečná k posouzení vlivů na vpichovací sílu, pro stanovení optimálního počtu vpichů pro požadovaný vlákenný materiál, pro stanovení dalších parametrů, jak je uvedeno na obr.1, str.12. Metoda

byla později aplikována na šicí proces. I zde se prokázalo opodstatnění metody pro svou jednoduchost a vypovídající schopnost.

2. Vlastnosti materiálů z akustického hlediska jsou dány rovnováhou mezi akustickou energií od struktury odražené, ve struktuře přeměněné a strukturou prošlé a energií na strukturu dopadající. Tyto vlastnosti se charakterizují dvěmi veličinami:

   a. vzduchovou neprůzvučností, a
   b. vzduchovou pohltivostí.

   Tyto vlastnosti jsou fyzikálně svázány výše popsanou energetickou rovnováhou, avšak prakticky je velice obtížné tuto závislost jednoznačně vyjádřit funkčním vztahem. Jednou z příčin jsou rozdílné požadavky na dosažení jednotlivých vlastností v maximální míře.

   Jestliže neprůzvučnost je dána především vysokou hustotou a homogenitou materiálu, je naopak pohltivost určena hlavně velikostí směnné plochy (dané porézností materiálu) a mechanickými vlastnostmi vláken struktury. Z toho je zřejmé, že vysoce pohltivé materiály nejsou vhodné jako neprůzvučné a naopak. Navzdory tomu by bylo účelné vztah mezi pohltivostí a neprůzvučností určitého protihlukového materiálu alespoň přibližně nalézt, především z důvodů poměrně složitých a nákladných metodik měření a vyhodnocování obou vlastností.

3. Dosavadní výzkum potvrdil účelnost digitální platformy k řešení vztahů v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)>. Výsledkem je zcela původní postavený mobilní modulární systém, který se nazývá „NOVISCAM“ (Novel visualisation System for Control and Monitoring), [54] dle projektu v rámci kterého byl vyvinut. Bylo ověřeno, že modulární systém je možné umístit v kterémkoli kroku výrobní technologie a zkoumat vzájemné vztahy v systému <surovina (vstup) – strojní zařízení – výrobek (výstup)>. Řešení je odpovědí na současný trend digitálního zpracování obrazové informace. Modulární systém umožňuje:

   - sledovat a analyzovat strukturu v průběhu deformace,
   - sledovat a analyzovat kvalitu v jednotlivých krocích technologického postupu,
   - sledovat a analyzovat rozměrové změny v průběhu technologického procesu,
   - sledovat a analyzovat chyby a kvalitu plošných textilií, atp..

   Potvrdilo se, že vyvinutý modulární systém NOVISCAM umožní zkoumat textilní vlákna (surovinu), technologický proces (vliv strojního zařízení), plošnou textilii (výrobek) v jejich jednotlivostech i ve vzájemných vztazích. Výhodou je, že jej lze aplikovat i mimo textilní obor, je tedy univerzálním řešením.

Novost řešení

Jedná se o univerzální mobilní modulární měřicí systém. Je sestaven tak, aby mohl sledovat on-line (v reálném čase) odchylky od nastavených hodnot při výrobě polotovarů nebo výrobků, vyhodnocovat je a případně aktivně zasahovat do výrobního procesu a korigovat jej.

Jeho uplatnění se předpokládá zejména tam, kde je potřeba dlouhodobě sledovat výrobní kontinuitu a kvalitu, vyhledávat případné náhodné chyby, periodicky se opakující chyby a jakékoli abnormality. Na základě statistických analýz lze odhalit i interferenční chyby a včas na ně upozornit nebo jinak na ně reagovat. Speciální karta dpsReality zpracovává data nezávisle, počítač používá pouze jako hostitelské prostředí. Systém lze pružně přizpůsobit do různých dalších specifických provozů. Tento modulární systém je podkladem pro návrh systémů podle požadavků uživatele.

Základem celého systému je statická, dálkově řízená televizní kamera, převodník a zpracovávací a vyhodnocovací modul. Na přání lze systém rozšířit o korekční modul, případně o interface, pro komunikaci s výrobním zařízením. Systém lze rovněž modulárně rozšířit na snímací straně na základě požadavků uživatele na přesnost, rozlišení, rychlost výrobního procesu, šířky záběru a podobně.

Analýza vstupních dat je na obou složkách signálu (barevné i jasové) prováděna v několika fázích a to jak prostým porovnáváním od stanovených hodnot, tak i statickými výpočty a systémovou analýzou.

Výstup systému je opět modulární. Může jím být pouze pasivní výstup ve formě textových či grafických dat na monitoru, nebo rozšířen o možnost protokolárního výstupu v tištěné či elektronické podobě podle potřeby. Systém lze opatřit interfacem pro komunikaci s výrobním zařízením a s jeho pomocí aktivně zasahovat do výrobního procesu.

Použití nástrojů fraktální geometrie pro analýzu obrazu je zcela původní. Ostatní systémy jsou založené na určení topografické mapy optické hustoty (logaritmus stupně šedi) a analýze velikosti specifikovaných vad. Systémy běžně používají černobílé kamery.

Význam navrženého systému lze spatřovat v obecném řešení vztahů – v zobrazování a vyhodnocování přímo na výrobním stroji, v možnosti nalezení příčin nesrovnalostí a návrhu zlepšení pro danou aplikaci. Způsob řešení má obecný vědecký význam. Uplatnění systému i způsobu řešení lze očekávat nejen v dalším výzkumu (v současné době je na nich postaveno zadání 6 diplomových prací a 2 doktorských prací), ale i v jeho využití v praxi. Vědecko-výzkumné poznatky jsou v souladu s vývojem digitálního zpracování obrazu.

2.6 Poděkování

S vděčností děkuji všem spoluautorům prací, které jsem prezentovala jako součást habilitační práce i těm, kteří mne podpořili a vyslovili mi důvěru v rámci řešení. Čestně prohlašuji, že ve všech případech byl můj podíl na přípravě, realizaci a interpretaci výsledků větší nebo stejný jako všech spoluautorů.

PŘÍLOHA
Vybrané publikace

PŘÍLOHA A

Kopie práce č. 1 (podle souhrnu)

Chrpová, E., Němeček, P.
Schall-und Schwingungsmessung zur Bertteilung des Einstichprozesses bei Nadelfilzmaschinen. Melliand Textilberichte 77(1996), 3, ISSN 0931-9735, p.122-124.

Schall- und Schwingungsmessung zur Beurteilung des Einstichprozesses bei Nadelfilzmaschinen

Ing. Eliska Chrpová, CSc., Ing. Pavel Nemecek, Liberec, Tschechische Republik

Das Ziel der Untersuchung ist es, den Einfluß von Avivagen und ihrer Konzentration auf die Größe der Einstichkräfte bei Nadelfilzmaschinen zu ermitteln. In der ersten Etappe wurden Lärmemission und Schwingung des Rahmens in der Nähe der Nadelzone gemessen. Die Höhe des Schall- und des Schwingungspegels ist proportional zur Höhe der Einstichkräfte. Als Meßsystem wurde ein Zweikanalsignalanalysator Brüel & Kjaer Typ 3144 benutzt. Ein Kriterium für die Bewertung der eingesetzten Nadelvlies-Avivagen sind Schall- und Schwingungsmessungen. Diese sind einfach und schnell zu realisieren. Die Meßergebnisse dienen vor allem für den Vergleich mit der Einstichkraft, die an den einzelnen Nadeln direkt gemessen wird.

Textilmaschinen verursachen nach außen unterschiedlichen Lärm. Es ist möglich, ihn durch geeignete Aufstellung der Maschinen und durch die Beeinflussung des technologischen Prozesses zu vermindern. Bei den Vernadelungsmaschinen kommt es beim Einstich zur Beanspruchung der Verfestigungsnadeln, in denen Einstichkräfte entstehen. Darum wurden die Einstichkräfte gemessen [1 bis 4].

Durch Eingriff ins technologische Verfahren, d. h. durch die richtige Wahl der Verfestigungsnadeln, passend zum Faservlies, und durch geeignete Nadelvlies-Avivagen ist es möglich, die Reibung Faser-Faser oder Faser-Nadel zu verändern und damit die Beanspruchung der Verfestigungsnadeln zu vermindern, die Produktivität zu erhöhen, die Festigkeit des Nadelvliesstoffes zu verbessern, die Beschädigung der Fasern zu vermindern sowie den Charakter der Oberfläche des Nadelvliesstoffes zu verbessern.

Die beim Einstich entstehenden Kräfte werden in die Konstruktion der Maschine übertragen und damit erhöhen sich die Schwingungen und der Lärm der Maschinen [5]. Wenn die Vernadelungsmaschinen nicht mit einer Einrichtung zur Messung der Einstichkräfte ausgerüstet werden, empfiehlt sich die einfache und schnelle Beurteilung der Größe der Einstichkräfte durch die Messung von Schall und Schwingung, die den Einstich begleiten.

Die Differenz zwischen Schall oder Schwingung der Maschine beim Einstich und beim Leerlauf ist die Größe von Schall oder Schwingungen, die beim Durchgang der Verfestigungsnadeln bewirkt werden. Zu dieser akustischen Methode haben uns die Hersteller der Filter- und Geotextilien angeregt. Sie forderten uns auf, den Einfluß der Konzentration der Avivage auf den Einstich zu ermitteln.

1. Meßmethode

Mikrofon und Schwingungsaufnehmer wurden so nahe wie möglich in einer vorher erprobten Lage zur Lochplatte angebracht. Dieser Meßpunkt war eine Kompromißlösung für ein genügend starkes Signal und die richtige Aufnahmerbefestigung und blieb während der Messung unverändert. Das Mikrofon wurde horizontal 20 mm von dem Nadelbrett links in Richtung der Vliesbewegung angebracht. Der Schwingungsaufnahmer wurde auf dem Rahmen der Labormaschine, nicht weit von der unteren Lochplatte angebracht (Bild 1).

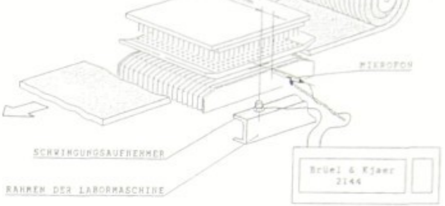


Bild 1 Anbringung der Meßaufnehmer

Für die erste Meßetappe wurde die Oktavbandfrequenzanalyse gewählt. Das Meßgerät war auf die lineare Mittelungszeit von 20 s mit manueller Triggerung geschaltet. Das ganze Meßsystem wurde vor und nach der Messung kalibriert und es wurde keine Abweichung festgestellt. Die Messung von Schall- und Schwingungspegel erfolgte gleichzeitig. Zuerst wurden Pegelmessungen der Labormaschine beim Leerlauf durchgeführt. Nachher wurde auf das Faservlies mit Hilfe einer Spritzpistole die vorgegebene Konzentration Avivage gespritzt und das Faservlies zwischen die Lochplatten der Maschine eingeführt. Danach erfolgte die Frequenzanalyse. Die gemessenen Pegel wurden direkt mit der Meßgerätesoftware verarbeitet, gespeichert und mit einem PC weiter verarbeitet und abgebildet. Aus den vielen gemessenen Spektren für die Labormaschine wird der Einfluß von Avivagen im Hochfrequenzband (1 kHz bis 16 kHz) deutlich. Im Frequenzband bis 1 kHz herrschen Lärm und Schwingungen vor, die mit dem Antrieb der Maschine zusammenhängen.

Fortsetzung von Seite 121

Danksagung

Wir danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung dieses Forschungsvorhabens (AiF-Nr. 6870), welche aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen erfolgte. Außerdem danken wir der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. (GuT) für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

[1] Bonn, B.; Münzner, H.; Emissionen bei der Druckwirbelschichtfeuerung In: VDI Berichte 715; Druckaufgeladene Wirbelschichtfeuerung; Düsseldorf 1989
[2] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) - TA Luft - vom 27. Februar 1986 (GMBl. S. 95, 202); Bonn 1986
[3] Ewes, I.; Untersuchungen der Schadstoffemissionen einer Druckwirbelschichtfeuerung; Dissertation; RWTH Aachen 1991
[4] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft; vom 10. Oktober 1994 (BGBl. I 66; S. 270 ff); Bonn 1994
[5] Knienow, E.; Zatta, Th.; Schriftliche Mitteilung der Rheinischen Kalksteinwerke GmbH Wülfrath; Wülfrath 1994
[6] Liebel, P.; Gerger W.; Nutzen und Grenzen beim Einsatz von Sekundärstoffen DVZ-Kongreß Düsseldorf 27.9.-1.10.1993; Zement-Kalk-Gips 46. 1993 Nr. 10; S.632 ff.; Wiesbaden 1993
[7] Meier, H.J.; Rehwinkel, H.; Schulz, A.; Umweltverträgliche Kraftwerkstechnologie für Wärme- und Stromerzeugung; Mitteilung Nr.234 Deutsche Babcock; Vortrag anläßlich des Symposiums: The Efficient Combustion of Coal New Technologies for Power Generation and Industrial Plant; Berlin 1991
[8] Michel, W.; Wirbelschichttechnik in der Energiewirtschaft; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie GmbH; Leipzig 1992
[9] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23. November 1990 (BGBl. I S. 2545, 2832); Bonn 1990

Zusammenfassung der Meßmethode

1. Messung des Hochfrequenzspektrums des Lärms und der Schwingungen der Labormaschine beim Leerlauf.
2. Fortschreitende Auftragung der verschiedenen Avivagekonzentrationen auf die Vliesprobe und gleichzeitige Messung des Lärm- und des Schwingungsspektrums.

Die Differenz der Pegel im Spektrum wird mit Formel 1 ermittelt.

$$L = L_{vliesprobe} - L_{leerlauf}\ [dB] \qquad (1)$$

Die Wahl der optimalen Avivagekonzentration wird nach dem resultierenden Spektrum ermittelt.

2. Experimenteller Teil

Als Beispiel für die Anwendung dieser Meßmethode wurde eine Kombination von Material und Avivage mit deutlicher Abhängigkeit vom abstrahlenden Lärm und der Schwingung ausgewählt (s. Tab.).

Tabelle Versuchsdaten	
Materialdaten	
Materialeinsatz	Mischung aus PP-Fasern (1:1:1) 3.9/60; 6.7/60; 17/90 [dtex/mm]
Avivage	Viscosil ASB Hersteller: Dr. Th. Böhme Applikation: Bettmischung durch Einsprühen des Faservlieses
Maschinen- und Technologische Daten	
Musterkrempel	100 cm Arbeitsbreite mit Quertäfler
Vernadelung	
Nadelmaschine	R 02 Hansa
Arbeitsbreite	1350 mm
Nadeldichte	23 Nadeln je cm Arbeitsbreite 1200 Nadeln/1 m
Filznadeln für	
Vorvernadelung	Igla 15 x 18 x 36 x RB x 3.5"
Einstichtiefe	10 mm
Einstichdichte	40/cm²
Hub	70 mm
Hubzahl	180/min
Nadelanordnung	diagonal
Nadelung	
Labornadelmaschine	Povázské strojírny
Arbeitsbreite	500 mm
Nadeldichte	13 Nadeln je cm Arbeitsbreite
Gesamtzahl der Nadeln	585
Filznadeln für Nadelung	Igla 15 x 18 x 36 CB x 3.5"
Einstichtiefe	13 mm
Einstichdichte	150/cm²
Hub	60 mm
Hubzahl	180/min
Meßapparatur	Brüel & Kjaer
Zweikanal-Echtzeit-	
Frequenzanalysator	Typ 2144
Meßmikrofon	Typ 4165
Mikrofonvorverstärker	Typ 2639
Akustischer Kalibrator	Typ 4230
Schwingungsaufnehmer	Typ 4384
Schwingerreger für Kalibrierzwecke	Typ 4294
Software	Typ 7667

3. Ergebnisse und Diskussion

Die angewendete Schall- und Schwingungsmeßmethode beim Nadeleinstich ist effektiv und schnell. Mit diesem Verfahren ist es möglich, den Einfluß des zu verarbeitenden Materials, die Wahl der Nadeln, Masse des Vlieses, Oberflächenappretur der Faser, Farben usw. zu testen. Diese Methode kann darüber informieren, ob der richtige Typ und die geeignete Feinheit der Nadeln gewählt wurde, die Nadeln zu abgenützt sind und die Verfestigung der Fasern richtig ist.

Aus den Meßergebnissen ist ersichtlich, daß die geprüfte Avivage die Einstichkraft proportional zur Konzentration beeinflußt. Mit der Applikation von Avivage mit der Bettmischung wird die Verarbeitung auf der Krempel besser und damit die Gleichmäßigkeit des Vlieses [6].

Die Änderung der Konzentration von 0 % auf 25 % beeinflußt den Lärm von 3 bis 5 dB (Bilder 2 und 4) und die Schwingung bis 7 dB (Bilder 3 und 5).

Die Senkung der Schall- und Schwingungspegel im Vergleich mit dem Vlies ohne Avivage ist bis zu einer 25%-Konzentration gelungen, was aber in der Praxis nicht realisierbar ist. Festigkeit und Dehnfähigkeit in den beiden Richtungen längs und schräg ist etwa um 100 N bei dem Vliesmuster, das mit Wasser eingeweicht wurde, gesunken. Nach Einsatz von Avivage sank die Festigkeit weiter. Die Dehnfähigkeit beim eingeweichten Vlies und beim Muster mit Avivage ist niedriger als beim unbehandelten Vlies. Die Dehnfähigkeit beträgt beim behandelten Vlies 102 bis 118 %, beim behandelten Vlies 82 bis 90 %.

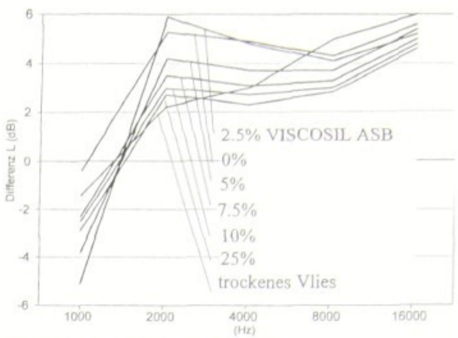


Bild 2 Meßergebnisse - Lärm

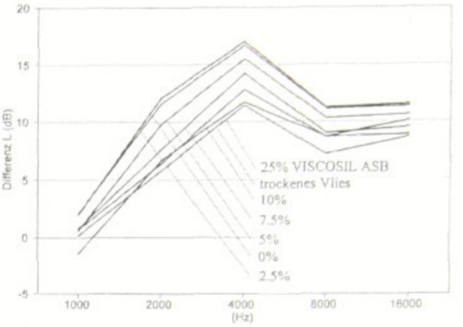


Bild 3 Meßergebnisse - Schwingung

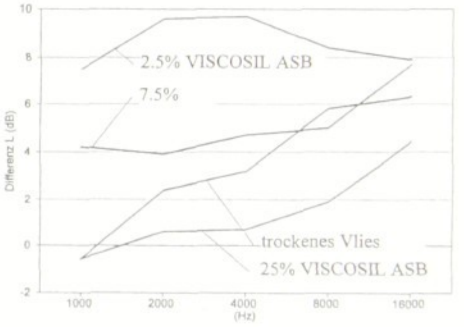


Bild 4 Meßergebnisse für die Bettmischung - Lärm

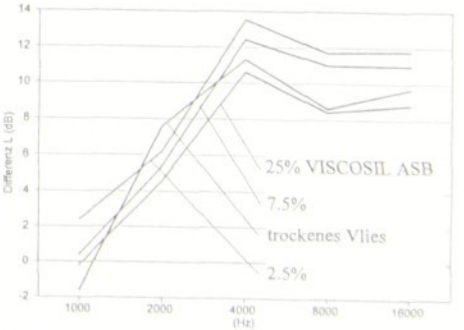


Bild 5 Meßergebnisse für die Bettmischung - Schwingung

Literatur

[1] *Tänzler, W.*, Z. ges. Textilind. 73 (1971)

[2] *Tänzler, W.*, Textil-Praxis 28 (1973) S. 45-48

[3] *Mrstina, V., Fejgl, F.*, Textilní technologie vpichování. SNTL Praha, 1982.

[4] *Krcma, R., Chrpová, E.*, Stroje a mechanická technologie netkaných textilií. VSST Liberec, 1983.

[5] *Runa, B., Nemecek, P., Chrpová, E.*, Merení hluku a vibrací vpichovacího stroje. VSST KNT Libérec, 1991.

[6] *Dvoráková, L.*, Studium moznosti snízení vpichovacích sil u vpichovaných filtracních textilií. VSST KNT Liberec, 1992.

[7] *Zikmundová, J.*, Vlastnosti filtracních textilií., VSST KNT Liberec, 1992.

[8] *Hassal, J. R., Zaveri, K.*, Acoustic noise measurements. Brüel & Kjaer, Naerum 1988

PŘÍLOHA B

Kopie práce č. 15 (podle souhrnu)

Chrpová, E., Němeček, P.
The advantage of the acoustic method for optimising needle punching process. In: Proceedings of the 5th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management – COMADEM'93, UWE Bristol, England, July 1993, ISBN 1-871056-72-1, p. 229-234.

THE ADVANTAGE OF THE ACOUSTIC METHOD FOR OPTIMISING NEEDLE PUNCHING PROCESS

E. CHRPOVÁ, P. NĚMEČEK
Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic

Abstract
This is a paper on the joint project between the Textile and Mechanical Faculties. The object of the work is to develop a method for optimising the needle punching process. The knowledge, that the needling process is accompanied by noise radiation can lead to a method of optimisation.

In this paper we attempt to clarify how changes in the needle punching process cause corresponding changes in the acoustic energy transmitted to the working environment. Thus our recommended method of optimisation - the acoustic method. The necessary measurements are made with a Brüel & Kjær's Dual-Channel Frequency Analyser Type 2144. Selected measurements are provided as means of documentation.

1 Introduction

Needle punching is an important and a widely spread technique for producing floor coverings, blankets, paddings, synthetic leather, filtration felts, geotextiles and so on. The needle punching machine works principlelly by the stroking motion of a needle board. The machines are built with working widths from 0.5 up to 16 m with from 1,000 up to 26,000 needles per 1m of working width. The main functional element is obviously the needle, which creates the structure and required properties of a fabric. The properties of these needled fabrics are affected by a number of factors during production. The effects of these factors have been studied theroetically many times[1-3].

A Czech enterprise using the punching process on a machine with a 9 m working width was having particular problems with vibration and noise. The situation was such that noise carried through the air and vibrations through the soil caused considerable problems in the neighbouring residential area. The initial, and unsuccesful, solution was to lay better foundations and place the machine on a vibration absorbing mat. At this time somebody reccomended using lubrication. The producer asked the nonwovens department for help in this.
To aid in our initial investigation of their problem, we used acoustic measurements and in this way developed our acoustic method of describing the forces involved in the needle punching process.

In order to clarify and analyse the background of the whole needling procedure, it is necessary to know the loading weight of the individual needles, which are positioned in various sections of the needle board and the sum of reaction of this

multitude of penetrating needles transmitted into the needle punching machine.

