

GLASILO SLOVENSKIH TEKSTILCEV • SLOVENE JOURNAL FOR TEXTILE AND CLOTHING TECHNOLOGY, DESIGN AND MARKETING

tekstilec

4-6/2007 • vol. 50 • 75-170

ISSN 0351-3386

UDK 677 + 687 (05)



Časopisni svet/Publishing Council

Martin Kopač, Jože Smole GZS – ZTOUPI
Zoran Stjepanovič *predsednik/president*,
Marta Slokar ZITTS
Barbara Simončič, Franci Sluga UL-NTF, OT
Karin Stana Kleinschek,
Alenka Majcen Le Marechal UM-FS, OTMO
Miha Ješe, Mojca Šubic IRSPIN

Glavna in odgovorna urednica/ Editor-in-chief

Diana Gregor Svetec

Namestnica glavne in odgovorne urednice/Assistant Editor

Majda Sfiligoj Smole

Izvršna urednica/Executive Editor

Anica Levin

Uredništvo/Editorial board

Franci Debelak
Veronika Vrhunc
IRSPIN
Vili Bukošek
Petra Forte
Marija Jenko
Momir Nikolić
Almira Sadar
Univerza v Ljubljani, Slovenija/
University of Ljubljana, Slovenia
Darinka Fakin
Jelka Geršak
Tanja Kreže
Zoran Stjepanovič
Univerza v Mariboru, Slovenija/
University of Maribor, Slovenia
Paul Kiekens
Univerza v Gentu, Belgija/
University of Ghent, Belgium
Hartmut Rodel
Tehniška univerza v Dresdnu, Nemčija/
Technical University of Dresden, Germany
Ivo Soljačić
Univerza v Zagrebu, Hrvaška/
University of Zagreb, Croatia

tekstilec glasilo slovenskih tekstilcev, podaja temeljne in aplikativne znanstvene informacije v fizikalni, kemijski in tehnološki znanosti vezani na tekstilno tehnologijo. V reviji so objavljeni znanstveni in strokovni članki, ki se nanašajo na vlakna in preiskave, kemijsko in mehansko tekstilno tehnologijo, tehnične tekstilije in njihovo uporabo, kot tudi druga področja vezana na tekstilno tehnologijo in oblikovanje, tekstilno in oblačilno industrijo (razvoj, uporaba, izdelava in predelava kemijskih in naravnih vlaken, prej in ploskih tekstilij, oblikovanje, trženje, ekologija, ergonomika, nega tekstilij, izobraževanje v tekstilstvu itd.). Od leta 2007 je revija razdeljena na dva dela, dvojezični (slovensko/angleški) del, kjer so objavljeni članki s področja znanosti in razvoja; znanstveni članki (izvirni in pregledni), kratka obvestila in strokovni članki. Drugi del, napisan samo v slovenščini, vsebuje prispevke o novostih s področja tekstilne tehnologije iz Slovenije in sveta, informacije o negi tekstilij in ekologiji, kratka obvestila vezana na slovensko in svetovno tekstilno in oblačilno industrijo ter prispevke s področja oblikovanja tekstilij in oblačil.

tekstilec *the magazine of Slovene textile professionals gives fundamental and applied scientific information in the physical, chemical and engineering sciences related to the textile industry. Its professional and research articles refer to fibers and testing, chemical and mechanical textile technology, technical textiles and their application, as well as to other fields associated with textile technology and design, textile and clothing industry e.g. development, application and manufacture of natural and man-made fibers, yarns and fabrics, design, marketing, ecology, ergonomics, education in textile sector, cleaning of textiles, etc. From 2007 the journal is divided in two parts, a two language part (Slovene English part), where scientific contributions are published; i.e. research articles (original scientific and review), short communications and technical articles. In the second part written in Slovene language the short articles about the textile-technology novelties from Slovenia and the world, the information of dry cleaning and washing technology from the viewpoint of textile materials and ecology, short information's about the Slovene textile and clothing industry and from the world as well as the articles on textile design are published.*

Dosegljivo na svetovnem spletu/Available online at
www.tekstilec.itt-drustvo.si

Izvillečki tekstilca so pisno objavljeni v/
Abstracted and Indexed in

Chemical Abstracts
World Textile Abstracts
EBSCO
Ulrich's International Periodicals Directory
COMPENDEX
Titus Literaturschau
TOGA Textiltechnik

tekstilec

ISSN 0351-3386

VOLUME 50 • NUMBER 4-6 • 2007 • UDK 677 + 687 (05)

IZVLEČKI/abstracts

75 Izvlečki • *Abstracts*

ČLANKI/papers

77 Vpliv materiala na kakovost šiva • Izvirni znanstveni članek
Influence of the material on the seam quality • Original Scientific Paper
Dunja Šajn

93 Barva in optični pojavi na tkanini • Pregledni znanstveni članek
Colour and Optical Phenomena on Fabric • Review
Helena Gabrijelčič

133 Deformacija Ittenovega barvnega kroga v barvnih sistemih
CIE L*a*b* in CIE xy • Izvirni znanstveni članek
Deformation of Itten's colour circle in colour systems
CIE L*a*b* and CIE xy • *Original Scientific Paper*
Živa Zupin

STROKOVNI DEL/
technical notes

150 Prostovoljno članstvo panožnega združenja se krepi
• *Aktualno doma*

151 Rašica ima 60 let • *Aktualno doma*

152 Diplomaska, magistrska in doktorska dela • Univerza v Ljubljani,
Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo • Univerza
v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale
in oblikovanje

154 Projektiranje in konstrukcija tekstilij in oblačil
Učbenik • *Nove knjige*

156 Dober kroj – temelj modnega oblačila
Trije priročniško zasnovani učbeniki s področja konstruiranja
in modeliranja oblačil • *Nove knjige*

159 Poslovanje tekstilne in oblačilne industrije EU v letu 2006
• *Aktualno v svetu*

164 Prevzem podjetja Woolmark Company • *Aktualno v svetu*

165 InfoCenter GZS Hitro in učinkovito do kakovostnih poslovnih
informacij • *Ponudbe – povpraševanja*

tekstilec

Ustanovitelj / *Founded by*

Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev Slovenije/
Association of Slovene Textile Engineers and Technicians
Gospodarska zbornica Slovenije – Združenje za tekstilno,
oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo/
*Chamber of Commerce and Industry of Slovenia - Textiles,
Clothing and Leather Processing Association*

Urejanje, izdajanje in sofinanciranje/

Editing, publishing and financially supported by

- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za tekstilstvo/*University of Ljubljana,
Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles*
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo/
University of Maribor, Faculty for Mechanical Engineering
- Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije/
Industrial development centre of Slovene spinning industry

Revijo sofinancira/Journal is financially supported by

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije/
Slovenian Research Agency

Revija Tekstilec izhaja štirikrat letno v 800
izvodih/*Journal Tekstilec appears quarterly
in 800 copies*

Revija je pri Ministrstvu za kulturo vpisana
v razvid medijev pod številko 583.
Letna naročnina za člane Društva
inženirjev in tehnikov tekstilcev
je vključena v članarino.

Letna naročnina

za posameznike je 38 €
za študente 22 €
za mala podjetja 87 €
za velika podjetja 185 €
za tujino 110 €

Cena posamezne številke je 10 €

Na podlagi Zakona o davku na dodano
vrednost sodi revija Tekstilec med
proizvode, od katerih se obračunava
DDV po stopnji 8,5 %.

Transakcijski račun 01100-6030708186
Bank Account No. SI56 01100-6030708186
Nova Ljubljanska banka d.d.,
Trg Republike 2, SI-1000 Ljubljana,
Slovenija, SWIFT Code: LJBA SI 2X.

Izdajatelj/*Publisher*

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek
za tekstilstvo / *University of Ljubljana, Faculty of Natural
Sciences and Engineering, Department of Textiles*

Naslov uredništva/*Editorial Office Address*

Uredništvo Tekstilec, Snežniška 5, p.p. 312, SI-1000 Ljubljana
Tel./Tel.: + 386 1 200 32 00, +386 1 252 44 17
Faks/Fax: + 386 1 200 32 70
E-pošta/*E-mail*: tekstilec@ntf.uni-lj.si
Spletni naslov/*Internet page*: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

Lektor za slovenščino: Milojka Mansoor, za angleščino: AJE

Oblikovanje/Design Tanja Medved

Prelom in priprava za tisk/DTP Barbara Blaznik

Fotografija na naslovnici/Cover Photo No. 1–3 Andrej Javoršek
No. 4–6 <http://www.sxs.hu/photo/721149>

Tisk/Printed by Littera Picta d.o.o.

Copyright © 2007 by Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Oddelek za tekstilstvo

Noben del revije se ne sme reproducirati brez predhodnega pisnega
dovoljenja izdajatelja/*No part of this publication may be reproduced
without the prior written permission of the publisher.*

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Dunja Šajn

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia*

Vpliv materiala na kakovost šiva

Influence of the material on the seam quality

Za raziskavo vpliva materiala na kakovost šiva so bile izbrane tkanina iz bombažnih vlaken, tkanina iz poliestrnih vlaken in tkanina iz regeneriranih celuloznih vlaken (viskozni vlaken) v vezavi platno. Izmerjene so bile mehanske lastnosti tkanine, med drugim tudi dimenzijska stabilnost. Tkanine smo šivali s spojnim šivom, enkrat in dvakrat pošitim spojnim šivom s sukanecem iz 100-odstotne poliestrne oplaščene preje. Po šivanju, likanju, enkratnem, trikratnem, petkratnem in desetkratnem pranju z vmesnimi likanji sta bili izmerjeni pretržna sila šiva in dolžina konture šiva, ki je bila pred šivanjem 50 cm. Raziskava je pokazala, da ima največjo pretržno silo šiva poliestrna tkanina, in sicer po šivanju in posameznih pranjih, najnižjo pretržno silo šiva pa ima tkanina iz regeneriranih celuloznih vlaken. Statistična analiza je pokazala, da število pranj nima pomembnega vpliva na pretržno silo šiva in da so razlike med vrednostmi pretržne sile po posameznih pranjih zgolj naključne. Nasprotno pa je statistična analiza pokazala, da ima vrsta izbranega šiva pomemben vpliv na pretržno silo šiva. Rezultati so pokazali, da je prišlo do največje spremembe dolžine konture šiva pri tkanini iz regeneriranih celuloznih vlaken, ki ima najmanjšo dimenzijsko stabilnost in zato največje krčenje. Statistična analiza je potrdila, da ima število pranj pomemben vpliv na spremembo dolžine konture šiva. Prav tako na spremembo dolžine konture šiva po posameznih pranjih pomembno vpliva vrsta izbranega šiva.

Ključne besede: tkanina, šiv, pretržna sila, dimenzijska stabilnost, kontura šiva

To explore the influence of material on seam quality, the fabric from cotton yarn, polyester yarn and viscose yarn were chosen for canvas weave. The mechanical properties of fabric and dimensional stability were measured. Fabrics were sewn with superimposed seam 1.01.01 and two types of lapped seams 2.02.03 and 2.02.05 with the polyester sewing thread from core spun yarn. After sewing and ironing and 1-, 3-, 5- and 10-times machine washings with ironings between, the breaking force of the seam and length of the seam were measured. The length of the seam was amount-ed before sewing 50 cm. The results of the research showed that the highest breaking force of the seam contained fabric from polyester yarn after sewing and after ten washings; meanwhile, the lowest breaking force contained fabric from viscose yarn. Statistical analysis demonstrated that the number of washes did not influence seam strength, which suggests that the differences between the val-

ues of breaking force of the seams after more washings occurred by chance. In contrast, the statistical analysis demonstrated that the seam sort significantly influences the breaking force of the seam. The greatest changes in seam length were observed in the viscose fabric. Also, viscose fabric has the lowest dimensional stability and greatest shrinkage. Statistical analysis confirmed that the number of washings influences changes in seam length. Additionally, an important influence on changes in seam length after washings was seam sort and type.

Key words: fabric, seam, breaking force, dimensional stability, the seam length

Pregledni znanstveni članek *Review*

Helena Gabrijelčič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/*University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia*

Barva in optični pojavi na tkanini

Colour and Optical Phenomena on Fabric

Namen preglednega članka je sistematično predstaviti in opisati najpomembnejše dejavnike, pojave in lastnosti, ki sodelujejo pri nastanku barve na tkaninah. V prvem delu so predstavljeni nekateri optični pojavi (refleksija, absorpcija, sipanje), ki so poleg opazovalca in svetlobnega vira pogoj za dojetje barve preje in tkanine. Osrednji del članka vključuje opis vpliva konstrukcijskih parametrov na optične pojave in posledično barvo preje in tkanine. Predstavljene so primarne lastnosti vlaken, preje in tkanin, ki povzročajo naravno obarvanost in s katerimi ustvarjamo enostavne barvno-teksturne učinke: surovinska sestava vlaken, vrsta in oblika preje, konstrukcijski parametri tkanine (gostota, vezava, presevanje v tkanini). Pregled je nadgrajen z opisom kompozicijskih lastnosti, s katerimi dosegamo zahtevnejše barvne in reliefne učinke. Tu so vključeni: barvno sosledje, razmerje med številom osnovnih in votkovnih veznih točk, razporeditev veznih točk, pojav presevanja, flotiranje niti, posebni reliefni učinki, barvno oblikovanje in odnos med barvami, ki s konstrukcijo sooblikujejo končni videz tkanega izdelka.

Ključne besede: tkanina, preja, barva, optični pojavi, konstrukcijske lastnosti

The purpose of the scientific review paper is to systematically present and describe the most significant factors and parameters, which influence the colour of woven fabrics. In the first part, optical phenomena, such as refraction, reflection, absorption, and scattering, are described. These phenomena are necessary, beside the observer and a light source, for visual sensation of the colour of threads and woven fabrics. The main part of the paper deals with the influence of constructional parameters on the colour of threads and woven fabrics. Primary parameters of fibres, threads and fab-

rics, such as raw material, type and shape of yarn, constructional parameters (thread spacing, weave, reflectance) are presented. With these parameters, simple colour and texturing effects can be achieved. Furthermore, the review gives the description of some methods and compositional parameters, which enable complex colour effects. In that part, the paper analyses colour repeat, ratio of the number of warp to weft interlacing points, distribution of interlacing points, foundation reflectance, thread floating, special texturing effects, colour design, and the relationship between different colours (contrast, harmony), which coupled with the construction, participate in creation of final visual appearance of woven fabrics. **Key words:** woven fabric, threads, constructional parameters, colour, optical phenomena

Izvirni znanstveni članek *Original Scientific Paper*

Živa Zupin

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija/University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, Snežniška 5, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Deformacija Ittnovega barvnega kroga v barvnih sistemih CIE $L^*a^*b^*$ in CIE xy

*Deformation of Itten's colour circle in colour systems CIE $L^*a^*b^*$ and CIE xy*

Znanstveniki se že stoletja ukvarjajo z naukom o barvah in postavljajo različne barvne sisteme, ki bi čim bolj realno pokazali postavitev barv v prostoru in razmike med posameznimi barvami. Med umetniki je zelo razširjena likovna teorija švicarskega umetnika Johannesa Ittna, ki je definiral kontrastne in harmonične barve in barvne sestave na osnovi dvanajstdelnega barvnega kroga in barvne krogle. Naše raziskovalno delo je temeljilo na Ittnovi teoriji.

Želeli smo ugotoviti, če imajo barvne harmonije tudi v CIE-barvnem prostoru kakšne skupne značilnosti in če lahko tudi v CIE-barvnem prostoru predvidevamo, katere barve so med seboj harmonične. Želeli pa smo ugotoviti tudi, ali likovna teorija velja, če jo prenesemo v CIE-barvni prostor, ki se uporablja predvsem za znanstvene namene.

Ugotavljali smo, kakšne so značilnosti barvnih akordov, ki so lahko harmonični ali neharmonični, v CIE-barvnem prostoru in če jih lahko primerjamo z Ittnovimi ugotovitvami, po katerih si komplementarni barvi v barvnem krogu stojita nasproti, primarne, sekundarne in terciarne barve pa med seboj tvorijo trikotnik. **Ključne besede:** barvna metrika, barvni prostor CIE Lab, diagram CIE xy, Ittnova barvna teorija, barvne harmonije, barvni akordi in barvni kontrasti

Scientists have been studying colours and colour harmonies for centuries and have tried to arrange them in different colour systems; which show the most real arrangement of colour in the

space and spacing between them. Today, most artists follow colour scheme theory by Swiss painter Johannes Itten, who explained the contrasts and harmonies of colours with the help of the colour circle and colour sphere in his book The Art of Colour. His theory was also the basis of our research work.

The aim of this research was to find out how colour harmonies function in CIE-colour spaces – whether they share any common characteristics, and if it is possible to anticipate which colours are harmonious. We also wanted to find out the correctness of the art colour theory when transferred into CIE-colour space, which is primarily used for scientific purposes.

*We concentrated on the characteristics of colour accords, which can be harmonious or inharmonious, in the CIE-colour space, and the possibility of comparing them with Itten's theory, where complementary colours stand opposite to each other in the colour circle, while primary, secondary and tertiary colours form a triangle. **Key words:** colorimetry, CIE – colour systems, CIE xy diagram, Itten's colour theory, colour harmony, colour contrasts.*

Influence of the material on the seam quality

Original Scientific Paper

Received March 2007 • Accepted June 2007

Abstract

To explore the influence of material on seam quality, the fabric from cotton yarn, polyester yarn and viscose yarn were chosen for canvas weave. The mechanical properties of fabric and dimensional stability were measured. Fabrics were sewn with superimposed seam 1.01.01 and two types of lapped seams 2.02.03 and 2.02.05 with the polyester sewing thread from core spun yarn. After sewing and ironing and 1-, 3-, 5- and 10-times machine washings with ironings between, the breaking force of the seam and length of the seam were measured. The length of the seam was amounted before sewing 50 cm. The results of the research showed that the highest breaking force of the seam contained fabric from polyester yarn after sewing and after ten washings; meanwhile, the lowest breaking force contained fabric from viscose yarn. Statistical analysis demonstrated that the number of washes did not influence seam strength, which suggests that the differences between the values of breaking force of the seams after more washings occurred by chance. In contrast, the statistical analysis demonstrated that the seam sort significantly influences the breaking force of

Vodilni avtor/Corresponding Author:
dr. Dunja Šajn
tel.: +386 1 200 32 18
e-mail: dunja.sajn@ntf.uni-lj.si

Dunja Šajn

Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Univerza v Ljubljani

Vpliv materiala na kakovost šiva

Izvirni znanstveni članek

Poslano marec 2007 • Sprejeto junij 2007

Izvleček

Za raziskavo vpliva materiala na kakovost šiva so bile izbrane tkanina iz bombažnih vlaken, tkanina iz poliestrnih vlaken in tkanina iz regeneriranih celuloznih vlaken (viskozni vlaken) v vezavi platno. Izmerjene so bile mehanske lastnosti tkanine, med drugim tudi dimenzijska stabilnost. Tkanine smo šivali s spojnim šivom, enkrat in dvakrat pošitim spojnim šivom s sukancem iz 100-odstotne poliestrne oplaščene preje. Po šivanju, likanju, enkratnem, trikratnem, petkratnem in desetkratnem pranju z vmesnimi likanji sta bili izmerjeni pretržna sila šiva in dolžina konture šiva, ki je bila pred šivanjem 50 cm. Raziskava je pokazala, da ima največjo pretržno silo šiva poliestrna tkanina, in sicer po šivanju in posameznih pranjih, najnižjo pretržno silo šiva pa ima tkanina iz regeneriranih celuloznih vlaken. Statistična analiza je pokazala, da število pranj nima pomembnega vpliva na pretržno silo šiva in da so razlike med vrednostmi pretržne sile po posameznih pranjih zgolj naključne. Nasprotno pa je statistična analiza pokazala, da ima vrsta izbranega šiva pomemben vpliv na pretržno silo šiva. Rezultati so pokazali, da je prišlo do največje spremembe dolžine konture šiva pri tkanini iz regeneriranih celuloznih vlaken, ki ima najmanjšo dimenzijsko stabilnost in zato največje krčenje. Statistična analiza je potrdila, da ima število pranj pomemben vpliv na spremembo dolžine konture šiva. Prav tako na spremembo dolžine konture šiva po posameznih pranjih pomembno vpliva vrsta izbranega šiva.

Ključne besede: tkanina, šiv, pretržna sila, dimenzijska stabilnost, kontura šiva

the seam. The greatest changes in seam length were observed in the viscose fabric. Also, viscose fabric has the lowest dimensional stability and greatest shrinkage. Statistical analysis confirmed that the number of washings influences changes in seam length. Additionally, an important influence on changes in seam length after washings was seam sort and type.

Key words: fabric, seam, breaking force, dimensional stability, the seam length

1 Introduction

Aside from its basic function of protecting environmental (weather) influences, garments should also compliment the aesthetical and fashion image of the person wearing the item. With respect to the look and shape of the garments, the fabric is influenced by its mechanical properties.

The quality of the garment is chosen based on the quality of the seam, specifically the seam sort and type, seam strength and behavior while wearing. The seam must have suitable strength and elasticity to sustain loading during wearing and prevent seam breakage or visible damage to the fabric in the seam region. [1]

Based on the extensive nature of these issues, this paper examines the influence of textile material on seam quality.

In this study, the breaking force of three different seams (superimposed and two types of lapped seams), the length of the seam, the dimensional stability of the seam after sewing, machine washings, and with ironings between separate washings on the hand press steam machine, was analyzed.

2 Seam quality

The seam appearance is closely associated with the quality demands of the seam. Seam quality depends on the adjustment of a sewing needle and sewing thread during sewing. The selection of a sewing needle depends on the material type, thickness, mass and textile material weave. A suitable sewing needle and a sewing thread are selected based on the material, which must have an appropriate fineness corresponding to 80-per-

1 Uvod

Oblačilo mora poleg osnovne funkcije, tj. zaščite telesa pred vremenskimi vplivi, zagotoviti estetski in modni videz osebe, ki ga nosi. Na videz in obliko oblačil vplivajo mehanske lastnosti tkanin. Kakovost oblačila se poleg izbrane tkanine kaže tudi preko kakovosti šiva, kar pomeni njegovega videza, trdnosti in obnašanja šiva pri nošenju.

Izdelan šiv mora imeti takšno trdnost in elastičnost, da lahko vzdrži obremenitve in ne pride do pretrga šiva ali vidnih poškodb šivanca v predelu šiva. [1]

Glede na obsežnost problematike proučevanja kakovosti šiva je v okviru prispevka raziskan vpliv vrste materiala na kakovost šiva. Za ta namen so določene pretržna sila treh različnih šivov (spojni šiv, enkrat in dvakrat pošit spojni šiv) in dolžina konture šiva oz. dimenzijska stabilnost šiva po šivanju, enkratnem, trikratnem, petkratnem in desetkratnem pranju z vmesnimi likanji na parni likalni stiskalnici.

2 Kakovost šiva

Videz šiva je tesno povezan s kakovostnimi zahtevami šiva. Kakovost šiva je odvisna od usklajenosti šivalne igle in sukanca ter parametrov šivanja. Izbira šivalne igle je odvisna od vrste, debeline, mase in vezave tekstilnega materiala. Na podlagi vrste materiala, ki ga šivamo, se izbere primerna šivalna igla in nato sukanec takšne finoče, da ustreza 80 odstotkom širine ušesa šivalne igle. Poleg navedenih parametrov mora imeti kakovostno izdelan šiv: [2]

- ustrezne mehanske lastnosti (trdnost šiva, zanesljivost šiva, dimenzijska stabilnost) in
- karakteristične kakovostne zahteve (linija šiva, nabiranje šiva, zdrs niti v šivu).

2.1 Vpliv sukanca in šivanca na kakovost šiva

Kakovost šiva je odvisna od vrste sukanca, njegove surovinske sestave, končne obdelave, konstrukcije in od vrste materiala, ki ga šivamo. Ker gre za širši problem medsebojnega odnosa sukanca in šivanca v procesu šivanja, so v nadaljevanju predstavljene zahteve sukanca in vpliv mehanskih lastnosti šivanca na kakovost izdelanega šiva. [3]

Sukanec kot vezni element med dvema ali več tekstilnimi površinami ima v procesu šivanja pomembno vlogo, ki se nanaša na kakovost sešitega oblačilnega predmeta. Sukanci so glede na svojo surovinsko sestavo, konstrukcijo, finočo različno odporni na obremenitve, ki se razvijajo pri procesu šivanja. Pri tem ima pomembno vlogo površinska obdelava sukanca. Poleg končnih vrednosti, kot sta pretržna sila in pretržni raztez, so pomembnejše vrednosti pri manjših obremenitvah (viskoelastično področje), ki so značilne za tehnološke procese v tekstilni industriji. [4]

cent of the sewing needle eye width. The following are seam quality parameters: [2]

- suitable mechanical properties (seam strength, seam security, dimensional stability) and
- characteristic quality demands (seam appearance, seam puckering, and slipped yarn on the seam region).

2.1 Influence of the sewing thread and material on the seam quality

Seam quality depends on the type of sewing thread, its end treatment, construction and material type. Because of the extensive nature of problems associated with sewing thread and material during the sewing process, this paper intended to study the influence of mechanical properties of material on seam quality. [3]

Sewing thread connects elements between two or more plies of the textile material during the sewing process and significantly influences garment quality.

Sewing thread properties are based on their construction, fineness, and loading resistance that occurs during the sewing process. As a result, the end treatment of the sewing thread is extremely important. In addition to the end values, such as breaking force and breaking extension, more important values with lower loads (viscoelastic region) are characteristic of technological processes in the textile industry. [4]

Despite the important influence of mechanical properties of sewing that influence its deformation and seam quality, this paper examines the influence of mechanical properties of material because the sewing process was performed using a minimal sewing velocity (1000 stitches per minute).

Textile materials are an important aspect of making quality garments. Because of the wide selection of fabrics in today's market, the selection of appropriate materials is a difficult task. Knowing the mechanical properties of fabrics is important and enables one to predict possible problems associated with the production process of making garments. [5, 6]

Mechanical properties of the seam and material

Important mechanical properties of the seams are: [2]

Kljub pomembnemu vplivu mehanskih lastnosti sukanca pri šivanju, ki vplivajo na deformacijo sukanca in naprej na kakovost šiva, se bomo v prispevku omejili le na vpliv mehanskih lastnosti šivanca, saj je bilo šivanje izvedeno pri minimalni vbodni hitrosti šivanja (1000 vb/min).

Šivanec ima poleg sukanca pomembno vlogo pri izdelavi kakovostnega oblačila. Izbira ustreznega šivanca je pri širokem izboru materialov (tkanin) v današnjem času pogosto težavna naloga. Zato je pomembno poznavanje mehanskih lastnosti tkanin, na podlagi katerih lahko napovemo vpliv le-teh na kakovost šiva in morebitne težave pri izdelavi oblačil. [5, 6]

Mehanske lastnosti šiva in šivanca

Med pomembnejše mehanske lastnosti šivov sodijo: [2]

- trdnost in elastičnost šiva,
- pretržna napetost in pretržni raztezek,
- odpornost robov proti cefranju,
- odpornost proti zdrsu niti,
- odpornost proti drgnjenju, obrabi in vremenskim vplivom in
- odpornost pri pranju in kemičnem čiščenju.

Trdnost šiva je odvisna od vrste in tipa vboda, vrste in tipa šiva, finoče sukanca, gostote vboda ter padca pretržne napetosti šivanca v predelu šiva, medtem ko je elastičnost šiva odvisna od vrste in tipa vboda, gostote vboda in elastičnosti sukanca, ki mora biti usklajena z elastičnostjo materiala, ki ga šivamo.

Padec pretržne napetosti šivanca v predelu šiva je povezan z velikostjo vbodnih odprtin, ki nastanejo pri šivanju, in s poškodbami šivanca zaradi prebadanja šivalne igle.