This paper, it is hoped, will enable producers of needle punched nonwovens to improve the needling process, as the forces acting upon the needles affect not only the quality of the needled fabric, but also needle life, machine life and consumption of electricity. In addition to this, a knowledge of penetration force and its effect on a machine helps to create a suitable working environment and eliminate unsafe practice and processes.

This present paper provides general information about the currently used methods of evaluating needling force, then describes the acoustic method and the benefits of this new method and finally introduces some selected measurements.

2 Measurements of noise and vibration for optimizing needle punching process

The needles of the machine are punched in a web of material to create the required structure of needled felt. This punching force places the needles under a compressive force which is transmitted into the framework of the needle machine. The intensity of the forces acting upon the needles depends on the type of a needle, type of fibres, weight of a web, depth of needle penetration and needling density, as well as on the working width, number of needles , their distribution and the condition of the machine. Intensity of the penetration force also depends on the working environment the needled fabrics are produced in.

In order to clarify and analyse the background of the whole needling process, it is necessary to know the size of this needling force.

2.1 The measurements of needling force

There are several different approaches to the measurement of needling force.

The theoretical approach studies the elastic stable equilibrium of the bars (rods) with constant cross- section under the effect of the compressive forces or studies variable cross - section. These formulae are based on the energy method[7].

The direct method of measurement comes up against the problems of locating the sensor or deformation force detector and its effect on the measured values. In this case the force is measured at one definite point on the needle board and doesn't describe the distribution of forces in the whole surface of the needle board and the placement of the needle sensing unit without theoretical foundation.

The indirect method is based on measurement of an auxiliary model of the functional part of the needle machine, which is mounted on dynamometer. The curve of force is recorded. The resultant force is a fraction of the net force and number of needles in the model. Inaccuracy of this method comes from the fact that the measurement is based on simulated reality.

Further method is based on measurement of the energy input of the needle machine by expression of total input of the

machine including all individual items. Changes in the real input however may not always reflect changes in the penetration force. This method requires no special equipment. None of these methods provide results for a prompt solution in real production. Due to the lack of such a method we recommend the acoustic one.

2.2 The recommended acoustic method

The acoustic method is based on the knowledge that reaction power is transmitted into the frame of the needle punching machine. Therefore the whole process is simultaneously accompanied by radiation of noise especially from the needle board. Any change in penetration force immediately results in a change of vibration of the needle loom and a change in the emission of acoustic energy into the working environment. We assume that optimal conditions, that is correct choice of needle with regard to the fibre material, suitable fibre finish, needling density, depth of penetration and so on, will be accompanied by minimum vibration and emitted acoustic energy.

The initial information on the acoustic energy emmited from the machine is gathered by means of the sound intensity technique which measures the flow of acoustic energy over a network of points adjacent to the machine[4,5]. With these measurements we can determine the optimum location for the microphone with which to scan the sound pressure level, which is emitted by the needling process. The intensity of measured sound is provided over a very wide frequency range.

The characteristics of the source appear in a range above 2kHz whilst in the lowest frequency range acoustic properties of the mechanical parts of the machine are present. It should of course be obvious that the optimal position of the microphone and vibration sensor is in close proximity to the working parts of the needle machine.

2.2.1 General procedure of measurement

1. Locating the sensor unit into optimal positions.
2. Measurements of the noise and vibration of machine no-load operation.
3. Measurement of the noise and vibration in various points of investigated dependance.
4. Determination of differences in measurements from the basic measurements made in part 2.
5. Plotting the relation from deal out point.
6. Finding the optimal state from the plotted curve.

2.2.2 The advantages of the acoustic method

1. Speed and simplicity.
2. No disturbance of the working cycle-run.
3. Sufficient accuracy of measuremennt.
4. Contactless measurement.
5. The possibility of measurement on any needle punching machine in good technical condition.

One possible disadvantage could be the basic requsite apparatus, the noise and vibration frequency analyser.

2.3 Application of the acoustic method

The method was first used to give a quick decision as to wether to recommend using lubrication to reduce the forces acting upon the needles and in which concentration such lubrication should be used. This study was carried with a blend of polypropylene fibres. The web weights being 160 gsm. A series of fabrics were produced with a constant 13mm depth of needle penetration and total needling density of 160 needle punches per sq.cm. The lubrication was applied both as sandwich blending and by spraying the surface immediately before the needling process. The results of measurements of the noise and vibration are shown in figs. 1 and 2.

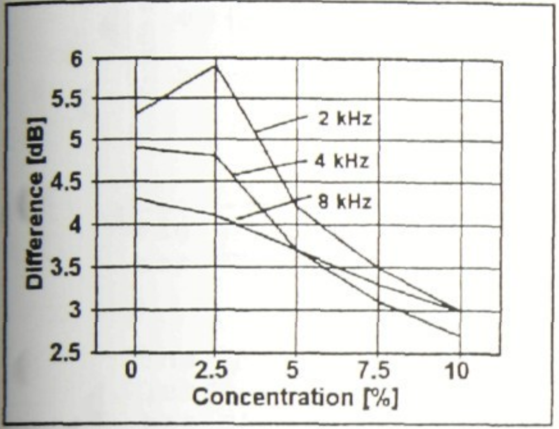


Fig.1 Noise-concentration

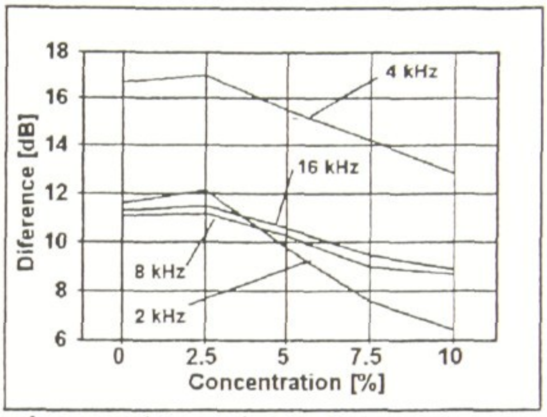


Fig.2 Vibration vs. concentration

In needled felt, the strength is one of the most important properties, because it is an indicator of the entanglement and can tell us how much the fibres are damaged. The fabrics were tested using appropriate standards[6]. Tensile strength was chosen as the main test, carried out transverse to the machining direction as shown in fig. 3. The bursting strength is shown in fig. 4. The results for spraying are shown as an example.

Further application of this method may be measurement of the relationship between the fibre in the web and needling density. The results are shown in figs. 5 and 6. The measurements were carried out with 1.7 dtex 51mm polyester fibre with cross laid webs of constant mass per unit area. Needle punched fabrics were produced with a 15x18x40 RBx3" needle. A series of fabrics were produced with constant depth of needle penetration (11mm) and various needling densities from 1 pass (43) up to 5 passes, i.e. with prenedling of up to approximately 260 needle punches on cm^2.

3 Results and discussion

The difference between the level of noise and the vibration of the needle loom with and without the fibre material is a value dependant on the fibre material. The curves in figs. 1 and 2 show the effect of different concentrations of lubrication on the level of noise and vibration. Both of these characteristics fall with higher concentrations of

lubrication. This reduction however can have an adverse affect on the tensile and bursting strength of the fabric with both methods of lubricant application, as seen in fig.3 and 4.

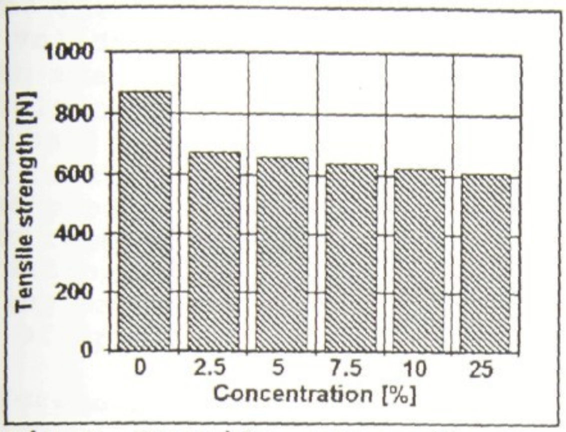


Fig.3 Tensile strength vs. concentration

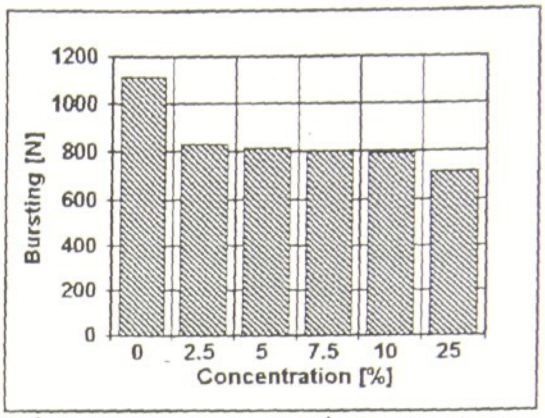


Fig.4 Bursting vs. concentration

The quality of the needle felt is ranked lower when using lubrication, but the hypothesis was ratified. The lubrication has effect but it isn't acceptable, because the properties of the needled felt are worse.

In the further example we investigated the relationship between needling density and fibres in the web. The curve in fig.5 shows that the vibration rises in correspondance to

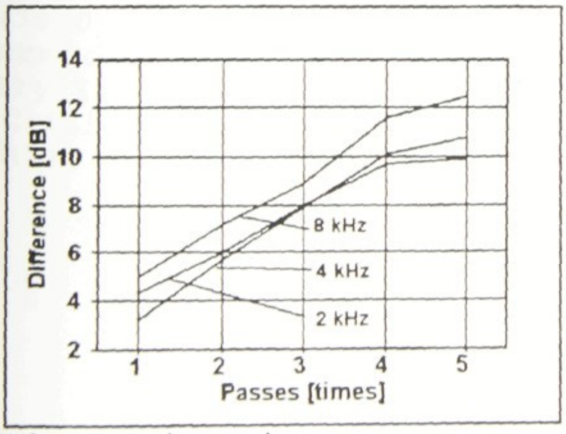


Fig.5 Vibration vs. passes through loom

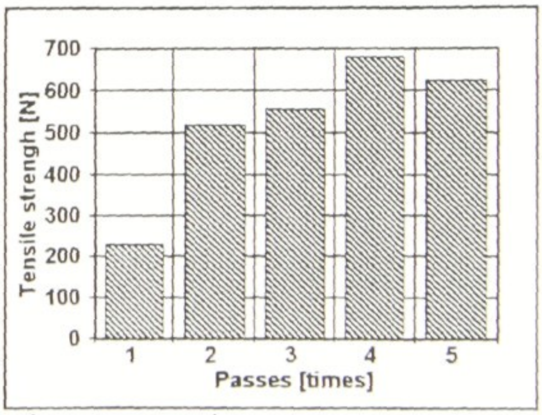


Fig.6 Tensile strength vs. passes through loom

needling density, but with the highest densities it can be seen that this dependance no longer exists in linear terms.

This is due to the fact that there exists a maximum of needling density for each fibre material above which the fibres of the web become damaged. This is because the strength of the individual fibres is lower than frictional force between the fibre caught by the needle and the other fibers of the web.

The strength of the needled felt has the same curve as that of vibration, fig. 6. This also serves to ratify the hypothesis.

The acoustic method has sufficient accuracy and the values of noise and vibration gained from it can tell us quickly and simply what is happening in the needling process.

4 Conclusions

In this paper selected examples from our project have been shown. These examples ratify our hypothesis. All our results were validated by repeating the measurements many times. Thus we can state that the vibration and sound pressure level are equivalent to the needling force. This new acoustic method gives us a better approach to examination the needling process which is suitable for application both in the laboratory and in the production hall.

Our recommended method is only at its beginning, but more information can be expected with further investigation of the needling process. The used such analysis having a much wider scope of applications.

5 References

[1]Tänzler W. (1971) The effect of lubrication of needling felt, Textile-Industrie 73, special copy, pp1-4.

[2]Lünenschloss J., Janitza J. (1971) The effect of needle punching parameter, Melliand textilberichte, pp395-400 and 516-523.

[3]Krčma R., Chrpová E. (1983) Mechanical bonded nonwovens, Manual script, Liberec, pp76-118.

[4]Broch J., T. (1984) Mechanical Vibration and Shock Measurements, K.Larsen and Son A/S, Denmark, pp197-211.

[5]Hassall J., R. (1988) Acoustic noise measurements, K.Larsen and Son A/S, Denmark, pp141-197.

[6]EDANA (1990) European Disposables and Nonwovens Association, Recommended test method, Brussels, pp12-15, 32-35, 50-52.

[7]El-Hawary I.A. (1989) A Simplified Formula for Calculating the Critical Load of the Needles Used in the Needle - punching Machine, J.Text.Inst., pp579-584.

PŘÍLOHA C

Kopie práce č. 19 (podle souhrnu)

Chrpová, E.
Optimisation of the sewing process. In: Proceedings of the 9th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management- COMADEM'96, Sheffield. Academic Press, England. ISBN 1-85075-635-X, p.509– 518.

OPTIMISATION OF THE SEWING PROCESS

E.Chrpova
Technical University of Liberec, Czech Republic

ABSTRACT

The technology of clothing production is almost entirely based on sewing making it one of the important manufacturing processes. The productivity of the sewing process depends to a large extend on the frequency of the thread breakage. The paper describes an investigation into the reasons for the thread breakage on the basis of analysis of the sewing mechanism and the assessment of the sewing forces. The described analysis shows that monitoring of vibration during the process can provide valuable information and can lead to improvements of the process.

INTRODUCTION

Sewing is one of the oldest manufacturing processes. Finds of needles several thousands of years old made of animal bones clearly demonstrate this fact. For a long time sewing was an entirely manual process. In 1830 a French tailor Barthelemy Thimmonier made the first practical sewing machine and in 1848 he sold the patent of the machine to a Manchester company. This machine made chain stitches-a series of interlocking loops made of one thread. In 1833 an American inventor Walter Hunt designed a machine which produced a lock stitch from two threads. This was an ancestor of the treadle machine designed by another American, Isaac Merrit Singer in 1851. Singer's machine was a runaway success [1].

The present machines employ the same principle but are driven by electric motors and are much faster. In sewing as in any other present day manufacturing process the emphasis is on quality and

productivity. The quality of the sewing process depends on the selection of the thread and needle and on setting of the machine. Sewing thread is one of the most important parts of the product because it affects to a large extend the quality of stitches and therefore the practical and aesthetic value of clothing.

The productivity is dependent on the machine speed. The present automatic machines are running at speeds of over 5000 RPM, almost 90 stitches per second. The productivity also depends on the frequency of breakages of the sewing thread; every breakage introduces a delay in the process. Sewability, the parameter characterising this phenomenon, is usually defined as average time between two successive breaks but it can be also expressed as a number of failures in a certain time interval or a number of thread breakages per certain length of thread.

There are various well specified tests for the assessment of sewability. They all specify the test conditions (sewn material, brake setting, speed) and evaluate either the time between failures (about 20 failures to provide reliable statistical sample) or a number of failures per 100m of thread.

Militky and Kovacic [2] investigated statistical evaluation of the test data and identified a problem of representing the typical test results by a suitable distribution-probability density function (pdf). Fig.1, based on their results, shows the same test data represented by three distributions: kernel, normal (gaussian) and Gumbell. The parameters of the functions (integrated pdf) were based on a least squares fit of the test data. The authors concluded that the Gumbell distribution represents the test data best. The figure also shows a significant

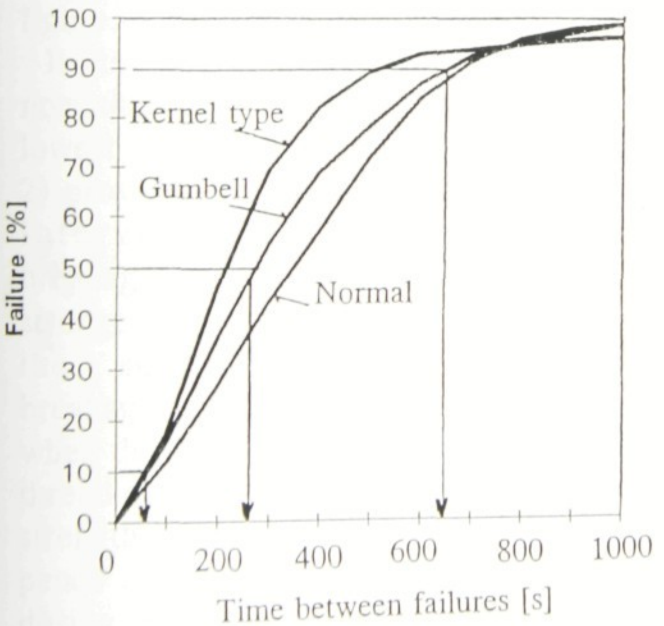


Fig.1. Time between thread failures

variation of the test data. According to the figure in 50% of cases the thread breakage occurs in less than 260 s (4.3 minutes) while in 10% of cases the time is less than 60 s (1 minute). In 10% of cases the thread lasts more than 630 s (10.5 minutes). There is a considerable random element in the thread failure interval.

The authors also investigated the thread failure of three different threads. The results of these tests shows that differences are significant and can be clearly identified.Three tested threads were as follows:

thread 1	PES staple yarn	strength	9.51 N
thread 2	PES staple yarn	strength	9.18 N
thread 3	core yarn PES/cotton 70/30	strength	16.16 N

Probability density curves of sewability (Gumball distribution) for these threads are shown in fig.2. The median of the distributions which, according to the authors, provide the best parameter for assessing sewability is also quoted in the figure.

It is interesting to note that the thread of lowest strength (thread 2) provides the longest interval between breakages while the strongest thread (3) had the shortest. The breakage clearly occurs when the force in the thread exceeds the thread strength. The force depends on friction and both these factors show significant variation during the sewing process. The frictional resistance results also in significant heating of the needle so that there is also a temperature effect. Before the effect of all these factors can be assessed the mechanism of the sewing process must be analyzed in detail.

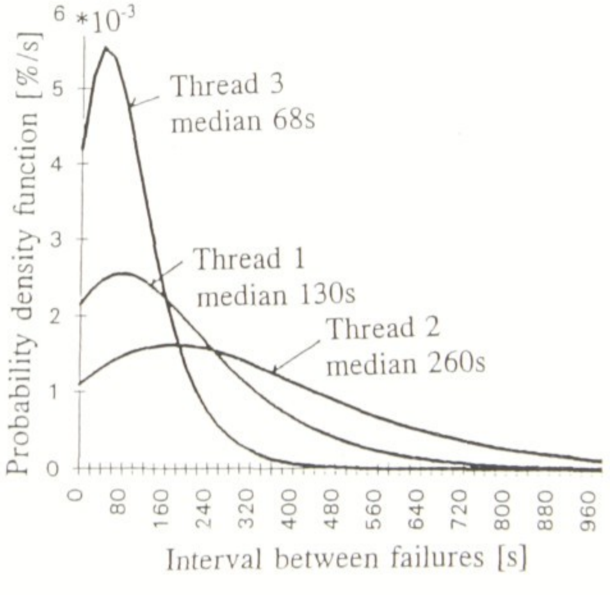


Fig.2 Probability of failure

At the beginning of each sewing stroke the needle approaches and then penetrates the layers of the sewn fabric pulling the thread in. The situation is shown in fig.3a. There is a friction between the thread being pulled in (shown on the left of the needle) and the fabric. The movement of the thread is shown in dotted lines, the forces in solid lines. The thread above the fabric is loose because the tensioning lever moves down faster then the needle. There is also friction along the surface of the needle eye. The tension on the right side of the needle (side of the finished stitches) is therefore $F_{T1} = F_{fric} + F_{B1}$.

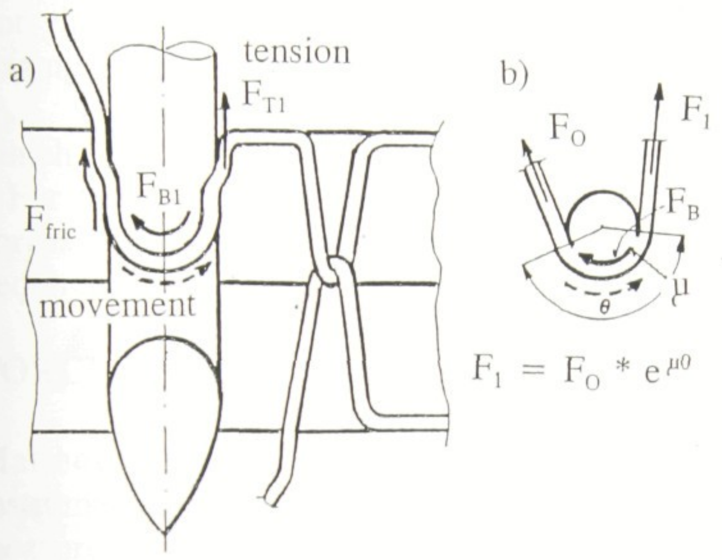


Fig.3. Needle penetration.

The friction in the needle eye can be assumed to conform to the theory of the belt like friction over a cylindrical segment (fig.3b). The relationship of forces is governed by the formula quoted in the figure. For angle **0** = 180° (PI) and coefficient of friction **u** = 0.2 the ratio of forces is 1.8. The tension force shown in fig.3a is therefore $F_{T1} = 1.8 * F_{fric}$. The frictional force probably increases with needle penetration. This can be only determined experimentally. It must be also noted that the radius in the needle eye is small and introduces considerable bending stress in the thread. The temperature of the needle tip can also reduce the thread strength.

During the stitch formation, threading of the looper thread through the needle thread, the thread is loose and the tension is low. In the second part of the stroke the needle and the thread are pulled up through the fabric tightening the stitch. At the uppermost part of the

stroke (fig.4) the stitch is tight but the tensioning lever is still moving up. This movement pulls additional thread required for the next stitch through the brake. The situation is similar to the previous case. The tension in the thread for the conditions quoted above as an example can be calculated as $F_{T2} = 1.8 * F_{Bra}$. This is also the maximum force which tightens the thread.

For the quantitative assessment of the forces an experimental investigation is required.