Šiv mora biti dovolj trden, da nastale napetosti med nošenjem ne povzročijo deformacij na oblačilnem predmetu. Izdelan šiv mora imeti takšno trdnost in elastičnost, da lahko vzdrži določene obremenitve in se ne pretrga ali da v predelu šiva ne nastanejo vidne poškodbe. [3]

Določanje trdnosti šiva, [7] ki je opredeljena kot pretržna sila šiva, smo izvedli na dinamometru, pri čemer dinamometer zazna pretržno silo, ki je potrebna za pretrg sukanca v najšibkejšem vbodu.

Mehanske lastnosti šivanca smo določali z merilnim sistemom FAST (Fabric Assurance by Simple Testing), s katerim merimo in določamo: [8]

- kompresijske lastnosti ali stisljivosti,
- upogibne lastnosti,
- natezno-elastične in strižne lastnosti in
- dimenzijsko stabilnost tkanin.

Z vidika zagotavljanja kakovosti šiva so pomembne naslednje lastnosti tkanin: [6, 9]

- Natezno-elastične lastnosti, ki vplivajo na obnašanje tkanin pri izdelavi oblačil. Visoka razteznost tkanine privede do težav pri šivanju vzorčastih materialov, nizka razteznost pa se kaže v slabi sposobnosti prilagajanja ukrivljenih oblik šiva in v obliki nabiranja šiva.

- seam strength and seam elasticity,
- breaking force and breaking extension,
- resistance of seam edges to unraveling,
- resistance to seam slippage,
- resistance to rubbing, wearing out and weather influences and
- resistance to the washing and chemical cleaning.

Seam strength depends on seam and stitch sort and type, fineness of the sewing thread, stitch density, breaking stress decreases the seam region material. Meanwhile, seam elasticity depends on the seam and stitch sort and type, stitch density and sewing thread elasticity, which corresponds to the elasticity of the material during the sewing process.

The decrease in breaking stress in the seam region is dependent on the expansion of stitch holes that appear after sewing because of the sewing needle, which disrupts the yarn of the fabric weave during sewing.

Seam strength must be sufficient, such that stresses accumulated during wearing do not affect deformation of the garment. The seam must sustain loadings that could break the seam or visible damages of fabric near the seam region. [3]

To determine seam strength, which is presented as a breaking force of the seam [7], the CRE (Constant Rate of Extension) dynamometer was used, where the sensor on the dynamometer (upper clamp) perceives the value of breaking force, which is necessary to break the sewing thread at the weakest stitch.

The following mechanical properties of the seam were determined using the FAST measuring system (Fabric Assurance by Simple Testing), which is designed for measuring: [8]

- compression properties,
- bending properties,
- extension and shear properties and
- dimensional stability of the fabric.

The important fabric properties are: [6, 9]

- Extension properties, which influence fabric behavior while making the garment. High values of extension present problems when lying up and such fabrics are easily stretched during lying up. After cutting, relaxation of the cut pieces of fabric results in shrinkage to a smaller size. Low values of extension present problems with molding, produce

- Upogibna togost je merilo sposobnosti tkanine pri njenem nabiranju v gube in vpliva na videz, pad in obliko načrtovanega oblačila. Togost oz. ohlapnost tkanine vpliva na kakovost izdelanega šiva. Tkanine z nizko upogibno togostjo so nagnjene h gubanju pri šivanju, saj takšna tkanina ni sposobna slediti napetostim, ki nastajajo zaradi všitega sukanca v šivu.
- Strižna togost vpliva na krojenje in šivanje. Tkanine z nizko strižno togostjo so izpostavljene nabiranju šiva pri šivanju, medtem ko se tkanine z visoko strižno togostjo težje preoblikujejo v tri-dimenzionalno obliko.
- Dimenzijska stabilnost tkanin, ki vpliva na potek tehnoloških procesov izdelave oblačila. Oblačilni deli so med izdelavo izpostavljeni različnim toplotnim učinkom in pogojem vlažnosti, kar se kaže v obliki dimenzijskih sprememb oblačilnih delov. Toplotni učinek lahko povzroči manjše krčenje oblačilnih delov pri fiksiranju ali plisiranju. Kombinacijski učinek toplote in vodne pare pri likanju lahko privede do večjih dimenzijskih sprememb. Pri neuskkljenem krčenju tkanine iz šiva (sprememba dolžine konture šiva) prihaja do valovite oblike šiva, nabiranja šiva.
- Debelina tkanine vpliva na nabiranje šiva, še posebno če gre za tanke in fine tkanine.
- Sposobnost oblikovanja je lastnost, ki je ni mogoče neposredno izmeriti, ampak se izračuna na podlagi izmerjenih vrednosti raztezka tkanine in upogibne togosti. Zaradi majhne sposobnosti oblikovanja prihaja do nabiranja šiva, ker se tkanina ni zmožna prilagoditi silam v tkanini, nastalih zaradi sukanca.

Dimenzijska stabilnost šiva in šivanca

Dimenzijska stabilnost tekstilij je definirana kot stabilnost dimenzij pri pranju, likanju in kemičnem čiščenju, tj. stabilnost dimenzij pri delovanju toplote in vlage.

Vlaga oz. voda povzroča relaksacijo, kar pomeni, da se vlakna v preji vrnejo v energijsko ugodnejšo lego. Z odstranitvijo vode (sušenjem) med vlakni v preji ponovno nastanejo torne sile, kar pomeni, da se vlakna vnovič povežejo, kar se kaže v spremembi dimenzij. [10]

V šivu je sprememba dimenzij vezana na spremembo dimenzije sukanca kot veznega elementa in oblike slojev šivanca v šivu. Šivi, ki nastanejo v več fazah, imajo več slojev in so sestavljeni z večjo količino sukanca, so bolj izpostavljeni dimenzijskim spremembam, saj se pri pranju sprostijo napetosti in pride do relaksacije sukanca in v šiv povezanih slojev, ki se kaže v spremembi dimenzije šiva.

Sprememba dimenzij šivanca je odvisna od surovinske sestave, veza ve in napetosti, ki jim je bil izpostavljen šivanec v procesu izdelave.

Dimenzijska nestabilnost se lahko kaže v obliki:

- krčenja in
- raztezanja.

Krčenje tekstilij je zmanjšanje dimenzije pri pranju, likanju in kemičnem čiščenju glede na prvotno dolžino; označuje se z znakom (+) in ga podajamo v odstotkih glede na začetno dolžino preizkušanca.

- seam pucker and give difficulties in producing overfed seams.
- Bending rigidity is the measure of ability the fabric to drape and significantly influence the end look of the made garment. Fabrics with low bending rigidity may exhibit seam pucker and problems during cutting could appear. Also, difficulties in handling fabric on the automated production line occur.
 - Shear rigidity influences the cutting and sewing process. Fabrics with low shear rigidity may exhibit seam pucker, meanwhile fabrics with high shear rigidity are harder to transform to a three-dimensional shape.
 - Dimensional stability influences the production process of the garment but primarily the quality of garment after wet processing (washing, ironing, and chemical cleaning). High shrinkage values of the fabric produce problems with garment sizing due to panel shrinking. A high value of hygral expansion can lead to loss of appearance in humid conditions as the fabric increases in dimensions under these conditions. Additionally, seams can also pucker in these conditions, as the sewing thread prevents relative fabric movement.
 - Fabric thickness influences seam puckering, especially with the use of fine, light and thin fabrics.
 - Shaping ability is a difficult to measure prop-

Razteznost oz. podaljšanje tekstilij pri pranju, likanju in kemičnem čiščenju je povečanje prvotne dolžine in se označuje z znakom (-) ter se podaja v odstotkih glede na prvotno dolžino. [11]

Krčenje oz. raztezanje se določi po izrazu:

$$S = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \cdot 100 \% \quad (1)$$

kjer je:

L_0 – prvotna ali začetna dolžina, v cm,

L_1 – končna dolžina, v cm.

Pri pogoju $L_1 > L_0$ dobimo negativno krčenje oziroma raztezanje.

Dimenzijsko stabilnost šiva sledimo ravno tako z merjenjem šiva pred pranjem in likanjem, kar označimo z L_0 , in z vnovičnim merjenjem po pranju in likanju, kar označimo kot L_1 . Iz enačbe (1) izračunamo krčenje oz. raztezanje šiva.

3 Statistična analiza

Z analizo sipanja primerjamo sipanje med skupinami in v skupinah ter jo uporabimo, ko želimo primerjati več sipanj hkrati.

Pri analizi sipanja proučujemo vedno le eno lastnost ali pokazatelj lastnosti (pretržno silo šiva), če pa imamo dvojno ali večkratno analizo, pa to isto lastnost ali pokazatelj lastnosti opazujemo po več dejavnikih (na treh tkaninah po več pranjih). S F-porazdelitvijo ugotavljamo, ali sta sipanji med skupinami in v njih (med tkaninami po več pranjih) naključni ali statistično različni.

Proučevali smo vplive naslednjih dejavnikov:

- vpliv izbranih tkanin in števila pranj na pretržno silo šiva,
- vpliv vrste šiva in tkanine na pretržno silo šiva,

Table 1: Table of the two-way analysis of variance

Variability	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of the sum of squares	F-distribution
Between groups	$n_{MS} = i - 1$	$A_{MS} = j \sum_{j=1}^{MS} (\bar{x}_{MS_j} - \bar{x})^2$	$s_{MS}^2 = \frac{A_{MS}}{i - 1}$	$F_{MS} = \frac{s_{MS}^2}{s_0^2}$
Inside groups	$n_{VS} = j - 1$	$A_{VS} = i \sum_{j=1}^{MS} (\bar{x}_{VS_j} - \bar{x})^2$	$s_{VS}^2 = \frac{A_{VS}}{j - 1}$	$F_{VS} = \frac{s_{VS}^2}{s_0^2}$
Residue	$n_0 = (i - 1)(j - 1) = N - i - j + 1$	$A_0 = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (x_{MS_i VS_j} - \bar{x}_{MS_i} - \bar{x}_{VS_j} - \bar{x})^2$	$s_0^2 = \frac{A_0}{N - j + 1}$ $N = i \cdot j$	
Sum	$n_s = N - 1$	$A_s = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (x_{MS_i VS_j} - \bar{x})^2$	$s^2 = \frac{A_s}{N - 1}$	

erty, but it can be calculated from the values of fabric extension and bending rigidity. The low value of shaping ability contributes to seam puckering and the fabric cannot adapt to fabric forces, in which the sewing thread appears in the seam.

Dimensional stability of the seam and sewing material

The dimensional stability of fabrics is defined by the stability of dimensions of fabric with washing, ironing and chemical cleaning.

Humidity or water relaxes the fibers in the yarn causing them to return to the more advantageous energy position. As a result of drying among fibers in the yarn, torsion forces appear, which suggest that the fibers are connected once again, which is observed with the changing dimensions. [10]

In the seam, the changes in dimension are associated with changes in sewing thread dimensions and the shape of fabric plies in the seam region. Seams that appear in more phases, have more plies and are sewn with the higher quality sewing thread are subjected to greater dimensional changes. With the process, the stresses that accumulate during the sewing process result in relaxation of the sewing thread and in the seam connected to fabric plies, which reflect changes in the seam dimensions.

The change in dimension of the fabric depends upon the fabric type, fabric weave and the magnitude of stresses exposed to the fabric during the production process.

Dimension instability could reflect:

- shrinkage or
- stretching.

The shrinkage of fabric and seams decreases the fabric dimensions with washing, ironing and chemical cleaning based on the prior fabric di-

- vpliv izbranih tkanin in števila pranj na dolžino konture šiva oz. dimenzijsko stabilnost tkanine v šivu,

- vpliv vrste šiva in števila pranj na dolžino konture izdelanega šiva. Rezultate dvojne analize sipanja zberemo v shemi in s F-testom ugotovljamo pomembnost vpliva posameznih faktorjev na analizirano lastnost (preglednica 1). [12]

Izračunano F-vrednost (F_{izr}) primerjamo s F-vrednostjo (F_{tab}) teoretične porazdelitve v preglednici za statistično zaupanje $S = 95\%$ in za proste stopnje n_{MS} , n_o ter n_{VS} , n_o in preverimo, ali velja ničelna H_0 ali alternativna hipoteza H_1 .

Če je sipanje med skupinami približno enako sipanju ostanka ali sipanje v skupinah približno enako sipanju ostanka, potem velja ničelna hipoteza $H_0: s_{MS}^2 \equiv s_o^2$ ali $s_{VS}^2 \equiv s_o^2$.

Če je $F_{izr} \leq F_{tab}$ pri statističnem zaupanju $S = 95\%$ in prostih stopnjah n_{MS} , n_o ali n_{VS} , n_o , pomeni, da velja ničelna hipoteza H_0 (razlike so naključne).

Če je $F_{izr} \geq F_{tab}$ pri statističnem zaupanju $S = 95\%$ in prostih stopnjah n_{MS} , n_o ali n_{VS} , n_o , pomeni, da velja alternativna hipoteza H_1 (razlike so statistično dokazane). [12, 13]

4 Eksperimentalni del

Za raziskave vpliva vrste materiala na kakovost šiva so bile izbrane tri vrste finejših tkanin v vezavi platno, ki se med seboj razlikujejo po surovinski sestavi. To so:

- tkanina z oznako TK1, ki je izdelana iz 100 % bombažnih vlaken,
- tkanina z oznako TK2, ki je izdelana iz 100 % poliestrskih vlaken, in
- tkanina z oznako TK3, ki je izdelana iz 100 % regeneriranih celuloznih vlaken (viskozni vlaken).

Splošne lastnosti uporabljenih tkanin so podane v preglednici 2, medtem ko je dimenzijska stabilnost tkanin po 1-, 3-, 5- in 10-kratnem pranju in likanju podana v preglednici 3.

V preglednici 4 so podane fizikalne lastnosti analiziranih tkanin po sistemu FAST. [5]

Za šivanje izbranih tkanin je bil izbran sukanec iz 100 % oplasčene preje PES. Lastnosti uporabljenega sukanca so podane v preglednici 5.

Table 2: Basic properties of analysed fabrics

Fabric mark	Mass (gm^{-2})	Fabric density ($yarn/cm$)		Average breaking force (N)		Average breaking extension (%)	
		Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft
TK1	126	46	37	358.8	349.7	15.7	10.5
TK2	131	66	44	458.4	641.9	37.9	47.8
TK3	121	40	26	328.7	348.8	23.6	19.1

Table 3: Dimensional stability of analysed fabrics after 1-, 3-, 5- and 10-times washings and ironing

Fabric mark	Dimensional stability (%)							
	1-time washing		3-time washing		5-time washing		10-time washing	
	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft
TK1	-1.4	0.2	-0.8	0.2	-0.5	0.2	-0.5	0.2
TK2	0.4	0.4	0.8	0.4	1.0	0.4	1.6	0.4
TK3	2.6	1.0	5.0	1.0	6.4	2.4	6.0	2.4

Table 4: Physical properties of analysed fabrics

Mechanical properties	Mark	Unit	Direction of testing	Fabric mark		
				TK1	TK2	TK3
Fabric thickness	T2	mm	-	0.377	0.293	0.260
	T1	mm	-	0.218	0.215	0.189
Fabric surface thickness	ST	mm	-	0.159	0.078	0.072
Released surface thickness	STR	mm	-	0.176	0.035	0.090
Bending length	c_1	mm	warp	15.5	8.7	14.2
	c_2	mm	weft	16.4	16.1	13.7
Bending rigidity	B_1	μNm	warp	4.8	0.9	3.3
	B_2	μNm	weft	5.7	5.5	3.0
Extension	ε_5-1	%	warp	0.2	0.9	0.1
	ε_5-2	%	weft	0.2	0.1	0.1
	$\varepsilon_{20}-1$	%	warp	1.0	1.6	0.5
	$\varepsilon_{20}-2$	%	weft	0.6	0.2	0.5
	ε_1-1	%	warp	3.5	3.0	1.8
	ε_1-2	%	weft	2.0	0.6	1.7
	ε_{B5}	%	-	3.3	7.0	6.0
Shaping ability	F_1	mm^2	warp	0.26	0.04	0.09
	F_2	mm^2	weft	0.14	0.05	0.07
Shear rigidity	G	Nm^{-1}	-	38	17	21
Relaxation shrinkage	RS-1	%	warp	0.0	0.1	3.9
	RS-2	%	weft	-2.4	0.0	0.1
Hygral expansion	HE-1	%	warp	4.0	0.1	4.3
	HE-2	%	weft	0.2	0.0	4.1
Weight	W	gm^{-2}	-	132	135	119

mensions. Shrinkage is marked with the sign (+) and is given in percents based on the prior length or dimension of the measured fabric.

Stretching or prolongation of the fabric with washing, ironing and chemical cleaning represents increases relative to prior dimensions and is marked with the sign (-) and given in percents based on the prior length or dimension of the measured fabric. [11]

Shrinkage or stretching is determined with equation 1.

Where is: L_0 – prior length, cm and L_1 – end length, cm. With condition $L_1 > L_0$, the negative shrinkage or stretching is obtained.

Dimensional stability of the seam is assessed by measuring the seam length before washing and ironing, L_0 and once again by measuring the seam length after washing and ironing. From equation (1), the shrinkage or stretching is calculated.

3 Statistical analysis

For statistical analysis, the analysis of variance (ANOVA) was performed. With ANOVA, the variation between groups and variation within groups are compared and used to compare variations

With a one-way ANOVA, one parameter (breaking force) is studied and with two-way analysis of variance, two parameters are followed (breaking force of fabrics after more washings). With F-distribution, the equality of variations between groups and inside the group is calculated.

With statistical analysis, the followed parameters were studied:

- the influence of chosen fabrics and the number of washings on the breaking force of the seam,
- influence of the seam sort and fabric on the breaking force of the seam,
- influence of the chosen fabrics and the number of washings on the length of the seam and dimensional stability of fabric in the seam region,
- influence of the seam sort and the number of washings on seam length.

The results of two-way analysis of variance are listed in the scheme. With F-distribution, the significance of influence of parameters on analyzed property is determined (Table 1). [12]

Table 5: Properties of the used sewing thread

Mark		S1
Linear density (tex)	Defined	14.7×2
	Actual	27.4
Turns per meter (m^{-1})		986
Coefficient of friction (μ)		0.33
Breaking stress ($cNtex^{-1}$)		43.2
Standard deviation ($cNtex^{-1}$)		0.55
Coefficient of variation (%)		5.10
Breaking extension (%)		14.41
Standard deviation (%)		0.61
Coefficient of variation (%)		5.60
Dimensional stability (%)		0.3

Za opredelitev vpliva materiala na kakovost šiva sta bili izbrani dve vrsti oz. trije tipi šivov [14], in sicer:

- spojni šiv, tip šiva 1.01.01,
- enkrat pošit spojni šiv, tip šiva 2.02.03, in
- dvakrat pošit spojni šiv, tip šiva 2.02.05.

Za šivanje je bil uporabljen bazni šivalni stroj BROTHER EXE-DRA DB2-B737-913, ki šiva z dvojnimi prešivnim vbodom (tip vboda 301) in je opremljen z mehanizmom za spodnji pomik šivanja.

Pogonski del šivalnega stroja je elektromotor z elektronsko regulacijo, ki omogoča nastavitev šivalne igle, avtomatsko zatiranje šiva, dviganje in spuščanje šivalne tačke in avtomatski odrez sukanca.

Šivanje je bilo izvedeno pri vbodni hitrosti šivanja 1000 vb/min in dolžini vboda $L_v = 2,5$ mm s šivalno iglo finosti Nm 70. Pred šivanjem je bila določena optimalna napetost igelnega in lovilčevega sukanca, in sicer za vsako tkanino posebej.

Zašiti preizkušanci dimenzij 700 mm × 350 mm, krojeni v smeri osnove, so bili pri nadaljnji raziskavi uporabljeni za določanje pretržne sile (trdnosti) [7] in dolžine konture šiva po šivanju, likanju, 1-kratnem, 3-kratnem, 5-kratnem in 10-kratnem pranju z vmesnimi sušenji in likanji na parni likalni stiskalnici.

Dolžina konture šiva zašitega preizkušanca je pred likanjem in pranju znašala 50 cm in se je po likanjih in 1-, 3-, 5- in 10-kratnem pranju vnovič izmerila.

Pranje je bilo izvedeno po standardu za postopek pranja in sušenja za preizkušanje tekstilij. [15]

Meritve pretržne sile šiva so bile izvedene na univerzalnem elek-

Calculated F -value (F_{izr}) is compared with the F -value (F_{tab}) of theoretical distribution in the table for statistical confidence $S = 95\%$ and degrees of freedom n_{MS} , n_O and n_{VS} , n_O and the validation of null hypothesis H_0 or alternative hypothesis H_1 have to be confirmed.

If the variations between groups MS (between analyzed fabrics) and within groups VS (each of fabric after more washings) is almost equal to residue variation, O, then the null hypothesis is valid $H_0: s_{MS}^2 \equiv s_O^2$ ali $s_{VS}^2 \equiv s_O^2$.

If $F_{izr} \leq F_{tab}$ with statistical confidence $S = 95\%$ and degrees of freedom n_{MS} , n_O or n_{VS} , n_O , the null hypothesis H_0 is valid (differences are coincidental).

If $F_{izr} \geq F_{tab}$ with statistical confidence $S = 95\%$ and degrees of freedom n_{MS} , n_O or n_{VS} , n_O , that alternative hypothesis H_1 is valid (differences are statistical proved). [12, 13]

4 Experimental

Research of the influence of material type on seam quality includes three kinds of thin fabrics in the canvas weave.

The chosen fabrics are:

- fabric with mark TK1, made from 100 % cotton yarn,
- fabric with mark TK2, made from 100 % polyester yarn and
- fabric with mark TK3, made from 100 % viscose yarn.

The basic properties of analyzed fabrics are listed in Table 2 and the dimensional stability of fabrics after machine washings (1-, 3-, 5- and 10-times) and ironings is listed in Table 3.

In Table 4, the physical properties of analyzed fabrics determined with FAST system are listed. [7]

The sewing thread from 100 % PES core-spun yarn was chosen. Properties of chosen sewing thread are listed in Table 5.

To determine the influence of material on seam quality, two sorts and three types of seams were chosen [14]:

- superimposed seam, sort of the seam 1.01.01,
- lapped seam, sort and type of the seam 2.02.03 and
- lapped seam, sort and type of the seam 2.02.05.

tronskem dinamometru INSTRON 6022 pri vpenjalni dolžini preizkušanca 200 mm in hitrosti raztezanja 100 mm/min.

Dobljeni rezultati meritev pretržne sile šiva in dolžine konture šiva so podani kot srednje vrednosti petih meritev.

5 Rezultati

Rezultati raziskave vpliva vrste materiala in vrste šiva na kakovost šiva, tj. pretržne sile šiva in dolžine konture šiva po šivanju, likanju, 1-kratnem, 3-kratnem, 5-kratnem in 10-kratnem pranju z vmesnimi sušenji in likanji, so podani v obliki:

- rezultatov meritev povprečne pretržne sile šiva,
- rezultatov meritev povprečne dolžine konture šiva in
- rezultatov statistične analize.

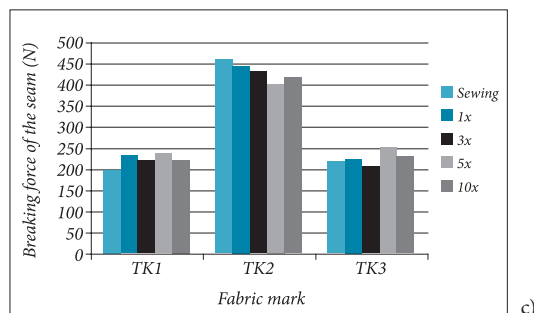
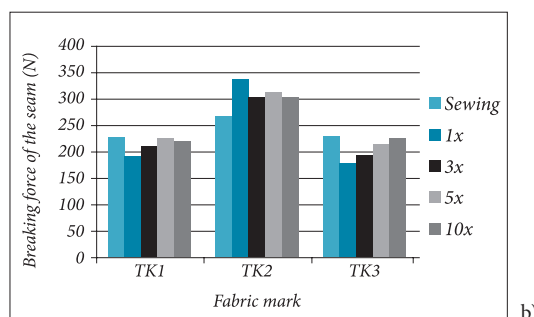
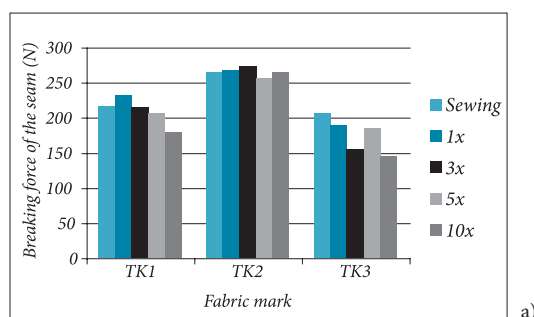


Figure 1: Breaking force of the superimposed seam-1.01.01 (a) lapped seam-2.02.03 (b) lapped seam-2.02.05 (c), produced on the analysed fabrics after sewing, 1-time (1x), 3-times (3x), 5-times (5x), 10-times washings (10x)

Table 6: Results of seam length after sewing, ironing, after 1-, 3-, 5- and 10-times washings and ironings between washings and after 24-hours relaxation

Mark		Stitch length (mm)	Seam length before sewing (L_0/cm)	Average seam length after ironings and moretimes washings (cm)						
Fabric	Seam			After ironing	24-h relaks.	1-time wash.	After ironing	24-h relaks.	3-time wash.	After ironing
TK1	1.01.01	2.5	50	50.1	50.1	48.7	49.1	49.0	49.0	49.4
	2.02.03	2.5	50	50.2	50.0	48.5	49.1	49.0	48.0	49.1
	2.02.05	2.5	50	50.2	50.1	48.5	49.1	49.0	48.0	49.0
TK2	1.01.01	2.5	50	49.8	49.8	49.0	49.1	48.9	49.0	49.4
	2.02.03	2.5	50	50.2	50.1	48.5	49.0	49.2	49.5	49.5
	2.02.05	2.5	50	50.3	50.2	48.7	49.0	48.5	48.0	49.0
TK3	1.01.01	2.5	50	49.9	49.8	47.0	46.0	46.3	48.0	46.5
	2.02.03	2.5	50	49.0	49.1	47.0	48.0	48.0	48.0	46.5
	2.02.05	2.5	50	49.5	49.6	46.0	45.0	45.0	47.5	46.0

Mark		Stitch length (mm)	Seam length before sewing (L_0/cm)	Average seam length after ironings and moretimes washings (cm)						
Fabric	Seam			24-h relaks.	5-time wash.	After ironing	24-h relaks.	10-time wash.	After ironing	24-h relaks.
TK1	1.01.01	2.5	50	49.2	48.7	49.2	49.0	48.7	49.3	49.1
	2.02.03	2.5	50	49.0	48.0	48.5	48.5	48.0	49.1	48.9
	2.02.05	2.5	50	48.8	47.8	49.0	48.6	47.7	48.8	48.5
TK2	1.01.01	2.5	50	49.3	49.2	49.5	49.4	48.8	49.2	49.3
	2.02.03	2.5	50	49.2	47.8	49.2	49.1	47.5	49.0	49.0
	2.02.05	2.5	50	49.0	48.0	49.3	49.2	47.8	49.2	49.0
TK3	1.01.01	2.5	50	46.2	46.0	45.0	45.5	45.0	45.5	45.3
	2.02.03	2.5	50	46.4	45.2	45.3	45.0	45.8	45.7	45.5
	2.02.05	2.5	50	46.0	45.9	45.9	45.7	45.7	45.5	45.5

Basic lock stitch (stitch type 301) sewing machine BROTHER EXEDRA DB2-B737-913 was used for sewing, which is equipped with the bottom feed mechanism.

Driving part of the sewing machine presents an electromotor with electronic regulation, which enables sewing needle placement, automatic backtacking, lifting and leaving the sewing foot and is equipped with automatic thread trimmer.

5.1 Rezultati meritev pretržne sile šiva in dolžine konture šiva

Rezultati meritev pretržne sile šivov, izdelanih na bombažni tkanini (TK1), PES-tkanini (TK2) in tkanini iz regeneriranih celuloznih vlaken (TK3) s sukancem iz oplaščene preje PES, po šivanju, likanju, 1-kratnem, 3-kratnem, 5-kratnem in 10-kratnem pranju so prikazani na sliki 1.