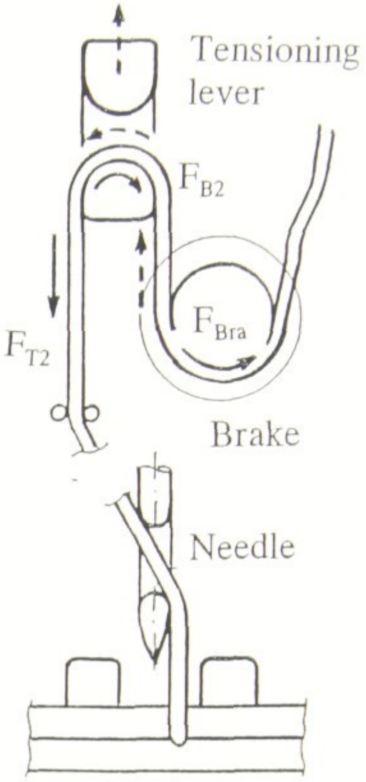


Fig.4. Thread tensioning

FORCES IN THE SEWING PROCESS

Matthews and Little [3] have instrumented a sewing machine for the measurement of forces. Transducers were mounted directly on the presser bar and the shaft of the needle bar which is of special interest. The data were recorded on two channel oscilloscope and transferred on a PC. The inertia forces in the needle bar were dominant. However, they were determined during a run without sewn material and subtracted from the recorded results. Typical example of such

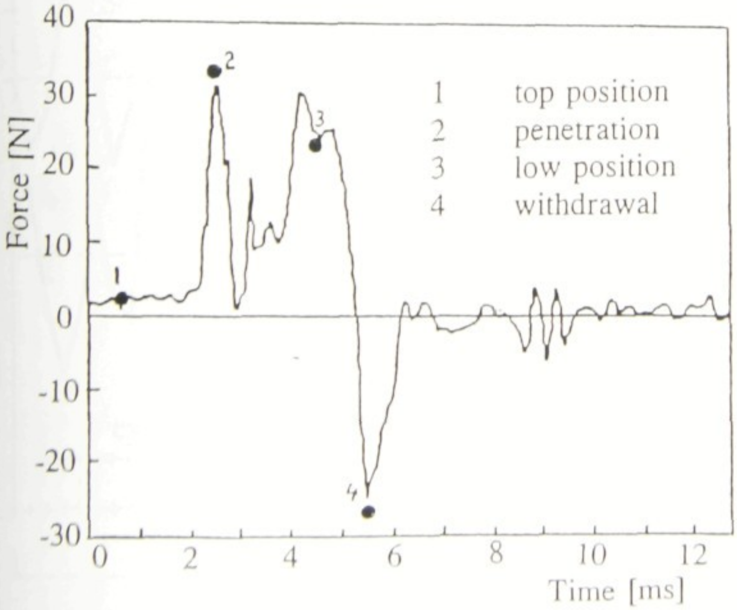


Fig.5. The sewing force (needle bar).

modified record is shown in fig.5. As can be seen in the figure the forces during needle penetration were about 30 N and during withdrawal about 25 N. The authors wanted to test their system with different materials so that this record corresponds to sewing of 2 ply paper. The character of the record seems to indicate that the transducer measured in fact the vibration in the needle bar excited by the impact of needle penetration. The resistance during the penetration is expected to be less varied during the stroke.

The paper also describes tests involving sewing various types of denim and gives values of maximum forces during the penetration and withdrawal as well as work required during a cycle. The results for sewing five types of 2 ply denim were recalculated (SI units) and are given below:

Max. penetration force	12.5 to	25.5 N
Max. withdrawal force	-10.5 to	-21.0 N

The author [4] provides information about the tension in the sewing thread during a cycle. According to this information the tension in the thread is the highest during needle penetration and reaches 1.5 N. The tension during tightening of the stitch is lower reaching approximately 1N. The low levels of tension are surprising in view of the thread strength (usually above 6 N) and the fact that there are comparatively frequent breakages in the thread. This can be perhaps at least partly explained by additional stresses caused by the thread bending over a small radius and

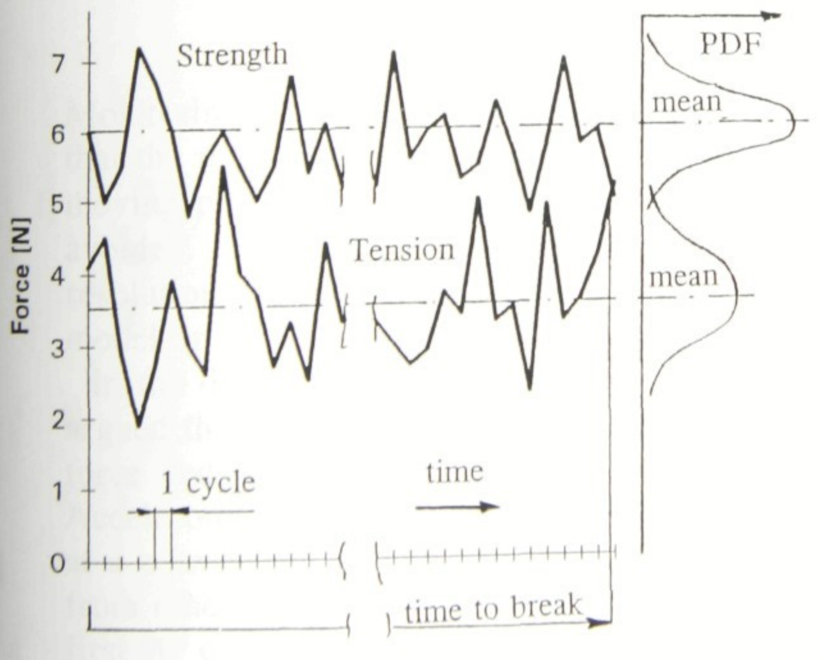


Fig.6. Model of thread failure process.

by high needle temperatures of the needle in high speed sewing. It is also clear that there are considerable random variations of the tension and strength of the thread round their mean values. The thread is not perfectly uniform and its strength varies along its length and is therefore different in each cycle. This is shown in a hypothetical case in fig.6. Also shown in the figure is the variation of tension round its mean value. This is due to inherently variable value of friction but the thread non-uniformity also plays a part.

When the tension is higher than the strength the thread breaks. Variations of both these parameters can be expressed by probability density functions (pdf). Interaction of these functions determines the probability of thread breakage. This probability, expressed in percentage terms, is very small. Mean time of breakage of 5 minutes with sewing at 3000 RPM (50 Hz) corresponds to the probability of thread failure in a stitch of 0.007 %.

In case of frequent thread failure there are measures to be taken (reduction of friction by needle coating, thread selection, machine adjustment). It must be possible to evaluate the effectiveness of these measures by a simple means. Researching a problem with such a low probability requires considerable amount of data and could be very time consuming. An alternative to obtaining data by a special test is process monitoring.

PROCESS MONITORING

Monitoring of production processes must be designed in such a way that the productivity of the process is not reduced. Transducers on moving parts usually results in reduction of reliability and are best avoided. Monitored signals must be meaningful and provide good resolution and repeatability. Results are interpreted using the process model or on the basis of experience.

In the described work a vibration measurement was chosen. It is argued that the vibration is excited by the impact of the penetration force and its magnitude should reflect the magnitude of the force. Accelerometers are robust and reliable and small enough to be fitted at a convenient location. In order to reduce the effect of vibration from other forces (inertia forces of the needle bar, bearings etc) the first 90° of rotation where needle penetration occurs was chosen as a gate. The schematic diagram of the measuring arrangement is shown

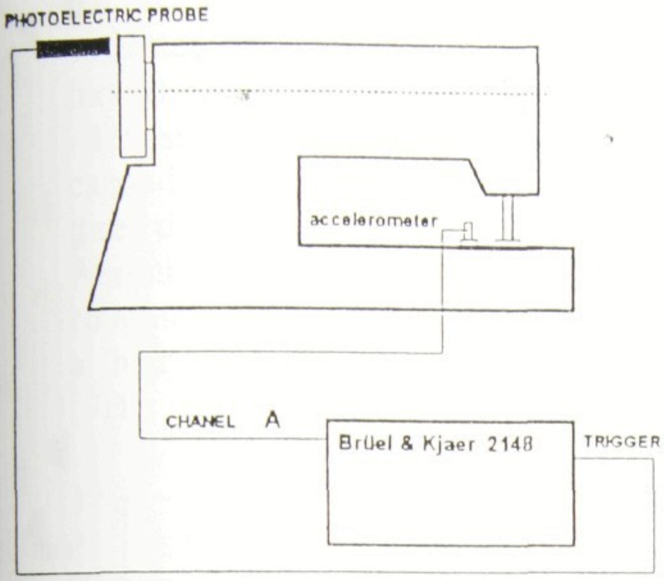


Fig.7. Measuring arrangement

in fig.7. As can be seen in the figure the gating was facilitated by a photoelectric probe. One octave frequency analysis was then carried out and the frequency band showing the highest sensitivity (1.6kHz central frequency) was then selected to represent the measurement.

Two tests were carried out. The effect of carbon coating of needles was investigated in the first test. The sewn material was denim and leather. Carbon coated needles of several specifications were used, untreated needle was used as a reference. No thread was used in this test.

The results on two layers of denim are shown in figure 8a. The results clearly show that the untreated needle produces the lowest vibration and can be therefore judged to have the lowest resistance against penetration. Sewing of leather produced different results which are shown in fig.8b. On leather the use of untreated needle resulted in

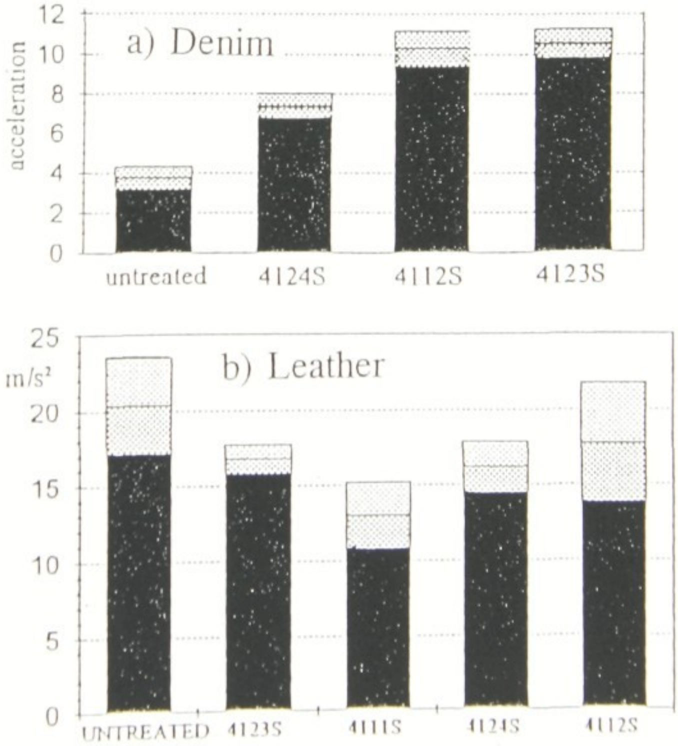


Fig.8. Effect of needle coating.

the highest vibration level The carbon coated needles produced consistently lower vibration levels (the dotted area in the bar chart indicates a scatter of results in repeated tests).

Investigation of the effect of different thread specification was carried out in the second test. The sewn material was Domestic and three different types of thread were used: Aeronit, Tebex and Belux. Aeronit can be characterised as having structured surface with higher roughness, Tebex has smoother surface of cotton fibres and Belux has a 'hairy'surface resulting from short silk fibres in the outer layer.

The test results are shown in fig.9. As can be seen in the figure there are significant differences in sewing with these threads. Sewing with Aeronit resulted in the lowest vibration level and sewing with Tebex produced the highest vibration.

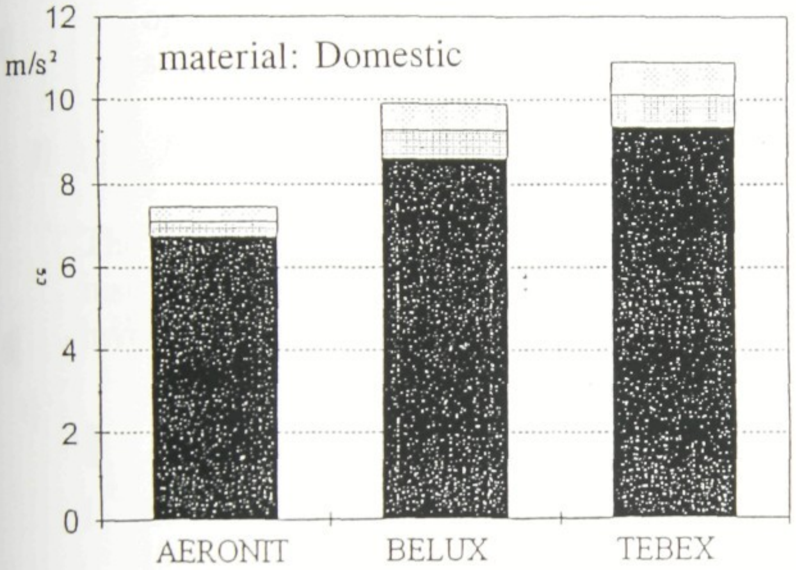


Fig.9. Effect of different threads

The tests have shown that the resolution, sensitivity and repeatibility achieved by the method. To arrive at definite conclusions the results of monitoring must be related to the results of quality inspection and to the results of sewability, frequency of thread failure.

The monitoring system does not need an expensive spectrum analyzer which was used in the investigation. While the flexibility and universal character of the analyzer is invaluable during the tests once the conditions and suitable parameters are specified (frequency range, sensitivity, gain) much cheaper single purpose instrument can be designed and built.

CONCLUSIONS

* Time to thread failure is very important for sewing productivity.
* There is a large scatter in individual values of the time to thread failure and statistical evaluation is necessary for reliable results.
* The failure of threads depends on statistical variation of thread strength and variation of sewing forces.
* It is rather difficult, especially in production environment, to measure the forces directly but a monitoring of vibration can provide a convenient indication of force levels.
* Results of vibration monitoring can be useful for early optimisation: selection of the needle and thread and machine setting.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank P.Nemecek for his help with instrumentation and measurement and L.Bakesova for her involvement with testing.

REFERENCES

1. Reader's Digest,"How is it done", *Reader's Digest Association,* 1990
2. J.Militky, "Modelling of time to Failure of Sewing Threads", *Proceedings of Textile Science,* 93, (2), 1993, 604-609.
3. A.Matthews, T.J.Little, "Measuring Sewing Machine Forces at High Speeds", *Textile Research Institute,* (6), 1988, 383-391.
4. E.Chrpova, P.Nemecek, "Use of acoustic noise emission for the optimisation of the sewing process", *Proceedings of COMADEM 95,* Canada, 1995.
5. L.Bakesova, "Use of acoustic method in determining sewability", *MSc project report, Textile Faculty, Technical University of Liberec, 1995*

PŘÍLOHA D

Kopie práce č. 25 (podle souhrnu)

Chrpová, E.; Trmal,G.J.; Hotař, V.:
A Fast Image Processing Method for Quality Control of Textiles. In: Proceedings of the1st International Conference on Advanced technologies for Developing Countries, ATDC'02, September 12.–14. 2002, Slavonski Brod, Croatia. ISBN 3-901509-32-369-374, s.369-374.

1st DAAAM International Conference on
Advanced Technologies for Developing Countries
September 12-14, 2002
Slavonski Brod, Croatia

ATDC'02

A FAST IMAGE PROCESSING METHOD FOR QUALITY CONTROL OF TEXTILES

E. Chrpová, G.J. Trmal and V. Hotař

On-line Evaluation, Visualisation, Fractal Analysis, Quality Control, Uniformity of the Flat Textiles

1. Introduction

Our research work focuses on the development and application of the means for computer image analysis of dynamic processes. The goal is to affect the quality of the products.

The work was intended to develop a suitable software toolbox, complete with hardware equipment, measurements of production processes, and analyses of the measurements from a weaving process, a carding process, a paper production process and others.

For monitoring and obtaining parameters of analysis, we use three software tools that were developed in house named "Noviscam technique" - fractals, CIE colour space, and statistic measures. There are two distinct requirements for the algorithms. Firstly, they must be flexible enough to enable the best parameters for analysis to be selected and compared with others methods. Secondly, they must be fast enough for on-line control. Data can be analysed using various methods. The investigation considered new approach using fractal analysis (2,3,6) in comparison with conventional statistical method.

For the analysis a data record from CCD camera was used. Shots were transmitted to a computer as a data record and analysed. Images in a digital form are represented as matrix with values of pixels, and on the images windows are designed. Average values of pixels in the windows are read from images. The values are saved, and create time series. These time series are analysed by fractal analysis, CIE colour space and statistical analysis (4,5).

Our investigation confirmed that many production processes could use the same principles of analysis in its processes. Our research shows the possibilities of application of three software tools in various textile processes. Our activity in this problem was supported by the project EU Inco-Copernicus – Noviscam, Erbic 15CT960700.

2. Noviscam technique

The entire principle for the monitoring process, for the generation of the time series, for the estimation of a fractal dimension of the series and for analysis of the fractal dimension we can names as: "NOVISCAM Technique". The technique can be divided into "hardware" and "software" solution.

2.1 Hardware

The technology of the production process is scanned with a high-speed CCD camera, digital CCD camcoder or CCD video camera. Shots are transmitted to a computer as a data record. Results of the analysis are transmitted to a Control Electronic Unit (CEU), Fig.1.

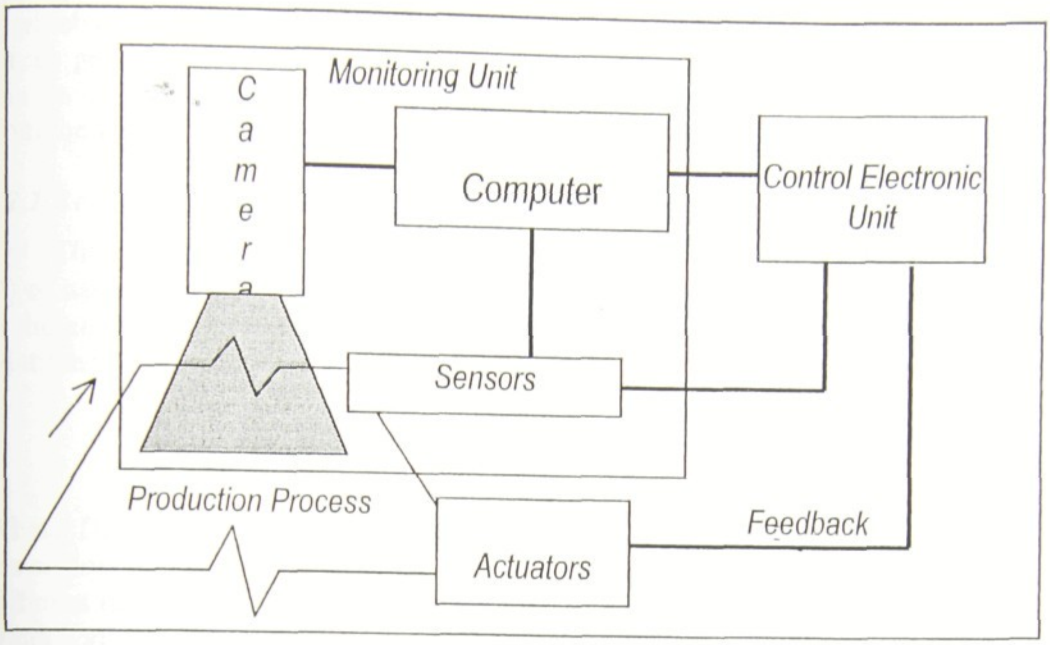


Figure 1. Noviscam hardware

2.2 Software

The computer shows the data record as single images. The images in digital form are represented as matrices with values of pixels, and windows are created over the images (Fig.2). The windows are located in important positions of the production process. This means that only some parts of the scanned production process are critical for production process (for quality of process, for obtaining a required product). Average values of pixels in the windows are read from the images. The values are saved, and these create a time series in time (signals). The fractal dimension from the time series can be estimated, for example, by using R/S analysis.

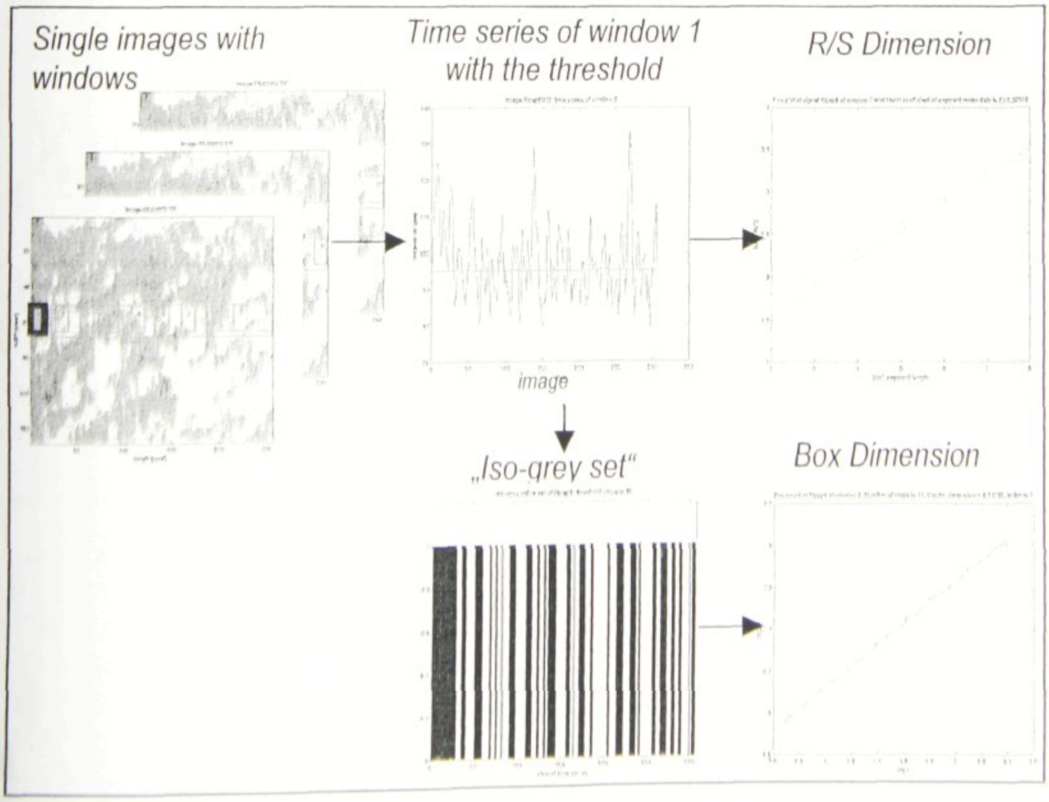


Figure 2. Elaboration of time series from single images and estimations of the fractal dimension – "software"

The "iso-gray set" can be generated by setting a suitable brightness threshold and making the time at which the brightness of the set average crosses this threshold. The fractal dimension of the points set, so generated, can be estimated using the Box Procedure or another procedure. It appears that this fractal dimension from "iso-gray set" is more sensitive to change than the fractal dimension from the whole time series (3).

2.2.1 Rescaled Range Analysis

The Rescaled Range Analysis (R/S) represents the method for estimating fractal dimension (2) of nature self-affined fractals and uses the statistical tools. The Hurst exponent H is computed in the analysis. The fractal dimension of the time series (signal) can then be calculated from the relationship between the Hurst exponent H and the fractal dimension:

$$D_{RS} = 2 - H \tag{1}$$

Where D_{RS} denotes the fractal dimension estimated from the Rescaled Range Analysis. The R/S dimension has a value form 1 to 2, and the Hurst exponent has a value from 0 to 1. Fig.3 shows two different time series (for better demonstration of the same data record, but different position of the windows). The fractal dimension (Hurst exponent) depends on the character of the time series. The rough time series has a higher fractal dimension D_{RS} =1.70 (lesser Hurst exponent $H = 0.30$), and smoother time series have lesser fractal dimensions D_{RS} = 1.54 (higher Hurst exponent $H = 1.48$).