Rezultati meritev dolžine konture šiva po šivanju, likanju, 1-kratnem, 3-kratnem, 5-kratnem in 10-kratnem pranju in vmesnih likanjih so prikazani v preglednici 6 in na sliki 2.

The sewing velocity 1000 stitches per minute was chosen with a stitch length of 2.5 mm and a sewing needle with fineness Nm 70. Before sewing, the optimal tension of the needle and hook thread was chosen for each of the fabrics.

Two plies of the tested material (dimensions 700 mm × 350 mm) were joined together with different seams and cut in the warp direction to determine seam strength [7] and the length of the seam after sewing, ironing, after 1-, 3-, 5-times and 10-times machine washings with drying and ironing on the hand press steam machine between washings.

The seam length of the tested material before ironing and washings was 50 cm and was measured once again after ironing and washing (1-, 3-, 5-, 10-times).

The washing process was performed in agreement with the standard for washing and drying during textile testing. [15]

Measuring the breaking force of the seam was performed using a universal electronic dynamometer INSTRON 6022, with the maximal distance between upper and lower clamp at 200 mm and velocity of the moving of upper clamp at 100 mm/min.

The results obtained from the breaking force of the seam and seam length are depicted as the arithmetical average of five measurements.

Na sliki 2 je podrobneje prikazana sprememba dolžine konture šiva za dvakrat pošit spojni šiv, tip šiva 2.02.05, po likanju, 1-, 3-, 5- in 10-kratnem pranju z vmesnimi likanji na analiziranih tkaninah.

5.2 Rezultati statistične analize

Rezultati statistične analize vpliva vrste tkanine na kakovost šiva, tj. na pretržno silo šiva in dolžino konture šiva, po 1-kratnem, 3-kratnem, 5-kratnem in 10-kratnem pranju in likanju so prikazani v preglednicah od 7 do 12.

6 Razprava

Analiza vpliva vrste tkanine na pretržno silo šiva kaže, da fizikalne lastnosti tkanine pomembno vplivajo na pretržno silo šiva, kar je pokazala tudi statistična analiza (preglednica 7).

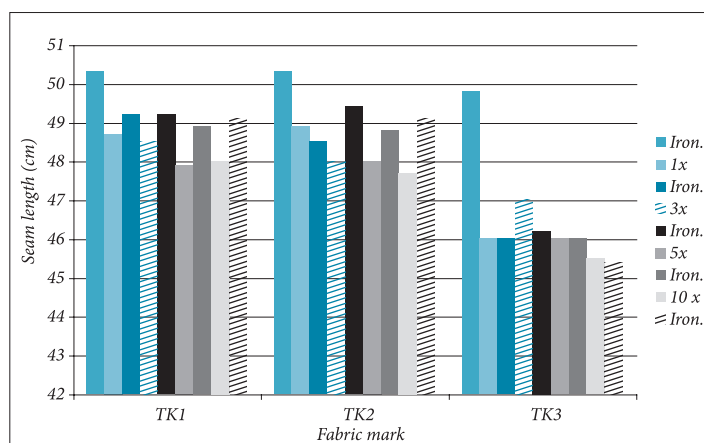


Figure 2: The change of the seam length of the lapped seam, type of the seam 2.02.05, after ironing, 1-, 3-, 5- and 10-times washings with ironings between washings of analysed fabrics

Table 7: Results of the average values for the influence of the fabric and the number of washings on the breaking force of the seam

Number of washings	Fabric sign			Average between fabrics \bar{x}_{MS_i}
	TK1	TK2	TK3	
	Breaking force of the seam (N)			
1-time	190.1	335.3	201.2	242.2
3-times	207.9	301.9	192.7	234.2
5-times	225.3	310.7	212.1	249.3
10-times	220.0	301.5	213.8	245.1
Average between washings, \bar{x}_{vs_j}	210.8	312.3	204.9	

5 Results

Results examining the influence of material on seam quality were assessed by analyzing the breaking force of the seam and determining the seam length after sewing, ironing, washing (1-, 3-, 5- and 10-times) with drying and ironing between washings are described by:

- average breaking force of the seam,
- measurements of average seam length,
- statistical analysis.

Najvišja pretržna sila je bila izmerjena na poliestrni tkanini (preglednica 2) v smeri osnove (458,4 N) in votka (641,9 N), kar posledično vpliva na pretržno silo izdelanih šivov, ki je na polestrni tkanini (TK2) najvišja po šivanju, likanju in po 1-, 3-, 5- in 10-kratnem pranju z vmesnimi likanji (slika 1).

Statistična analiza je potrdila, da ima vrsta izbranega šiva pomemben vpliv na pretržno silo šiva (preglednica 12), saj je bila pri dvakrat pošitem spojnem šivu 2.02.05 izmerjena najvišja pretržna šiva po šivanju in likanju (458,8 N), po 1-kratnem pranju (443 N), po 3-kratnem pranju (428 N), po 10-kratnem pranju (416 N). Tak šiv vsebuje večjo količino sukanca in ima tako tudi najvišjo pretržno silo, saj nudi večji odpor pri nateznem obremenjevanju kot spojni šiv in enkrat pošit spojni šiv.

Table 8: Scheme of two-way analysis of variance for the influence of fabric (x_{MS}) and the number of washings (x_{VS}) on the breaking force of the seam 2.02.03

Variability	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of the sum of squared	F-distribution		Validity of H_0, H_1
				F_{izr}	F_{tab}	
Between fabrics (i = 3)	$n_{MS} = 2$	$A_{VS} = 29163.4$	$s_{VS}^2 = 14581.7$	$F_{VS} = \frac{14581.7}{236} = 61.8$	5.1	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^*
Between number of washings (j = 4)	$n_{VS} = 3$	$A_{MS} = 368.2$	$s_{MS}^2 = 122.7$	$F_{MS} = \frac{122.7}{236} = 0.5$	4.8	$F_{izr} \leq F_{tab}$ Valid H_0^{**}
Residue	$n_0 = 6$	$A_0 = 1415.8$	$s_0^2 = 236$			
Sum	$n_S = 11$	$A_S = 30947.4$	$s^2 = 28314$			

* Answer 1: Alternative hypothesis is valid H_1 ; the differences in the breaking force of the seam between fabrics are statistical proved.

** Answer 2: Null hypothesis is valid H_0 ; the differences in the breaking force of the seam between the number of washings are coincidental.

*** Influence of the sort of fabric and the number of washings on the breaking force of the seam is shown only for the seam sort 2.02.03, the same validity of the hypothesis is calculated also for the seam sorts 1.01.01 and 2.02.05.

Table 9: Results of the average values for the influence of the fabric and the seam sort on the breaking force of the seam after 5-times washing

Mark of the seam	Fabric sign			Average between the fabrics. \bar{x}_{MSj}
	TK1	TK2	TK3	
1.01.01 (superimposed seam)	205.2	255.0	184.6	215.0
2.02.03 (lapped seam)	225.3	310.7	212.1	252.7
2.02.05 (lapped seam)	340.4	425.0	258.4	341.1
Average between the seams, \bar{x}_{VSj}	260.0	330.3	218.5	

5.1 Results of measurements of breaking force of the seam and the length of the seam

The measurements of the breaking force of the seam are listed in Figure 1.

Results of the measured length of the seam after sewing, ironing washings (1-, 3-, 5- and 10-

Statistična analiza je pokazala, da so po 1-, 3-, 5- in 10-kratnem pranju razlike v pretržni sili šiva med analiziranimi tkaninami zgolj naključne, to pomeni, da do deset pranj nima pomembnega vpliva na vrednosti pretržne sile šiva (preglednica 8). Obstočnost pri pranju mora biti ena od lastnosti kakovostno izdelanega šiva, ne glede na vrsto in tip šiva.

Table 10: Scheme of two-way analysis of variance for the influence of the fabric (x_{MS}) and seam sort (x_{VS}) on the breaking force of the seam after 5-times washing

Variability	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of the sum of squared	F-distribution		Validity of H_0, H_1
				F_{izr}	F_{tab}	
Between fabrics (i = 3)	$n_{MS} = 2$	$A_{VS} = 19185.9$	$s_{VS}^2 = 9592.9$	$F_{VS} = \frac{9592.9}{665.6} = 14.4$	6.9	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^*
Between seams (j = 3)	$n_{VS} = 2$	$A_{MS} = 25154.7$	$s_{MS}^2 = 12577.4$	$F_{MS} = \frac{12577.4}{665.6} = 18.9$	6.9	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^{**}
Residue	$n_0 = 4$	$A_0 = 2662.4$	$s_0^2 = 665.6$			
Sum	$n_S = 8$	$A_S = 47003$	$s^2 = 5875.4$			

* Answer 1: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the breaking force of the seam between fabrics after 5-times washing are statistical proved.

** Answer 2: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the breaking force of the seam between seams after 5-times washing are statistical proved.

*** Influence of the sort of fabric and the seam sort on the breaking force of the seam is shown only for 5-times washing, the same validity of the hypothesis is calculated also for the 1-, 3- and 10-times washing.

Table 11: Scheme of two-way analysis of variance for the influence of the number of washings and ironings (x_{MS}) and fabric (x_{VS}) on the seam length of the seam 1.01.01

Variability (data from the Table 6)	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of the sum of squared	F-distribution		Validity of H_0, H_1
				F_{izr}	F_{tab}	
Between number of washings and ironings (i = 15)	$n_{MS} = 14$	$A_{VS} = 27.9$	$s_{VS}^2 = 2.0$	$F_{VS} = \frac{2.0}{0.8} = 2.6$	2.1	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^*
Between fabrics (j = 3)	$n_{VS} = 2$	$A_{MS} = 61.4$	$s_{MS}^2 = 30.7$	$F_{MS} = \frac{30.7}{0.8} = 38.4$	3.9	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^{**}
Ostaneček	$n_0 = 28$	$A_0 = 21.3$	$s_0^2 = 0.8$			
Sum	$n_S = 44$	$A_S = 110.7$	$s^2 = 2.5$			

* Answer 1: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the seam length of the seam sort 1.01.01 between washings are statistical proved.

** Answer 2: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the seam length of the seam sort 1.01.01 between fabrics are statistical proved.

*** Influence of the number of washings and ironings and the sort of fabric on the seam length is shown only for seam sort 1.01.01, the same validity of the hypothesis is calculated also for the seam sorts 2.02.03 and 2.02.05.

Table 12: Scheme of two-way analysis of variance for the influence of the number of washings and ironings (x_{MS}) and the seam sort (x_{VS}) on the seam length of fabric TK1

Variability (data from the Table 6)	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of the sum of squared	F-distribution		Validity of H_0, H_1
				F_{izr}	F_{tab}	
Between number of washings and ironings ($i = 15$)	$n_{MS} = 14$	$A_{MS} = 17.2$	$s_{MS}^2 = 1.2$	$F_{MS} = \frac{1.2}{0.05} = 24.0$	2.1	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^*
Between seams ($j = 3$)	$n_{VS} = 2$	$A_{VS} = 1.2$	$s_{VS}^2 = 0.6$	$F_{VS} = \frac{0.6}{0.05} = 12.0$	3.3	$F_{izr} \geq F_{tab}$ Valid H_1^{**}
Residue	$n_0 = 28$	$A_0 = 1.4$	$s_0^2 = 0.05$			
Sum	$n_S = 44$	$A_S = 19.8$	$s^2 = 0.5$			

* Answer 1: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the seam length of fabric TK1 between number of washings are statistical proved.

** Answer 2: Alternative hypothesis is valid H_1 : the differences in the seam length of fabric TK1 between the seams are statistical proved.

*** Influence of the number of washings and ironings and the sort of seam on the seam length is shown only for fabric TK1, the same validity of the hypothesis is calculated also for the fabrics TK2 and TK3.

times) with ironings between are listed in Tables 6 and Figure 2.

5.2 Statistical analysis

Analysis of the influence of material on seam quality, average breaking force of the seam and seam length after sewing, ironing, and washing (1-, 3-, 5- and 10-times) with ironings between is listed in Tables 7 to 12.

6 Discussion

Analysis of the influence of chosen fabrics on breaking force of the seam demonstrates that the physical properties of fabric significantly affect the breaking force of the seam. This was confirmed by statistical analysis (Table 7).

The highest breaking force was measured on polyester fabric (Figure 1) in the warp (458.4 N) and weft (641.9 N) directions. Breaking force of the seam is consequently the highest on polyester fabric after sewing, ironing and after washing 10-times with ironings between (Figure 1). Statistical analysis confirmed that the seam sort significantly influences the breaking force of the seam (Table 12). With the lapped seam, with sign 2.02.05, the highest breaking force of the seam was measured after sewing and ironing

Rezultati meritev dolžine konture šiva so pokazali, da je sprememba dolžine konture šiva odvisna od dimenzijske stabilnosti analiziranih tkanin, saj je bila največja sprememba dolžine konture šiva izmerjena pri tkanini TK3, pri kateri znaša dolžina konture po šivanju spojnega šiva 1.01.01 49,9 cm, po 1-kratnem pranju 47 cm, po 3-kratnem pranju 48 cm, po 5-kratnem pranju 46 cm in po 10-kratnem pranju 45 cm (slika 2, preglednica 6). Pri tkanini TK3 je bilo izmerjeno tudi najvišje krčenje, ki je po 1-kratnem pranju v smeri osnove 2,6 % in po desetih pranjih 6 % (preglednica 3).

Po posameznih pranjih prihaja zaradi relaksacije napetosti, ki so se napolnile v materialu pri šivanju, do spremembe v dolžini konture šiva. Statistična analiza je potrdila, da ima število pranj pomemben vpliv na dolžino konture šiva pri vseh analiziranih tkaninah (preglednica 11, preglednica 12), vendar pa – kot je bilo ugotovljeno – število pranj ne vpliva na pretržno silo šiva.

Dolžina konture šiva se po likanjih, ki sledijo posameznim pranjem, na analiziranih tkaninah poveča, vendar po likanju po 10. pranju prvotne dolžine, 50 cm, pri analiziranih tkaninah ne doseže in se giblje med 45,5 cm in 49,3 cm (preglednica 6). Vzrok je v toplotni obdelavi analiziranih šivov (pranje in likanje), kjer prihaja po pranju do relaksacije in povrnitev vlaken v preji v energijsko ugodnejši položaj, po sušenju se vlakna med seboj ponovno povežejo, in sicer tako, da jih tudi po likanju ne moremo povsem povrniti v začetno dimenzijo, saj toplota in vodna para pri likanju vplivata na delno spremembo dimenzij med likanjem. Takšni rezultati so se pokazali na tkanini iz regeneriranih celuloznih vlaken (TK3) po posameznih likanjih (slika 2), kjer pride do zmanjšanja dolžine konture šiva zaradi velike stopnje krčenja tkanine tudi pri lika-

(458.8 N) and after one washing (443 N), three washings (428 N) and ten washings (416 N). The lapped seam 2.02.05 is sewn with a greater quantity of sewing thread, consequently has the highest breaking force and offers greater resistance with tension loading relative to the superimposed seam 1.01.01.

Statistical analysis has shown that the differences between breaking forces of the seam after 1-, 3-, 5- and 10 washings are random, which suggests that ten washings does not significantly influence the breaking force of the seam (Table 8). The existence with washing is an important property of the quality made seam.

Seam length analysis demonstrates that changes in seam length depend upon the dimensional stability of analyzed fabrics. The highest shrinkage of the seam was measured with fabric TK3 from viscose yarn. After using superimposed seam 1.01.01, the seam length was 49.9 cm. After the first, third, fifth and tenth washing, seam length decreased to 47 cm, 48 cm, 46 cm and 45 cm, respectively (Figure 2, Table 6). With fabric from viscose yarn TK3, the highest shrinkage was measured in the warp direction after the first washing (2.6 %) and after the tenth washing (6 %) in the weft direction (Table 3). Because of the accumulated tension in the material during sewing, relaxation appears, which is seen as the change of the seam length.

Statistical analysis confirmed that the number of washings affected seam length (Table 11, Table 12); additionally, the number of washings did not influence the breaking force of the seam. The seam length after ironings, which follow separate washings on analyzed fabrics, is increased. After ironing which follows the tenth washing, the seam length was decreased from 50 cm to between 45.5 cm and 49.3 cm (Table 6). We believe that the warm and wet treatments (ironing and washing) of the analyzed seams returns the fibers in the yarn to a more advantageous energetic position. After drying, the fibers are connected together in a manner that would not enable them to the start position after ironing, which influences changes in seam dimensions.

Similar results were demonstrated with seam on viscose fabric (TK3) after separate ironings (Figure 2) where the fabric was unable to reach the initial seam length due to shrinkage. After the tenth washing, the length of the seam

nju, ki sledi 10. pranju. Po 10. pranju je izmerjena vrednost dolžine konture šiva 2.02.05 45,7 cm, po likanju pa je ta vrednost manjša in znaša 45,5 cm (preglednica 6).

Likalna sposobnost tkanin na povečanje dolžine konture šiva po likanju nima velikega vpliva, kajti tudi pri bombažni tkanini, ki se pri pranjih celo razteza, vrednost relaksacijskega krčenja RS-2 je -2,4 % (preglednica 4), po likanjih, ki sledijo, dolžina konture šiva ne naraste bistveno in po 10. pranju ne doseže prvotne dolžine, ki je 50 cm (preglednica 6).

Rezultati analize so pokazali, da prihaja pri dvakrat pošitem spojnem šivu 2.02.05 do večje spremembe dolžine konture šiva glede na spojni šiv 1.01.01, saj prihaja pri izdelavi dvakrat pošitega spojnega šiva do večjega kopičenja napetosti, ki se po posameznih pranjih sprostijo v obliki večje spremembe dolžine konture šiva. Statistična analiza je potrdila pomemben vpliv vrste izbranega šiva na spremembo dolžine konture šiva (preglednica 12).

7 Sklepi

Na podlagi rezultatov analize vpliva vrste tkanine na kakovost šiva, tj. pretržne sile šiva in dolžine konture šiva, lahko zaključimo naslednje:

- Vrsta izbrane tkanine ima pomemben vpliv na pretržno silo šiva, kar je sicer pričakovano.
- Vendar pa so razlike v pretržni sili šiva analiziranih tkanin do desetih pranj zgolj naključne, kar pomeni, da do deset pranj nima pomembnega vpliva na pretržno silo šiva. To velja za vse analizirane šive.
- Dimenzijska stabilnost tkanin pomembno vpliva na spremembo dolžine konture šiva, saj se dolžina konture šiva močno zmanjša po 10. pranju, zlasti pri tkanini iz regeneriranih celuloznih vlaken TK3, ki ima najmanjšo dimenzijsko stabilnost in zato največje krčenje.
- Na spremembo dolžine konture šiva pomembno vpliva tudi vrsta izbranega šiva, saj prihaja pri posameznih pranjih do sprostitve napetosti v šivu. Pri dvakrat pošitem spojnem šivu prihaja do večjega kopičenja napetosti pri izdelavi kot pri enkrat pošitem oz. spojnem šivu.
- Likalna sposobnost uporabljenih tkanin nima večjega vpliva na spremembo dolžine konture šiva po likanju. Tudi po likanjih, ki sledijo posameznim pranjem, zaradi toplotne obdelave dolžina konture šiva ne pride na prvotno vrednost, v nekaterih primerih pa prihaja celo do zmanjšanja dolžine konture šiva.

8 Viri

1. ŠARIČ, A., BERLIČ, V., GERŠAK, J.: Vpliv mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin na oblikovanje oblačil. Simpozij Oblačilno inženirstvo '96, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulte-

2.02.05 (lapped seam) decreased to 45.7 cm and after ironing, the seam length decreased to 45.5 cm (Table 6).

The ironing ability of analyzed fabrics does not influence the growing seam length. After washing fabric from cotton yarn, the value of relaxation shrinkage RS was -2.4% (Table 4). After ironing, the seam length did not increase principally and after the tenth washing, the seam length maintained a value below the starting length of 50 cm (Table 6).

These results demonstrate that a greater change in seam length occurred with the lapped seam 2.02.05 relative to the superimposed seam 1.01.01 because a greater accumulation of stresses after washings occurs with the superimposed seam. Statistical analysis confirmed the influence of seam sort on seam length changes (Table 12).

7 Conclusions

Based on the results of the analysis of influence of the material on the seam quality, it can be concluded that :

- the fabric type significantly influences the breaking force of the seam, as expected,
- the differences between the breaking forces of analyzed fabrics until ten washings only coincidental, which suggests that the ten washings do not significantly influence the breaking force of the seam. This is valid for all analyzed seams;
- the dimensional stability of fabrics significantly influences changes in seam length, because the seam length is much lower after the tenth washing, especially with viscose fabric TK3, where the highest shrinkage was measured. Changes in seam length significantly influence the seam type because after washings, the stresses that accumulated in the seam during production were decreased. With lapped seam 2.02.05, greater accumulation of stresses with production relative to the superimposed seam 1.01.01 occurs;
- the ironing ability does not influence changes in seam length after ironing, which suggests that after ironings, which follow separate washings, the seam length did not reach the started length. In similar cases, decreases in the seam length occur.

- ta za strojništvo, Inštitut za tekstilne in konfekcijske procese, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, 1996
2. GERŠAK, J.: Vpliv tehnično-tehnoloških parametrov šivanja na kakovost šivov. Simpozij Oblačilno inženirstvo '92, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za tekstilne in konfekcijske procese, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, 1992
 3. GERŠAK, J.: Šiv – kakovostni kriterij oblačilnega predmeta, *Tekstilec*, 1987, Vol. 30 No. 10, p. 338–341
 4. GERŠAK, J., LEŠ P.: Vpliv kakovosti sukanca pri strojнем šivanju, *Tekstil*, 1984, Vol. 33, No. 12, p. 963–978
 5. KAWABATA, S., NIWA, M.: Objective Measurement of Fabric Mechanical Property and Quality, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1991, Vol. 3, No. 1, p. 7–18
 6. GERŠAK, J.: Kakovostne zahteve materiala – strošek ali prihranek. Zbornik referatov III. simpozija Oblačilno inženirstvo '96, Fakulteta za strojništvo, Inštitut za tekstilne in konfekcijske procese, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, Maribor, 1996
 7. *Tekstilije – Natezne lastnosti šivov ploskovnih in konfekcioniranih tekstilij – 1.del: Ugotavljanje največje pretržne sile šiva trkastega preizkušanca*, SIST ISO 13935-1: 1999
 8. GERŠAK, J.: Objektivno vrednotenje fiksiranih dijelova odjeće, *Tekstil*, 1997, Vol. 46, No. 4, p. 193–203
 9. GERŠAK, J., ŠARIĆ, A.: Objective Evaluation of a Stabilized Garment Parts Handle, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1995, Vol. 7, No. 2/3, p. 102–110
 10. BUKOŠEK, V.: Vlakna – metastabilni sistemi, *Tekstilec*, 1985, Vol. 28, No. 7–8, p. 256
 11. *Tekstilije – Tkanine – Določanje sprememb mer pri pranju in sušenju*. SIST ISO 5077: 1984
 12. SAGADIN, J.: *Statistične metode za pedagoge*. Obzorja d. o. o., Ljubljana, 2003, str. 350–387
 13. BONA, M.: *Statistical methods for the textile industry*. Nuova Oflito. Textilia, Istituto per la Tradizione e la Tecnologia Tessile, Biella, 1993, 32–35, 264–267
 14. *Textiles – Seam types – Classification and terminology*, ISO 4916: 1982.
 15. *Tekstilije – Postopek gospodinjskega pranja in sušenja za preizkušanje tekstilij*. SIST EN 26330:1999

Colour and Optical Phenomena on Fabric

Rewiew

Received January 2007 • Accepted April 2007

Abstract

The purpose of the scientific review paper is to systematically present and describe the most significant factors and parameters, which influence the colour of woven fabrics. In the first part, optical phenomena, such as refraction, reflection, absorption, and scattering, are described. These phenomena are necessary, beside the observer and a light source, for visual sensation of the colour of threads and woven fabrics. The main part of the paper deals with the influence of constructional parameters on the colour of threads and woven fabrics. Primary parameters of fibres, threads and fabrics, such as raw material, type and shape of yarn, constructional parameters (thread spacing, weave, reflectance) are presented. With these parameters, simple colour and texturing effects can be achieved. Furthermore, the review gives the description of some methods and composition-al parameters, which enable complex colour effects. In that part, the paper analyses colour repeat, ratio of the number of warp to weft interlacing points, distribution of interlacing points, foundation reflectance, thread floating, special texturing effects, colour design, and the

Vodilni avtor/Corresponding Author:
dr. Helena Gabrijelčič
tel.: +386 1 200 32 78
e-mail: helena.gabrijelcic@ntf.uni-lj.si

Helena Gabrijelčič

Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška
fakulteta, Univerza v Ljubljani

Barva in optični pojavi na tkanini Pregledni znanstveni članek

Poslano januar 2007 • Sprejeto april 2007

Izvleček

Namen preglednega članka je sistematično predstaviti in opisati najpomembnejše dejavnike, pojave in lastnosti, ki sodelujejo pri nastanku barve na tkaninah. V prvem delu so predstavljeni nekateri optični pojavi (refleksija, absorpcija, sipanje), ki so poleg opazovalca in svetlobnega vira pogoj za dojetje barve preje in tkanine. Osrednji del članka vključuje opis vpliva konstrukcijskih parametrov na optične pojave in posledično barvo preje in tkanine. Predstavljene so primarne lastnosti vlaken, preje in tkanin, ki povzročajo naravno obarvanost in s katerimi ustvarjamo enostavne barvno-teksturine učinke: surovinska sestava vlaken, vrsta in oblika preje, konstrukcijski parametri tkanine (gostota, vezava, presevanje v tkanini). Pregled je nadgrajen z opisom kompozicijskih lastnosti, s katerimi dosegamo zahtevnejše barvne in reliefne učinke. Tu so vključeni: barvno sosledje, razmerje med številom osnovnih in votkovnih veznih točk, razporeditev veznih točk, pojav presevanja, flotiranje niti, posebni reliefni učinki, barvno oblikovanje in odnos med barvami, ki s konstrukcijo sooblikujejo končni videz tkanega izdelka.

Ključne besede: tkanina, preja, barva, optični pojavi, konstrukcijske lastnosti

relationship between different colours (contrast, harmony), which coupled with the construction, participate in creation of final visual appearance of woven fabrics.

Key words: woven fabric, threads, constructional parameters, colour, optical phenomena

1 Introduction

Fabrics differ by raw material, constructional parameters, application, and visual characteristics. Constructional parameters of a fabric, and their values, which are limited by the used raw materials, determine the application and appearance of woven products. A textile product can function as a complete unit only if the mentioned parameters have been carefully designed. The initial relationship between products and users is established on the basis of visual sensation, and depends on the buyer's subjective taste. From technological aspect, the appearance of a product is treated as an additional property, and as such it is practically ignored when technical textiles are concerned. On the contrary, with clothing and decorative textiles, the appearance is a key factor, which considerably influences the buyer's attitude towards a certain product. The overall visual image of a product is created by its properties, such as colour, texture, design, as well as the dimensions and arrangement of its patterns.

The colour of textile material is attributed to the colours of constituent fibres, yarns, and textile products, as well as to certain complex phenomena that occur at the same time. Certain parameters and phenomena, which influence the colour of textiles, and, consequently, optical phenomena that occur on an untreated textile surface, are of entirely natural origin, such as natural colour, texture, and surface parameters (yarn parameters). In the first place, these are the phenomena occurring between threads in flat textile products (threads interlacing, weave, thread spacing), which change the primary structure of threads and yarns and, consequently, optical phenomena on and/or in textile material. If only the set of natural colours was available, the selection of colours would be rather modest; that is why textiles are additionally treated in order to enlarge

1 Uvod

Tkanine se med seboj razlikujejo po surovinski sestavi, konstrukcijskih parametrih, namenu uporabe in vizualnih lastnostih. Konstrukcijski parametri tkanine in njihove vrednosti so omejeni glede na surovinsko sestavo, sami pa potem definirajo možnosti uporabe in tudi vizualne lastnosti tkanega izdelka. Tekstilni izdelek deluje celovito le v primeru, ko so omenjeni parametri skrbno načrtovani.