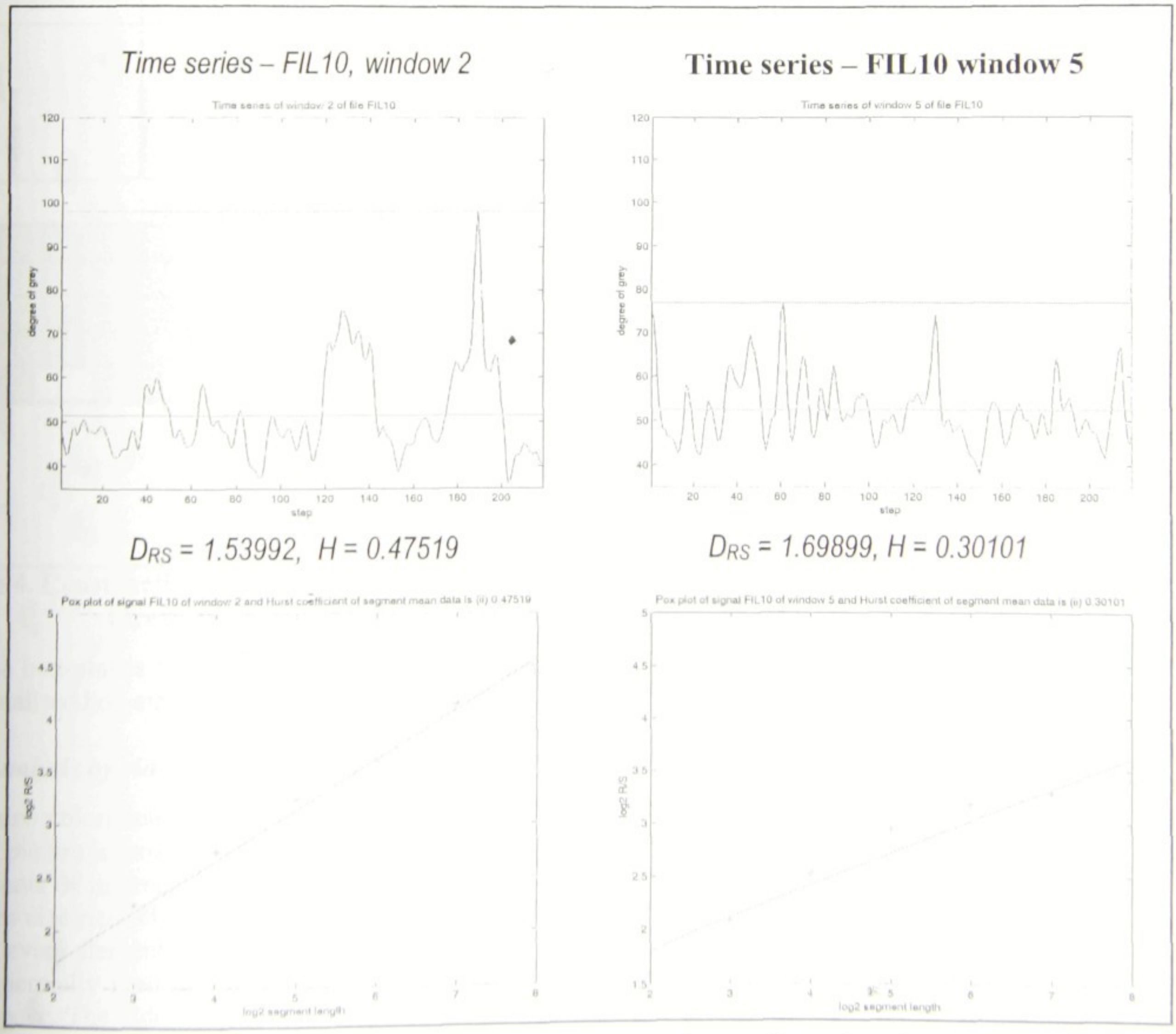


Figure 3. Comparing of R/S dimension (smoother and rougher time series)

2.2.2 *"Iso-gray Set" and Box Dimension*

As in Fig 2 we can elaborate the "iso-gray set" from the time series and estimate a fractal dimension of this set. The "iso-gray set" is generated by setting suitable brightness thresholds and using the time at which the brightness of the pixels average crosses these thresholds (Fig.4), (1,4). The set contains zeros and ones, in which the ones represent the crosses.

The fractal dimension of the "iso-gray set" can be estimated by using the Box Counting Procedure or another procedure. The principle of the box dimension computing is in Fig.4. Starting from box size t_s (sampling time interval), the number of boxes that contain a crossing is recorded. The box size is then increased by factor b (increasing factor or box division factor) and the procedure continues until the entire time series is contained in one single box. This is illustrated for b=2 in the Fig.4.

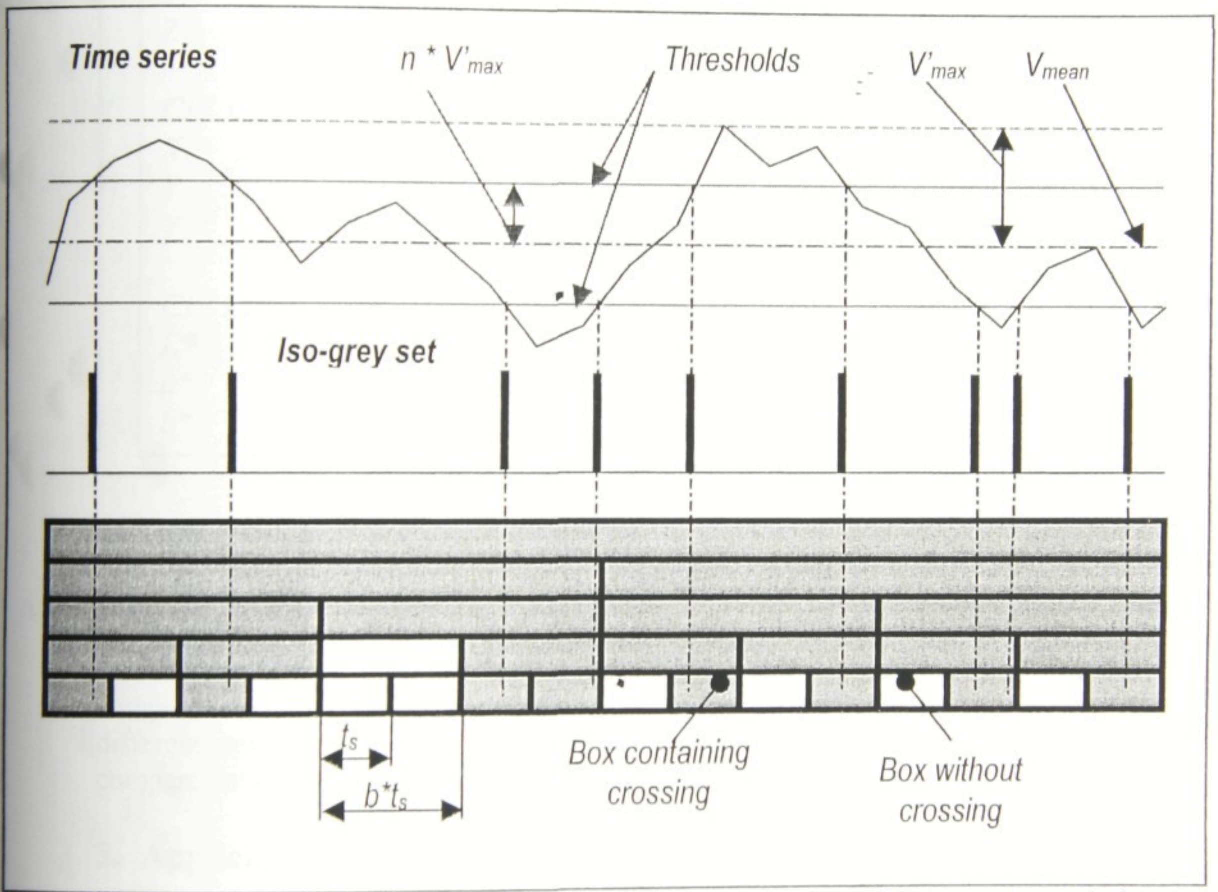


Figure 4. Construction of iso-gray set – by making each time at which trace crossed chosen threshold values and principle of Box Dimension computing.

The box-plot is then $\log_2$ of the number of boxes that contain a crossing against the $-\log_2$ of the normalised box size (box size divided by sampling time interval t_s).

2.2.3 *Analysis by video colorimeter*

Video colorimeter expresses the colour of the measured flat object (fig 5). The image of an original picture is mostly projected through a set of appropriate optical filters and separated to three components of indirect trichromatic reproduction - red, green and blue (RGB). The optical signal generates electrical charge, large proportionally to the light flow, in 2D matrix of sensors of video camera, every element of CCD field behaving as a micro-photometer. The charge is shifted in rows and sequentially read out and matrixes from RGB representation to YUV-video devices native colour space. The video signal from camera is fed to an analogue-to-digital converter. The digitised representation, also known as Y Cb Cr according to ITU R.601, is stored in a frame buffer and analysed by software in real time. It is conveyed to the production process control system via TCP/IP network then.

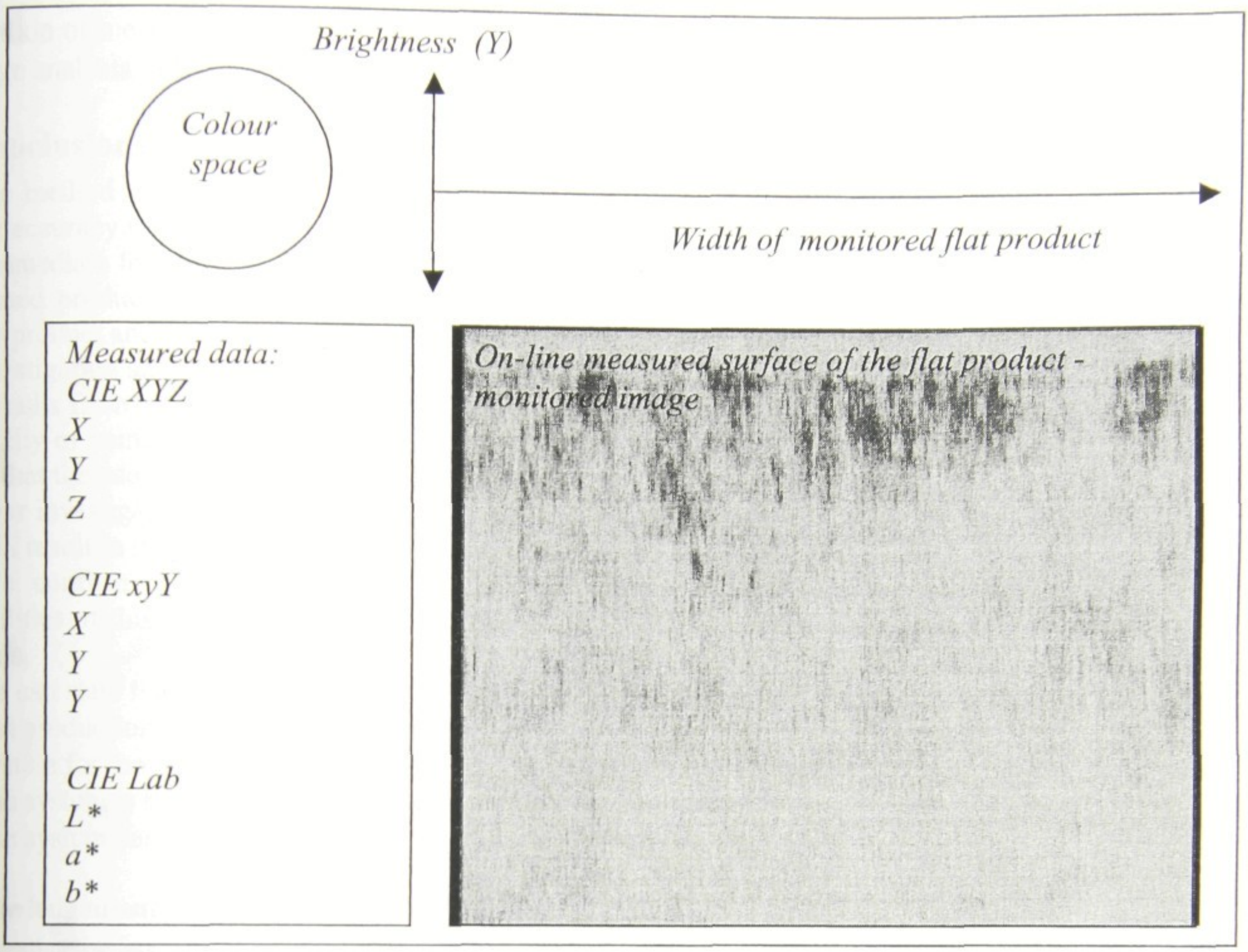


Figure 5. Monitoring and data analysis by video colorimeter

The averaged values of Y,Cb,Cr components are transformed to CIE 1931 XYZ, trichromatic components xyY components, as well as to CIE 1976 Lab components. The lab colour model has been chosen as an optimum in the given application.

Video colorimeter expresses the colour of measured flat object on-line. This is the way, how to compare one colour to the next with accuracy. This analysis identifies a colour explicitly. That is, it differentiates a colour from all others and assigns it a numeric value. This analysis enable to compare data obtained from the most commonly used spectrophotometers.

3. Application of Noviscam Technique in Textile industry

The application of the "Noviscam Technique" may be used in the entire textile production processes involve typical irregularities – irregularities of the fibre in the fibre web, filaments or yarns in the webs or yarns in woven or knitted fabrics, etc. Improved process and product quality contributes to the increased profitability and to customer satisfaction. In textile production exists a significant demand for objective, reliable, time and cost effective evaluation of production processes and their outcomes.

The first experience with "Noviscam Technique" in textile production was obtained in wet-laying web production. We also tried to use this technique in the web forming processes on the carding machine and in weaving process. The last experience was gained in weaving process. The measurements were made on multiphase weaving machine M 8 300. The measurements were conducted at an inspection frame and a weaving machine. Image data record is currently being analysed. For the scanning we used a high-speed camera, digital camcorder and video colorimeter. For the analysis of structures and the surface of the textile material we used fractal analysis, statistic analysis and imaging photometry. The segmentation of the scanned surface into pixels and its description with a map of microphotometrical values creates appropriate conditions for the

application of means and procedures of more complex and sophisticated evaluation methods such as image analysis, frequency analysis of signals, multidimensional statistical analysis etc

4. Conclusions

The method of visualisation is currently performed by the maximizing of accuracy, hence a greater accuracy than human inspectors may have. The fractal analysis allows "On-line" evaluation with immediate feedback to the process. The fractal dimension is changed according to changes in a scanned production process. Changes are observed between a process conducive to a good-quality product and a process conducive to a poor-quality product. The fractal dimension is suitable for investigation and is used for a process production control.

Results from the carding process, the paper production process and weaving process, show the possibility of using statistical method applied brightness and colour signals from video camera. It seams that the use of statistical methods provides an alternative to fractal analysis.

Our investigations open the way for process control, which will reduce the number of defects and will result in high quality of the product.

We confirm that the "Noviscam Technique" can be used in the textile industry. The possibilities of this technique in the textile industry are still being tested and compared with other methods.

We can state that the fractal dimension is a powerful tool and can be especially used in chaotic and fast production process.

1. System for monitoring random production processes has been developed.
2. The system is based on video image and suitable signal processing.
3. The system has been applied to textile production processes.

Acknowledgement

The investigation has been carried out in the framework of EU Inco-Copernicus programme in collaboration with University of Hartfordshire, England, Turboinstitut, Slovenia, CeVis TU Bremen, Germany, BIRAL, England, Filpap and Elmertex, Czech Republic. The authors sincerely thank the kind help from the referees.

References

[1] Bullen, P., Philpott,D. "Some notes on the Noviscam Project", University of Hertfordshire (1997).

[2] Peitgen, H.O., Saupe, D.: The Science of Fractal Images, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg (1988).

[3] Tsuji, Y., Honda, K.,Tsunotda,H., Nakamura,I "Fractal aspects of iso-velocity set in turbulent boundary layer", JSME- International Journal, series B, Vol.36, No.1 (1993).

[4] Chrpová, E, Hotař, V, Lang, M. "Application of NOVISCAM Technique and Fractal Dimension in Paper, Glass and Textile Production Processes", ISQVPFD'2000, Bled, Slovenia, ISBN 961-6238-38-8, p. 86-98.

[5] Chrpová,E., Hotař,V. "Application of Fractal Dimension in Textile Production Processes". Poster. The Textile Institute, 80th World Conference, Manchester, 2000, ISBN 187037245X.

[6] Conci,A., Proenca, B.C. "A fractal image analysis system for fabric inspection based on a box-counting method", Paper, Federal Fluminense University, Passo da Pátria 156, 24 210 –240, Niterói, RJ Brazil.

Eliška Chrpová, Ing. CSc.
Technical University of Liberec, Dept. of Mech. Technologies, Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic,
Telephone: +42048 5353651, Telefax:+42048 5353542, e-mail:eliska.chrpova@vslib.cz
George J. Trmal, PhD, dipl.Ing.
UWE Bristol, Faculty of Engineering, Frenchay Campus, Coldharbour Lane, Bristol BS16 1QY, England,
Telephone:+4401173442518,Telefax:+4401173442734,e-mail:George.Trmal@uwe.ac.uk
Vlastimil Hotař , Ing.
Technical University of Liberec, Dept. of Glass and Ceramic, Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic,
Telephone: +42048 5354129, Telefax: +42048 5353535, e-mail:vlastimil.hotar@vslib.cz

PŘÍLOHA E

Kopie práce č. 21 (podle souhrnu)

Chrpová,E.; Hotař,V.; Lang, M.
Application of „Noviscam Technique" and Fractal Dimension in Textile, Paper and Glass Production Processes. In: Proceedings of the1st International Symposium on Quatification of Visualized Processes in Fluid Dynamics – ISQVPFD' 2000, Bled – Slovenia, April 3.-4.2000, ISBN 961-6238-38-8, p.86-97.

APPLICATION OF "NOVISCAM TECHNIQUE" AND FRACTAL DIMENSION IN PAPER, GLASS AND TEXTILE PRODUCTION PROCESSES

E. Chrpová *, V. Hotař **, M. Lang **

* Technical University of Liberec, Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic
** CeVis, Universitätsallee 29, D-28359 Bremen, Germany

ABSTRACT

The use of image data to control production processes is very common for monitoring and control of processes. However, if we want to use the image data to control the process, we have a problem: "How does one translate information of the image data into information for a control unit". We can use single images or subimages of the production process, but the analysis of full size single images is computational demanding and therefore expensive. In a fast production process, a fast algorithm is required for the monitoring and the control unit.

In production processes exhibiting chaotic features (such as mineral wool, paper production processes, etc.) the on-line control and the monitoring are very complicated, because with standard tools for process control it is difficult to measure the chaotic properties. Today, the quality control measurements are applied to the final product (off-line control) then to the manufacturing process itself or a visual observation of the process is used to on-line control although this is frequently dependent on highly trained and experienced operators.

In the project NOVISCAM we use the fractal dimension and other measures to describe a time series from a production process. The results can be used for the on-line control of the process. The project uses the data record of the production process from a CCD camera, a digital camcorder, or a video camera. More information on the theoretical aspect can be found in the article: "*Theoretical Aspects of Project NOVISCAM*" [14].

Chaotic properties occur in many production processes. Technical University Liberec (Czech Republic), CeVis - University Bremen (Germany) and Filpap Steti (Czech Republic) apply "NOVISCAM technique" in a paper production process. The process is fast, it has chaotic properties and it is difficult to control with standard tools of process control. The equipment to record image data of the paper process is also used to record data of fast processes and production processes exhibiting chaotic features in glass and textile industry.

The text contains results of the analyses and presents other basic possibilities for the application of the fractal dimension in the on-line control of production processes such as detection and description of faults.

1 INTRODUCTION

It is intended to develop new measures, such as fractal dimension [1,2,3,9,10,11], which exploits the apparent chaotic nature of the unsteady features of the process and which are of general applicability to a variety of processes exhibiting chaotic features. The fractal dimension of the processes can be used for process control [4,5,6,12]. The measures are developed on a sound theoretical basic (see [14]) and evaluated on a mineral wool production process, a paper manufacturing process and on laboratory mixing process.

APPLICATION OF "NOVISCAM TECHNIQUE" AND FRACTAL DIMENSION IN PAPER, GLASS AND TEXTILE PRODUCTION PROCESSES

E. Chrpová *, V. Hotař **, M. Lang **

* Technical University of Liberec, Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic
** CeVis, Universitätsallee 29, D-28359 Bremen, Germany

ABSTRACT

The use of image data to control production processes is very common for monitoring and control of processes. However, if we want to use the image data to control the process, we have a problem: "How does one translate information of the image data into information for a control unit". We can use single images or subimages of the production process, but the analysis of full size single images is computational demanding and therefore expensive. In a fast production process, a fast algorithm is required for the monitoring and the control unit.

In production processes exhibiting chaotic features (such as mineral wool, paper production processes, etc.) the on-line control and the monitoring are very complicated, because with standard tools for process control it is difficult to measure the chaotic properties. Today, the quality control measurements are applied to the final product (off-line control) then to the manufacturing process itself or a visual observation of the process is used to on-line control although this is frequently dependent on highly trained and experienced operators.

In the project NOVISCAM we use the fractal dimension and other measures to describe a time series from a production process. The results can be used for the on-line control of the process. The project uses the data record of the production process from a CCD camera, a digital camcorder, or a video camera. More information on the theoretical aspect can be found in the article: "*Theoretical Aspects of Project NOVISCAM*" [14].

Chaotic properties occur in many production processes. Technical University Liberec (Czech Republic), CeVis - University Bremen (Germany) and Filpap Steti (Czech Republic) apply "NOVISCAM technique" in a paper production process. The process is fast, it has chaotic properties and it is difficult to control with standard tools of process control. The equipment to record image data of the paper process is also used to record data of fast processes and production processes exhibiting chaotic features in glass and textile industry.

The text contains results of the analyses and presents other basic possibilities for the application of the fractal dimension in the on-line control of production processes such as detection and description of faults.

1 INTRODUCTION

It is intended to develop new measures, such as fractal dimension [1,2,3,9,10,11], which exploits the apparent chaotic nature of the unsteady features of the process and which are of general applicability to a variety of processes exhibiting chaotic features. The fractal dimension of the processes can be used for process control [4,5,6,12]. The measures are developed on a sound theoretical basic (see [14]) and evaluated on a mineral wool production process, a paper manufacturing process and on laboratory mixing process.

4.1 Production Line

The basic idea of the paper production process is: Slushing of raw materials with water to obtain a homogeneous suspension. The suspension is distributed on a wire screen that has character of a conveyor belt and water is filtered off. Vacuum pumps drain some of the remaining water. The paper web is then compact and is pressed between rolls. Last part of the production is drying on hot cylinders. The cylinders are heated with steam and temperature on the cylinder surface is about 110° C. A scheme is depicted in Fig. 1. The production line consists of filtering, pressing and drying. The line has two wire screens, which may be used to the production a special two-layer paper (not shown in Fig. 1).

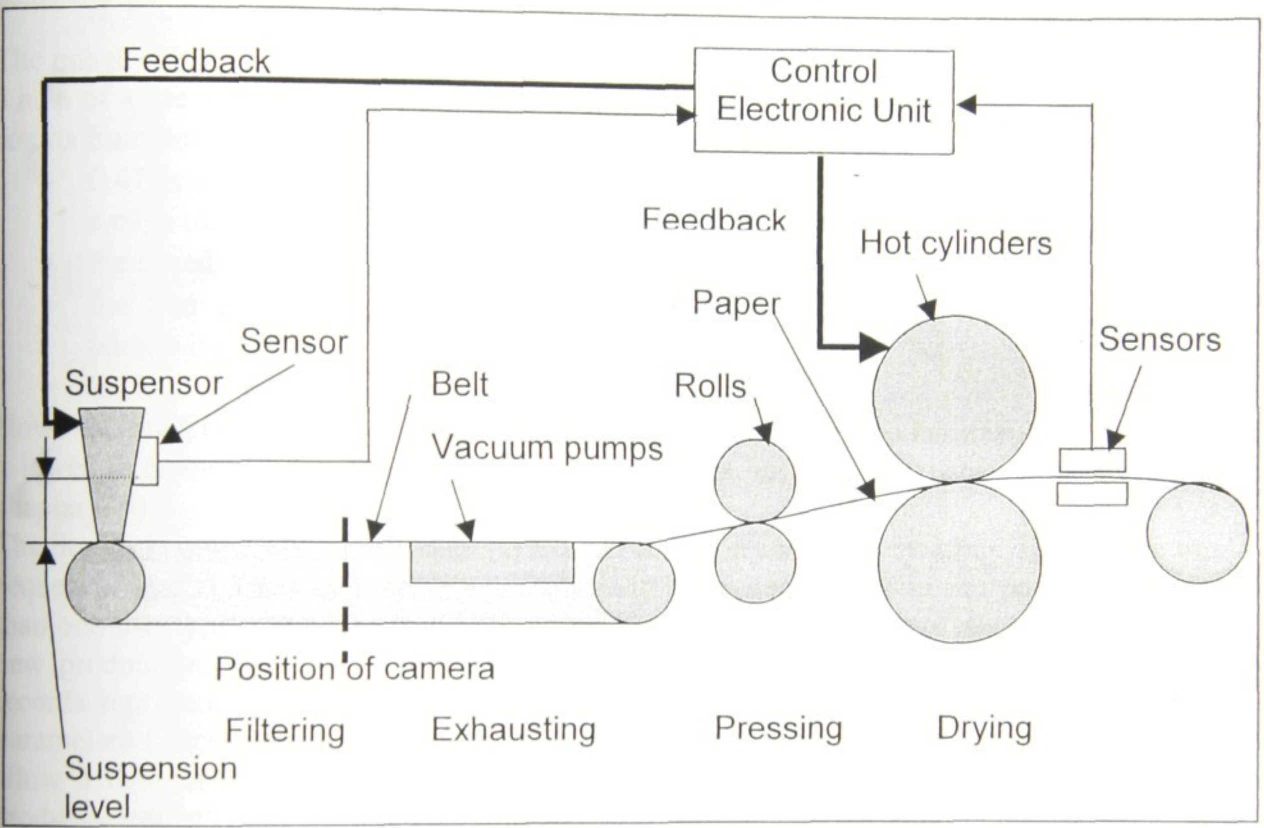


Fig. 1: Paper production process with „technique Noviscam“

Basic information:

- Length of the line: 61 m
- Width of the line: 3 m
- Width of the paper web: 1,25 m
- Speed of production: 3.33 m/s (200 m/min)

Typical images of the production process with different suspension levels are shown in Fig. 2. The product quality changes with:

- Water-fibre flow ratio
- Distribution of mixture on the screen
- Direction of fibres and other component
- Suspension level
- Air in mixture

The main control parameter is water-fibre flow ratio and is controlled with an optical sensor at the beginning of the production line. A feedback ensures the same water-fibre flow ratio. The water-fibre flow ratio used is between 0,1 % and 1 %. Miss-setting of this rate leads to fibre clumping and poor product quality. The passage of fibres particles is irregular associated with product quality. The other sensors are at the end of the production line on a cross beam that moves across of the paper web. They are: Beta emitter, sensor of infrared radiation, and laser sensor of thickness.

The beta emitter is used for a measurement of basis weight. It can be computed from the attenuation of the beta rays when moving through paper. The beta emitter produces the most important information for production line control.
The moisture content is measured with the infrared radiation sensor. The principle is absorption of infrared radiation. The sensor data is used to control the quantity of steam in the drying cylinders.
The laser thickness sensor is used for a check of production line control. Two lasers vis-a-vis scan reflections.

4.2 Measurement Description

The image data records were made on 20th of the November 1997. A high speed camera with a help of a special telescopic tripod at 3 scanning positions was used, but this paper presents results from only one position. For more information see [12]. The scanning position was:

- 0.47 m above the screen - conveyor belt, 7,3 m from suspension level and 0.21 m from a edge of the screen (position is designated in Fig. 1)
- the speed of the belt was 2.05 m/sec (123 m/min)
- the frequency of image data records were 1020 frames/sec, the size of the frame (single image) is 50x55mm (256x128 pixels) [13]
- the size of one pixel in the image is 0.195x0.43 mm.

However, the frequency is very high and the area (that is recorded) is too small. It seems that a lower frequency and a larger size of the frame are sufficient to control the process (see chapter 4.5).
The image data records are test data. The data records are short, only 300 – 500 images in one sequence. The records contain more (artificially produced) faults in the production process than one can typically observe. The data were obtained at the start of production process of new production, when the process is non-stable, and faults were generated too. The data records represent only poor quality. As a consequence, it is not possible to determine the parameters (fractal dimension, standard deviation, etc.) or intervals for these parameters that allow a distinction between production process that correspond to high and poor quality products, respectively. It is planned to record new data in the near future.

4.3 Time Series from Data Record

For a plane production process where the process is relatively stable in the direction of the production, such as the paper production process, a row of windows perpendicular is optimal (Fig. 2). The size of the windows depends on the speed of the production process (width) and the required sensitivity (length). The images taken from paper process are shifted 4 or 5 pixels from frame to the next. This corresponds with 2 mm/frame. The size of the windows (for the paper production process) for optimal sensitivity lies between 4x4 and 20x20 pixels (chapter 4.5), and it is corresponds to 2x2 mm and 8x8 mm. The length and the width of the window can be different. The optimal width (sensitivity) must be found for every process. The optimal size (with differed length and width) of the paper production process is studied. The row of windows is optimal, if windows lie abreast.
For first test the data records with 10 and 3 windows perpendicular to the direction of the production process were used, both with size 15x15 pixels (2.9x6.4mm, Fig. 2).

4.4 Comparison of Two Qualities

Data records FIL09 and FIL10 are from the same position, but from two different fibre suspension levels (No.9 = 50 cm, No.10 = 35 cm). The suspension levels determine the quality of final product (chapter 4.1). On the data records it is possible to observe local faults which were also generated.

For this analysis image data records with 10 and 3 windows size 15x15 pixels were used. The first images with windows are shown in Fig. 2. Time series from first window of image data records FIL09, FIL10 and outer windows 1,10 of image data record FIL09 are shown in [14], Fig. 3. The window 1 is without local large faults and represents good quality, while the window 10 shows local large faults, it corresponds with poor quality.

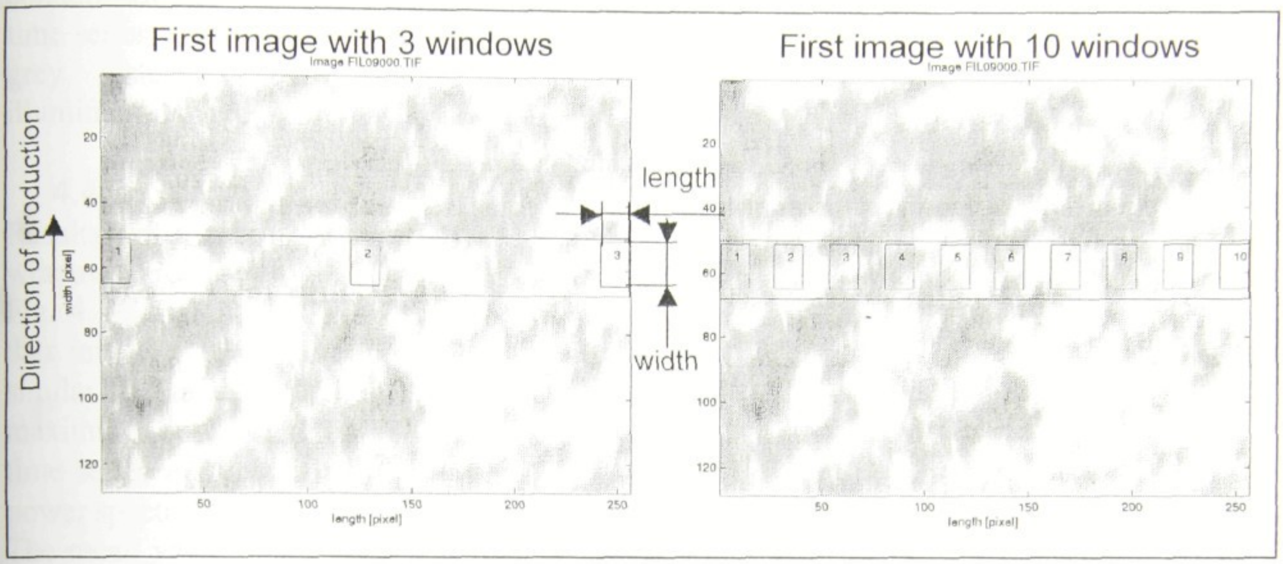


Fig. 2: First images of production process FIL08, FIL11 with windows

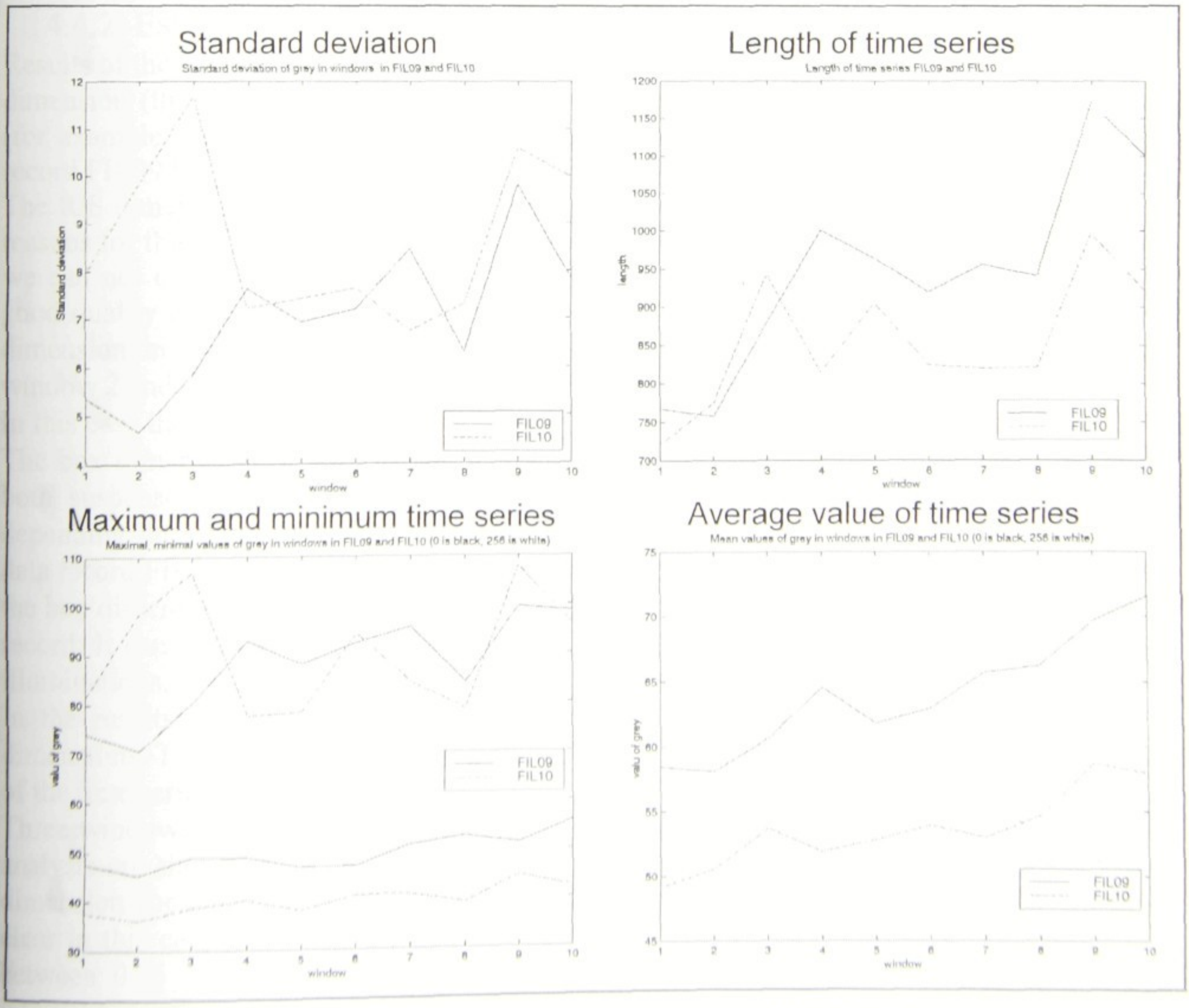


Fig. 3: Easy statistic of time series Comparison of Two Qualities

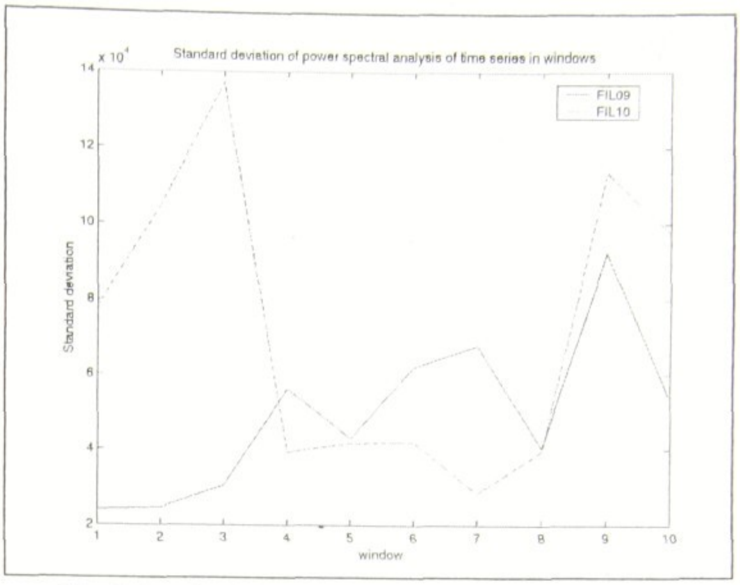


Fig. 4: Standard deviation of power spectral analysis in windows

At first sight ([14], Fig. 3) we can see on the first images differences in degree of grey. However, the degree of grey does not represent good quality or poor quality, does not contain information about changes in time series. In this case, the degree of grey instead defines quality of illumination.

4.4.1 Statistic

Results of the analyses for 10 windows are depicted in Fig. 3 and Fig. 4. A character of graphs for the data image records FIL09 or FIL10 is similar for standard deviation, length, maximum and minimum, mean of time series and standard deviation of power spectral analysis, which agrees with the theory.

The mean value of the time series of two processes do not cross each other, but the value represents illumination and does not represent good-quality or poor-quality.

4.4.2 Estimation of Fractal Dimension

Results of the analyses for 10 windows are given in Fig. 5. The graphs are an estimated fractal dimension (the R/S and the Box dimension) of time series versus number of windows used (for example: time series of window 2 data record FIL10 has R/S dimension 1.52 and data record FIL09 has R/S dimension 1.73).

The R/S dimension and both the box dimensions are radically changed in the windows. The reasons for this effect are in the large local faults in the image data records, and consequently, we can not compare the fractal dimension time series of production process correspond to good quality and poor quality products. However, we can notice a sensitivity of the fractal dimension on the character of time series. In [14], Fig. 4, the R/S dimension of time series the window 2 and the window 5 of FIL10 are compared.

In this case the "all iso-grey set" was generated with only one fixed threshold value (see[12]). The box dimensions of time series, in the same position of every windows never cross for both suspensor levels. A reason of this behaviour is that a plot of the "iso-grey set" is depending into the threshold value and a "brightness" of time series. The time series of the data record FIL09 are brighter than data record FIL10, but the same threshold was used. Thus, the box dimension of the "iso-grey set" contains "information" about the brightness of the data record. It can be used in the analysis, however, data records FIL09 and FIL10 had different illuminations.

In the results we can see a dependence between the R/S dimension, and both the box dimensions. The horizontally flipped plot of the R/S dimension looks similar to the maximum of the time series.

Three windows were also used for analysis (Fig. 2). In Appendix 1 the results of the fractal analysis are shown. We can notice different character of graphs and different values of box dimension for lower digits of the threshold value factors. The sensitivity of the method is clear in this case and optimal threshold value factor for the estimating fractal dimension is between 0.05 and 0.3. The sensitivity can be extended by using more suitable sampling interval t_s, increasing factor b, length of the upper and the central slopes.

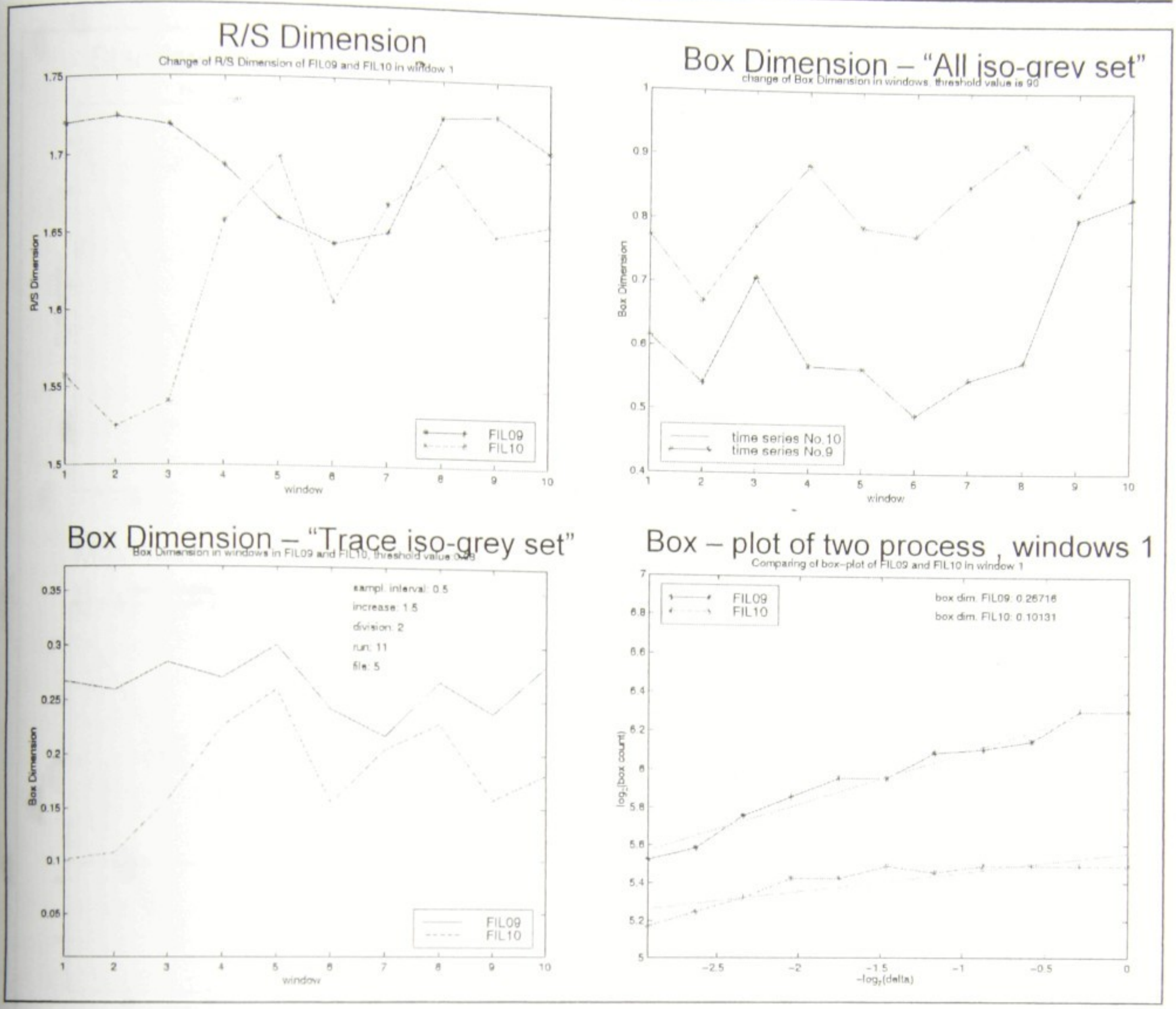


Fig. 5: Estimating of fractal dimension of time series from two production process

4.5 Results of "Dilatation of Windows"

The "Dilatation of Windows" is method to look for of an optimal size of windows described in [14], chapter 6. Results of analysis are given in Appendixes 2,3 and Fig.6.

A character of time series is changed with the size of a window. A time series of a small window is rougher, while a time series of a larger window is smoother (Appendix 2). The larger size of windows contains more pixels, and the larger windows is more stable, smoother and less sensitive to changes.

Maximum, minimum, length, standard deviation of time series (grey value) and standard deviation of power spectral analysis in the way that is similar to hyperbolic behaviour (Fig. 6). The change of the length is quite interesting and can be probably used for the measurement and control of the production process.

The box dimension (Appendix 3) is sensitive only to rougher time series in this case (till size 28x28 = 5,5x12 mm). However, use optimal parameters of a analysis can the sensitivity probably enlarge.

4.6 Analysis of Data from other Sensors

The software tools (m-files) were used for the analysis of the signals of other sensors of the paper production line. A control unit can use the results of the analysis of the time series obtained from image data records together with results of the analysis from sensors.