Začetno razmerje, ki se vzpostavi med izdelkom in uporabnikom, temelji na vizualnem dožemanju in je odvisno od subjektivnega okusa kupca. Videz izdelka se s tehnološkega vidika obravnava kot dodatna lastnost tkanin, zato se pri tehničnih tekstilijah lastnosti videza skorajda ne obravnavajo. Nasprotno je pri tekstilijah za oblačilno in dekorativno uporabo videz vodilni dejavnik, ki vpliva na kupčev odnos do izdelka. Celostno vizualno podobo oblikujejo lastnosti kot barva, tekstura, oblika izdelka ter dimenzije in razporeditev vzorcev na njem.

Barva tekstilnega materiala je posledica barvnih lastnosti tekstilnih vlaken, preje in tekstilnega izdelka ter sočasnega delovanja kompleksnih pojavov. Nekatere lastnosti in pojavi, ki vplivajo na barvo tekstilij, so popolnoma naravnega izvora: naravna obarvanost, tekstura in lastnosti površine (lastnosti preje) ter posledično vsi optični pojavi na neobdelani tekstilni površini. Na prvo mesto lahko tu postavimo vse pojave med nitmi v ploskih tekstilnih izdelkih (prepletanje niti, vezava, gostota niti), ki spremenijo primarno strukturo preje in vlaken ter s tem tudi optične pojave na/v tekstiliji. Če bi lahko izbirali samo med naravnim naborom barv, bi imeli precej majhno izbiro, zato tekstilije dodatno obdelujemo in s tem precej povečamo barvno paletu na tekstilnem materialu. Dodatna obdelava lahko vključuje kemijsko in mehansko obdelavo tekstilnega materiala (tiskanje, barvanje, mehansko apreture), ki tako ali drugače vpliva na optične in spektralne pojave na/v tekstiliji.

Kompleksnost pojava barve na tekstilijah potrjuje dejstvo, da je nemogoče opisati skupni barvni učinek na vzorcu z eno samo merilno metodo (spektrofotometrija, goniometrija itd.). Potrebno je sodelovanje več merilnih in analitičnih postopkov, s katerimi sočasno opišemo spektralne in optične lastnosti tekstilije ter psihofizično dožemanje človeka ob opazovanju barve tekstilije. Med brskanjem po domači in tuji literaturi zasledimo raziskave, ki opisujejo, kakšne barvno-optične učinke dosežemo z različnim prepletanjem osnovnih in votkovnih niti enake barve ter kombiniranjem niti različnih barv [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Te raziskave največkrat obravnavajo tematiko z oblikovalskega vidika, numerični in analitični pristopi pa so nekoliko zapostavljeni. V nekaterih raziskavah je analiza tudi poglobljena, saj predstavlja lego barv večbarvnih tkanin v primerjavi z izhodiščnimi barvami osnovnih in votkovnih niti v barvnem prostoru ter numerično ovrednoti in napoveduje skupni barvni učinek tkanine, sestavljene iz osnovnih in

the selection of colours on textile materials. Additional treatment either chemical or mechanical (printing, dyeing, mechanical finishes) influences in one or another way optical and spectral phenomena on and/or in textile materials.

The complexity of colour phenomenon on textiles is confirmed by the fact that it is impossible to describe the entire colour effect on a pattern with only one measurement method (spectrophotometry, goniometry, etc.). Several measurement and analytical procedures have to be combined in order to be able to describe spectral and optical properties of textile material, and the psychophysical sensation of its colour. There are several researches mentioned in home and foreign literature, which describe the colour-optical effects that can be achieved by different interlacing of warp and weft threads of the same colour, and by combining threads of different colours [1, 2, 3, 4, 5, 6]. In most cases, these researches deal with this subject from the aspect of design, whereas numerical and analytical approaches are more or less ignored. Only few researches provide in-depth analyses of the position of colours of multicolour fabrics in colour space in comparison with the original colours of warp and weft threads, and numerical evaluation and prediction of final colour effect of a fabric manufactured from differently coloured warp and weft threads [7, 8, 9, 10]. In these researches, colour metrics was used in a different, not standardized manner, which offered quite a new insight into the issue of colour creation and its visual sensation on fabrics.

2 Optical phenomena on fabric

There are three factors that influence the perception and appearance of the colour of a woven product (Figure 1) [11, 12, 13]:

- the light source transmitting rays onto the observed surface,
- the optical-reflective properties of material, and
- the observer and responsiveness of his eye.

The colour of a textile object (fibre, yarn, flat textile product), which is seen by the eye, depends on its chemical and physical composition, and its structure. When light contacts the surface of a material, a portion is reflected from

vlaknovnih niti različnih barv [7, 8, 9, 10]. V teh raziskavah je bila barvna metrika uporabljena na drugačen, nestandardiziran način, ki ponuja nov vpogled v problematiko nastanka in dojemanja barve na tkaninah.

2 Optični pojavi na tkanini

Na dojetanje in videz barve tkanega izdelka vplivajo trije dejavniki (slika 1) [11, 12, 13]:

- svetlobni vir, katerega svetlobno sevanje pada na opazovano površino,
- optično-refleksijske lastnosti materiala in
- opazovalec in odzivnost njegovega očesa.

Barva tekstilnih objektov (vlaknen, preje, ploskih tekstilnih izdelkov), ki jo oko zazna, je odvisna od kemijske in fizikalne sestave ter strukture. Pri stiku svetlobe z materialom se del svetlobe odbije od površine oz. reflektira, del pa se vpije oz. absorbira v material. Barva predmeta je odvisna od razmerja teh deležev. Slika 1 prikazuje pojav refleksije, absorpcije, loma in sipanja svetlobe v vlaknatem tekstilnem materialu. Del vpadnega žarka I_0 se v točki stika s površino A odbije kot reflektirani žarek I_r , del pa prodre v vlakno tekstilne strukture in se pri tem lomi – I_l (žarek B). Žarek pri lomu svetlobe spremeni kot gibanja glede na normalo, saj je tekstilni material gostejši medij od zraka v okolici. Ko žarek v točki B zapusti vlakno in se giblje po vmesnem zraku, se naklon gibanja ponovno spremeni, in sicer tako, da je vzporeden žarku vpadle svetlobe. Pri prehodu skozi vlakna, ki sledijo, se proces lomljenja svetlobnega žarka ponovi. Jakost svetlobe se pri tem zmanjšuje zaradi absorpcije v molekule barvila – I_a in sipanja na manjših strukturnih delcih – I_s . Prepuščena svetloba zapusti vlaknati material kot prepuščeni oz. transmitirani žarek – I_t pod enakim kotom glede na normalo, kot ga je imela vpadla svetloba. Vpadla svetloba svetlobnega vira I_0 je tako vsota reflektirane I_r , absorbirane I_a , sipane I_s in transmitirane I_t svetlobe, kot prikazuje enačba (1) [11, 12]:

$$I_0 = I_r + I_a + I_s + I_t \quad (1)$$

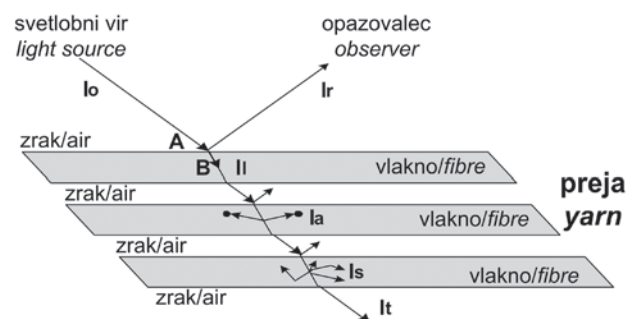


Figure 1: Reflection, absorption, refraction, scattering, and transmittance of light in textile material

the surface, and a portion is absorbed by the surface. The colour of the object depends on the relation between these two portions. Figure 1 presents the phenomenon of reflection, absorption, refraction, and scattering of the light in a fibrous textile material. In the light – surface contact point A, a portion of incident light ray I_0 is reflected as I_r , and a portion penetrates into the fibre of the textile structure and refracts as I_t (ray B). At the light refraction, the ray changes the angle of its travel in view of the normal because textile material is a denser medium than the surrounding air. When the ray leaves fibre in point B, and travels through the intermediary air, the inclination of its travel changes again and becomes parallel to the incident light ray. At the passage through following fibres, the process of the light ray refraction is repeated. The light intensity is decreasing as a result of the light absorption into the molecules of dyestuff- I_a and its scattering on smaller structural parts- I_s . The transmitted light leaves fibrous material as transmitted ray- I_t at the same angle in view of the normal at which the incident light entered the surface. Incident light I_0 is therefore a sum of reflected light I_r , absorbed light I_a , scattered light I_s , and transmitted light I_t as is presented by Equation 1 [11, 12].

At optical perception of the light, it is the reflected light, which is particularly important as it reaches the eye and induces visual sensation of colour.

2.1 Reflection

The portion of the light, which does not refract into the object, reflects from its surface, and reaches the eye. Photons, which fall on the smooth surface of material, reflect from it by changing the direction of movement. In the case of smooth surface, the angle of reflection is the same as the angle of incidence, and in the case of unsmooth surface, this angle is different.

The light, which will reflect from the surface between materials 1 and 2 with different indexes of refraction, can be expressed according to Fresnel law as a reflection factor by Equation 2 where ρ is the reflection factor of non-polarized light, and n is the relationship between indexes of refraction of materials 1 and 2 ($n = n_2 : n_1$) [12].

Pri optičnem zaznavanju svetlobe je pomembna predvsem reflektirana svetloba, saj slednja doseže oko in sproži zaznavo barve.

2.1 Refleksija

Delež svetlobe, ki se ne lomi v telo, se od telesa odbija – reflektira in doseže naše oko. Fotoni, ki padejo na gladko površino materiala, se od nje odbijejo, tako da spremenijo smer gibanja. V primeru gladke površine je kot odboja enak vpadnemu kotu, v primeru ne-gladke površine pa sta kota različna.

Svetlobo, ki se bo odbila od površine med materialoma 1 in 2 z različnima lomnima količnikoma, lahko podamo s Fresnelovim zakonom v obliki refleksijskega faktorja z enačbo (2), kjer je ρ refleksijski faktor nepolarizirane svetlobe in n razmerje lomnih količnikov materialov 1 in 2 ($n = n_2 : n_1$) [12].

$$\rho = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \quad (2)$$

Barva predmeta, ki jo vidimo, ustreza delu vidnega spektra svetlobe, kjer ima refleksija maksimalno vrednost. Svetloba, ki se od predmeta odbija, je pri tem nasprotna oz. komplementarna absor-

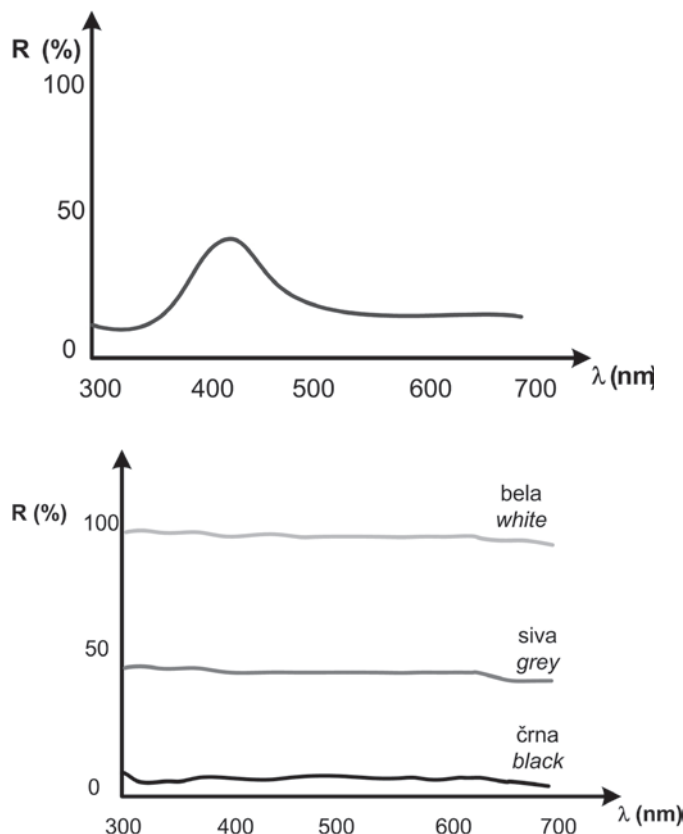


Figure 2: Reflection curves of saturated blue surface, and unsaturated white, grey and black surfaces

The colour of an object, which is seen by the eye, corresponds to the part of the light visible spectrum in which reflection reaches its peak. The light, which reflects from the object, is opposite, i.e. complementary to the absorbed wavelengths. The object, which is seen as blue, absorbs wavelengths of the yellow part, and reflects the light of the blue part of visible spectrum. In practice, the value of the reflected light is expressed as a portion of the incident light that is reflected from the surface. Thus, the portions of the reflected light (R) are presented in the form of reflection curves. With regard to the shape of reflection curves, colours are either chromatic (saturated) or achromatic (unsaturated). Chromatic colours have the reflection peak in the visible part of electromagnetic radiation range, whereas achromatic colours have almost constant value of reflection at all wavelengths from 360 to 700 nm. The reflection curve of a fabric that is seen as blue (a), and the reflection curves of achromatic colours (b) are presented in Figure 2.

Light reflection depends on the surface of textile material, and influences the perception of its colour lightness and saturation. In general, reflection depends on three parameters of a surface: brilliance, texture, and lustre. Brilliance has influence on colour lightness and saturation. A surface with higher brilliance looks, in dependence of the angle of viewing, darker than a mat surface from which the light scatters. Namely, scattering decreases the intensity of the reflected ray so that, for example, a black object looks lighter. Texture of a surface is connected with brilliance – a more prominent texture exhibits less brilliance. The third parameter is lustre, which characterizes selective mirror-like reflection of the light. At contact with the surface, a portion of the light reflects from randomly distributed particles. Spectral composition of the reflected light depends on the type and properties of these particles. The light, which does not reflect from the surface, penetrates into the material where it is selectively absorbed and partly reflected back towards the observer. Perception of the colour depends on the angle of viewing; the light, which reaches the eye, changes when the position of the observed object is changed [14].

biranim valovnim dolžinam. Telo, ki ga zaznavamo kot modro, absorbira valovne dolžine rumenega dela, odbija pa svetlobo modrega dela vidnega spektra. V praksi se vrednost reflektirane svetlobe podaja kot delež vpadle svetlobe, ki se je odbil od površine. Deleži odbite – reflektirane svetlobe (R) se tako prikazujejo v obliki refleksijskih krivulj. Glede na obliko refleksijske krivulje ločimo kromatske (nasičene) in nekromatske oz. akromatske (nenasičene) barve. Kromatske barve imajo v vidnem delu elektromagnetnega spektra maksimum refleksije, nekromatske barve pa imajo pri vseh valovnih dolžinah od 360 do 700 nm skoraj konstantno vrednost refleksije. Refleksijsko krivuljo tkanine, ki jo vidimo kot modro (a), in refleksijske krivulje akromatskih barv (b) predstavlja slika 2.

Refleksija svetlobe na tekstilnem materialu je odvisna od površine materiala ter vpliva na dojetje svetlosti in nasičenosti njegove barve. Refleksija je tako na splošno odvisna od treh lastnosti površine: sijaja, teksture in leska.

Opazimo lahko vpliv sijaja materiala na svetlost in nasičenost barve površine. Površina z večjim sijajem je videti – odvisno od zornega kota opazovanja – temnejša kot mat površina, na kateri se svetloba sipa. Sipanje namreč oslabi jakost odbitega žarka, tako da je npr. črn objekt videti svetlejši. Tekstura površine je povezana s sijajem, saj ima izrazitejša tekstura za posledico manj sijaja. Tretja lastnost pa je lesk, ki označuje selektivni zrcalni odboj svetlobe. Del svetlobe se pri stiku s površino odbije od naključno razporejenih delcev. Spektralna sestava odbite svetlobe je pri tem odvisna od vrste in lastnosti delcev. Svetloba, ki se ne odbije, prodre v material ter se tam selektivno absorbira in delno reflektira nazaj do opazovalca. Dojetje barve materiala je pri tem odvisno od kota opazovanja, v oko vpadla svetloba pa se spreminja s spreminjanjem lege objekta [14].

Na sliki 3 [15] so v odvisnosti od gladkosti površine prikazani štiri tipi odboja vpadle svetlobe. V primeru A je predstavljen difuzni odboj svetlobe, kjer je videz neodvisen od kota opazovanja. V pri-

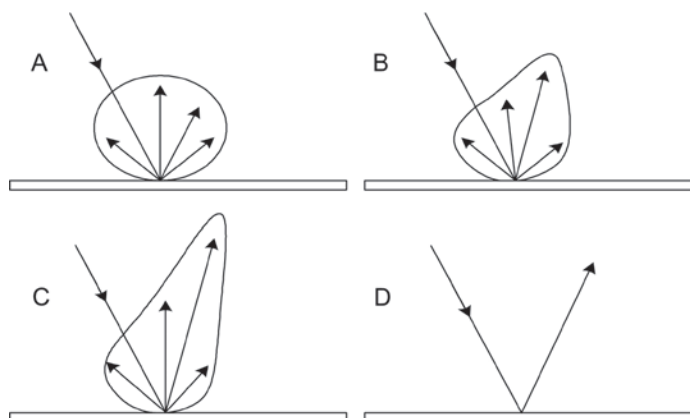


Figure 3: Orientation of reflected light at contact with different surfaces

Figure 3 presents, in dependence of the smoothness of the surface, four types of the incident light reflection. In case A, diffusive reflection of the light is presented; in that case the appearance of the surface is independent of the angle of viewing. In cases B and C, the increased smoothness of the surface results in the orientation of the reflected light in a particular direction. Material D is perfectly smooth with the angle of light reflection being identical to the angle of light incidence. The surface is lustrous, and its appearance depends on the angle of viewing.

From textile fibres, a bigger portion of the light reflects diffusively – from natural fibres due to scattering on the surface of microfilaments, and from synthetic fibres due to the particles of titanium dioxide [13].

Since all phenomena that accompany the reflection of the incident light can be present on textile materials, it is highly important that the appropriate method of colour measurement is selected. Standardized measurement methods, which are used in colorimetry, recommend elimination of the phenomenon of lustre on textile materials, however, the user may decide otherwise [15]. Likewise spectrophotometric curves are used to define the colour of an object, goniometric curves can be used to define the surface parameters of an object. Goniometer is a complex optical device that measures the quantity of the reflected light under various angles of viewing. The measurement methods can be different, either with fixed angle of illumination and by changing the angle of the object's position, or by changing both angles, i.e. the angle of illumination and the angle of the object's position [14].

2.2 Light refraction

During penetration into material, the incident light refracts and changes the angle of its travel in view of the perpendicular. This phenomenon occurs due to different densities of materials and, consequently, different indexes of refraction [12, 13].

Refraction of light ray I_0 at passage from one material to another is presented in Figure 4.

The relationship between the indexes of refraction of two materials n_1 and n_2 is calculated on the basis the relationship between the angles of

merih B in C se povečana gladkost kaže kot usmerjenost reflektirane svetlobe v določeno smer. Material D je popolnoma gladek, zato je odbojni kot svetlobe popolnoma enak vpadnemu kotu. Površina je lesketajoča in njen videz odvisen od kota opazovanja.

Na tekstilnih vlaknih se večji delež svetlobe odbije difuzno, in sicer na naravnih vlaknih zaradi sipanja na površini mikrofibrilov, na sintetičnih pa zaradi delcev titanovega dioksida [13].

Na tekstilnem materialu so lahko prisotni vsi pojavi, ki spremljajo odboj vpadle svetlobe, zato je zelo pomembno definirati ustrezen način merjenja barve. Standardizirani načini merjenja, ki se uporabljajo v barvni metriki, priporočajo izključitev pojava leska na tekstilnem materialu, vendar se uporabnik glede na svoje potrebe lahko odloči drugače [15]. Podobno kot uporabljamo spektrofotometrično krivuljo za definicijo barve predmeta, lahko z goniometrično krivuljo definiramo njegove površinske lastnosti. Goniometer je kompleksna optična naprava, ki meri količino reflektirane svetlobe pod različnimi koti opazovanja. Načini merjenja so lahko različni, in sicer s fiksnim kotom osvetljevanja svetlobnega vira in spreminjanjem kota lege objekta ali s spreminjanjem obeh kotov, tako osvetljevanja kot lege objekta [14].

2.2 Lom svetlobe

Ko vpadla svetloba prodira v material, se lomi in pri tem spremeni naklon gibanja glede na pravokotnico. Vzrok pojava so različne optične gostote materialov in posledično različni lomni količniki [12, 13].

Lom svetlobnega žarka I_0 pri prehodu iz enega materiala v drugega prikazuje slika 4.

Razmerje lomnih količnikov dveh materialov n_1 in n_2 se izračuna iz razmerja kotov potovanja svetlobe v dveh materialih po enačbi (3), kjer je θ_1 vpadni kot in θ_2 lomni kot. [12]

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

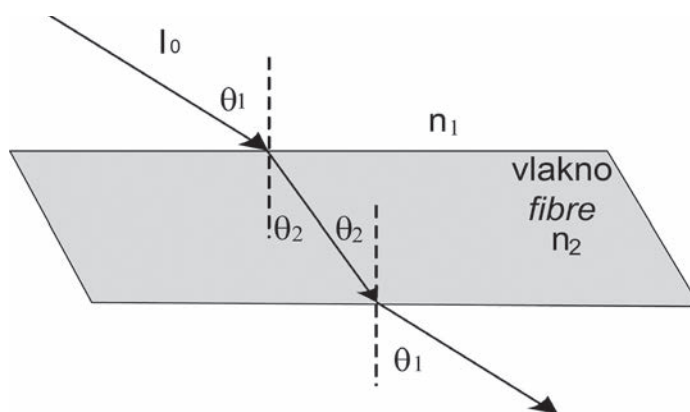


Figure 4: Refraction of light ray at its passage through material with parallel surfaces

the light travel through two materials by using Equation 3 where θ_1 is the angle of incidence, and θ_2 is the angle of refraction [12]:

2.3 Light absorption

Light absorption is the capability of a material to absorb the light of certain wavelengths. All materials are capable of absorbing the waves of ultraviolet, visible or infrared spectrum of electromagnetic radiation. However, only the materials, which absorb the waves within visible light spectrum can be perceived by the eye as coloured. The fact that materials absorb light can be understood only if various types of energy of particles are known.

Molecules possess the rotational energy as a result of their rotation around the gravity centre, the vibrational energy as a result of shrinking and bending of chemical bonds, and the electronic energy as a result of movement of electrons around the atomic nucleus, i.e. their passing over to a higher electronic level. These phenomena are presented in Figure 5 [11].

Molecules absorb only the light of such wavelengths within UV and visible spectrum, the energy of which corresponds to the difference in the energy between two energy levels of electrons in molecules. Incitement of electrons from the initial into the incited state follows. Lower energy and the light with higher wavelengths (IR and micro waves) are required for rotational and vibrational change.

The portion of the absorbed light is determined experimentally by using Lambert-Beer law according to which the absorption of light A by the particles of a dyestuff in a solution depends on dye concentration c (mol/l), length l of path passed by the light (m, cm), and extinction factor ϵ , as is shown by Equation 4 [11, 13]. It is evident that absorption also depends on value T , i.e. the degree of transmission or the portion of the transmitted light.

A disadvantage of Lambert-Beer law is that it can be used only for the light of specified wavelengths (monochromatic light), and for the materials in which scattering is not present.

2.4 Scattering

A portion of the light striking textile material passes through it due to spaces existing be-

2.3 Absorpcija svetlobe

Absorpcija je sposobnost materiala, da vpije svetlobo določene valovne dolžine. Vsi materiali imajo sposobnost absorbirati valovanje ultravijoličnega, vidnega ali infrardečega področja elektromagnetnega valovanja. Vendar pa lahko samo tiste materiale, ki absorbirajo v področju vidne svetlobe, človeško oko zazna kot obarvane. Razumevanje dejstva, da snovi absorbirajo svetlobo, je mogoče le ob poznavanju različnih vrst energije delcev.

Molekule posedujejo rotacijsko energijo zaradi vrtenja okoli težišča, vibracijsko-nihajno energijo zaradi krčenja in upogibanja kemijskih vezi ter elektronsko energijo zaradi gibanja elektronov okoli atomskega jedra oz. prehajanja na višji elektronski nivo. Opisane pojave prikazuje slika 5 [11].

Molekula absorbira svetlobo samo takšnih valovnih dolžin ultravijoličnega in vidnega področja, katerih energija ustreza energijski razliki dveh energijskih nivojev elektrona v molekuli. Sledi vzbujanje elektronov iz osnovnega v vzbujeno stanje. Za rotacijsko in vibracijsko spremembo je potrebna manjša energija in svetloba z večjimi valovnimi dolžinami valovanja (IR- in mikrovalovi).

Delež absorbirane svetlobe določimo eksperimentalno s pomočjo Lambert-Beerovega zakona, ki določa, da je absorpcija svetlobe A na delcih barvila v raztopini odvisna od koncentracije barvila c (mol/l), dolžine poti l , ki jo svetloba prepotuje (m, cm), in ekstinkcijskega koeficienta ϵ , kot prikazuje enačba (4) [11, 13]. Sledi, da je absorpcija odvisna tudi od vrednosti T , ki pomeni stopnjo transmisije oz. delež prepuščene svetlobe.

$$A = \log\left(\frac{1}{T}\right) = \epsilon \cdot c \cdot l \quad (4)$$

Pomanjkljivost Lambert-Beerovega zakona je omejitev uporabe, saj velja le v primeru svetlobe določene valovne dolžine (monokromatska svetloba) in za snovi, v katerih ni prisotno sipanje.

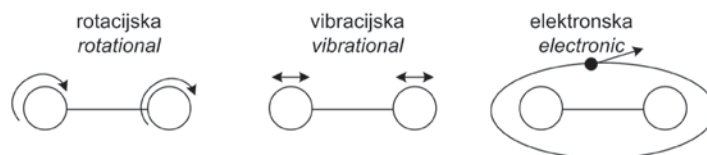


Figure 5: Energy in molecules

2.4 Sipanje

Del svetlobe, ki pade na tekstilni material, prehaja skozi tkanino zaradi prostorov med osnovnimi in votkovnimi nitmi ter prostorov med vlakni. Do pojava sipanja pride, če so delci, ob katere trči svetloba, dovolj majhni v primerjavi z valovno dolžino vpadle svetlobe. Ocenjuje se, da mora biti velikost delcev, ki povzročajo sipanje, manjša od ene desetine velikosti valovne dolžine vpadle svetlobe [12]. Zaradi pojava sipanja se pri prehodu svetlobe skozi

tween warp and weft threads, and between fibres. The phenomenon of scattering occurs only if the particles, which the light hits against, are small enough in comparison with the incident light wavelength. It is estimated that the size of the particles, which induces scattering should be smaller than one tenth of the size of the incident light wavelength [12]. As a result of scattering, the intensity of the ray decreases during the light passing through the fabric in dependence of the properties of the scattering centres in the fabric. Likewise Lambert-Beer law, such decreased intensity of the light ray can be expressed by Equation 5 where I_t is the light ray intensity after passing through material, I_0 is the incident light intensity, l is the distance passed by the light ray in material, and α_s is the experimentally determined coefficient of scattering for the material [12].

Figure 6 presents scattering of the incident ray in the fibre of warp and weft threads.

2.5 Light absorption and scattering

On opaque materials, three phenomena occur, which influence the colour formation or its appearance: absorption, scattering, and reflection. Their interdependence can be expressed by Kubelka-Munk Equation 6, which includes absorption coefficient K , coefficient of scattering S , and reflection R . Value K/S expresses the so-called colouration of an object [12, 13].

Final form of Kubelka-Munk Equation has been derived from the analyses of the absorption, scattering, and reflection phenomena on a thin layer of dyestuff applied on substrate. Disadvantages of this Equation are that it can be used only for monochromatic light, that it ignores loss of the light over edges and total reflection on the surface, and that it simplifies the distribution of dye particles as being uniform and without any interactions.

3 Constructional parameters and colour of fabric

The phenomenon of colour on a woven product cannot be attributed exclusively to the above optical phenomena. There are many other parameters, which influence the overall perception of colour. First of all, the colour values of constituent threads, which define the hue of a

tkanino jakost žarka zmanjša, kar je odvisno od lastnosti centrov sipanja v tkanini.

Podobno kot Lambert-Beerov zakon se lahko moč oslabljenega svetlobnega žarka zaradi sipanja zapiše z enačbo (5), kjer je I_t jakost svetlobnega žarka po potovanju skozi material, I_0 jakost vpadle svetlobe, l razdalja, ki jo žarek prepotuje v snovi, in α_s eksperimentalno dobljen koeficient sipanja za določen material [12].

$$I_t = I_0 \exp(-\alpha_s \cdot l) \quad (5)$$

Na sliki 6 je prikazano sipanje vpadlega žarka v vlaknu osnovnih in votkovnih niti.

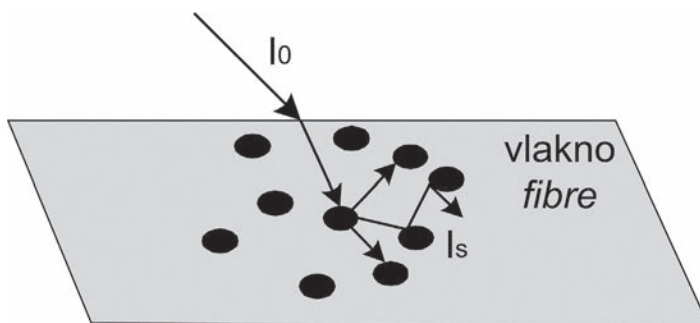


Figure 6: Scattering of light ray in fibre

2.5 Absorpcija in sipanje svetlobe

Na neprozornih materialih so istočasno prisotni trije pojavi, ki vplivajo na nastanek barve ali na njen videz: absorpcija, sipanje in refleksija. Njihovo soodvisnost lahko izrazimo s Kubelka-Munkovo enačbo (6), ki vključuje koeficient absorpcije K , koeficient sipanja S in refleksijo R . Vrednost K/S podaja t. i. obarvanost predmeta [12, 13].

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (6)$$

Končna oblika Kubelka-Munkove enačbe je bila v preteklosti izpeljana iz analiz pojavov absorpcije, sipanja in refleksije v tankem sloju barvila na substratu. Enačba ima nekaj pomanjkljivosti, na primer uporabo le pri monokromatski svetlobi, zanemarjanje izgube svetlobe preko robov in totalnega odboja na površini ter poenostavitvev, da so delci barvila enakomerno razporejeni in med njimi ni interakcij.

3 Konstruktivske lastnosti in barva tkanine

Pojava barve tkanega izdelka ne moremo omejiti le na optične pojave, ki so podani v prejšnjem poglavju, saj na celostno dojemanje barve vpliva še množica drugih parametrov. Najprej je seveda

woven product and, consequently, the attitude of observers. The entire colour phenomenon of a woven product can be understood only when we know all constructional parameters of yarn and fabric, as well as colour design parameters of fabric, which define:

- relationship between the material and the incident light: reflection, scattering, and absorption (type and material of yarns or fibres, smoothness or hairiness of the surface, relief and texture),
- size and proportion of individual coloured surfaces (linear density, weave, thread spacing),
- arrangement of colour surfaces (weave, warping and weaving pattern),
- overall effect of a single-colour or multicolour fabric (colour designing parameters of a fabric). [10]

3.1 Constructional parameters of yarn

The parameters, which define the construction, properties, and appearance of yarns, are:

- raw material,
- type and cross-section of fibres,
- type, shape, linear density, and diameter of yarn.

3.1.1 Raw material, type and shape of fibres

At colourimetric investigation of fibres, special attention has to be paid to the properties imparted by the used raw material. Surface, dimensions, crystallinity, and shape of cross-section define light reflection and refraction (absorption and scattering) on and/or in a fibre.

By their raw material and possibilities of further processing, fibres are divided into natural (cellulose and protein), and chemically regenerated and synthetic fibres [11]. Natural fibres (cotton, silk wool) have intrinsic shape and construction, which cannot be changed in any way, the only exception are certain chemical and mechanical processes. As to chemically regenerated fibres (viscose, rayon, protein regenerated fibres), a man interferes more intensively with the properties in order to adjust them more or less to the requirements of usage. Synthetic fibres (polyesters, polyamides) involve the highest degree of technological manipulation,

treba poznati barvne vrednosti niti, ki bodo sestavljale tkani izdelek. Te definirajo barvni ton izdelka in posledično odnos, ki ga bo imel opazovalec do njega. Razumevanje celotnega pojava obarvanosti tkanega izdelka pa je mogoče šele s poznavanjem vseh konstrukcijskih lastnosti preje in tkanine ter barvno-oblikovnih lastnosti tkanine, ki definirajo:

- odnos materiala do vpadle svetlobe: refleksija, sipanje in absorpcija (vrsta in surovina preje oz. vlaken, gladkost oz. kosmatost površine, reliefnost in tekstura),
- velikost in razmerje med posameznimi barvnimi površinami (dolžinska masa, vezava, gostota niti),
- razporejenost barvnih površin (vezava, vzorec snovanja in tkanja),
- skupno učinkovanje barve enobarvne ali večbarvne tkanine (barvno-oblikovni parametri tkanine). [10]

3.1 Konstrukcijski parametri preje

Dejavniki, ki definirajo konstrukcijo, lastnosti in posledično videz preje so:

- surovinska sestava,
- vrsta in prečni prerez vlaken,
- vrsta, oblika, dolžinska masa in premer preje.

3.1.1 Surovinska sestava, vrsta in oblika vlaken

Pri barvnometričnem preučevanju vlaken moramo biti pozorni predvsem na nekaj lastnosti, ki so posledica surovinske sestave. Površina, dimenzije, kristaliničnost in oblika prečnega prereza definirajo na/v vlaknu refleksijo in lom svetlobe (absorpcijo in sipanje).

Po surovinski sestavi in glede na možnosti nadaljnjih obdelav delimo vlakna na naravna (celulozna in beljakovinska) ter kemično regenerirana in sintetična vlakna [11]. Oblika in zgradba naravnih vlaken (bombaž, svila in volna) sta danosti narave, zato nanju skoraj ne moremo vplivati, razen z določenimi izbranimi kemičnimi in mehanskimi postopki. Pri kemično regeneriranih vlaknih (viskoza, rajon, beljakovinska regenerirana vlakna) človeški poseg intenzivneje vpliva na lastnosti, s čimer se te lastnosti do določene mere priredijo potrebam uporabe. Najvišja stopnja tehnološke manipulacije so sintetična vlakna (poliestri, poliamidi), katerih kemična sestava, oblika in površina so glede na nadaljnjo uporabo pred izdelavo skrbno načrtovane.

Pri analizi odnosa vlakno-svetloba lahko omenimo nekaj lastnosti, ki močno vplivajo na barvno podobo izdelka [16]:

- površina vlaken,
- orientacija vlaknaste strukture,
- dolžinska masa,
- prečni prerez,
- poobdelava s kalandriranjem ali brezbarvno apreturo,
- matirno sredstvo.

their chemical composition, shape, and surface are carefully planned with regard to their further usage prior to manufacture.

When the fibre-light relationship is analysed, few parameters, which considerably influence the colour of a woven product, have to be mentioned [16]:

- fibres surface,
- fibrous structure orientation,
- linear density,
- cross section,
- after-treatment by calendering or by applying colourless finish,
- matting agent.

Natural fibres

Natural fibres have rather unequal dimensions and rough surface produced by scales at wool, by lumen at cotton, and by longitudinal furrows at stem fibres. The length of fibres varies from 12 to 50 mm with cotton, and from 50 to 400 mm with wool. The cross-section of these fibres also varies lengthwise the fibres, and has irregular shape: furrowed, flattened, kidney-shaped. With the exception of silk, which has rather smooth surface and oval cross-section, the light reflection from natural fibrous structures is therefore diffusive as a result of the light scattering in all directions from uneven texture. Lustre of these fibres is lower and less dependent on the angle of viewing. To achieve the same colour effect as with the fibres with round cross-section, larger quantity of dyestuff is required. Due to more irregularities in the structure (arrangement of crystalline and amorphous regions), the possibility of unequal distribution of a dyestuff throughout fibre and, consequently, of unequal colour effect at viewing is greater [11, 16, 17]. Figure 7 presents the contact of the light with a cotton fibre (a), and a wool fibre (b).

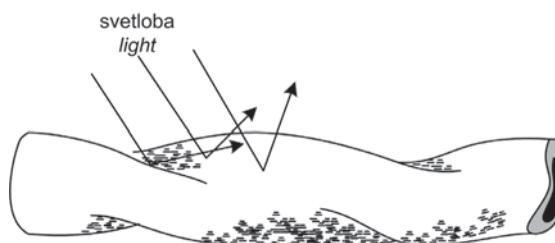
Synthetic fibres

The shape of the cross-section of synthetic fibres, and the size of their diameter are determined during their extrusion through nozzles with adequately shaped openings. At the same time, the fibres properties are adjusted to further use. The length of multifilament fibres is infinite, whereas shorter lengths of synthetic fibres are formed after the spinning process by

Naravna vlakna

Naravna vlakna imajo precej neenakomerne dimenzije in grobo površino, ki jo oblikujejo pri volni luske, pri bombažu lumen, pri stebelnih vlaknih pa vzdolžne brazde. Dolžina vlaken precej variira: od 12 do 50 mm pri bombažu in od 50 do 400 mm pri volni. Podobno je tudi prečni prerez teh vlaken neenakomeren po dolžini vlaken in nepravilnih oblik: nabrazdan, sploščen, ledvičast. Razen pri svili, ki ima precej gladko površino in ovalen prerez, je torej odboj svetlobe od naravnih vlaknastih struktur difuzen, saj se zaradi razgibane teksture in oblike svetloba sipa na vse strani. Lesk teh vlaken je manjši in manj odvisen od zornega kota opazovanja, za doseganje enakega barvnega efekta pa je potrebna večja količina barvila kot pri vlaknih z okroglim prerezom. Zaradi več nepravilnosti v strukturi (razporeditvi kristaliničnih in amorfnihih področij) je večja tudi možnost neenakomerne porazdelitve barvila po vlaknu in posledično neenotnega barvnega učinka pri opazovanju [11, 16, 17]. Na sliki 7 je prikazan stik svetlobe z bombažnim (a) in volnenim (b) vlaknom.

a) Cotton



b) Wool

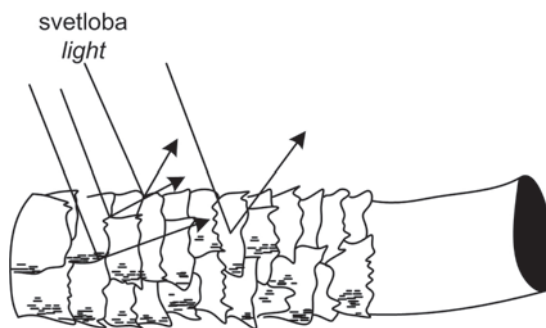


Figure 7: Surface and cross-section of natural fibres with light reflection

Sintetična vlakna

Obliko prečnega prereza in velikost premera določamo pri postopku ekstrudiranja vlaken skozi šobe z odprtinami ustreznih oblik. Pri tem karakteristike vlaken prilagodimo nadaljnji uporabi. Pri multifilamentnih vlaknih je dolžina vlaken neskončna, manjše dolžine sintetičnih vlaken pa oblikujemo šele po predilnem postopku,

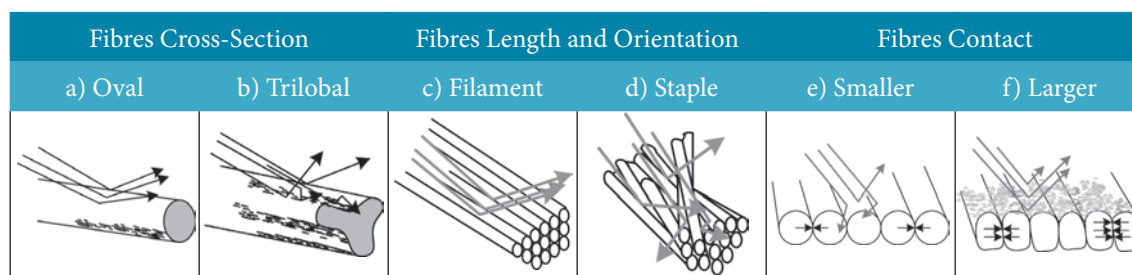


Figure 8: Reflection and scattering on fibres surface

cutting them on a cutting machine to a staple length of optional size [17]. Since it is possible to plan the three mentioned parameters of synthetic fibres, their relationship with light can be pre-determined as well.

Due to pushing of spinning blend through nozzles, the surface of synthetic fibres is perfectly smooth, and the light reflection from such surface would be rather specular and mirror-like, which can be controlled with the shape of nozzles, which determine the dimensions of the fibres cross-section. It is the application, which decides whether the shape of the cross-section of synthetic fibres will be oval, indented, trilobal, multilobal, tubular, convex, triangular, or of any other shape. With all shapes of cross-section different from the regular oval shape, the incident light diffuses at the air-fibre contact under different angles in view of the line of incidence. Similar as with natural fibres, diffusive light reflection influences visually lighter colours, which may also look less saturated. In the case of lustrous fibres, the bundle of light rays that reaches the eye produces visually more intensive colours in dependence of the angle of viewing. This is the result of the mirror effect and specular reflection of light. Light scattering on fibres can be additionally intensified by adding scattering active particles into the spinning solution (e.g. titanium dioxide); the appearance of the product will be less lustrous and more matt.

Beside the shape of cross-section, it is also its size, which is important. Fibres with lower linear density usually have smaller cross-section. Consequently, they absorb less light, but are due to larger specific surface of fibres more scattering active. The comparison of thinner and thicker fibres, which absorbed equal quantity of dye-stuff, reveals visual differences between them.

ko se na rezalnem avtomatu vlakna razrežejo na štapelno dolžino poljubne velikosti [17]. Glede na to, da lahko pri sintetičnih vlaknih sami načrtujemo vse tri omenjene lastnosti, lahko določamo tudi odnos med sintetičnimi vlakni in svetlobo.

Zaradi potiskanja predilne zmesi skozi šobe je površina sintetičnih vlaken popolnoma gladka, odboj svetlobe od takšne površine pa bi bil precej usmerjen in zrcalen. Slednje lahko kontroliramo z obliko predilnih šob, ki določajo dimenzije prečnega prereza vlaken. Od namena uporabe je torej odvisno, ali bodo oblikovana sintetična vlakna imela ovalni, nazobčani, trilobalni, multilobalni, cevasti, konveksni trikotni ali kakšen drug prerez. Pri vseh oblikah prereza, ki se razlikujejo od pravilne ovalne oblike, je vpada svetloba pri srečanju medijev zrak-vlakno razpršena pod različnimi koti glede na vpadnico. Difuzen odboj svetlobe vpliva podobno kot pri naravnih vlaknih na vizualno svetlejšo barvo, ki so lahko videti tudi manj nasičene. Pri lesketaj očih vlaknih pa snop žarkov svetlobe, ki doseže oko, povzroča vizualno intenzivnejšo barvo, odvisne od zornega kota opazovanja. To je posledica zrcalnosti in usmerjenosti odbite svetlobe. Dodatna možnost povečanja sipanja svetlobe na vlaknih je dodajanje sipalno aktivnih delcev v predilno maso (kot npr. titanov dioksid), ki povzročajo manj lesketajoč in bolj mat videz končnega izdelka.

Poleg oblike prečnega prereza je pomembna tudi njegova velikost. Vlakna z manjšo dolžinsko maso imajo običajno tudi manjši prečni prerez. Posledično absorbirajo manj svetlobe, vendar so zaradi večje specifične površine ta vlakna sipalno bolj aktivna. Pri primerjavi tanjših in debelejših vlaken, pri katerih je bila absorbirana enaka količina barvila, prihaja do vizualnih razlik. Finejša vlakna so videti namreč svetlejša kot bolj groba, za doseganje enakega vizualnega barvnega efekta pa bi bilo potrebno večje navzemanje barvila [16, 17].

Omenjenim pojavom se pri odnosu svetloba-vlakno v skupini vlaken pridružujeta še učinka orientacije in stika vlaken.

Naključnost orientacije vlaken močno vpliva na vizualno podobnost obarvanosti tekstilnih materialov. Učinek orientacije opazimo pri primerjavi štapelnih vlaken z bolj ali manj naključno urejenostjo in filamentnih vlaken, ki so usmerjena v določeno smer večjih linijskih ali ploskovnih tekstilnih tvorb. Barvni videz filamentnih vlaken je pri tem močno odvisen od zornega kota opa-

Finer fibres look lighter than thicker fibres, and to achieve the same visual effect, higher dyestuff up-take would be required [16, 17].

There are two additional phenomena related to the relationship between the light and the fibre – orientation of fibres, and contact of fibres.

Randomness of fibres orientation considerably influences the appearance of colour of textile materials. The role of orientation is noticed when staple fibres with more or less random arrangement, and filament fibres, which are oriented in direction of bigger linear or flat textile formations are compared. Colour appearance of filament fibres highly depends on the angle of viewing because the light reflects from their surface specularly. The opposite is the case with staple fibres, in which, due to random light reflection from staple fibres, the observer's perception of colour is less dependent on the angle of viewing.

By enlarging the contact surface of fibres, "optical contact" of fibres increases, which reduces the scattering power of the coloured fabric surface. Such phenomenon is achieved with after-treatments, such as calendaring and application of colourless finishing agents. It can be described by reducing the value of scattering coefficient-S in Kubelka-Munk Equation, the result of which is the increased value of coloration K/S [18, 19].

Light reflection and scattering in dependence of the shape of fibres cross-section, fibres length and orientation, and fibres contact surface are presented in Figure 8.

3.1.2 Type and shape of yarn

Yarn is a linear textile formation consisting of a multitude of fibres. This means that all properties of fibres described above are indirectly transferred to the yarn. Additionally, the constructional parameters of yarn establish new relations between fibres, which define the light-yarn relationship.

The parameters of yarn, which should be considered when the colour of a fabric is designed, are the following [20]:

- type,
- linear density,
- yarn twisting, i.e. direction of yarn twists or torques,
- diameter,

zovanja, saj se svetloba usmerjeno odbija od njihove površine. Nasprotno pa je zaradi naključnega odboja svetlobe od štapelnih vlaken opazovalčevo dojetanje barve manj odvisno od smeri opazovanja.

S povečanjem stične površine vlaken se poveča „optični stik“ vlaken, kar zmanjša sipalno moč površine obarvane tkanine. Tak pojav dosežemo s poobdelavami, npr. s kalandriranjem in nanosom brezbarvnih apreturnih sredstev. Opišemo pa ga lahko z zmanjšanjem vrednosti koeficienta sipanja S v Kubelka-Munkovi enačbi, s čimer naraste vrednost obarvanosti K/S [18, 19].

Odboj in sipanje svetlobe v odvisnosti od oblike prečnega prereza vlaken, dolžine in orientacije vlaken ter stične površine vlaken sta prikazana na sliki 8.

3.1.2 Vrsta in oblika preje

Preja je linijska tekstilna tvorba, sestavljena iz množice vlaken. Vse lastnosti, ki so bile opisane v poglavju o vlaknih, se torej posredno prenesejo tudi na lastnosti preje. Dodatno pa se zaradi konstrukcijskih parametrov preje oblikujejo nova razmerja med vlakni, ki določajo odnos svetloba-preja.

Lastnosti preje, na katere moramo biti pozorni pri načrtovanju barve tkanine, so [20]:

- vrsta preje,
- dolžinska masa,
- vitje preje ali smer zavojev oz. zasukov,
- premer,
- barvne lastnosti preje,
- kosmatost,
- strukturne značilnosti zaradi predilnega postopka,
- togost in kompaktnost,
- navzemanje vlage in kemičnih sredstev.

Od navedenih lastnosti bomo podrobneje opisali le nekaj najpomembnejših.

Vrsta preje

Vrsto preje določajo tip vlaken, ki jo sestavljajo, njihova urejenost in orientacija. Glede na vrsto ločimo naslednje skupine prej: predivne, filamentne, sukane, efektne in teksturirane. Pri naštetih skupinah je zaradi različne oblike in reliefa različna tudi refleksija vpadle svetlobe. Filamentna preja je sestavljena iz enega ali več filamentov neskončne dolžine. Ker je orientacija vlaken v smeri vzdolžne osi preje, sta smer odboja in intenziteta sipanja svetlobe najbolj odvisna od oblike in vrste vlaken. Pri predivnih in sukanih prejah se vlakna pri predenju in sukanju delno orientirajo v smer vzdolžne osi preje. Orientacija je odvisna od vrste in zaporedja faz pri predenju ter števila in intenzitete zavojev oz. zasukov. Kot primer lahko omenimo bombažni preji, ki sta bili izdelani na prstanskem in rotorskem predilniku. Prstanska preja ima večje število zavojev in boljšo orientacijo vlaken, zato je njen videz bolj si-joč z večjim leskom. Rotorska preja pa ima po dolžini bolj naključ-

- colour parameters,
 - hairiness,
 - structural parameters resulting from spinning process,
 - rigidity and compactness,
 - absorption of humidity and chemical agents.
- Only few more important of these properties are going to be described in detail.

Type of yarn

The type of yarn is defined by the type of constituent fibres, their arrangement and orientation. There are the following groups of yarns by type: spinning, filament, twisted, fancy, and textured yarns. Due to different shape and relief of these groups of yarns, the incident light reflection is different. Filament yarn consists of one or more filaments of infinite length. Since fibres are oriented lengthwise the yarn axis, the direction of the light reflection and the intensity of the light scattering mostly depend on the shape and type of fibres. As to spinning and twisted yarns, fibres are partly oriented lengthwise the yarn axis during spinning and twisting. Orientation depends on the type and sequence of spinning phases, and on the intensity of twists or torques. As an example, two cotton yarns produced on ring and rotor spinning machines can be mentioned. Ring spun yarn has higher number of twists and its appearance is therefore glossier with higher lustre. Rotor spun yarn has more random position and direction of fibres by length, which results in more unequal light reflection.

Yarn twist

Yarn twisting is the most important process to achieve the desired breaking strength of yarn. By increasing the number of twists/torques, friction between fibres and thread resistance to tensile stress increase to a certain degree. Optical importance of the yarn twist is exhibited above all in the direction of twists of spinning yarns or torques of ply yarns. Namely, the direction of twists/torques determines the orientation of fibres in yarn and, consequently, the direction of the incident light reflection. In the case of yarn with shorter fibres (staple yarn), lustre increases with the increase of the number of twists as a result of the orientation of fibres in the direc-

no lego in smer vlaken, kar zaradi večjega sipanja povzroča bolj neenakomeren odboj svetlobe.

Vitje preje

Proces vitja preje je primarnega pomena za doseganje želene pretržne trdnosti preje, saj se z večanjem števila zavojev oz. zasukov do določene meje povečujeta trenje med vlakni in upor niti proti natezni sili. Optični pomen vitja preje se kaže predvsem v smeri zavojev predivne oz. zasukov sukane preje. Smer zavojev oz. zasukov določa orientacijo vlaken v preji in s tem smer odboja vpadle svetlobe. Pri preji iz krajših vlaken (štapelna preja) se lesk povečuje z večanjem števila zavojev, ker se vlakna orientirajo v smer vzdolžne osi preje. Pri multifilamentni preji, ki je ob nastanku brez zavojev, pa se z dodajanjem zavojev lesk zmanjšuje, saj se povečuje sipanje svetlobe na površini.

Po vrsti vitja delimo preje na:

- preje brez vitja ali z minimalnim številom zavojev (multifilamentna),
- preje z Z-smerjo vitja in
- preje s S-smerjo vitja.

Na sliki 9 so predstavljene preje brez, z Z in S smerjo vitja. Smer zavojev oz. zasukov vpliva na smer odboja svetlobe, kar se intenzivneje izraža v kombinaciji z orientacijo niti v tkanini in smerjo vezav, zato bomo to lastnost podrobneje obravnavali v poglavju o lastnostih tkanin.

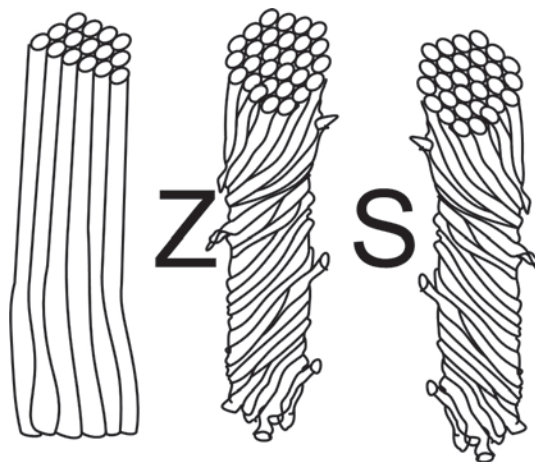


Figure 9: Yarn without twist, yarn with twist in Z direction, and yarn with twist in S direction

Namen izdelave efektnih in teksturiranih prej je lahko funkcionalen ali povsem estetski. V obeh primerih pa se oblikuje preja, ki po dimenzijah odstopa od klasičnih prej in ima zaradi tega tudi specifičen odnos s svetlobo. Z dodajanjem strukturnih ali barvnih efektov se na določenih mestih preje spremeni razmerje med reflektirano, absorbirano in sipano svetlobo, tako da obarvanost preje variira po njeni dolžini.

tion of the yarn longitudinal axis. In the case of multifilament yarn, which has no twists at its formation, lustre is reduced with the addition of twists as a result of the increased light scattering on the surface.

By the type of twist, yarns are divided into:

- yarns without twist or with a minimum number of twists (multifilament yarn),
- yarns with Z twist, and
- yarns with S twist.

Figure 9 presents the yarn without twist, with Z twist and with S twist. The direction of twists/torques influences the direction of the incident light reflection, which is much more accentuated in the combination with the orientation of threads in a fabric, and with the direction of weaves, and will be discussed in detail in the chapter dealing with the properties of fabrics.

The purpose of producing fancy and textured yarns can be functional, or exclusively aesthetic. In either case, a yarn is produced which differs from standard yarns in dimensions, and which establishes quite specific relationship with light. By adding structural or colour effects, the relationship between the reflected, absorbed and scattered light changes in certain parts of the yarn which results in variations of colour by its length.

Linear density and diameter of fibres

Linear density and diameter of fibres are two interdependent parameters of yarn. With increasing linear density, the mean diameter of yarn and, consequently, the surface of its cross-section respectively is normally increasing as well. However, the compactness of yarn should also be taken into account as it might happen that voluminous yarn with very large mean diameter has low value of linear density.

The two most important dimensions of yarn (diameter- d and length- l) are presented in Figure 10. Equation 7 serves for calculating linear density of yarn- Tt (tex) where m_p is the mass of yarn in grams (g), and l_p its length in metres (m). Equation (8) presents the relationship between linear density- Tt and theoretical diameter of yarn- d_t . In this Equation, linear density is expressed in tex, ρ_{vl} is specific density of fibres (g/cm^3), and i is the factor of filling, which is determined tabularly by using experimentally determined fac-

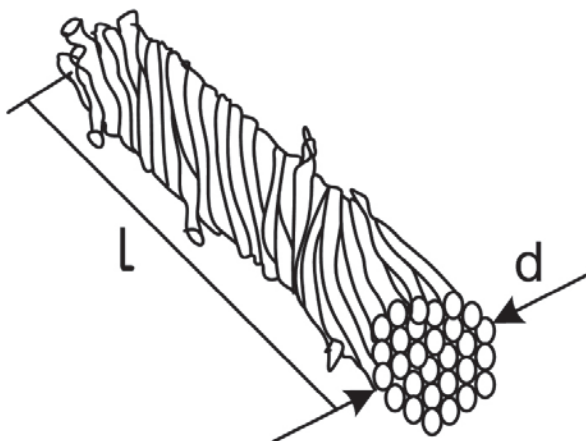


Figure 10: Diameter and length of yarn

Dolžinska masa in premer preje

Dolžinska masa in premer vlaken sta neodvisni lastnosti preje. Z večjo dolžinsko maso se praviloma povečuje tudi povprečni premer preje oz. površina njenega prečnega prereza. Upoštevati pa je treba tudi kompaktnost preje, saj se lahko tudi za nizko vrednostjo dolžinske mase skriva voluminozna preja z zelo velikim povprečnim premerom.