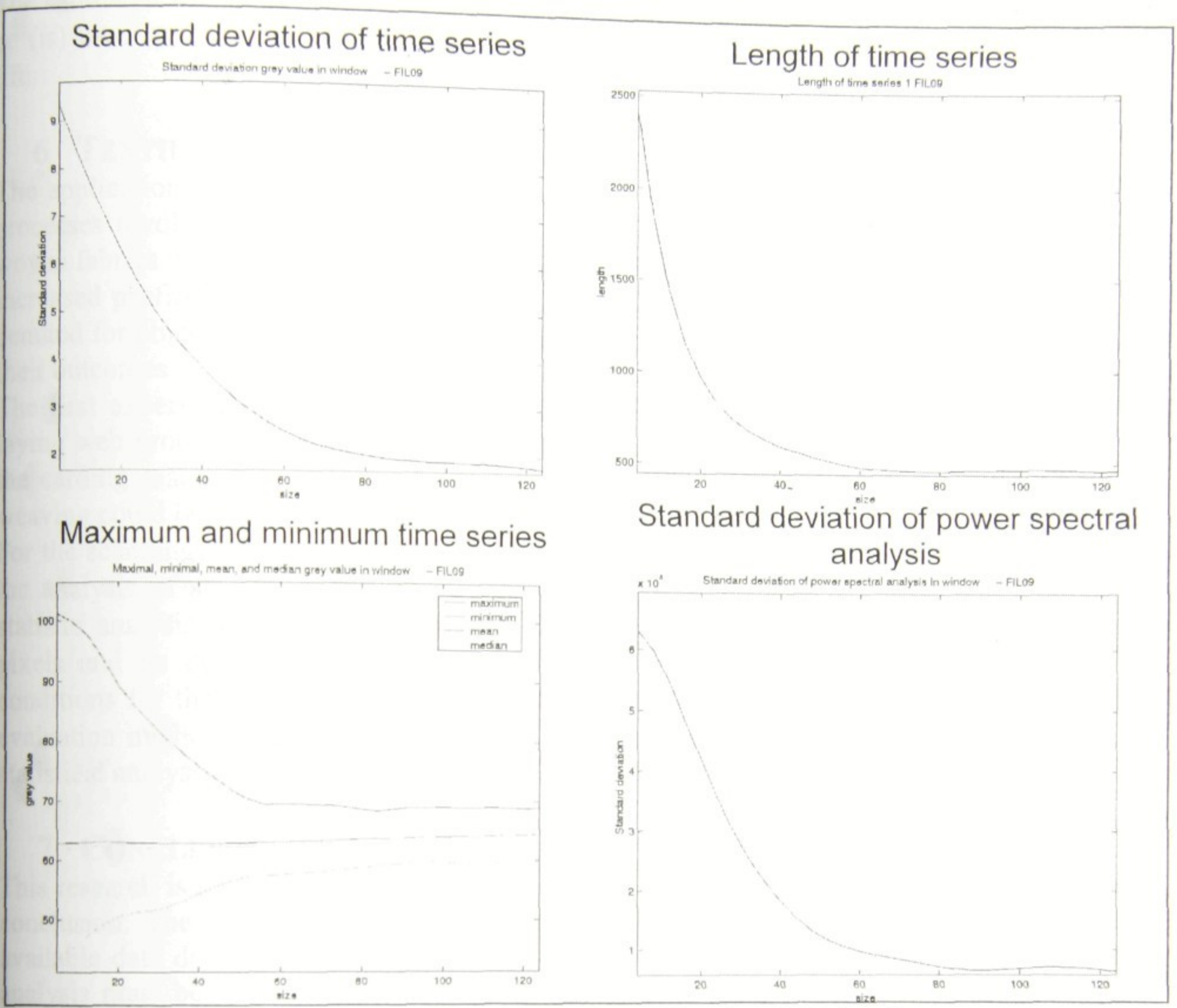


Fig. 6: Easy statistic of time series – "Dilatation of Windows"

For the analysis, data from three sensors are used: beta emitter, sensor of infrared radiation, and laser sensor of thickness (see chapter 4.1). However, only short time series were tested, and the results can not be used to a control of a production process. Longer time series will be used next.

5 Glass Industry

The "Noviscam Technique" can be used in glass production processes to control fast production processes exhibiting chaotic features, as glass wool production process, production of glass threads or glass textile fibres.

The estimated fractal dimension of whole products surface might correlate with good quality and poor quality of products. However, this analysis is computationally expensive.

The fractal dimension can be used only to describe faults in products and the description can be used to classify the quality of products in on-line production processes. For example: float glass production process can be monitored by "Noviscam Technique". The windows are perpendicular to the direction of the process and they lie abreast. We obtain time series as smooth curve, if production process is without faults. The time series will have a local extremum, when a fault occurs. For such an area, image fractal analysis (e.g. the box dimension) is applied and a fractal dimension is computed for the fault. On the basic of the fault fractal dimension, the part with the fault will be cut out or will be classed. The principle can be add to "Noviscam Technique".

The estimated fractal dimension of tools surface might correlated to their wears and this can be (is) used in a scientific description of defects in tools. The description correlates to tool life.

6 Textile Industry

The application of the "Noviscam Technique" may be used in the entire textile production processes involve typical irregularities – irregularities of the fibre, filaments, yarns, webs, woven fabrics, nonwoven fabrics, etc. Improved process and product quality contributes to the increased profitability and to customer satisfaction. In textile production exists a significant demand for objective, reliable, time and cost effective evaluation of production processes and their outcomes.

The first experience with Noviscam Technique in textile production was obtained in wet-laying web production. We also tried to use this technique in the web forming processes on the carding machine. Some possibilities for fractal applications in design of printing and weaving could be presented [15].

For the scanning we used a high-speed camera, digital camcorder and video colorimeter. For the analysis of structures and the surface of the textile material we used fractal analysis, statistic analysis and imaging photometry. The segmentation of the scanned surface into pixels and its description with a map of microphotometrical values creates appropriate conditions for the application of means and procedures of more complex and sophisticated evaluation methods such as image analysis, frequency analysis of signals, multidimensional statistical analysis etc.

7 Conclusion

This research is still at its beginning, and consequently, it is not yet possible to draw a final conclusion. The analysis methods at present are not sensitive enough to changes, and the available data does not present good quality, but only poor quality products. Therefore, the analysis must be improved, optimal coefficients (sampling interval, threshold value factor, increasing factor, division, etc.), must be found, analyses should be extended and new analyses should be added. Furthermore, based on the knowledge from actual data new image data records of the paper, glass, and textile production process will be recorded. Larger frames, different positions and an illumination will be used [12].

However, the time series from the paper production process have fractal character i.e. they have a self-affinity. We can notice a sensitivity of the fractal dimension on the character of time series.

The function "Dilatation of Windows" is used to look for optimal size of windows. This function can be also used for the analyses of production process.

Data from sensors are suitable used with an image data record from a camera in the same production process. Time series from the sensors can be alternative used or can be also used in a pack of analyses of the image data record [12].

The results might be improved by combining various analysis methods (statistic, fractal, etc.), threshold, coefficients, windows, etc. and by utilizing the output of all available sensors.

The fractal analysis and the "Noviscam Technique" can be powerful and can be widely applied. This investigation confirmed that many production processes can use the same principles of analysis in its processes. The research shows the possibilities of application of fractal dimension in various processes.

REFERENCES

[1] H.O. Peitgen, H. Juergens, D. Saupe, Chaos and Fractals, New Frontiers of Science, Springer-Verlag (1992)

[2] H.O. Peitgen, D. Saupe, The Science of Fractal Images, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg (1988)

[3] C.J.G. Evertsz, H.O. Peitgen, R.F. Voss, Fractal Geometry and Analysis, World Scientific Publishing Co.Pte. Ltd., Singapore (1996)

[4] P. Bullen, D. Philpott, Some notes on the Noviscam Project, Notes, University of Hertfordshire (1997)

[5] F. Trdic, B. Sikor, P. Bullen, D. Philpott, A. Angwafo, Monitoring the production of mineral wood by computer aided visualization, Proceedings, Comadem'94 (1994).

[6] D. Philpott, P. Bullen, B. Sirok, F. Trdic, The use of fractal dimension and generalized image measures in the monitoring of mineral wool and other production processes, 1133 - 1142 (1996).

[7] B. Sirok, I. Nancovska, F. Trdic, Fractional Analysis of the Motion of Solid Particles in a Turbulent Air Flow, 6th ISFV, Yokohama (1992)

[8] A.R. Kerpe, Acquisition of Turbulent Data, Major Project Report, University of Hertfordshire (1998/99)

[9] R. Kraft, J. Kauer Estimating the Fractal Dimension from Digitised Images, http://www.edv.agrar.tu-muenchen.de/ane/algorithms/algorithms.html (1996)

[10] G. Troussov, Help of Benoit 1.0 - software for estimating of fractal dimension, TruSoft International Inc.(1996).

[11] A. Bunde, S. Havlin, Fractals in science, Springer, Berlin (1994)

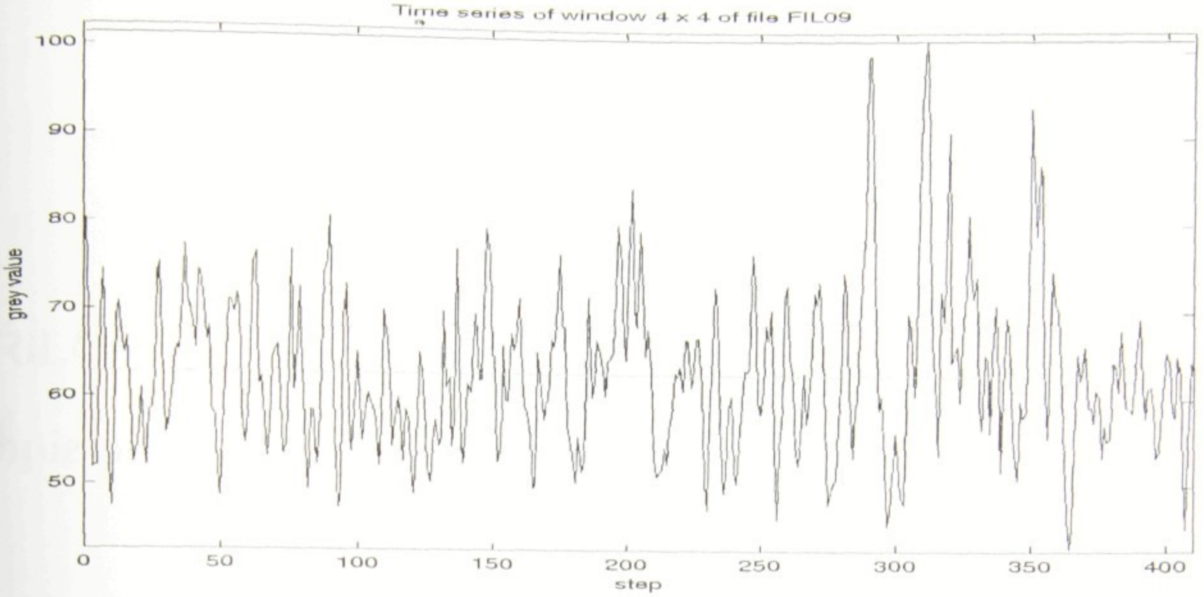
[12] V. Hotař, Paper Production Process - NOVISCAM Report 99', Report, CeVis (1999-2000)

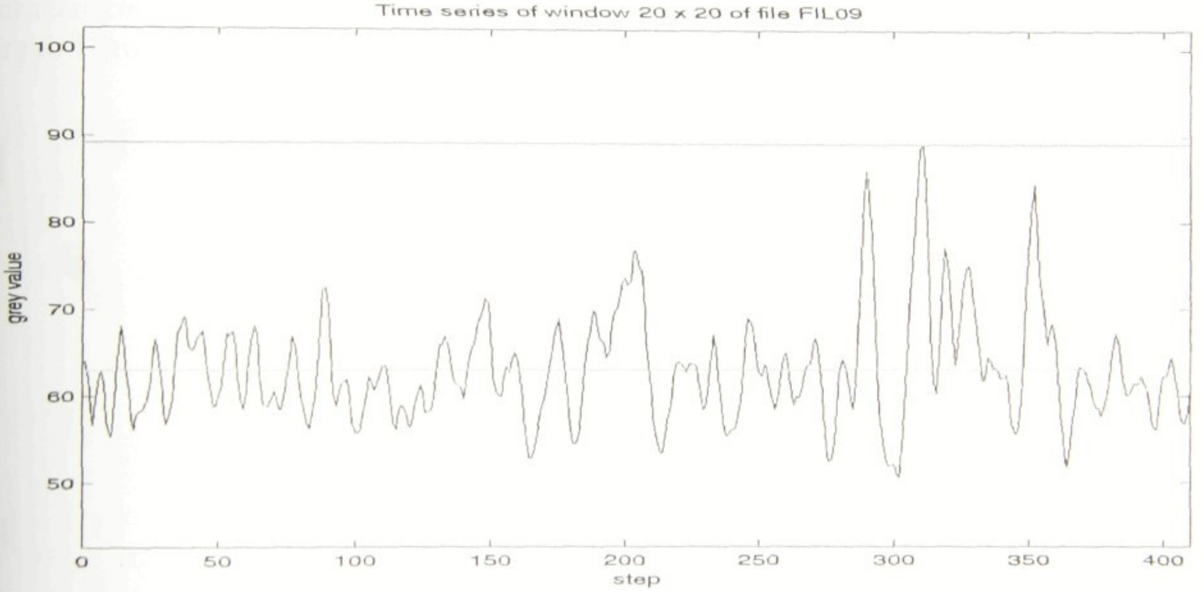
[13] T. Jares, Report on made-paper measurement, University of Liberec (1997)

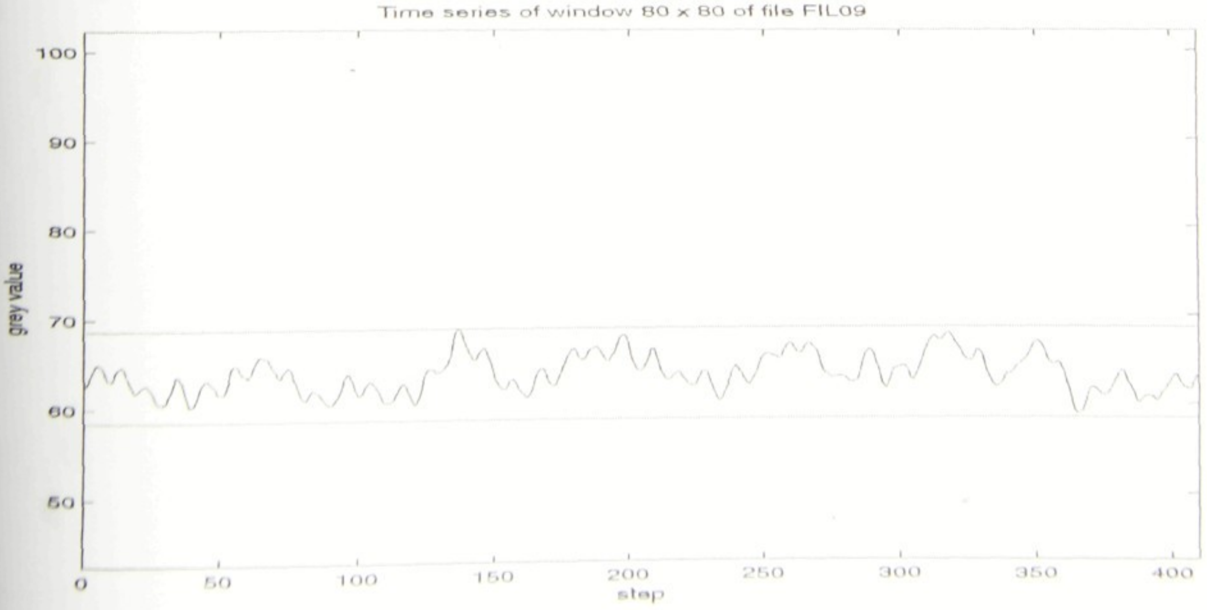
[14] V. Hotař, M. Lang, E. Chrpová, Theoretical Aspects of Project NOVISCAM ISQVPFD'2000, Bleb (2000)

[15] G.Hudec, M.Liović: Fractals and its Aplication in Textile Pattern Design. Tekstil 9, Vol.48, Zagreb September 1999, p.448-451.

Eliška Chrpová, Technical University of Liberec, Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic
eliska_chrpova@vslib.cz
Vlastimil Hotař, CeVis, Universitätsallee 29, D-28359 Bremen, Germany
hotar@cevis.uni-bremen.de, http://www.cevis.uni-bremen.de/~hotar
Markus Lang, CeVis, Universitätsallee 29, D-28359 Bremen, Germany
mlang@mevis.de


Time series of window 4 x 4 of file FIL09
grey value
step


Time series of window 20 x 20 of file FIL09
grey value
step


Time series of window 80 x 80 of file FIL09
grey value
step

PŘÍLOHA F

Kopie práce č. 5 (podle souhrnu)

Chrpová,E.; Pasrija,V.
Characterizing Flat Fabrics Using Image Analysis techniques. Odborný časopis Fibre & Textiles in Eastern Europe. ISSN 1230 – 2003, oponované, v tisku, 14 s.

Mechanical Properties Analysis of Stretch Fabrics

Chrpová Eliška, Technical University of Liberec, Department of Mechanical Technologies,

Hálkova 6, 461 17 Liberec, Czech Republic, phone:+420-48-5353651,

e-mail: eliska.chrpova @vslib.cz

Pasria Vikas, Indian Institute of Technology (IIT), Hauz Khas, New Delhi – 110016, India

e-mail: vickypasrija@yahoo.com

Abstract

The article deals with a new approach to the investigation of the mechanical properties of the stretch fabrics. For the evaluation newly developed methods, measuring system "Noviscam" and "Biaxial Deformation Unit" were used. The methods and measuring unit have been developed at the Technical University of Liberec. The main aim of this work is based on possibilities how to measure mechanical properties of stretch fabrics.

Key words: *stretch fabrics, elastomeric threads, biaxial deformation, image analysis techniques, fractal dimension.*

Introduction

This article is concerned to the deformation of stretch fabrics, especially compressive stockings. Proposed procedure for whole solution are [1]:

1. The evaluation of mechanical properties (i.e. tension, compression, relaxation, fatigue) of the material and knitted fabrics in relation to time.

2. The determination of elastic properties of the knitted fabric – proposal and certification of the method.
3. The evaluation of elastic properties of knitted fabric by modular system Noviscam and its software tools, especially statistical and fractal analysis.
4. The application of the method on real compressive stockings of the real patient.
5. The deformation of elastic properties of the compressive stockings on real patient.
6. To state the effect of the compressive stockings on user's health.
7. The comparison of theoretical precondition and experimental results and determination of the effect on the user.

The article is concerned to the problem of the mechanical properties of the real knitted stretch fabrics, especially on the behavior of the stockings under the biaxial loading. Our idea of proposed procedure is to express the affect of deformation by changing the deformation elements. This method was taken from forming ability (shaping) of plastic materials. For the evaluation of this behavior we use two measurement units that were developed at Technical University of Liberec and are described in the following text.

What are Stretch Fabrics?

Those are special fabrics characterized by their greater capacity for stretch and recovery from stretch. The term is used for materials with greater extension and recovery properties than traditional woven or knitted structures made from conventional yarns and imply the use of stretch yarns, elastomeric threads or finishing treatments. Such fabrics have different specified degrees of extensibility and recovery for particular uses. Stretch fabrics, in particular

are used for body confirming garments (comfort stretch) and for figure controlling purposes (power stretch) where the prime requirement is stretch and recovery from stretch.

One special kind of stretch fabrics is the knitted compression stockings. These find their use for medical and preventive purposes, as well as they support the blood circulation in the legs and our interest goes primarily for this kind of stretch fabrics.

The research goal is to investigate the textile structure, the phenomenon affecting the mechanical properties (i.e. tension, compression, relaxation) and effect on the health of users.

Texture of the Stretch Fabric´s

We made our study on two different textures (structures) as is shown in Figure 1.

Mechanical Properties

Mechanical properties characterize the ability of deformation i.e. change of shape or volume of a material under the influence of an external force. The external forces cause tensions, stresses in the material from which the corresponding deformations arise and the resistance of the material against deformation is commonly defined as a ratio of the tension and deformation.

Various kinds of Deformations:

- *Axial deformation.* In this kind of deformation, the sample shows off an extension in one direction and contraction in the other one.

- *Biaxial deformation.* In this deformation, the sample is deformed in two directions.

- *Multiaxial deformation.* As the name suggests, here the sample is deformed along many directions.

- *Shear deformation.* The sample is deformed under the influence of a shear force, a tangential force along the surface of the sample.

The main physical characteristics are the breaking force and the extension, i.e.:

Breaking force is defined as the maximum force at which the material or the sample breaks.

Extension is defined as the elongation at break i.e. the increase in length of a specimen during a tensile test, expressed in units of length.

Modular System "NOVISCAM" and "Biaxial Deformation Unit"

Modular System "Noviscam" and its Software

The EU project "Noviscam" [2, 3, 4] was intended to develop monitoring system for random processes based on video image during the production phase. The system consists of hardware equipment, evaluation of implemented data by software and determination of acceptable tolerances related to final product quality.

The research team has investigated applications of the methods in a paper, a carding and weaving production process. The character of the captured processes - they have chaotic properties and they are difficult to control with standard tools of process control.

Monitoring modular system "Noviscam" is created by hardware equipment and developed software tools.

System configuration

1. 3-CCD colour video camera JVC KY-F55BE with variable focal lens (1)

Pickup device:	1/3-inch interlines CCDx3
Effective number of pixels:	440 000 pixels
Colour separation optical system:	F 1,4, RGB 3-colour separation prism
S/N ratio:	58 dB
Horizontal resolution:	750 TV lines (Y signal)
	580 TV lines (RGB signal)

Variable focal lens HZ – G6350U.

2. Digital Video Cassette Recorder DSR-20P

System:	DV
Track pitch:	15μm
Time mode:	Drop frame system

This recorder (2) was purchased for simulation of the real production processes. This recorder co-operates with the measuring system.

3. Lightening

Recommended lightening (3) for digital video COMLITE 55W/12-950, 3 000 lumen with illumination by OSRAM DULUX L 2G11.

4. Video and Graphic System - DpsReality

Computer: Intel PIII/450, SDRAM 128MB, ASUS P3B, AGP16 MB, DpsReality card, SCSI UW, CD ROM 36 speed, HDD SCSI Cheetah 18,2 GB, FDD 3,5", Industrial case 19" (4).

DpsReality card provides the means for capturing images in real time. DpsReality could work with any application that can read or write to any of the file formats supported by Virtual Tape File System, including SGI, BMP, PIC, TIF, IFF, VPB, RAS and RLA. DpsReality is simple interface with a trim table, timeline and preview windows designed by the compositor in mind.

The heart of the system is the DpsReality card. Its on-board SCSI controller, designed to control Ultra Wide SCSI drives means that does not rely on the computer's bus to transfer video to disk. The video data is captured and stored in a 32-bit 4:2:2:4 MJPEG or uncompressed YUV format. The Reality card has a single input/output cable, which carries auxiliary, balanced and unbalanced audio, and component, composite and S-Video signals in both inputs and outputs. It provides analogue signal processing and character generator support.

Software tools

For the monitoring and obtaining parameters of analysis, the team have been using three software tools that were developed in house named NOVISCAM technique (Video-

colorimeter, Statistics, Fractal analysis), shown on Figure 3. There are two distinct requirements for all used algorithms. Firstly, they must be flexible enough to enable the best parameters for analysis to be selected and compared with other methods. Secondly, they must be fast enough for on-line control.

Data can be analysed by using several of methods. The investigation considered new approach using fractal analysis in comparison to conventional statistical method as shown in Figure 3. The fractal analysis is concretely described in [2, 3]. This article uses results obtained on a statistical base and Box-counting Method.

Description of the Unit for Biaxial Loading

For the evaluation of the deformation, a device [1] has been made at the Technical University of Liberec (Figure 4). This device enables the biaxial loading of the samples. Samples with different kind of structures can be loaded in the device. The device is created from the Cross Frame (1) where are placed the fastening clamps (2), screws (3) with micro-motion (continuous displacement), micrometer feed, or feed per chosen revolution, which changes the tension in a sample. For the tension measuring we use a tensometer and the sample made from auxiliary woven fabrics is clamped with the help of hooks (4). The tension in the sample (6) is displayed on display (5). The unit for biaxial deformation enables biaxial loading to 200 N. For good results of our experiment, a loading of 20 N is sufficient.