Enačba (7) predstavlja izračun dolžinske mase preje Tt (tex), kjer je m_p masa preje v gramih (g), l_p pa njena dolžina v metrih (m). Z enačbo (8) je podano razmerje med dolžinsko maso Tt in teoretičnim premerom preje d_t . V tej enačbi se dolžinska masa podaja v texih, ρ_{vl} je specifična gostota vlaken (g/cm^3) in i je faktor izpolnjenosti, ki se tabelarično določa s pomočjo eksperimentalno določenih faktorjev. Faktor izpolnjenosti predstavlja razmerje med prostornino vlaken v volumenski enoti in volumensko enoto niti [21].

$$Tt = \frac{m_p \cdot 10^3}{l_p} \quad (7)$$

$$d_t = 3,57 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{Tt}{\rho_{vl} \cdot i}} \quad (8)$$

Podobno kot pri vlaknih bi lahko tudi pri preji definirali odnos med velikostjo njenega premera in odbojem svetlobe, vendar bomo tu izpostavili drugačen vpliv premera preje na dožemanje barve tkanine. Debelina preje direktno vpliva na velikost posamezne barvne površine na tkanini, saj se pri prepletanju nit dvigne na površino tkanine in odvisno od svojih dimenzij bolj ali manj prispeva k skupnemu barvnemu učinku. Vizualna in numerična barvna analiza tkanine v obojestranski vezavi platno z enakim številom zelo tankih osnovnih in zelo debelih votkovnih niti v raportu vezave bi namreč pokazala, da na skupni barvni efekt vplivajo predvsem votkovne niti.

tors. The factor of filling represents the ratio of the fibres volume in a unit volume to the thread unit volume [21].

Although the relationship between the diameter and the light reflection in yarn could be defined similarly as in fibres, a quite different influence of the diameter of yarn on fabric colour sensation will be presented. The yarn count has direct influence on the size of individual coloured surface on fabric. Namely, during interlacing a thread rises on the fabric surface, and in dependence of its dimensions, it contributes more or less to the overall colour effect. Visual and numerical colour analysis of a fabric in double plain weave with the same number of very thin warp threads and very thick weft threads in the weave repeat would show that weft threads have predominant influence on overall colour effect. Fineness of warp and weft threads in a fabric is not always constant; namely, it is possible to use different thread counts in one and the same fabric. By varying the fineness and, consequently, the yarn count, and the diameter of yarn, colour effects of weaves and thread surfaces in dependence of thread fineness are more or less visible, the result of which is the increased dynamics in the fabric.

Figure 11 presents fabrics in four-end Panama weave with the same fineness of warp and weft threads (a) with two times higher linear density of weft threads (b), and with varying fineness of warp and weft threads (c).

Yarn compressibility

The cross-section of yarn discloses the fibrous structure with interspaces filled with air. That is why yarn is compressible and flexible formation. During interlacing in the fabric, yarn can be bended and compressed, and can change its shape and diameter. Its diameter is the smallest in the spots in which yarn passes from the fabric face to back side because it forces its way between the threads of the other thread system. On top and bottom surfaces, the pressure and friction between fibres decrease, and the yarn passes into the state of balance by increasing its diameter. In such state, it influences the appearance of the fabric with its colour and texture. Higher is the number of air spaces between fibres in the yarn bigger can be the changes in di-

Finost osnovnih in votkovnih niti v tkanini ni vedno konstantna, saj je možna tudi uporaba različnih titrov niti znotraj ene tkanine. Z variiranjem finosti oz. posledično titra in premera preje so barvni efekti vezav in površin niti v odvisnosti od finosti niti bolj ali manj vidni, s čimer se poveča dinamika v tkanini.

Na sliki 11 so prikazane tkanine v vezavi štirivezni panama pri enaki finosti osnove in votka (a), pri dvakrat večji dolžinski masi votkovnih niti (b) ter z variiranjem finosti osnovnih in votkovnih niti (c).

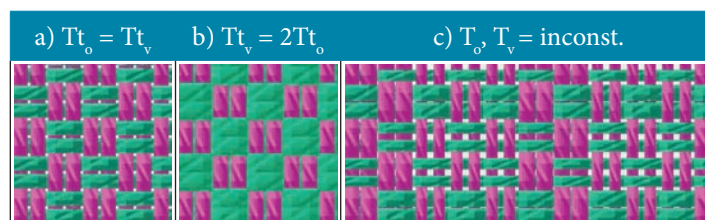


Figure 11: Influence of thread fineness on colour effect of fabric (Pictures were made by using CAD program by Arahne [22].)

Stisljivost preje

V prečnem prerezu vsake preje si lahko ogledamo vlaknato strukturo, katere vmesne prostore napolnjuje zrak. Zato je preja stisljiva in fleksibilna tvorba. Pri prepletanju v tkanini se lahko preja upogiba in stiska ter spreminja svojo obliko in premer. Na mestih prehoda z lične strani tkanine na hrbtno in obratno se njen premer najbolj zmanjša, saj se preriva med nitmi drugega sistema. Na zgornji in spodnji površini pa nato pritisk in trenje med vlakni popustita in preja preide v ravnotežno lego s povečanjem svojega premera. V tem stanju vpliva na videz tkanine s svojo barvo in teksturo. Več ko je zračnih prostorov med vlakni v preji, večje so lahko spremembe dimenzij in posledično večji je lahko vpliv preje na skupni barvni učinek tkanine. Poleg tega je treba upoštevati tudi soodvisnost oblike preje in konstrukcijskih parametrov tkanine, ki direktno vplivajo na vrednosti premera niti. Omeni-

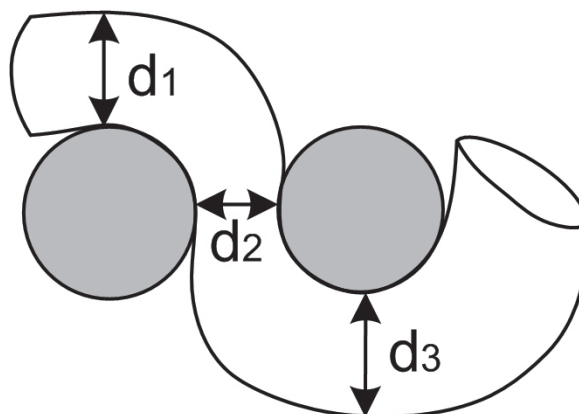


Figure 12: Compressibility of yarn at its passage between two threads

mensions and, consequently, the influence of the yarn on total colour effect of a fabric. Besides, interdependence of the shape of the yarn and the constructional parameters of a fabric, which directly influence the values of the diameter of threads, should be taken into account. Only two most important parameters are going to be mentioned: threads spacing and weave. Higher number of threads per unit length produces more contact points and higher friction between threads. This induces higher compression of yarn. In the same way, yarn can be more compressed in weaves with higher length of thread floating due to less frequent interlacing, which enables larger contact of threads at lateral sides. At defining the diameter of yarn, it is necessary to take into account compressibility of the yarn, and the thickness of the yarn should be analysed in such a state as is required for investigations. Precise analyses of yarn are possible by using microscopic methods and picture analysis as will be described in the chapter dealing with the degree of coverage.

The change of the diameter at the yarn passage between two threads of the other thread system is presented in Figure 12 where d_1 is the thickness prior to the passage between two threads on face side, d_2 is the reduction of the diameter of yarn, and d_3 the diameter of thread on back side of a fabric. Compressibility of yarn can occur due to air expelling from the spaces between fibres.

3.2 Constructional parameters of fabric

Dependence between individual elements in a fabric is transferred from linear structures, i.e. fibres and yarns, to flat structure, i.e. fabric. Namely, there is a significant interdependence of the properties of a fabric and the properties of the yarn and fibres it is made of.

Among the most important parameters of a fabric, which also influence its colour appearance, are:

- warp and weft thread spacing,
- weave (simultaneous influence of yarn orientation and weave),
- types of pores,
- coverage factor, and fabric compactness,
- warping and weaving pattern,
- finishing processes.

mo le dve najpomembnejši lastnosti: gostoto niti in vezavo. Večje število niti na dolžinsko enoto povzroča več stičnih površin in večje trenje med nitmi. To povzroča večji stisk preje. Podobno se lahko preja bolj stisne pri vezavah z večjo dolžino flotiranja niti, saj je zaradi manj pogostega prevezovanja možen večji stik niti na bočnih straneh.

Pri določanju premera preje je torej treba upoštevati stisljivost preje in analizirati debelino preje v takšnem stanju, kakršno potrebujemo za svoje raziskave. Natančne analize premera preje so možne z mikroskopskimi metodami in slikovno analizo, kot bo opisano v poglavju o stopnji pokritosti.

Sprememba premera pri prehodu preje med dvema nitma drugega nitnega sistema je prikazana na sliki 12. Debelina d_1 je pred prehodom med nitma na lični strani, d_2 je zmanjšanje premera preje in d_3 je premer niti na hrbtne strani tkanine. Stisljivost preje je možna zaradi izpodrivanja zraka iz vmesnih prostorov med vlakni.

3.2 Konstrukcijski parametri tkanine

Ovisnost med posameznimi elementi v tkanini se od linijskih struktur (vlaknen in preje) prenese tudi na ploskovno strukturo – tkanino. Obstaja namreč velika soodvisnost med lastnostmi tkanine ter lastnostmi preje in vlaknen.

Med najpomembnejše lastnosti tkanine, ki vplivajo tudi na njen barvni videz, štejemo:

- gostoto osnovnih in votkovnih niti,
- vezavo (sočasen vpliv orientacije preje in vezave),
- vrste por,
- faktor pokritosti in kompaktnost tkanine,
- vzorec snovanja in tkanja,
- apreturne postopke.

Omenimo lahko še nekaj lastnosti, ki na barvne vrednosti tkanin ne vplivajo neposredno, ampak posredno preko drugih lastnosti: skrčenje in stkanje, površinska masa in napetost niti.

3.2.1 Gostota osnovnih in votkovnih niti

Gostota osnovnih in votkovnih niti je določena s številom niti na dolžinsko enoto. Ta lastnost je primarnega pomena za mehansko-fizikalne lastnosti tkanin, pri čemer so pomembne same vrednosti gostote osnovnih in votkovnih niti ter razmerje med njimi. Gostota niti definira v sodelovanju z vezavo sekundarno tudi velikost učinka določenih niti na površini. Pri večji gostoti niti je namreč večja tudi intenzivnost reliefnega in/ali barvnega efekta teh niti.

Vrednost gostote niti je v veliki meri odvisna tako od dolžinske mase niti kot od vezave. Večja ko je dolžinska masa niti, več prostora pokrijejo niti v tkanini, posledično pa je število takih niti na dolžinsko enoto manjše. Obratno velja za niti manjše dolžinske mase in manjšega premera. Opis razmerja vezava-gostota je nekoliko kompleksnejši. Na splošno pa lahko odnos definiramo s trditvijo, da ima večje število prepletanj osnovnih in votkovnih niti

Few properties will be mentioned, which do not influence the colour values of fabrics directly but only indirectly through other parameters: shrinkage and run-in, mass per unit area, and threads tension.

3.2.1 Warp and weft thread spacing

The warp and weft thread spacing is determined by the number of threads per unit length. This parameter is of primary importance for mechanical and physical properties of fabrics; the values of the warp and weft thread spacing are as important as their ratio. The thread spacing coupled with the weave also defines the intensity of the effect of certain threads on the surface. Higher is the thread spacing higher is the intensity of a relief and/or colour effect of these threads.

The value of the thread spacing highly depends on linear density of threads, and weave. Higher is the linear density larger is the space they cover in the fabric and, consequently, lower is the number of threads per unit length. Just the opposite applies to the threads with lower linear density and smaller diameter. The description of the relationship of the weave and the thread spacing is slightly complex. In general, it can be stated that higher number of warp and weft threads interlacing points in a fabric result in lower thread spacing. This phenomenon can be explained on the basis of the contact surfaces of fibres and the friction between them. In a warp and weft thread interlacing point, the position of threads changes from face to back side of the fabric, and vice-versa. Threads pass through the spaces between the threads of the other thread system and contact them on a large surface. Due to roughness and fibrous structure of yarn, intense frictional force generates in contact points that prevents slippage and motion of threads. Balance is established between the frictional force and the tension in threads. Since the threads assembly enforces the balanced position, each trial to increase the number of threads per unit length is unsuccessful. In plain weave, it is therefore possible to achieve the lowest values of the thread spacing due to frequent changes of the warp and weft threads position. In the weaves with slightly larger repeat, however, it is possible to practically achieve higher number of

v tkanini za posledico manjšo gostoto niti. Pojav lahko pojasnimo s stičnimi površinami vlaken in trenjem med njimi. Pri prepletanju osnove in votka se menja položaj niti z lične na hrbtno stran tkanine in obratno. Niti pri tem prehajajo skozi prostore med nitmi drugega nitnega sistema in se z njimi stikajo na veliki površini. Na stičnih točkah se zaradi hrapavosti in vlaknate strukture preje pojavi velika sila trenja, ki preprečuje zdrs in premik niti. Med silo trenja in napetostjo v nitih se vzpostavi ravnotežje. Poskus prekomernega večanja števila niti na dolžinsko enoto zato ni uspešen, ker skupina niti izsili svojo ravnotežno lego. Pri vezavi platno lahko tako dosežemo najmanjše vrednosti gostote niti zaradi pogoste menjave lege osnovnih in votkovnih niti. Pri vezavah z nekoliko večjo velikostjo raporta pa lahko praktično dosežemo večje število niti na dolžinsko enoto, saj se menjava lege niti z lične na hrbtno stran ali obratno zgodi redkeje (kepri in atlasi manjših sosledij). Pri največjih velikostih sosledja je zaradi daljšega flotiranja niti prisoten še pojav prekrivanja zaporednih niti, kar omogoča še dodatno povečanje gostote niti (vezavi panama in atlas večjih sosledij).

Gostota niti se med procesom tkanja in po njem precej spreminja. Za oceno vpliva gostote na končni videz zato upoštevamo meritve na relaksirani tkanini po procesu tkanja. Enačbi (9) in (10) podajata določanje gostote osnovnih in votkovnih niti – g_o , g_v – na določeno dolžinsko enoto tkanine (cm) [21,23]:

$$g_o = \text{number of wrap threads/length unit} \quad (9)$$

$$g_v = \text{number of weft threads/length unit} \quad (10)$$

V primeru tkanin, v katerih imajo osnovne in votkovne niti enako dolžinsko maso in gostoto, govorimo o kvadratični tkani konstrukciji. Tu imata oba nitna sistema podoben vpliv na mehansko-fizikalne lastnosti tkanine. Za oceno razmerja njihovih učinkov na površini pa moramo upoštevati še vezavo.

V industriji se velikokrat uporabljajo tudi posebne tehnike, s katerimi spreminjamo gostoto osnove ali votka znotraj ene tkanine. To dosežemo z uporabo različnega vdeva osnovnih niti v greben in z uporabo regulatorja. Tako se osnovne in votkovne niti ponekod zgostijo, drugod pa razredčijo, kar še dodatno poudari ali zakrije določen barvni in vezavni efekt.

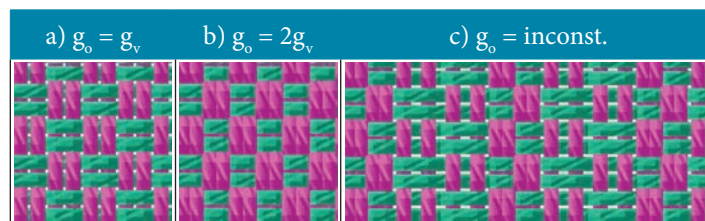


Figure 13: Influence of thread spacing on colour effect of fabric (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

threads per unit length as the change of threads from face to back side or vice-versa occurs less frequently (twills and satins of smaller repeats). In the largest repeats, another phenomenon, i.e. overlapping of sequential threads, occurs due to longer floatation, which enables additional increase of the thread spacing (panama and satin weave of larger repeats).

Thread spacing is changing considerably during the weaving process and after it. To estimate the influence of thread spacing on final appearance, the measurements carried out on a relaxed fabric after the weaving process have to be taken into account. Equations 9 and 10 present the determination of the warp and weft threads spacing – g_w , g_f , of the fabric (cm) [21, 23]:

Fabrics made of warp and weft threads with the same linear density and the same thread spacing have square woven construction. In such construction, both thread systems have similar influence on mechanical and physical properties of the fabric. However, to estimate the ratio of their effects on the surface, the weave should be taken into account as well.

Special techniques for changing the warp and weft thread spacing inside one and the same fabric are frequently used in industry. This is possible by using different types of warp threads reeding and by using regulator. In this way, warp and weft threads become denser in some points, and thinner in other points so that certain colour or weave effects are additionally exposed or concealed.

Figure 13 brings the comparison of woven structures in four-end Panama weave with low (a) and high (b) warp thread spacing, and constant weft thread spacing, and with woven structure with inconstant warp thread spacing (c).

3.2.2 Weave

Weave indicates the way of warp and weft threads interlacing which influences the relief and colour structure of a fabric by the following parameters [20, 24]:

- size of the weave repeat,
- number and ratio of warp to weft interlacing points,
- distribution of individual warp and weft interlacing points and their assemblies (relief, non-oriented, oriented weaves),

Na sliki 13 je podana primerjava tkanih struktur v vezavi štirivezni panama z majhno (a) in veliko (b) gostoto osnovnih niti ter konstantno gostoto votkovnih niti in tkane strukture z nekonstantno gostoto osnovnih niti (c).

3.2.2 Vezava

Vezava označuje način prepletanja osnovnih in votkovnih niti, kar vpliva na reliefno in barvno strukturo tkanine z naslednjimi lastnostmi [20, 24]:

- z velikostjo sosledja vezave,
- s številom in razmerjem osnovnih in votkovnih veznih točk,
- z razporeditvijo posameznih osnovnih in votkovnih veznih točk in njihovih skupin (relief, neusmerjene, usmerjene vezave),
- z dolžino flotiranja in posebnimi teksturnimi efekti,
- z velikostjo in razporeditvijo barvnih površin (z upoštevanjem vzorca snovanja in tkanja).

Velikost sosledja vezave

Velikost sosledja vezave določa najmanjše zaporedje skupine osnovnih in votkovnih veznih točk. Najmanjša velikost tega ponavljajočega strukturnega vzorca je lahko 2×2 (platno), največja pa lahko sega do velikosti, ki je enaka številu vseh osnovnih niti na tkalskem stroju.

Število in razmerje osnovnih in votkovnih veznih točk

Z razmerjem med številom osnovnih in številom votkovnih veznih točk določamo vpliv niti obeh sistemov na celotni barvni učinek.

Glede na razmerje delimo vezave v tri skupine:

- obojestranske vezave,
- vezave v osnovnem efektu,
- vezave v votkovnem efektu.

Obojestranske vezave imajo v raportu enako število osnovnih in votkovnih veznih točk. Vpliv reliefnega in barvnega učinka osnove in votka na skupni videz tkanine je tako enak. Primer takšnih vezav so: platno, panama, rips in obojestranski ojačeni kepri različnih velikosti.

Enostranske imenujemo vezave, pri katerih na površini prevladuje efekt enega nitnega sistema. Vezave v osnovnem efektu imajo zaradi večjega števila osnovnih veznih točk na površini poudarjeno barvo in teksturo osnovnih niti. Podobno pa lahko označimo vezave v votkovnem efektu s poudarjenim votkom. Enostranske vezave so osnovni in votkovni kepri in atlas ter druge kompleksnejše vezave.

Razporeditev osnovnih in votkovnih veznih točk in njihovih skupin

Razporeditev osnovnih in votkovnih veznih točk vpliva na velikost, obliko, zaporedje in usmerjenost reliefno in barvno različnih površin v sosledju vezave. Reliefne in barvne karakteristike dobi pri tem vezava preko lastnosti osnovnih in votkovnih niti. Na sli-

- length of floating, and special texturing effects,
- size and arrangement of colour surfaces (by considering the warping and weaving patterns).

Size of weave repeat

The size of the weave repeat determines the smallest sequence of interlacing points of a set of warp and weft threads. The smallest size of such recurring structural pattern is 2×2 (plain weave); the highest size is the size equalling the number of all warp threads on a weaving machine.

Number and ratio of warp to weft interlacing points

The ratio of the warp to weft interlacing points defines the influence of the threads of each system on overall colour effect.

On the basis of this ratio, weaves are divided into three groups:

- reversible weaves,
- weaves in warp effect,
- weaves in weft effect.

Reversible weaves have the same number of warp and weft interlacing points in a repeat. This means that the influence of the warp and weft relief and colour effect on overall appearance of the fabric is the same. Examples of such weaves are: plain weave, Panama weave, repp, and double-sided reinforced twills of various sizes.

One-sided weaves are the weaves in which the effect of one tread system predominates on the surface. In weaves in warp effect, the colour and texture of warp threads is exposed on surface due to higher number of warp interlacing points. Likewise, weaves in weft effect have the colour and texture of weft threads exposed on surface. The examples are warp and weft twills and satins, and other more complex weaves.

Distribution of warp and weft interlacing points and their assemblies

Distribution of warp and weft interlacing points influences the size, shape, sequence and orientation of the surfaces differing in relief and colour in a weave repeat. Warp and weft threads impart relief and colour characteristics to the weave. Figure 14 presents the groups of weaves with variously distributed interlacing points,

ki 14 so predstavljene skupine vezav z različno urejenostjo veznih točk, kar posledično vpliva na barvne površine različnih velikosti, oblik, zaporedij in usmerjenosti. Osnovne in votkovne niti imajo na sliki enako dolžinsko maso in gostoto. Posamezne lastnosti, ki jo povzročata razporejenost osnovnih in votkovnih, niti ne moremo obravnavati osamljeno, saj dobi pravi pomen šele pri sočasnem vplivu vseh parametrov.

Različno velikost barvnih površin dosežemo z grupacijo ali združevanjem veznih točk. Majhne velikosti površin so prisotne v primeru osamljenih veznih točk, saj med veznimi točkami enega tipa ni večjih stičnih površin. Primer je vezava platno, v kateri se vezne točke istega tipa stikajo le na ogliščih. Z združevanjem veznih točk se površina določene niti in s tem njenega barvnega in reliefnega učinka na tkanini povečuje (primer panama). Dojemaje skupnega barvnega učinka tkanin z optičnim mešanjem svetlobe, odbite od barvnih površin različnih velikosti, je odvisno od razdalje, s katere opazujemo. Pri vezavi platno se odbita svetloba zli-

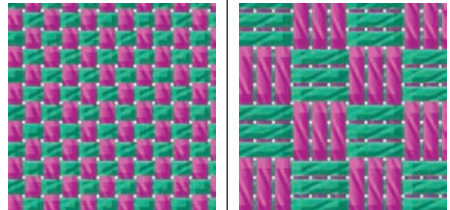
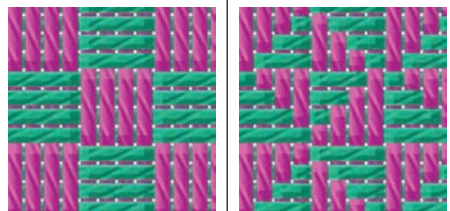
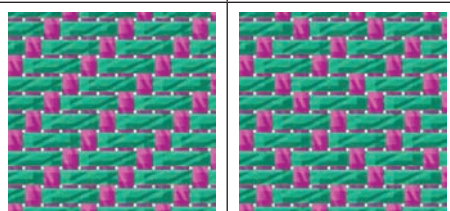
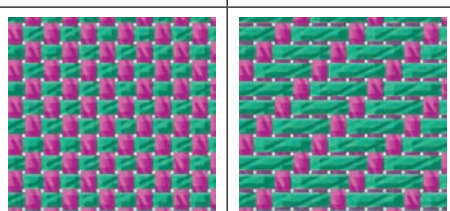
Parameter	Weaves	
Size		
Shape		
Sequence		
Orientation		

Figure 14: Distribution of interlacing points in a weave repeat (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

which consequently influences the size, shape, sequence and orientation of colour surfaces. The presented weaves have warp and weft threads of the same linear density, and the same thread spacing. Any parameter resulting from the arrangement of warp and weft threads cannot be dealt with isolated from other parameters. Each parameter obtains its real significance only in combination with all parameters.

Different size of colour surfaces is obtained by assembling or agglomerating the interlacing points. Smaller sizes of surfaces appear in the case of isolated interlacing points as there are no larger contact surfaces between the one type interlacing points. Such example is plain weave in which the one type interlacing points contact only on corners. By agglomerating the interlacing points, the surface of a particular thread, and consequently, its colour and relief effect on the fabric are increasing (e.g. Panama weave). The overall visual colour effect of fabrics produced by optical mixing of the light reflected from colour surfaces of different size depends on the distance of viewing. In plain weave, the reflected light merges into a uniform effect already at small distance of viewing whereas in Panama weave a longer distance from the observed surface is required.

With different shapes of relief and colour surfaces in a weave repeat, different patterns on weave are produced. In dependence of the agglomeration of the warp and weft interlacing points, these patterns can be more/less geometrical, regular/irregular, larger/smaller etc. The shape of the surfaces influences optical perception of what is going on in the weave, as the eye is able to perceive faster and easier the uniform, regular and larger shapes. The third and the fourth parameter of a weave are sequence and orientation. The weaves in which the colour surfaces of interlacing points are arranged in such a manner that beams, ribs or any other type of oriented elements are present on the fabric surface are called oriented weaves. Likewise in yarns, orientation can be in S or Z direction, and its angles of inclination can be different. From optical viewpoint, these weaves are considered special because the perception of their colour depends on the angle of observation. Namely, the incident light reflects spec-

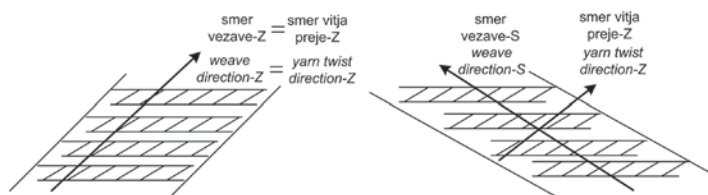


Figure 15: Same direction and opposite direction effect of yarn twist and weave

je v enoten učinek že pri majhni razdalji opazovanja, medtem ko je pri vezavi panama potreben večji odmik človekovega očesa od opazovane površine.

Z različnimi oblikami reliefnih in barvnih površin v sosledju ustvarjamo vzorce na vezavi. Ti vzorci so lahko v odvisnosti od združevanja osnovnih in votkovnih veznih točk bolj/manj geometrijski, pravilni/neppravilni, večji/manjši in podobno. Oblika površin vpliva na optično dojetje dogajanja v vezavi, saj človeško oko hitreje in lažje zazna enakomerne, pravilne in večje oblike.

Tretja in četrta lastnost vezave sta zaporedje in usmerjenost vezave. Če so barvne površine veznih točk organizirane tako, da so na površini tkanine prisotni žarki, rebra ali katere koli druge oblike usmerjenih elementov, govorimo o usmerjenih vezavah. Podobno kot pri prejah je lahko usmerjenost Z ali S, njeni naklonski koti pa so lahko različni. Z optičnega vidika so te vezave posebne, saj je dojetje njihove barve odvisno od zornega kota opazovanja. Vpadla svetloba se namreč usmerjeno odbija odvisno od usmerjenosti niti v vezavi, kar glede na kot opazovanja zaznamo kot različen lesk tkanine. Primera sta vezavi keper in atlas. Pri neusmerjenih vezavah, kot sta platno in panama, je zaradi zrnčaste teksture odboj svetlobe razpršen in neodvisen od smeri opazovanja.

Izrazitost usmerjenosti vezave je odvisna tudi od smeri vitja preje. V primeru istosmerne orientacije preje in vezave se niti vležejo druga v drugo ter tako zmanjšajo izrazitost učinka smeri na tkanini. Nasprotno pa se niti med seboj odbijajo, če sta smeri vitja preje in vezave različni. Učinek žarkov in reber pri tem očitno izstopi. Na sliki 15 sta shematsko prikazana primera istosmerne in nasprotnosmerne kombinacije preje in vezave [7, 23, 24].

Dolžina flotiranja in posebni teksturni efekti

Izraz flotiranje niti izhaja iz angleške glagolske besede „to float“, ki pomeni plavati, lebdeti, biti dvignjen. V tekstilni praksi se uporablja za opis stanja, v katerem osnovne ali votkovne niti prehajajo čez več veznih točk nasprotnega nitnega sistema. Od dolžine flotiranja niti so odvisni določeni konstrukcijski parametri tkanine, nekatere mehansko-fizikalne lastnosti ter optično-barvni pojavi na tkani površini.

Kot prvo lahko omenimo gostoto niti, ki je tesno povezana z dolžino flotirajočih niti. Pogostejše ko je prevezovanje, težje je doseči visoke vrednosti gostote niti zaradi velikega trenja. V primeru pla-

ularly depending on the threads orientation in the weave, which is perceived in dependence of the angle of viewing as different lustre of the fabric. The examples are twill and satin weave. In non-oriented weaves, such as plain weave and Panama weave, the light reflection is diffusive due to the granular texture, and independent of the direction of viewing.

The prominence of the weave orientation depends also on the yarn twist direction. In the case of the yarn and weave orientation in the same direction, threads fit closely and reduce the prominence of the effect of orientation in the fabric. On the contrary, threads repulse one another in the case of the yarn twist and weave orientation in different directions. The effect of beams and ribs becomes noticeably prominent. Figure 15 schematically presents the examples of the yarn and weave being oriented in the same direction, and of the yarn and weave being directed in opposite directions [7, 23, 24].

Length of floating and special texturing effects

The term "floating" is derived from the English verb "to float" which means swim, float, be raised. In textile field, it is used to describe the state in which warp or weft threads traverse more than one interlacing points of the other thread system. Certain constructional parameters of the fabric, some mechanical and physical properties, as well as optical and colour effects on the woven surface depend on the length of thread floating.

First, it is the thread spacing, which is closely connected with the length of floating threads. More frequent is the floating, more difficult is to achieve high values of densities due to intense friction. In plain weave in which warp and weft interlacing points interchange on the surface, it is possible to manufacture the fabrics with low thread spacing. In eight-end satin with floating over seven interlacing points, extremely high values of thread spacing can be achieved. The dependence of mechanical and physical properties on the length of floating threads is the following: lower is the floating, higher is the compactness of the fabric and better are its mechanical and physical properties. However, it is necessary to consider also

tna, kjer se izmenjujeta osnovna in votkovna vezna točka na površini, je možno dejansko stkati tkanine z majhno gostoto niti. Pri osemveznem atlasu s flotiranjem čez sedem veznih točk pa lahko dosežemo ekstremno velike vrednosti gostote. Odvisnost mehansko-fizikalnih lastnosti od dolžine lebdečih niti se izraža tako: manjše ko je flotiranje, večja je kompaktnost tkanine in boljše so mehansko-fizikalne lastnosti. Seveda pa te dvojice ne moremo obravnavati osamljeno, ampak je treba pri tem upoštevati še sočasni vpliv drugih konstrukcijskih parametrov.

Z barvno-optičnega vidika vpliva dolžina flotiranja niti na površino barvnega oz. reliefnega učinka. Daljše ko je prehajanje določene niti na lični ali hrbtni strani tkanine, večja je izpostavljenost učinka te niti. Svetlobni pojavi se na takšnih konstrukcijah razlikujejo od tistih na vezavah s pogostejšim prevezovanjem. Kot primer lahko omenimo vezavi platno in večvezni atlas. Za vezavo platno je značilen majhen lesk, saj se osnovne in votkovne vezne točke najpogosteje izmenjujejo in prevezovanje osnovnih in votkovnih niti je veliko. Svetloba se od zrnčaste površine tkanine odbija difuzno – v vse smeri. Z vezavo atlas pa dosežemo večji lesk, saj se zaradi specifične razporeditve točk na površini in večjega flotiranja osnovnih ali votkovnih niti svetloba usmerjeno odbija od paralelno urejenih niti. Videz platna je tako neodvisen od zornega kota opazovanja, medtem ko vizualno obarvanost atlasa zaznamo kot različno – odvisno od smeri opazovanja (slika 16). Prav ta lastnost vezave atlas se v praksi izrablja na izdelkih, za katere želimo svilnat lesketajoč videz [18].

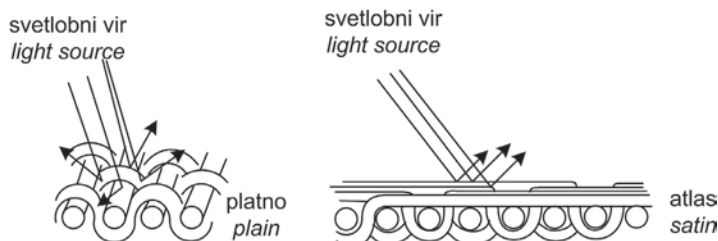


Figure 16: Reflection on fabric in plain weave – diffusive, and on fabric in satin weave – specular

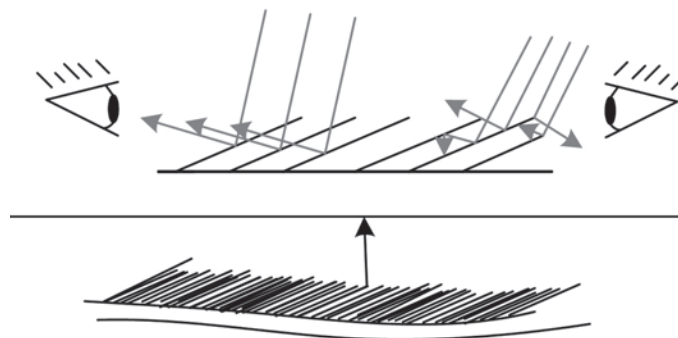


Figure 17: Fabric in velvet weave

the concurrent influence of other constructional parameters.

From the colour and optical viewpoint, the length of thread floating influences the colour and relief effect area. Longer is the floating of a thread on the face or back side of the fabric, more exposed is the effect of such thread. Light effects on these constructions differ from those occurring on the weaves with more frequent floating. The examples are plain and satin weave. Plain weave is characterized by low lustre due to most frequent interchanging of warp and weft interlacing points and, consequently, high floating of warp and weft threads. From granular surface of the fabric, the light reflects diffusively, i.e. in all directions. With satin weave, more lustre is produced; namely, due to specific distribution of interlacing points on the surface, and higher floating of warp and weft threads, the light reflects specularly from parallelly oriented threads in a defined direction. The appearance of the fabric in plain weave is therefore independent of the angle of viewing whereas the colour of satin weave differs in dependence of the angle of viewing (Figure 16). This feature of satin weave is used in practice to manufacture the products with silky glossy look [18].

Special texturing effects are achieved by using special fancy yarns, and with special weaves, such as velvet, plush, cord, terry cloth, etc. Fancy yarns differ from standard ones by having one parameter extremely pronounced (lustre, hairiness, colour), or by having one parameter, which distinctly changes lengthwise the thread (thickness, colour), or by having special effects, which appear here and there lengthwise the thread.

One of special weaves is velvet, which belongs to pile fabrics. The pile is oriented in a certain direction of the fabric and influences the colour sensation. Figure 17 presents velvet weave with a defined pile arrangement. If the fabric is observed in the direction of pile, it looks glossy and with more saturated colour than if it is observed in the opposite direction when the light diffuses on pile ends and on the spaces between them [18].

The mentioned weave effects usually represent the problem for objective determination of colour values of the fabrics in these weaves, and because of that it is necessary to consider the specific characteristics of each product individually.

Posebne teksturne efekte dosežemo lahko z uporabo posebnih efektnih prej in s specialnimi vezavami, kot so žamet, pliš, kord, frotir in podobno. Efektne preje se od običajnih razlikujejo po tem, da imajo zelo izrazito eno lastnost (lesk, kosmatost, barva), lahko se jim določena lastnost izrazito spreminja po dolžini (spreminjanje debeline, barve) ali pa se po dolžini mestoma pojavljajo posebni efekti.

Med specialnimi vezavami lahko natančneje pogledamo površinsko strukturo žameta, ki je lasasta vezava. Lasje tkanine so orientirani v določeno smer tkanine, od katere je odvisno tudi naše dožemanje obarvanosti. Na sliki 17 je prikazana vezava žamet z določeno urejenostjo las. Pri opazovanju v smeri las je videti tkanina lesketajoča in barva je bolj nasičena, kot če tkanino opazujemo v nasprotni smeri, kjer se svetloba sipa na koncih las in v prostorih med njimi [18].

Omenjeni vezavni efekti običajno predstavljajo težavo za objektivno določanje barvnih vrednosti tkanin v teh vezavah, zato je treba specifičnosti vsakega izdelka upoštevati posebej.

3.2.3 Presevanje v tkanini in vrste por

S konstrukcijskimi parametri tkanine, kot so finost, gostota niti in vezava, ne določamo le velikosti in urejenosti barvnih površin skupine niti na tkanini, temveč tudi velikost in razporeditev prostorov med nitmi. Votli prostori med nitmi ali pore so prav tako kot niti pomemben element tkanine, saj prispevajo k zračni in vodni prepustnosti, kompaktnosti, toplotnoizolacijskim lastnostim ter prosojnosti. Z barvnega vidika je pomembna predvsem zadnja lastnost – prosojnost, saj skozi odprtine med nitmi na površinski barvni učinek vpliva barva podlage oz. ozadja tkanine. Učinek ozadja je sicer resda odvisen od konstrukcijskih parametrov tkanine in bi ga pri kompaktnějšíh tkaninah le na podlagi vizualne presoje lahko tudi izključili. Spektrofotometrično določanje barve klasičnih tkanin z različnimi podlagami pa dokazuje nezamisljiv vpliv barve podlage na skupni barvni efekt, zato je treba presevanje upoštevati kot enakovreden element tkanine, njegovo barvo pa kot soustvarjalko skupnega barvnega učinka [25]. V določenih primerih najdemo z raziskavo presevanja celo razlago za nekatere nepričakovane rezultate pri barvni analizi tkanin.

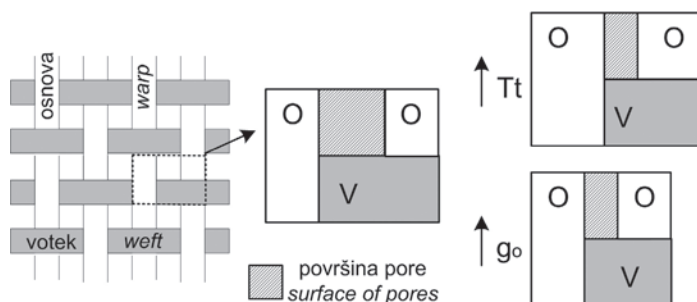


Figure 18: Change of the size of pores

3.2.3 Foundation reflectance and types of pores

It is not only the size and arrangement of the colour areas of a thread assembly on a fabric surface, which is determined by the constructional parameters of a fabric, such as thread fineness, thread spacing, and weave, but also the size and arrangement of the spaces between threads. Voids between threads, i.e. pores are an important element of a fabric just like threads as they contribute to air and water permeability, compactness, heat insulation, and translucence of a fabric. As far as colour is concerned, translucence is particularly important. Namely, the colour of the fabric foundation/background reflects through the pores between threads and influences the colour of the fabric. It is true that the effect of background depends on the constructional parameters of the fabric and could be in more compact fabrics ignored on the basis of visual estimation only. However, spectrophotometric measurements of the colour of conventional fabrics with different foundations prove that the influence of the colour of foundation on overall colour effect cannot be neglected, and this is why the foundation reflectance should be considered as an equivalent parameter of a fabric, and its colour a co-creator of overall colour effect [25]. In particular cases, the investigation of the foundation reflectance even provides explanations of some unexpected results obtained at colour analysis of fabrics.

In the structure of fabrics with different constructional parameters there are spaces between threads, which can differ in:

- size,
- shape,
- volume,
- (two additional parameters are the number and distribution of pores which are more characteristic for the pores of nonwovens; in wovens, pores always appear between two pairs of warp and weft threads).

It should be mentioned that the analysis of pores could include also the pores between fibres in the yarn, but nevertheless, this phenomenon will not be discussed.

The size of pores mostly depends on the combination of two parameters of the fabric: its diameter and thread spacing. They are in inverse

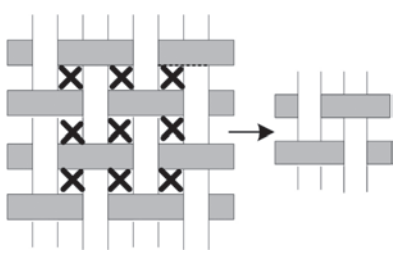
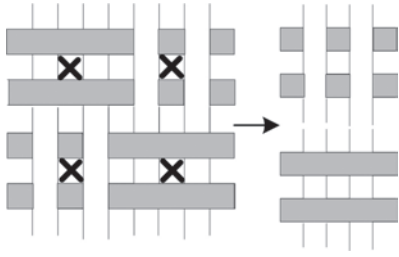
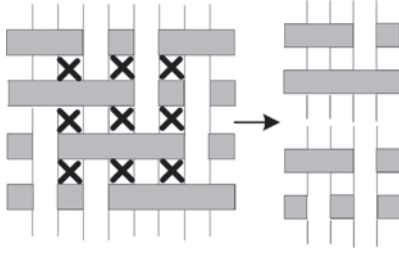
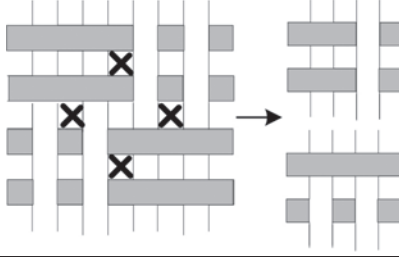
Type of Pores	Scheme
Type 1 (plain weave)	
Type 2 (Panama weave)	
Type 3 (twill weave)	
Type 4 (Panama weave)	

Figure 19: Four types of pores in fabrics

Tkanine z različnimi konstrukcijskimi parametri imajo v svoji strukturi prostore med nitmi, ki se lahko razlikujejo po:

- velikosti,
- obliki,
- volumnu,
- (dodatni lastnosti sta še število in porazdelitev por, ki sta bolj značilni za pore netkanih izdelkov, saj se v tkaninah pore pojavljajo vedno med dvema paroma osnovnih in votkovnih niti).

Omenimo, da bi lahko analiza por vključevala tudi pore med vlakni v preji in pore v vlaknu, vendar bomo te pojave izpustili iz obravnave.

Na velikost por sočasno vpliva predvsem kombinacija dveh lastnosti tkanine: premera in gostote niti. Razmerje je obratno sorazmerno, saj načeloma velja, da je velikost por manjša pri večji dolžinski

relation, i.e. the size of pores decreases with increasing linear density and thread spacing, and with other unchanged parameters. The change of the size of the space between threads on the scheme of an interlacing point at increased linear density ($Tt \uparrow$) and thread spacing ($g_0 \uparrow$) is presented in Figure 18.

The type of weave determines the intensity of the contact of either the adjacent threads of the same thread system, or of the threads of two different thread systems. In this way, the surface of the space between threads is also defined, as well as its shape and influence on the appearance of the fabric. In spite of a large number of various weaves, there are only four types of pores in general, as is presented in Figure 19 [7, 26, 27].

Type 1 pores are formed between warp and weft threads in plain weave. Here, the position of the threads of both systems, which surround the pore, changes. Due to friction, any higher contact between parallel threads is not possible, and higher values of thread spacing are not possible as well.

Type 2 pores are present between the pairs of warp and weft threads when both warp threads lie over weft threads, and vice-versa. Since there are no thread passages in this structure, tight closeness of adjacent threads is possible, and consequently high values of thread spacing. The example of the weave in which such type of pores appear is Panama weave.

Type 3 pores are formed by a pair of warp or weft threads respectively, one of them passing over the two threads of the other thread system, and the other changing at this time its spatial position from the face side to the back side, or vice-versa. Such thread composition enables higher closeness of parallel threads than it is possible in plain weave.

The last possible position of adjacent threads is Type 4. It consists of two warp or weft threads each travelling on the opposite side of the fabric without changing its spatial position. The example of such weave is Panama in which one warp or weft thread passes under the two threads of the other thread system, and the other warp or weft thread over the two threads of the other thread system. Likewise in type 2 pores, threads can closely approach each other because there

masi oz. gostoti niti in drugih nespremenjenih lastnostih. Sprememba velikosti prostora med nitmi na shemi vezne točke pri povečanju dolžinske mase ($Tt \uparrow$) in gostote niti ($g_0 \uparrow$) je prikazana na sliki 18.

Vrsta vezave odloča o možnosti intenzitete stika sosednjih niti istega sistema ali stika niti dveh različnih nitnih sistemov. S tem so definirani tudi površina prostora med nitmi, njena oblika in vpliv na videz tkanine. Kljub velikemu številu različnih vezav razlikujemo na splošno le štiri tipe por, kot je prikazano na sliki 19 [7, 26, 27].

Pore tipa 1 se oblikujejo med nitmi osnove in votka v vezavi platno. Tu se menja lega obeh osnovnih in votkovnih niti, ki obkrožajo poro. Zaradi trenja ni možen večji stik med vzporednimi nitmi in onemogočene so večje vrednosti gostote.

Pore tipa 2 so prisotne med dvojico osnovnih in votkovnih niti, ko obe osnovni niti ležita nad votkovnima ali obratno. Ker v tej strukturi ni prehodov niti, je možna popolna bližina sosednjih niti, vrednosti gostot pa so zato lahko velike. Primer vezave, kjer se pojavlja takšna vrsta pore, je panama.

Pore tipa 3 oblikuje dvojica osnovnih oz. votkovnih niti, od katerih gre ena nad obema nitma drugega sistema, druga pa med tem zamenja prostorsko lego z lične na hrbtno stran ali obratno. Takšna kompozicija niti omogoča večjo bližino vzporednih niti kot v vezavi platno.

Zadnje možno postavitev sosednjih niti lahko potemtakem imenujemo tip 4. Tvorita ga dve osnovni oz. votkovni niti, ki potujeta na nasprotni strani tkanine in pri tem ne menjata prostorske lege. Primer vezave je panama, kjer gre ena osnovna oz. votkovna nit nad oz. pod dvema nitma drugega nitnega sistema, njena soseda pa ravno obratno. Podobno kot pri tipu por 2 se lahko niti precej približajo druga drugi, saj je izključeno trenje zaradi prostorskega prehoda niti [7].

Tretja pomembna lastnost por je njihov volumen. Vpadla svetloba namreč pri stiku s tkanino ne ostaja le na njeni površini, temveč prehaja tudi v tretjo dimenzijo tkanine, globino. Prehajanje svetlobe v notranje prostore tkanine zmanjšuje refleksijske pojave na površini, ki neposredno vplivajo na barvo objekta. Tudi v primeru, ko se svetloba zaradi notranje refleksije v plasteh tkanine vrača v opazovalčevo oko, so njene optične lastnosti nekoliko spremenjene. Ker so niti deformabilne, stisljive in imajo različne oblike prečnega prereza, se med nitmi ustvarjajo prostori najrazličnejših oblik. Pri tem imajo svojo nalogo tudi konstrukcijski parametri, ki vplivajo na stisnjenost niti, stanje volumna med nitmi pa

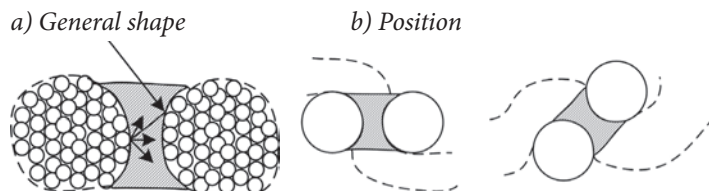


Figure 20: Shape of volume and its position in fabric

is no friction resulting from the threads spatial passage [7].

The third important parameter of pores is their volume. At contact with a fabric, the incident light does not remain only on the fabric surface but passes into its third dimension – the depth. Passage of the light into the inside spaces of the fabric reduces reflection effects on the surface and directly influences the colour of the object. Even if the light returns due to inside reflection in the fabric layers into the observer's eye, its optical properties are slightly changed. Since threads are deformable, compressible and have different shapes of their cross-sections, spaces of various shapes are created between them. There are also constructional parameters, which have influence on compression of threads so that the state of the pore volume between threads becomes quite unpredictable. Although it is difficult to generalize and describe the volume with a uniform scheme, the approximation can be made. One of the most general shapes of the pore volume, and two positions will be mentioned.

By investigating the cross-section of a fabric it can be found that the shape of the spaces between threads depends on the shape of the threads cross-sections, which in a particular moment depends on the stress and forces in the fabric. If the shape of the thread cross-section is considered to be round as is shown in Figure 20a, the pore is the widest at leaving the fabric whereas it is narrowed between threads. Another parameter is the position of volume, which changes with the position of threads. Figure 20b presents the state when two adjacent threads are parallel in a woven construction, and the position of pore is vertical. At higher stresses in a fabric (higher thread spacing, more thread systems), two adjacent threads spatially displace to be slightly one under the other, the result of which is the inclined position of pore.

The mentioned parameter of pores influences the path of the light penetrating into the dept of a fabric and, consequently, its scattering and inside reflection effects. When the light rays pass through the space between threads, they hit against the thread wall and reflect several times under different angles. Reflection of the light,

postane tako precej nepredvidljivo. Čeprav ga s težavo posplošimo in opišemo z enotno shemo, si lahko pomagamo s približkom. Omenili bomo le eno, najbolj splošno obliko volumna pore in dve postavitvi volumna.

Pri prečnem prerezu tkanine lahko ugotovimo, da je oblika prostora med nitmi odvisna od oblike prečnega prereza niti, ta pa je v določenem trenutku odvisna od napetosti in sil v tkanini. Če posplošimo prečni prerez preje na okroglo obliko, kot prikazuje slika 20a, lahko rečemo, da je pora najširša pri izstopu iz tkanine, med nitmi pa se zoži. Druga lastnost je postavitve volumna, ki se spreminja z lego niti. Na sliki 20b je kot prvo prikazano stanje, ko dve sosednji niti ležita vzporedno v tkani konstrukciji, postavitve pore je pri tem vertikalna. Pri večjih napetostih v tkanini (večja gostota, več sistemov niti) se sosednji niti nekoliko prostorsko zamakneta druga pod drugo, s čimer postane postavitve pore poševna.

Omenjene lastnosti por vplivajo na pot svetlobe pri prodiranju v globino tkanine in s tem na sipanje svetlobe in notranje refleksijske pojave. Ko svetlobni žarki prehajajo skozi prostor med nitmi, udarjajo ob stene niti in se tam večkrat odbijajo pod različnimi koti. Refleksija svetlobe, ki je ujeta v prostor, poteka torej nekoliko drugače kot odboj na prosti površini. Ko temu dodamo še poševno lego prostora, je stanje še kompleksnejše.

3.2.4 Stopnja pokritosti

Pokritost oz. stopnja polnosti tkanine je definirana kot površina, ki je v tkanini pokrita z nitmi osnove in votka. Posredno podaja tudi podatek o prosojnosti in kompaktnosti tkanine. Shema za izračunavanje faktorja pokritosti je prikazana na sliki 21 [28, 29].

Stopnja pokritosti tkanine je odvisna od konstrukcijskih parametrov niti (premera in gostote niti). Posredno pa nanjo vpliva tudi vezava, ki glede na vrsto določa mejne vrednosti gostot.

Na sliki 21 je sicer predstavljen le shematski prikaz tkanine v vezavi platno, vendar lahko iz nje vseeno sklepamo na veliko soodvisnost stopnje pokritosti določenega nitnega sistema in njegovega vpliva na skupni barvni učinek tkanine. S pomočjo površin osnovnih, votkovnih niti, njihovih konstrukcijskih parametrov ter prostorov med nitmi lahko stopnjo polnosti posameznih elementov izračunamo po enačbah (11) in (12). Na sliki je označena votkovna vezna točka, podobno pa bi izračuni veljali tudi za osnovno vezno točko.

Polnost osnove se lahko v posamezni vezni točki izračuna po enačbi:

$$P_o = \frac{P_{AHFD}}{P_{ABCD}} = \frac{\overline{AH}}{AB} = \frac{d_o}{1} = d_o \cdot g_o \quad (11)$$

Polnost votka je izračunana po enačbi:

$$P_v = \frac{P_{ABIE}}{P_{ABCD}} = \frac{\overline{BI}}{BC} = \frac{d_v}{1} = d_v \cdot g_v \quad (12)$$

which is caught in the space, is therefore different than reflection on an open surface. The inclined position of the space makes the situation still more complex.

3.2.4 Cover factor

Cover factor, i.e. the degree of fabric fullness is defined as the area of a fabric, which is covered by warp and weft threads. Indirectly, it gives the information about transparency and compactness of a fabric. The cover factor calculation scheme is presented in Figure 21 [28, 29].

The degree of cover of a fabric depends directly on the thread constructional parameters (diameter and thread spacing), and indirectly on the weave, which defines, in dependence of the type, the boundary values of thread spacing.

Although it is only a fabric in plain weave, which is schematically presented in Figure 21, it can be assumed that there is a great interdependence of the degree of cover of a particular thread system and its influence on overall colour effect of a fabric. On the basis of the area of warp and weft threads, their constructional parameters, and the spaces between threads, the degree of fullness of individual elements can be calculated by using Equations 11 and 12. In Figure 21, a weft interlacing point is indicated; likewise, the calculations would apply for a warp interlacing point.

Warp fullness in an individual interlacing point can be calculated by using the equation 11.

Weft fullness is calculated by using the equation 12.

The degree of fullness of a fabric is determined by using Equations 13 and 14. The part of thread cover with area AHGE is deducted from the area of warp and weft threads. P_o , P_v and P_{tk} are the degrees of fullness of warp and weft threads, and of fabric, d_o and d_v are the diameters of warp and weft threads (cm), and g_o and g_v are the densities of warp and weft thread spacing (threads/cm).