Experiment

Sample Preparation for Biaxial Loading

Samples of 12x12 cm were cut from each specimen of the stretch fabrics. Each edge was stabilized and joined by sewing and every loop was fixed (locking). Points for hooks (Figure 5) were marked on the each specimen, which held the specimen in the measuring devices (Figure 4).

Application of the Deformation Elements

As the best element for deformation was chosen circular element (Figure 5) because of its shape is the best copy of the shape of the loops of the knitted fabrics.

The middle of the specimen was marked by the deformation element from the deformation screen (net), circular element of different diameters (2 cm – 6 cm). Then the samples were loaded of increasing loads (0, 5, 10, 15, 20 N). During the loading, the changes in the deformation element were continuously scanned by the CCD camera.

The pictures were available in real time that is at every stage of the biaxial loading of the samples, the converter converts them from the analog to the digital form and stored them in the computer's hard disk as well as the Compact disc. The available pictures and the data were then scanned with the help of the DpsVelocity. The according calculations and analysis were then made with the usage of the two algorithms, eccentricity and the fractal geometry (a software developed for modular system "Noviscam") The result from the fractal geometry – Box-counting Method [3] - was used and the results are shown in Figure 6 and 7.

We were computed how many boxes is covered by the deformation element with increasing loading and. then was calculated fractal dimension (Figure 8 and Figure 9).

Results

We sought the best diameter of circular deformation elements for compressive stockings with high and low compression and we made two kinds of tests. In the first test, we vary the extent of the force from 0 to 20 N for each diameter of the deformation element.

The following results were obtained.

High Compression Stockings

- There is negligible difference between the deformation elements of diameters 5cm and 6 cm for the different compression rates.
- All the deformation elements show a drastic change for a loading of around 10 N.
- The deformation element of 4 cm gives the best result among all the diameters and its suggested to company to use this diameter of differential element for future experimentation and analysis of its high compression stockings and the results would be reconfirmed in the future work in this field.
- For the deformation elements of diameter 2 and 3 cm, the changes occur primarily for the loading 5 – 15 N.

The best result for the high compression stockings is undoubtedly that the deformation element of diameter 4 is the most suitable one for being used for future analysis of high compression stockings.

Low Compression Stockings

- For the deformation elements of diameter 5 and 6 cm, the differences are seen for the loading of around 10 N.
- The deformation elements of diameter 3 and 4 cm follow almost the same curve.
- The deformation elements of diameter 2 and 3 cm have completely different curves for every loading.
- The deformation element of diameter 3 and 4 cm promises the best solution for the low compression stockings.

Conclusions

A. Our chosen method and analogies for performing the experiments have been successful and have brought good results. It fits very well to the testing of deformation of compression of elastic materials.

B. Possibilities of the modular system "Noviscam" were spread out the new regions of investigation and it enables expressing deformation independence of different diameters of the circular deformation elements.

C. The idea of using circular deformation elements has been confirmed to be a good method by the good results received.

D. The results improve the understanding of the behavior of compressive stockings.

Acknowledgement

Acknowledgement is given to Mrs. Eva Dušková and Jaroslava Richterová for their kind help.

References

1. Chrpová, E.: Fractal Geometry Analysis of Compressive fabrics sellected Properties. Grant Project No. 106/03/1413, Grant Agency of the Czech Republic, March 2002.
2. Chrpová, E.: Novel visualisation System for Control and Monitoring "NOVISCAM" Project No. ERBIC 15CT 960700, 1997 – 2000.
3. Chrpová, E., Trmal, G.J., Hotař, V.: A Fast Image Processing Method for Quality Control of Textiles. 1st International Conference on Advanced Technologies for Developing Countries, September 12-14, 2002, Slavonski Brod, Croatia. ISBN 3-901509-32-369-374
4. Szosland, J., Słodowy, J., Snycerski, A. M.: Diagnosis of the Technological Sutability of Warp by Methods of Dynamic Qualitology. Fibres and Textiles in Eastern Europe, 1997, Volume 5, No. 4, p. 59-64

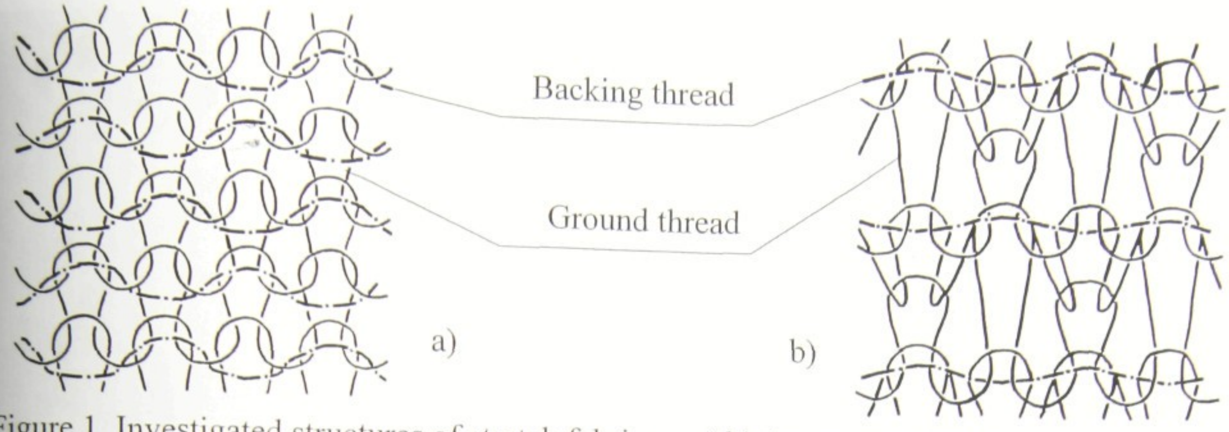


Figure 1 Investigated structures of stretch fabrics – a) high compression, b) low compression.

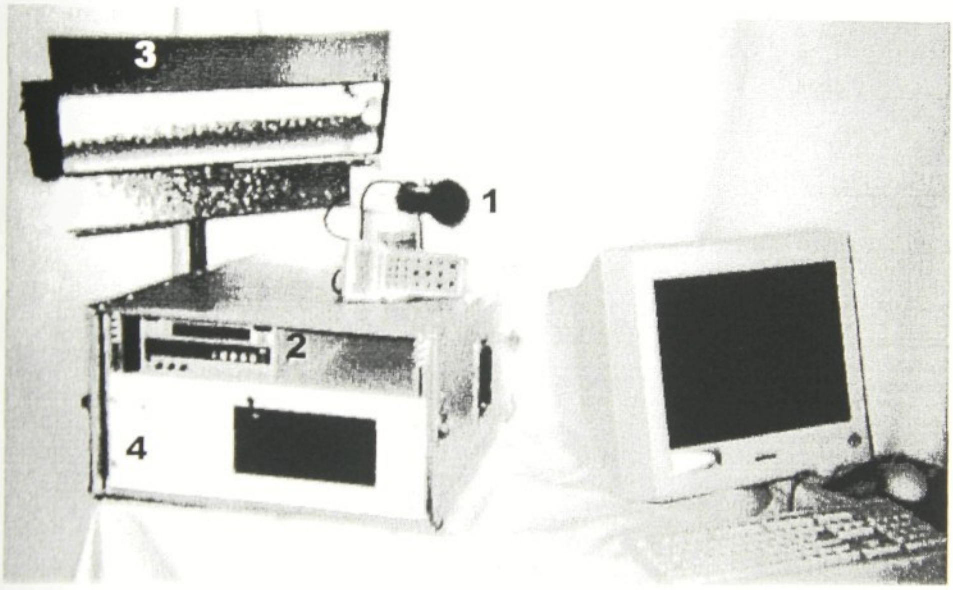


Figure 2 Modular system "Noviscam" configuration.

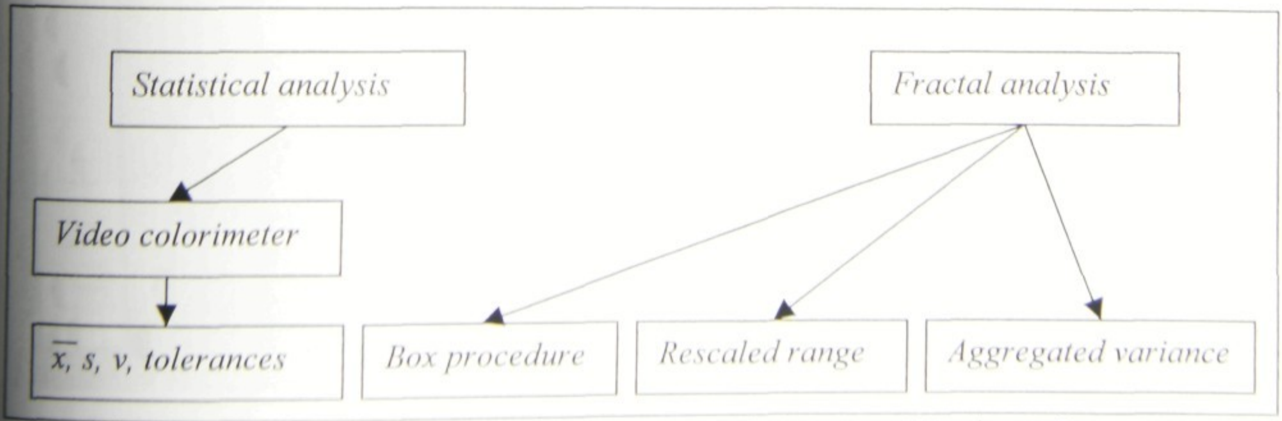


Figure 3 Analysis of data by measuring system "Noviscam".

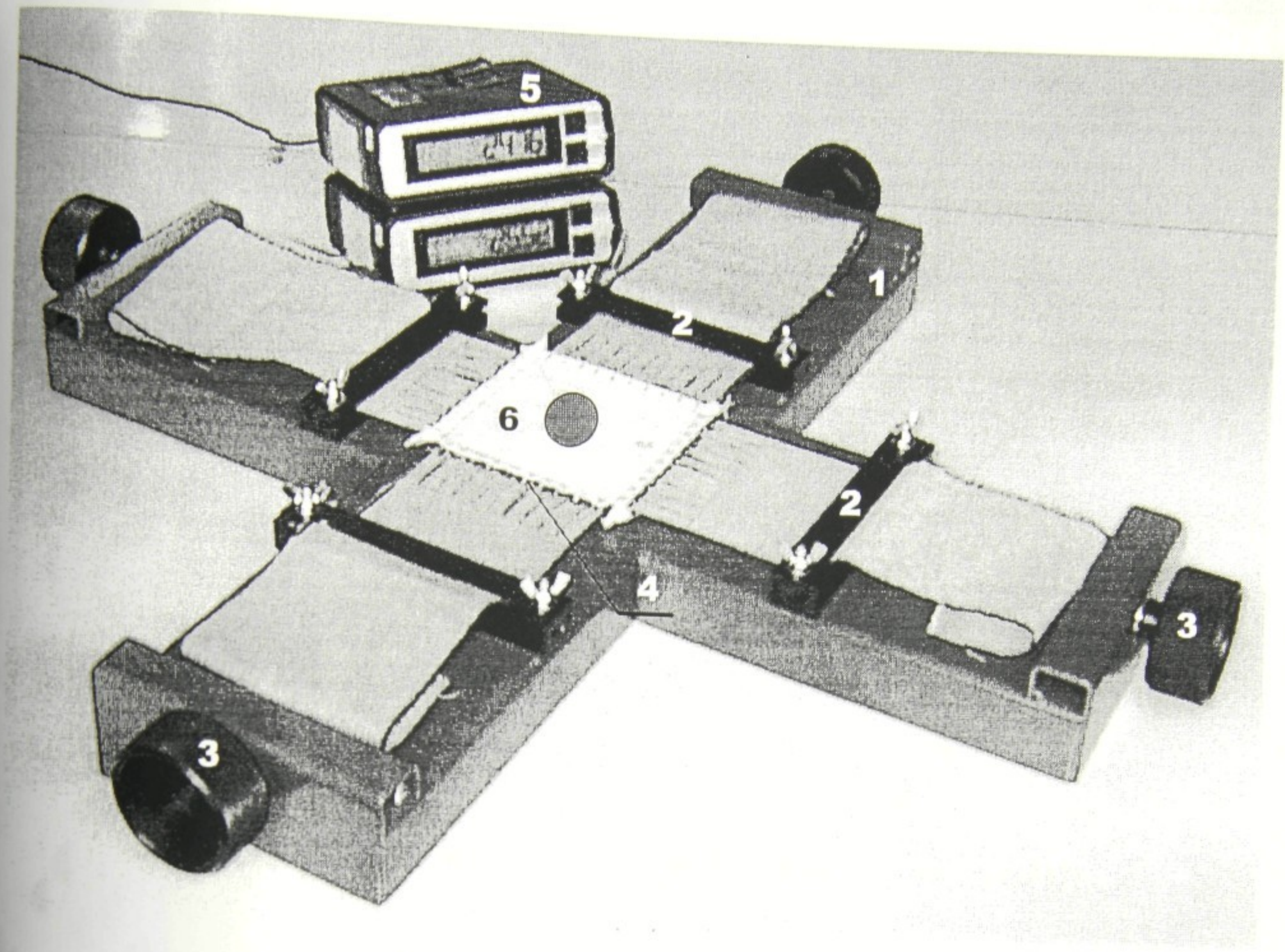


Figure 4 The Biaxial loading unit.

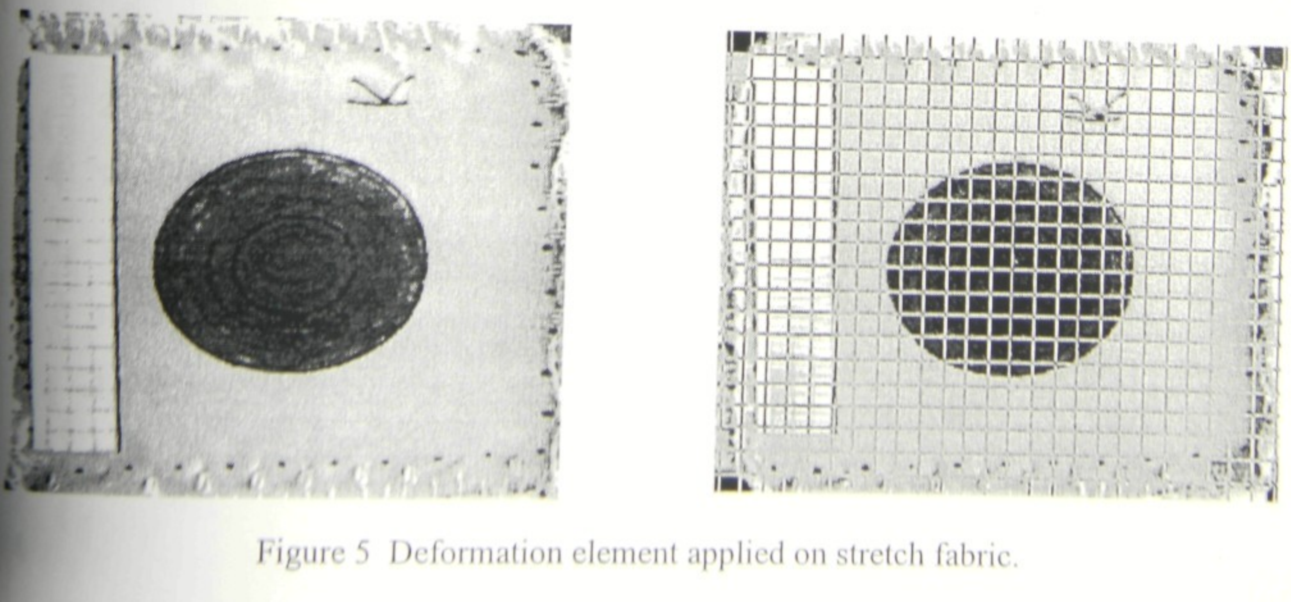


Figure 5 Deformation element applied on stretch fabric.

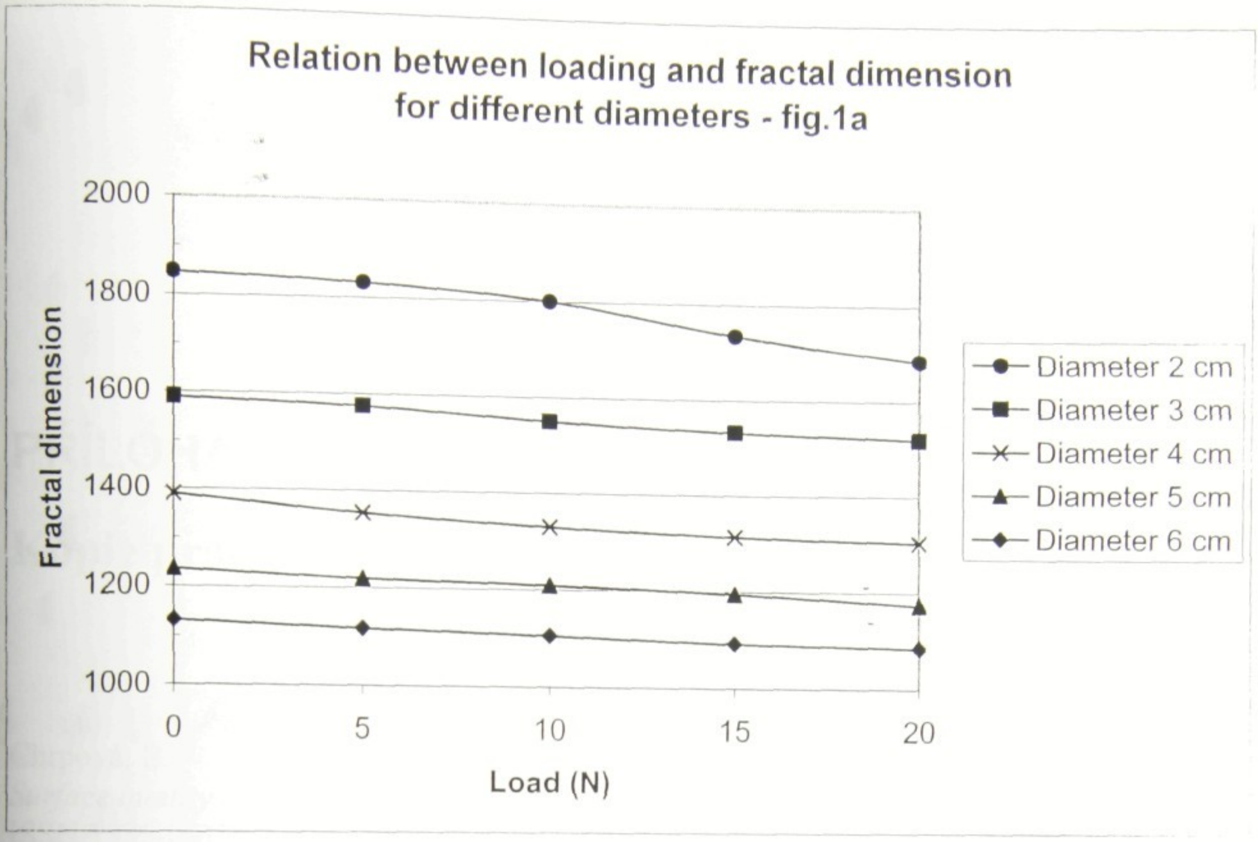


Figure 6 Relation for stretch fabrics with high compression module.

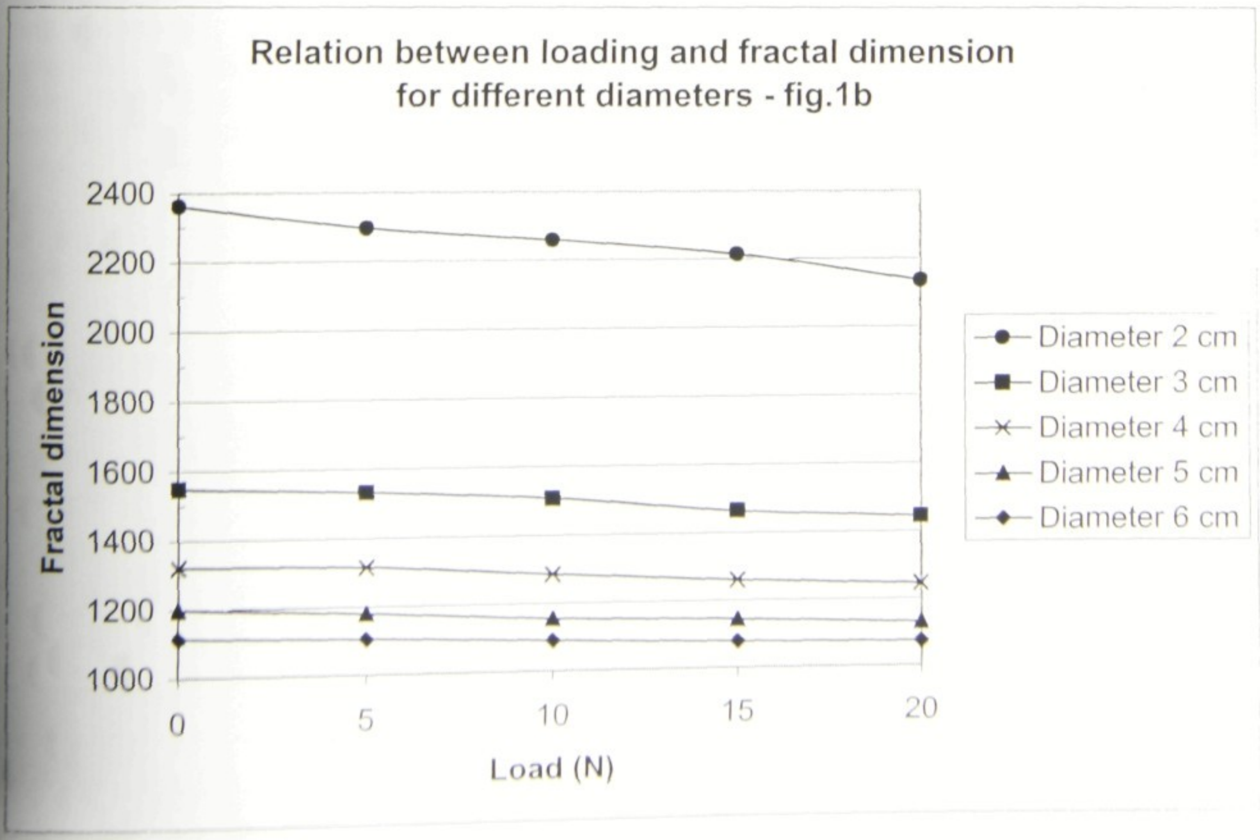


Figure 7 Relation for stretch fabrics with low compression module.

PŘÍLOHA G

Kopie práce č. 6 (podle souhrnu)

Chrpová, E.
Surface quality control based on image processing methods. Vlákna a Textil 10(2) 2003, ISSN 1335-0617, str. 70-75.

SURFACE QUALITY CONTROL BASED ON IMAGE PROCESSING METHODS

Chrpová E.

Department of „Mechanical Technologies" at the Technical University of Liberec

The surface quality is described by the surface defects. On line testing of the surface defects is done at the factories by the visual testing performed by workers. This way of testing is liable for mistakes produced by human errors and subjectivity. The objective controlling provided by the automatic process gives commercial and safety benefits to the industry. Visual quality testing done by computer vision provides inspection with lower cost. The image processing methods are developed for this purpose.

1. INTRODUCTION

Our research work has focused on the development and application of computer image analysis of dynamic processes. The goal is to affect the quality of the products.

The work was intended to develop a suitable software toolbox, the whole of hardware equipment, measurements and analysis of measurements of production processes of weaving, carding, paper production process and others.

For monitoring and obtaining parameters of analysis, we use three software tools that were developed in house named "Noviscam technique" – fractals, CIE colour space, and statistic measures. There are two distinct requirements for the algorithms. Firstly, they must be flexible enough to enable the best parameters for analysis to be selected and compared with others methods. Secondly, they must be fast enough for online controlling. Data can be analysed using various methods. The investigation considered new approach using fractal analysis [1, 2, 3] in comparison with conventional statistical method.

For the analysis a data record from CCD camera was used. Shots were downloaded to a computer as a data record and analysed. Images in a digital form are represented as matrix with values of pixels and the images windows are designed. Average values of pixels in the windows are read. The values are saved, and create time series. These time series are analysed by fractal analysis, CIE colour space and statistical analysis [5].

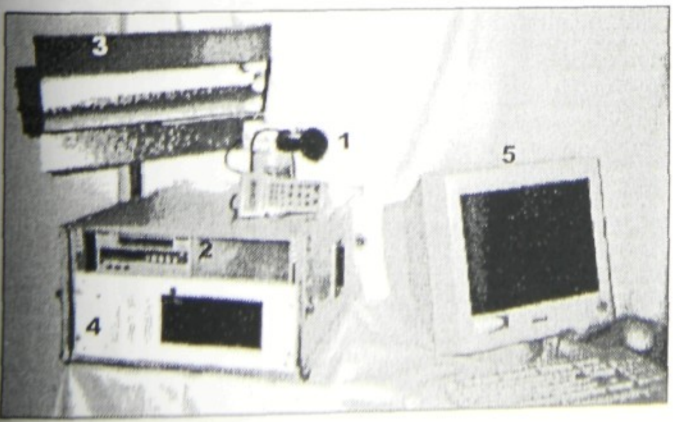


Fig. 1 Modular system "Noviscam" configuration.

Our investigation confirmed that many production processes could use the same principles of analysis in its processes. Our research has shown the possibilities of application of three software tools in various textile processes. Our activity in this problem was supported by the project EU Inco-Copernicus – Noviscam, Erbic 15CT960700 [4, 5].

2. NOVISCAM TECHNIQUE

The entire principle for the monitoring process, the generation of the time series, the estimation of a fractal dimension of the series and for analysis of the fractal dimension we can names as: "NOVISCAM Technique". The technique can be divided into "hardware" and "software" solution.

2.1 Hardware

The technology of the production process is scanned with a high-speed CCD camera, digital CCD camcoder or CCD video camera. Shots are transmitted to a computer as a data record. Results of the analysis are transmitted to a Control Electronic Unit (CEU).

System configuration (Fig.1):

1. 3-CCD colour video camera JVC KY-F55BE with variable focal lens.
2. Digital Video Cassette Recorder DSR-20P.
3. Lightening.
4. Video and graphic system - dpsReality.
5. Monitor.

The heart of the system is the dpsReality card. The dpsReality card provides the means for capturing images in real time. The dpsReality will work with any application that can read or write to any of the file formats supported by Virtual Tape File System, including SGI, BMP, PIC, TIF, IFF, VPB, RAS and RLA. The

Vlákna a textil 10 (2) 70–74 (2003)

dpsReality is simple interface with a trim table, timeline and preview windows designed with the compositor in mind.

The card is on-board SCSI controller, designed to control Ultra Wide SCSI drives means that does not rely on the computer's bus to transfer video to disk. The video data is captured and stored in a 32-bit 4:2:2:4 MJPEG or uncompressed YUV format. The dpsReality card has a single input/output cable, which carries auxiliary, balanced and unbalanced audio, component, composite and S-Video signals in both inputs and outputs. It provides analogue signal processing and character generator support.

2.2 Diagnostic algorithm

The image processing algorithm is realized using Matlab package and image processing toolbox.

The computer shows the data record as single images. The images in digital form are represented as matrices with values of pixels, and windows are created over the images (Fig. 2). The windows are located in important positions of the production process. This means that only some parts of the scanned production process are critical for production process (for quality of process and obtaining a required product). Average values of pixels in the windows are read from the images. The values are saved, and these create a time series in time (signals). The fractal dimension from the time series can be estimated, for example, by using R/S analysis.

The "iso-gray set" can be generated by setting a suitable brightness threshold and making the time at which the brightness of the set average crosses this threshold. The fractal dimension of the points set, so generated, can be estimated using the Box Procedure or another procedure. It appears that this fractal dimension from "iso-gray set" is more sensitive to change than the fractal dimension from the whole time series [4,5].

2.2.1 Rescaled Range Analysis

The Rescaled Range Analysis (R/S) represents the method for estimating fractal dimension [2] of nature self-affined fractals and uses the statistical tools. The Hurst exponent H is computed in the analysis. The fractal dimension of the time series (signal) can then be calculated from the relationship between the Hurst exponent H and the fractal dimension:

$$D_{RS} = 2 - H \quad (1)$$

Where D_{RS} denotes the fractal dimension estimated from the Rescaled Range Analysis. The R/S dimension has a value form 1 up to 2, and the Hurst exponent has a value from 0 up to 1. Fig. 3 shows two different time series (for better demonstration of the same data record, but different position of the windows). The fractal dimension (Hurst exponent) depends on the character of the time series. The rough time series has a higher fractal dimension $D_{RS} = 1.70$ (lesser Hurst exponent $H = 0.30$), and smoother time series have lesser fractal dimensions $D_{RS} = 1.54$ (higher Hurst exponent $H = 1.48$).

2.2.2 "Iso-gray Set" and Box Dimension

As in Fig. 2 we can elaborate the "iso-gray set" from the time series and estimate a fractal dimension of this set. The "iso-gray set" is generated by setting suitable

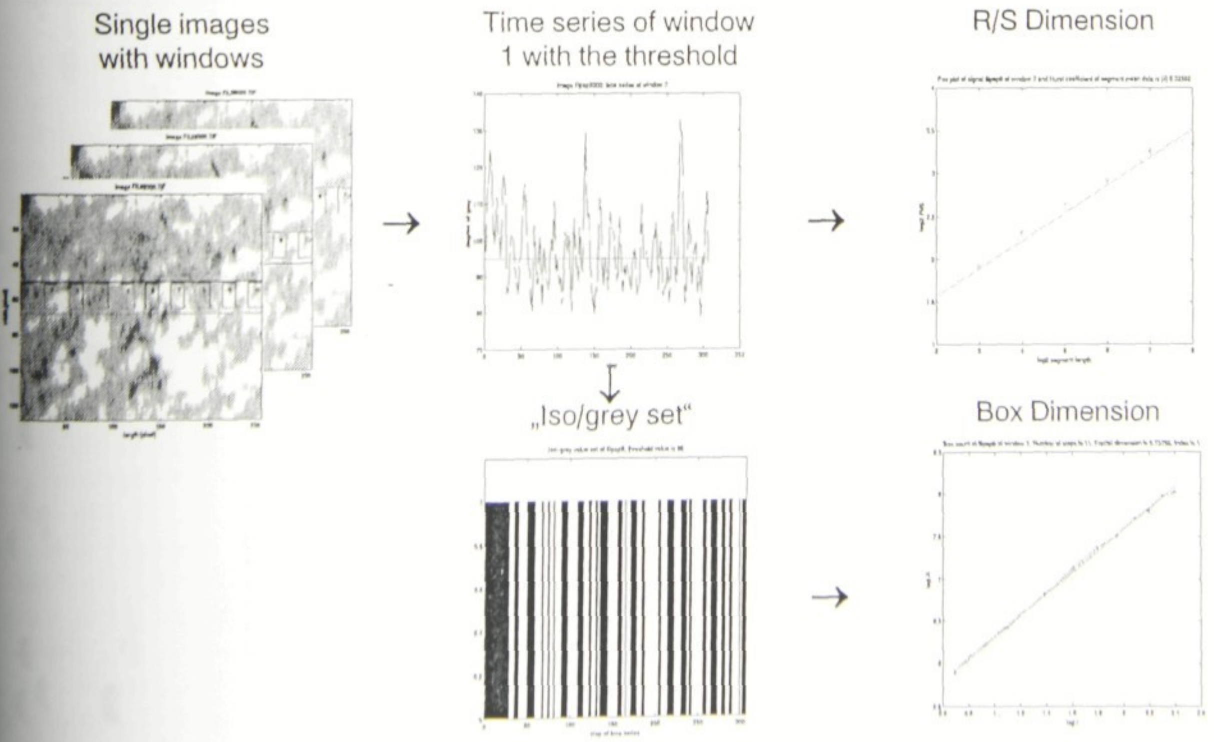


Fig. 2 Elaboration of time series from single images and estimations of the fractal dimension – "software"

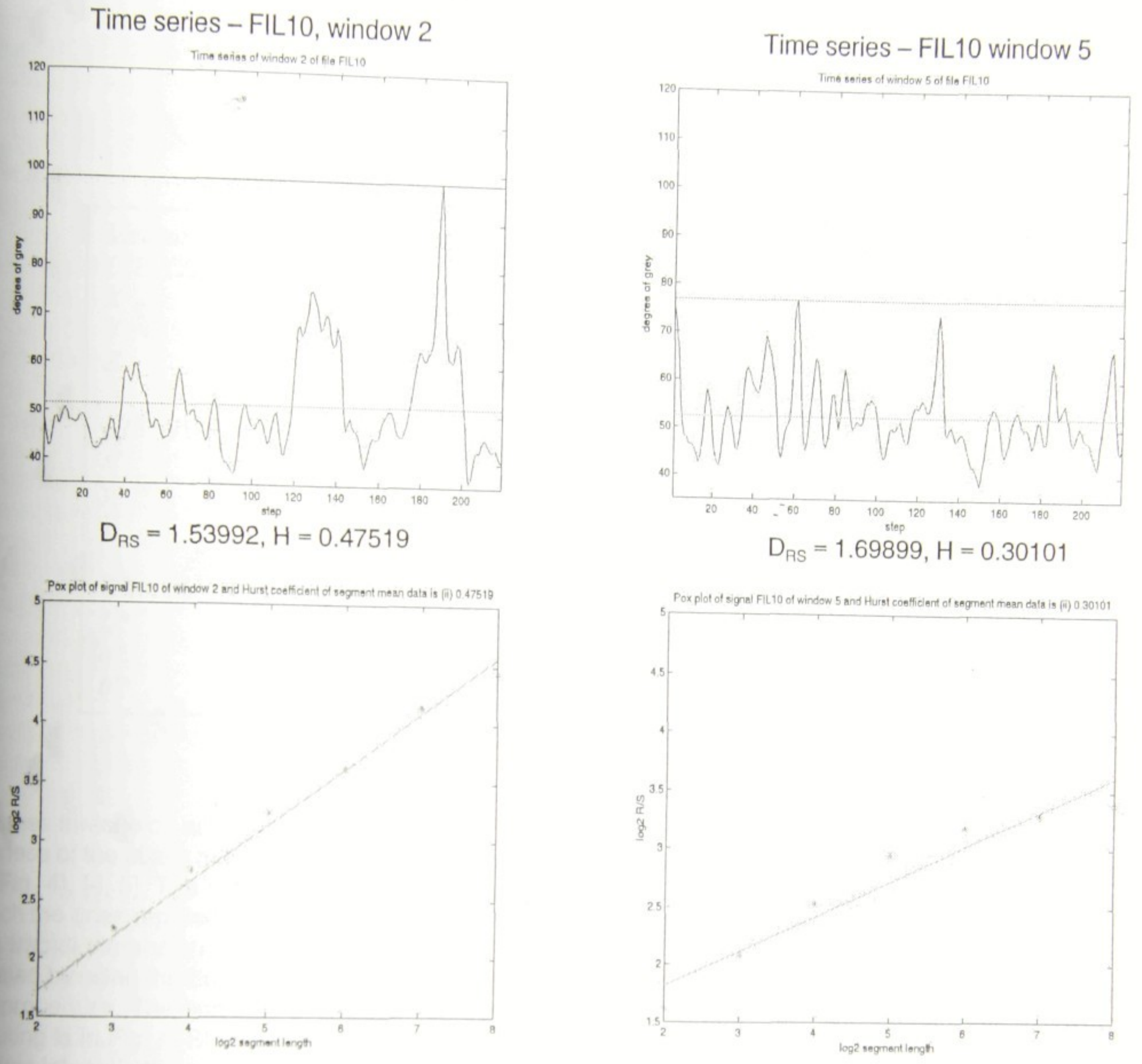


Fig. 3 Comparing of R/S dimension (smoother and rougher time series)

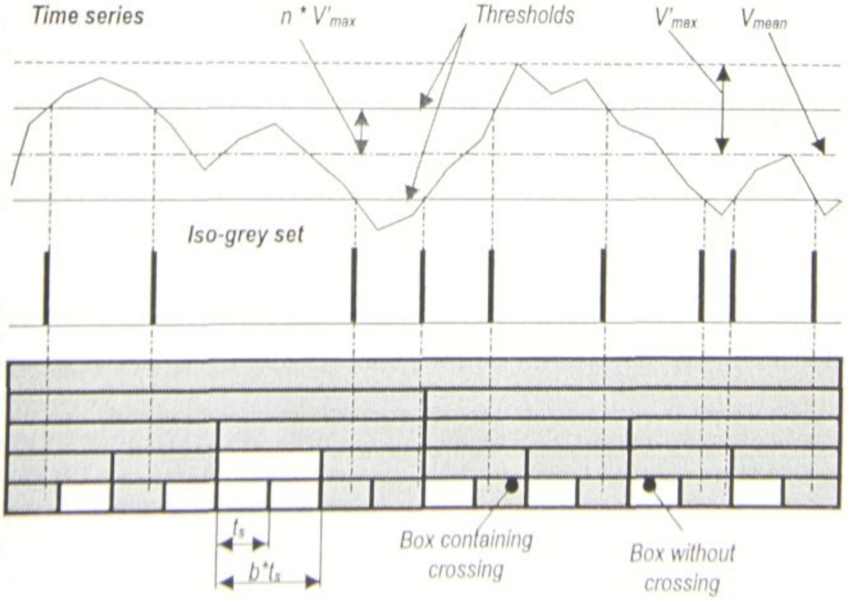


Fig. 4 Construction of iso-gray set – by making each time at which trace crossed chosen threshold values and principle of Box Dimension computing.

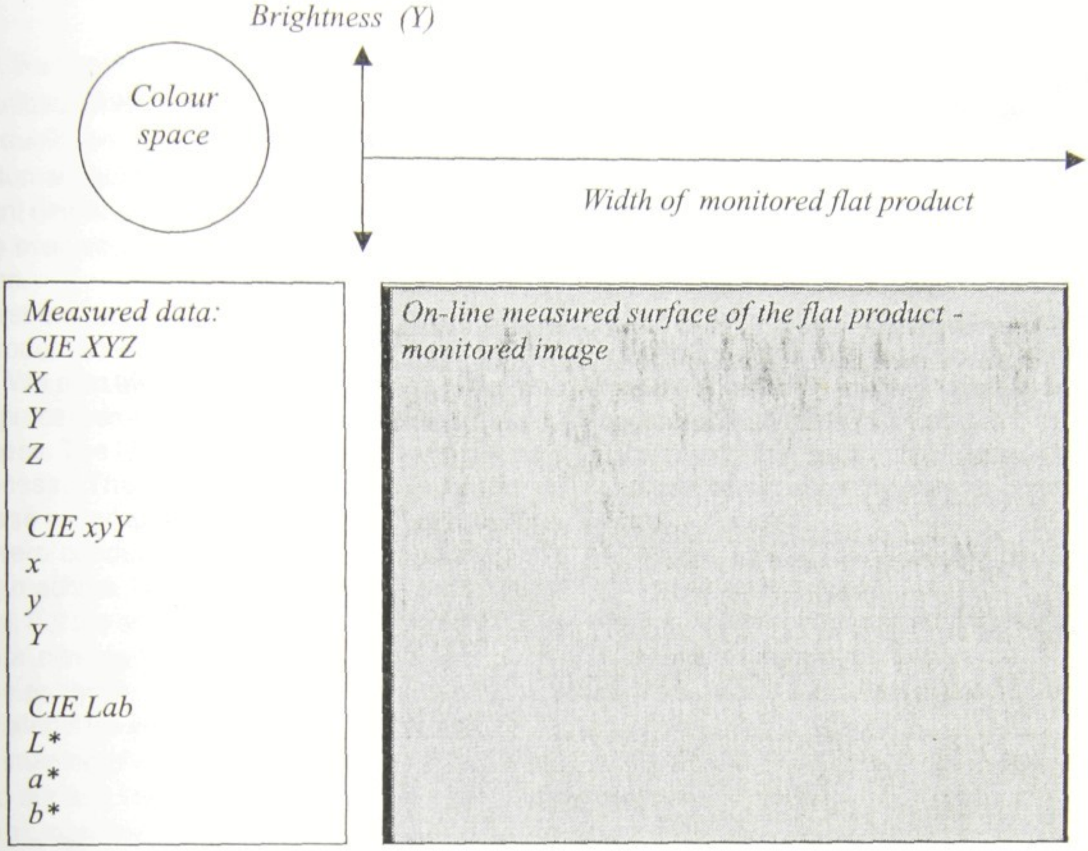


Fig. 5 Monitoring and data analysis by video colorimeter

brightness thresholds and using the time at which the brightness of the pixels average crosses these thresholds (Fig. 4), [4, 5]. The set contains zeros and ones, in which the ones represent the crosses.

The fractal dimension of the "iso-gray set" can be estimated by using the Box Counting Procedure or another procedure. The principle of the box dimension computing is in Fig. 4. Starting from box size t_s (sampling time interval), the number of boxes that contain a crossing is recorded. The box size is then increased by factor *b* (increasing factor or box division factor) and the procedure continues until the entire time series is contained in one single box. This is illustrated for $b = 2$ in the Fig. 4.

The box-plot is then $\log_2$ of the number of boxes that contain a crossing against the $-\log_2$ [4,5] of the normalised box size (box size divided by sampling time interval t_s).

2.2.3 Analysis by video colorimeter

Video colorimeter expresses the colour of the measured flat object (Fig 5). The image of an original picture is mostly projected through a set of appropriate optical filters and separated to three components of indirect trichromatic reproduction - red, green and blue (RGB). The optical signal generates electrical charge, large proportionality to the light flow, in 2D matrix of sensors of video camera, every element of CCD field behaving as a micro-photometer. The charge is shifted in rows and is sequentially read out and transformed by matrixes from RGB representation to YUV-video devices native colour space. The video signal from camera is fed to an analogue-to-digital converter. The digitised representation, also known as Y Cb Cr according to ITU R.601, is stored in a frame buffer and analysed by software in real time. It is conveyed to the production process control system via TCP/IP network then.

The averaged values of Y,Cb,Cr components are transformed to CIE 1931 trichromatic components XYZ, xyY components, as well as to CIE 1976 Lab components. The lab colour model has been chosen as an optimum in the given application.

Video colorimeter expresses the colour of measured flat object on-line. This is the way, how to compare one colour to the next one with accuracy. This analysis identifies the colour explicitly. That is, it differentiates the colour from all others and assigns it a numeric value. This analysis enable to compare data obtained from the most commonly used spectrophotometers.

3. APPLICATION OF NOVISCAM TECHNIQUE IN TEXTILE INDUSTRY

The application of the "Noviscam Technique" may be used in the entire textile production processes involve typical irregularities – irregularities of the fibre in the fi-

bre web, filaments or yarns in the webs or yarns in woven or knitted fabrics, etc. The improved process and product quality contributes to the increased profitability and customer satisfaction. In textile production exists a significant demand on objective, reliable, time and cost effective evaluation of production processes and their outcomes.

The first experience with "Noviscam Technique" in textile production was obtained in a wet-laying web production. We also tried to use this technique in the web forming processes on the carding machine and in weaving process. The last experience was gained in weaving process. The measurements were made on multiphase weaving machine M 8 300. The measurements were conducted at an inspection frame and a weaving machine. Image data record is currently being analysed. For the scanning we used a high-speed camera, digital camcorder and video colorimeter.

For the analysis of structures and the surface of the textile material we used fractal analysis, statistic analysis and imaging photometry. The segmentation of the scanned surface into pixels and its description with a map of microphotometrical values creates appropriate conditions for the application of means and procedures of more complex and sophisticated evaluation methods such as image analysis, frequency analysis of signals, multidimensional statistical analysis, etc.

4. CONCLUSIONS

The method of visualisation is currently performed by the maximizing of accuracy, hence a greater accuracy than human inspectors may have. The fractal analysis allows "On-line" evaluation with immediate feedback to the process. The fractal dimension is changed according to changes in a scanned production process. The changes are observed between a process conducive to a good-quality product and a process conducive to a poor-quality product. The fractal dimension is suitable for investigation and is used for a process production control.

Results from the carding process, the paper production process and weaving process, show the possibility of using of statistical method applied brightness and colour signals from the video camera. It seams that the use of statistical methods provides an alternative to fractal analysis.

Our investigations open the way for process control, which will reduce the number of defects and will result in high quality of the product.

I can confirm that the "Noviscam Technique" can be used in the textile industry. The possibilities of this technique in the textile industry are still being tested and compared with other methods.

I can state that the fractal dimension is a powerful tool and can be successfully used in chaotic and fast production process.

1. System for monitoring random production processes has been developed.
2. The system is based on video image and suitable signal processing.
3. The system has been applied to textile production processes.

ACKNOWLEDGEMENT

The investigation has been carried out in the framework of EU Inco-Copernicus programme in collaboration with University of Hartfordshire, England, Turboinstitut, Slovenia, CeVis TU Bremen, Germany, BIRAL, England, Filpap and Elmertex, Czech Republic. The author sincerely thanks the kind help from the referees.

REFERENCES

[1] R.W.Conci,A., Proenca, B.C. "A fractal image analysis system for fabric inspection based on a box-counting method", Paper. Federal University, Passo da Pátria 156, 24 210 – 240, Niterói, RJ Brazi,1997.

[2] Peitgen, H.O., Saupe, D.: The Science of Fractal Images, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg (1988).

[3] Tsuji, Y., Honda, K.,Tsunotda,H., Nakamura,I "Fractal aspects of iso-velocity set in turbulent boundary layer", JSME-International Journal, series B, Vol.36, No.1 (1993).

[4] Chrpová, E.: NOvel VIsualisation System for Control And Monitoring. Framework IV (2). The project EU Inco-Copernicus – Noviscam, Erbic 15CT960700, Annual Reports for years 1997-2001 from TU Liberec.

[5] Chrpová,E., Hotař,V. "Application of Fractal Dimension in Textile Production Processes". The Textile Institute, 80th World Conference, Manchester, 2000, ISBN 187037245X, CD, 12 pages.