The above equations evidence that theoretical calculations of fabric fullness do not take into account the weave, although the frequency and distribution of interlacing points define the intensity of the threads contact. Thus, for example, with five-end satin weave higher fullness of warp and weft can be expected as threads can

Stopnja polnosti tkanine se določa po enačbah (13) in (14), kjer se od površin osnovne in votkovne niti odšteje del prekrivanja niti s površino AHGE. P_o , P_v in P_{tk} so stopnje polnosti osnovnih in votkovnih niti ter tkanine, d_o in d_v sta premera osnovnih in votkovnih niti (cm), g_o in g_v pa sta gostoti osnovnih in votkovnih niti (niti/cm).

$$P_{tk} = \frac{P_{AHED} + P_{ABIE} - P_{AHGE}}{P_{ABCD}} = \frac{d_o \cdot \frac{1}{g_v} + d_v \cdot \frac{1}{g_o} - d_o \cdot d_v}{\frac{1}{g_o} \cdot \frac{1}{g_v}} \quad (13)$$

$$P_{tk} = d_o \cdot g_o + d_v \cdot g_v - d_o \cdot g_o \cdot d_v \cdot g_v = P_o + P_v - P_o \cdot P_v \quad (14)$$

Iz predstavljenih enačb vidimo, da teoretični izračun polnosti tkanine ne upošteva vezave. Od pogostosti in razporeditve prezevalnih točk je namreč odvisna intenziteta stika niti. Tako lahko na primer pri vezavi petvezni atlas pričakujemo večjo polnost osnove in votka, saj se lahko niti precej približajo druga drugi in se pri večjih gostotah celo prekrijejo. Zaradi prostorske lege niti se pore med nitmi postavijo v poševno lego, kar onemogoča direkten vpliv podlage na površino tkanine. Pri vezavi platno pa do takšnih zamikov niti pride redkeje, lega por je tako navpična, kar dopušča pri vertikalnem opazovanju direkten vpogled v prostore med nitmi. Obenem pa je treba poudariti, da je od stopnje polnosti odvisna tudi velikost vpliva barve podlage na površino tkanine. Pri običajnih tkaninah obsega polnost tkanine vrednosti od 80 do 90 %. Pri legi takšnih tkanin na določeni podlagi sicer zaradi prepletенosti vlaken med nitmi vizualno ni opaziti vpliva presevanja, pri pogledu proti svetlobi pa se zaradi prehoda svetlobnih žarkov skozi pore razkrije prosojnost tkanine. Pri manjših vrednostih polnosti se učinek podlage pod tkanino lahka zazna že vizualno.

Poleg teoretičnih – računskih metod lahko stopnjo pokritosti tkanine in s tem učinek posameznega nitnega sistema določamo tudi mikroskopsko s pomočjo slikovne analize. Pri tem postopku zajamemo slikovne podatke tkanine, ki jih v digitalni obliki pod določeno povečavo obdelujemo z orodji programov za slikovno analizo. Prednost te metode so natančni numerični podatki o velikosti

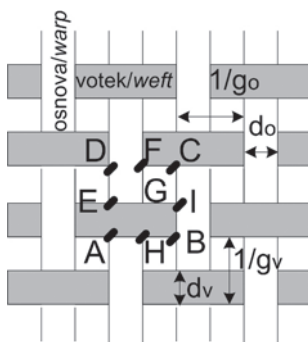


Figure 21: Cover factor calculation scheme

approach considerably, and can even cover each other at higher thread spacing. Due to spatial position of threads, pores between threads take the inclined position preventing thus direct influence of foundation on the fabric surface. Such thread displacements are rare in plain weave, the position of pores is vertical, which admits a direct insight into the spaces between threads at vertical observation. It is necessary to point out that the extent of the foundation colour influence on the fabric surface also depends on the degree of fullness. The fullness of usual fabrics is 80 to 90%. When such fabrics lie on a particular foundation, no influence of the foundation reflectance can be seen due to thread interlacing but when such fabrics are looked towards the light, transparency of the fabric is disclosed due to the light rays passing through pores. At lower values of fullness, the effect of the underlying foundation can be already visually perceived. Besides theoretical methods by calculating, the degree of fabric fullness and, consequently, the effect of an individual thread system can be determined microscopically by using the image analysis. This process is based on acquiring image data of a fabric and their processing in digital form at particular magnification by using programming tools for image analysis. The advantage of this method are precise numerical data about the size of the areas of warp and weft threads on the fabric surface, about particularities at threads interlacing and weave arrangement, as well as about the extent and influence of reflectance (pores) on overall colour effect. However, this method is very time-consuming and because of that theoretical calculations of fabric fullness are mostly used in practice. The results of some researches prove that theoretical calculations are appropriate despite certain simplifications. In simpler weaves, the results are highly comparable with the results obtained by the more precise method of image analysis [10].

3.3 Colour design parameters of fabric

At colour designing of fabrics, design parameters of fabrics, such as warping and weaving patterns and compositional effects are utilized. A fabric is a flat textile formation consisting of one lengthwise and one crosswise tread system

površin osnovnih in votkovnih niti na površini tkanine, o posebnostih pri prepletanju niti in urejenosti vezave ter o velikosti in vplivu presevanja (por) na skupni barvni učinek. Slabost slikovne analize tkanine je zamudnost postopka, zato v praksi največkrat uporabljamo kar teoretični način izračunavanja pokritosti tkanine. Glede na ugotovitve nekaterih raziskav so teoretični izračuni kljub določenim poenostavitvam primerni, saj so rezultati pri enostavnejših vezavah zelo primerljivi s tistimi, ki so dobljeni z natančnejšo metodo slikovne analize [10].

3.3 Barvno-oblikovni parametri tkanine

Pri barvnem oblikovanju tkanin izkoriščamo oblikovne parametre tkanine, kot so vzorec snovanja in tkanja ter kompozicijski učinki. Tkanina je ploskovna tekstilna tvorba, sestavljena iz vzdolžnega in prečnega sistema niti (osnovne in votkovne niti). Kot osnovni gradniki so tako osnovne in votkovne niti glavni povzročitelji barve tkanine. Vzorec snovanja in tkanja pa opredeljuje število in zaporedje barvno ali konstrukcijsko različnih niti osnove in votka. V primeru, ko ta podatek podaja le barvno različne niti, je efekt vzorca snovanja in tkanja izključno estetskega pomena, medtem ko v primeru konstrukcijsko različnih niti (dolžinska masa, pretržna trdnost, elastičnost) lahko posegamo tudi v mehanske lastnosti tkanine.

Glede na barvne vrednosti prej, ki se pojavljajo v vzorcu snovanja in tkanja, ter kompozicijske efekte delimo tkanine na tri skupine [30]:

- enobarvne tkanine z enako barvo osnovnih in votkovnih niti,
- tkanine z različnima barvama osnovnih in votkovnih niti,
- večbarvne tkanine.

V naslednjih poglavjih bodo opisani le nekateri osnovni oblikovni parametri, ki vplivajo na enostavne barvne in teksturne učinke eno- in večbarvnih tkanin. Analiza zahtevnejših oblikovnih elementov, kot so barvni učinki večosnovnih in večvotkovnih tkanin ter žakarski vzorci, bi upravičeno našla mesto v posebnem članku s to osrednjo tematiko.

3.3.1 Enobarvne tkanine

Tkanine z enako barvo osnovnih in votkovnih niti so enobarvni izdelki. Vzorčne efekte dosegamo s pomočjo sprememb konstrukcijskih parametrov tkanine: dolžinsko maso, gostoto in vezavo. Pri tem se igramo z zakoni optike in svetlobnimi pojavi. Odboj svetlobe v različne smeri in različna intenziteta sipanja na ploskvah omogočata dožemanje teksture in volumna tkanine. Sklepali bi, da je barva enobarvne tkanine kar enaka barvi preje. Vendar že zelo enostaven vizualni poskus, pri katerem navitek niti določene barve prislonimo k tkanemu izdelku iz teh niti, dokaže, da je naše dožemanje barve na teh dveh vzorcih različno. Ta barvna razlika pa ni samo subjektivno zaznavanje, temveč jo lahko tudi numerično ovrednotimo, saj med barvo niti in barvo tkanine, stkane iz teh niti, obstajajo sicer majhne, a nezanemarljive spektralne razli-

(warp and weft threads). As basic constructional elements, warp and weft threads are major inducers of the colour of a fabric. The warping and weaving patterns determine the number and sequence of warp and weft threads that differ in colour and construction. In the case of threads of different colour, the effect of the warping and weaving patterns is exclusively of aesthetic importance whereas in the case of constructionally different threads (linear density, breaking strength, elasticity), also the mechanical properties of a fabric can be modified. Considering the colour values of yarns, which appear in the warping and weaving pattern, and the compositional effects, fabrics are classified into three groups [30]:

- single-colour fabrics with warp and weft threads of the same colour,
- fabrics with warp and weft threads of different colour,
- multicolour fabrics.

Only few of the basic design parameters, which have influence on simple colour and texturing effects of single-colour and multicolour fabrics, will be described in the following chapters. The analysis of more complex design elements, such as colour effects of multi-warp and multi-weft fabrics, and Jacquard patterns would deserve to be dealt with in an extra paper.

3.3.1 Single-colour fabrics

Fabrics with warp and weft threads of the same colour are considered single-colour products. Pattern effects are obtained by changing the constructional parameters of a fabric: linear density, thread spacing, and weave. The laws of optics are applied, and light effects are utilized. Reflection of the light in different directions, and different intensities of scattering on surface planes enable perception of texture and volume of a fabric. It might be concluded that the colour of a single-colour fabric is identical to the colour of the yarn. However, a simple visual test by putting the yarn package close to the woven product made of this yarn proves that our sensation of colour on these two samples differs. This colour difference is not only subjective sensation but can be numerically evaluated as there are slight but not negligible spectral differences between the

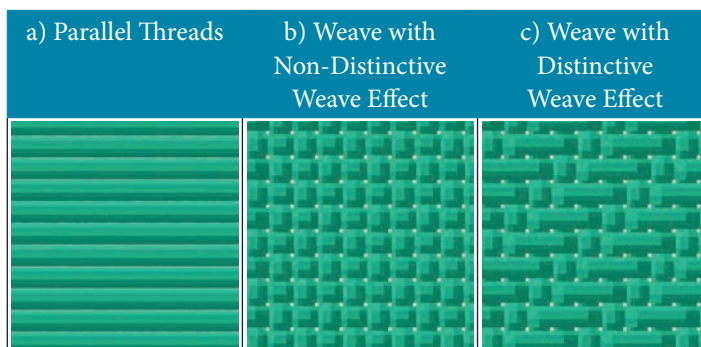


Figure 22: Parallel single-colour threads (a), and single-colour fabrics without (b) and with weave effect (c) (The picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

ke [10]. Na sliki 22 so predstavljene vzporedne niti določene barve (a) ter enobarvna tkanina z neusmerjenim (b) in z usmerjenim (c) vezavnim učinkom. Na tkaninah z učinkom vezave lahko opazimo spreminjanje odboja svetlobe v odvisnosti od vrste vezave.

3.3.2 Večbarvne tkanine

Pojav barve postane kompleksnejši v primeru dvo- in večbarvnih tkanin iz različno obarvanih osnovnih in vtokovnih niti. V tem primeru je barvni dražljaj, ki izzove nadaljnje reakcije v očesu in možganih, sestavljen iz svetlobe, odbite od površin niti obeh barv. Tekstilni material je pri tem pretvornik svetlobe, saj se le del vpadle svetlobe odbija od njega, in ne oddajnik, za katerega veljajo pravila aditivnega mešanja. Za razlago nastanka optičnega mešanja barve na dvobarvnih tkaninah si lahko pomagamo s principi aditivnega mešanja, obenem pa je pri tem treba upoštevati specifično nastanka skupnega barvnega dražljaja na večbarvni površini [7, 10].

Napovedovanje barve ploske večbarvne tkanine

Barvna metrika je kot metoda za določanje barvnih vrednosti preje in enobarvnih tkanin popolnoma uveljavljena. Nasprotno pa ta metoda ni standardizirana za določanje barvnega (teksturnega) učinka različnih vezav in tkanin, izdelanih iz raznobarnih niti (pestrih tkanin). Ne glede na to, da je v praksi običajno končni videz večbarvnih tkanin prepuščen vizualni oceni, se za načrtovanje barv nekaterih skupin večbarvnih tkanin izdelkov uporablja barvno napovedovanje. Tu lahko predstavimo program slovenskega porekla – ArahWeave [22], v katerem se napovedovanje uporablja pri avtomatskem barvnem senčenju. Pri tem gre za pretvorbo barve z digitalne slike (fotografije z originalnim številom barv) v skupni barvni učinek večslojne vezave z izbranimi barvami v osnovi in vtoku.

Barvna metrika je torej neutemeljeno zapostavljena pri objektivnem ocenjevanju barve pestrih tkanin, saj se lahko ob poznavanju barvnih vrednosti osnovnih in vtokovnih niti ter konstruk-

colour of threads and the fabric woven from these threads [10]. Figure 22 presents parallel threads of certain colour (a), a single-colour fabric with non-oriented weave effect (b), and a single-colour fabric with oriented weave effect (c). On fabrics with weave effects, the changes of the light reflection, in dependence of the type of weave can be noticed.

3.3.2 Multicolour fabrics

The phenomenon of colour becomes more complex in the case of bicolour and multicolour fabrics made from differently coloured warp and weft threads. In such case, the colour stimulus that induces further reactions in the eye and brains consists of the light reflected from the surface of threads of both colours. Textile material is the light converter as only a portion of the incident light reflects from it, and not the light transmitter for which the rules of additive mixing apply. The occurrence of optical colour mixing on bicolour fabrics can be explained with the principles of additive mixing by considering at the same time the specificity of occurrence of a common colour stimulus on a multicolour surface [7, 10].

Predicting of colour of multicolour flat fabric

Colorimetry as a method for determining the colour values of yarn and single-colour fabrics has been well established. However, it has not been standardized for determining the colour (texturing) effect of various weaves and fabrics made of differently coloured threads (multicolour fabrics). Regardless of the fact that in practice, final appearance of multicolour fabrics is left to visual estimation, colour predicting is used for designing colours of some groups of multicolour woven products. The program of Slovenian origin – ArahWeave [22] uses colour predicting in automatic colour shading. It transforms the colour in digital image (a photos with the original number of colours) into an overall colour effect of multilayer weave with the selected colours in the warp and weft.

Colorimetry is therefore unreasonably disregarded at objective estimation of the colour of multicolour fabrics as it can within certain tolerance limits predict colour values of a finished

cijskih parametrov preje v določenih mejah tolerance napove barvne vrednosti končnega izdelka. Uspešnost napovedi je pri tem odvisna od uporabljenega barvnega sistema oz. prostora (spekter, RGB, CIEXYZ, CIE L*u*v*, CIE L*a*b*) ter predvsem od barvne kombinacije niti v kompoziciji. V vsakem primeru se barvne razlike med teoretično izračunanimi in merjenimi barvnimi vrednostmi večbarvne tkanine izbrane barvne kombinacije in konstrukcije gibljejo okoli določene vrednosti barvne razlike (ΔE_{XYZ} , ΔE_{00} , ΔE_{ab}) [10].

Za primer lahko predstavimo dvo-barvno tkanino z osnovnimi nitmi določene barve o, votkovnimi nitmi barve v in barvo podlage p. Iz konstrukcijskih parametrov (finosti niti, gostote in vezave) so izračunani deleži osnovnih in votkovnih niti ter podlage v tkanini [10], spektrofotometrično pa so izmerjene barvne vrednosti oz. koordinate (refleksija, RGB, XYZ, L*a*b* itd.) vhodnih barvnih komponent. Barvno vrednost oz. koordinato bomo na splošno poimenovali BV.

Vhodni podatki za teoretični izračun barve večbarvne tkanine so torej:

- o = osnova,
- v = votek,
- p = podlaga,
- BV_o (refleksija_o(λ), R_o , G_o , B_o , X_o , Y_o , Z_o) = barvna vrednost barvne komponente o,
- BV_v (refleksija_v(λ), R_v , G_v , B_v , X_v , Y_v , Z_v) = barvna vrednost barvne komponente v,
- BV_p (refleksija_p(λ), R_p , G_p , B_p , X_p , Y_p , Z_p) = barvna vrednost barvne komponente p,
- u_o = delež osnovnih niti barve o v barvnem raportu,
- u_v = delež votkovnih niti barve v v barvnem raportu,
- u_p = delež podlage barve p v barvnem raportu.

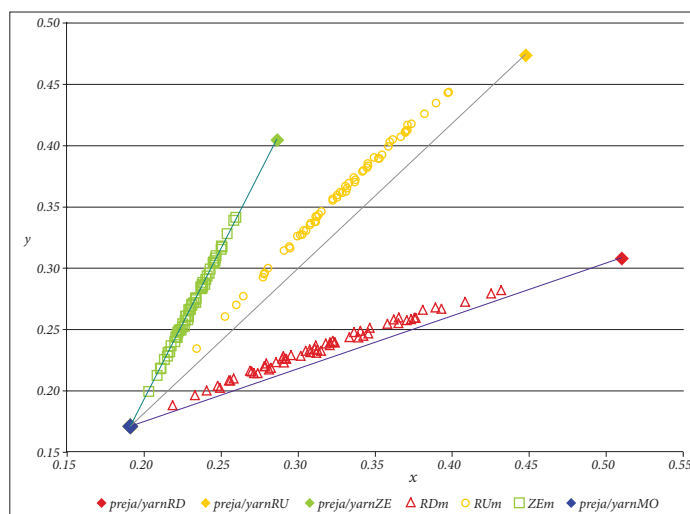


Figure 23: Example of bicolour fabrics position between warp and weft threads positions in CIE xy diagram

product if the colour values of warp and weft threads and constructional parameters of yarn are known. How successful such prediction is depends on the used colour system or space (spectre, RGB, CIEXYZ, CIE $L^*u^*v^*$, CIE $L^*a^*b^*$), and particularly on the colour combination of threads in the composition. In any case, deviations of the theoretically calculated values from the measured colour values of a multicolour fabric in a selected colour combination and construction, range around certain value of colour deviation (ΔE_{xyz} , ΔE_{00} , ΔE_{ab}) [10].

As an example, a bicolour fabric with warp threads colour o , weft threads colour v , and the foundation colour p will be presented. On the basis of constructional parameters (thread fineness, thread spacing and weave) the portions of warp and weft threads, and that of the foundation in a fabric are calculated [10], and the colour values (coordinates) (reflection, RGB, XYZ, $L^*a^*b^*$ etc.) of input colour components spectrophotometrically measured. Colour value (the coordinate) will be generally called BV.

Therefore, the input data for theoretical calculation of the colour of multicolour fabric are the following:

- o = warp,
- v = weft,
- p = foundation,
- BV_o (reflection $_o$ (λ), R_o , G_o , B_o , X_o , Y_o , Z_o) = colour value of colour component o ,
- BV_v (reflection $_v$ (λ), R_v , G_v , B_v , X_v , Y_v , Z_v) = colour value of colour component v ,
- BV_p (reflection $_p$ (λ), R_p , G_p , B_p , X_p , Y_p , Z_p) = colour values of colour component p ,
- U_o = portion of the warp threads colour in colour repeat,
- U_v = portion of the weft threads colour in colour repeat,
- U_p = portion of the foundation p colour in colour repeat.

The colour value of the fabric BV_{tk} is therefore defined by Equation 15 [10].

In general, Equation 15 can be extended to the number n of different colour components i in the fabric, and the colour values of the fabric BV_{tk} can be expressed as Equation 16 [10].

In Equation 15:

- BV_i = colour values of i component of fabric,

Barvna vrednost tkanine BV_{tk} je potem določena z [10]:

$$BV_{tk} = (BV_o \cdot u_o) + (BV_v \cdot u_v) + (BV_p \cdot u_p) \quad (15)$$

Na splošno lahko enačbo (15) razširimo na število n različnih barvnih komponent i v tkanini in napišemo barvne vrednosti tkanine BV_{tk} kot [10]:

$$BV_{tk} = \sum_{i=1}^n (BV_i \cdot u_i) \quad (16)$$

V enačbi (16) so:

- BV_i = barvne vrednosti i -te komponente tkanine,
- u_i = delež komponente i v barvnem raportu,
- n = število barvnih komponent v barvnem raportu tkanine.

Večbarvne tkanine lahko prikažemo tudi grafično v določenem barvnem prostoru oz. sistemu.

Kot primer lahko predstavimo rezultate raziskave [10], v kateri so bile merjene barvne vrednosti niti osnove in votka ter barvne vrednosti dvobarvnih tkanin. Lege dvobarvnih tkanin so prikazane v barvnem diagramu CIE xy. V osnovi je bila konstantna barva – modra, v votku pa so bile barve različne: rdeča, rumena in zelena. S spreminjanem konstrukcijskih parametrov so se spreminjali deleži barve osnove in votka in s tem tudi lega merjenih barv dvobarvnih mešanic v barvnem diagramu. Na sliki 23 predstavljajo lego treh skupin dvobarvnih tkanin točke RDm, RUm, ZEm, lege prej osnove in votka pa so označene s prejaMO, prejaRD, prejaRU in prejaZE. Če bi bile niti osnove in votka idealne primarne barve točno določenih valovnih dolžin (kot so to rdeča, zelena in modra svetloba pri aditivnem principu mešanja [13]), bi dvobarvne mešanice ležale na ravni daljici, ki povezuje obe izhodiščni barvi. Drugačni rezultati, ki se kažejo kot bolj ali manj nelinearno gibanje leg dvobarvnih mešanic med dvema barvnima izvoroma, so seveda posledica kompleksnosti optičnega mešanja svetlobe, odbite od površin niti različnih barv.

Tkanine z gladkim vzorcem snovanja in tkanja

Barva tkanin z gladkim vzorcem snovanja in tkanja in različnima barvama osnovnih in votkovnih niti nastaja z optičnim mešanjem odbite svetlobe dveh različnih spektralnih lastnosti. Delež svetlobe, ki se absorbira na površini osnovnih in votkovnih niti, je različen zaradi različne kemijske sestave barvil v nitih. Posledično pa sta različni tudi refleksijski krivulji odbitih žarkov. Ker oboji žarki dosežejo naše oko, dojemamo njihovo vsoto, ki deluje vizualno kot mešanica barv osnovnih in votkovnih niti. Zlitje dražljajev iz raznobarnih niti bo izrazitejša v primeru manjše dolžinske mase in večje gostote niti ter pri večji pogostosti prepletanja in enakomernosti flotiranja niti [7, 31].

Na sliki 24 sta prikazani tkanini v vezavi platno z različnima barvama v osnovi in votku ter različnimi vrednostmi finosti in gostote niti. V primeru manjše gostote in večje dolžinske mase niti

- U_i = portion of component i in colour repeat,
- n = number of colour components in the fabric colour repeat.

Multicolour fabrics can also be presented graphically in a colour space or system.

As an example, we are going to present the results of the research [10] in which the colour values of warp and weft threads, and the colour values of bicolour fabrics were measured. The positions of bicolour fabrics are presented in CIE xy colour diagram. The colour of warp threads was constant, i.e. blue, whereas the colours of weft threads were different, i.e. red, yellow and green. By changing constructional parameters, the portions of the colour of warp and weft and, consequently, also the position of the measured colours of bicolour mixtures in a colour diagram changed. In Figure 23, the position of three groups of bicolour fabrics is presented by points RDM, RUm, ZEm, and the positions of warp and weft yarns are marked preja/yarnMO, preja/yarnRD, preja/yarnRU, and preja/yarnZE. If warp and weft threads had ideal colour of exactly defined wavelengths (such as red, green and blue light at additive principle of mixing [13]), bicolour mixtures would lie on a straight line that connects both original colours. Other results, which show more or less non-linear motion of the positions of bicolour mixtures between two colour origins, are the result of the complexity of optical mixing of the light reflected from the surface of differently coloured threads.

Fabrics with flat warping and weaving pattern

The colour of fabrics with flat warping and weaving pattern, and with differently coloured warp and weft threads is produced by optical mixing of the reflected light with two different spectral properties. The portion of the light, which is absorbed on the surface of warp and weft threads, is different due to different chemical composition of dyestuffs in threads. Consequently, the two reflection curves of the reflected rays are different as well. Since both rays reach the eye, the perceived colour is in fact their sum, which looks as a mixture of the colours of warp and weft threads. Merging of colour stimuli from multicolour threads will be more pronounced when line-

(a) vidimo pri enaki povečavi slabše zlitje barvnega efekta kot pri tkanini z večjo gostoto in manjšo dolžinsko maso niti (b).

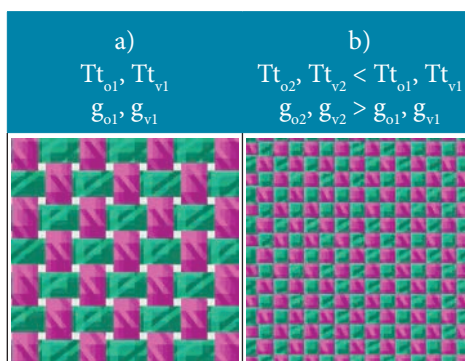


Figure 24: Magnification of two fabrics with different colours of warp and weft threads with warp and weft thread spacing 20 threads/cm (30 tex) and 40 threads/cm (20 tex). (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

Tkanine z zahtevnejšim vzorcem snovanja in tkanja

Pri dvo- ali večbarvnih tkaninah se v vzdolžni in prečni smeri tkanine pojavljajo površine različnih barv, kar lahko dosežemo na več načinov.

- Z vzorcem snovanja in tkanja pri določeni konstrukciji tkanine, ko se po osnovi in votku pojavlja več različnih barv. Običajno nastajajo vzdolžni, prečni ali karo efekti različnih barv.
- S spremembo konstrukcije tkanine (najpogosteje vezave), ko se izmenjujeta osnovni in votkovni efekt na tkanini. Na tkanini dobimo barvno različna polja.
- Vzorcimo lahko tudi s kombinacijo zgornjih dveh načinov. Vzorec snovanja in tkanja prilagodimo konstrukciji tkanine tako, da na površini tkanine po nekem vzorcu dosežemo skupine veznih točk enakih barv (pike, črte, figurativni vzorci).
- Pri večplastnih tkaninah (tkanine z več sistemi osnove in votka) vzorcimo s pomočjo raznobarvnih niti osnove in votka ter

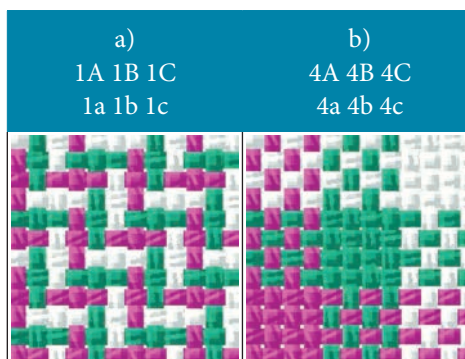


Figure 25: Multicolour fabrics with different thread sequence in warping and weaving pattern (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

ar density of thread is lower and thread spacing higher, and when interlacing is more frequent and thread floating uniform [7, 31].

In Figure 24, two fabrics in plain weave with different colours of warp and weft threads and different values of thread fineness and thread spacing are presented. The same magnification of both fabrics reveals less effective mixing of the colour effect in the fabric with lower thread spacing and higher linear density (a) than in the fabric with higher thread spacing and lower linear density (b).

Fabrics with more complex warping and weaving pattern

In the case of bicolour and multicolour fabrics, the areas of different colours appear in lengthwise and crosswise directions, which can be achieved in several ways:

- by using a warping and weaving pattern in a certain fabric construction in which several different colours appear in warp and weft; in that case, longitudinal, transversal and check effects of different colours are usually produced;
- by changing the fabric construction (most frequently the weave) with warp and weft effects are alternating on the fabric; in that case, differently coloured areas are produced on the fabric;
- by combining the two above mentioned ways; on that case, the warping and weaving patterns are adjusted to the fabric construction so that groups of interlacing points of the same colour are formed to produce a certain pattern (dots, stripes, figurative patterns);
- by using differently coloured warp and weft threads and multi-layer structure (fabrics with more warp and weft threads systems); in that case, the colours and their sequence are adjusted to the layers and their weaves so that different colour and structural effects are produced on several levels of the fabric.

With bicolour and multicolour fabrics too, the principle of optical mixing of colours on the surface is utilized. It should be pointed that the sequence of threads in the warping and weaving pattern is of vital importance for the effectiveness of optical mixing of colours. If optically sin-

s strukturo. Barve in njihovo zaporedje prilagajamo plastem in njihovim vezavam, tako da na različnih nivojih tkanine dobimo različne barvne in strukturne efekte.

Tudi pri dvo- ali večbarvnih tkaninah izkoriščamo princip optičnega mešanja barv na površini. Tu je treba upoštevati, da je za učinkovitost optičnega mešanja bistveno zaporedje niti v vzorcu snovanja in tkanja. Če želimo doseči optično enobarvno tkanino, naj bo barvno sosledje 1 : 1 : 1 ali 2 : 2 : 2, saj so le tako barvne površine dovolj majhne za učinkovito optično mešanje. V nasprotnem primeru se na tkanini pojavljajo zaporedja večjih raznobarvnih površin, kar oko ne dojame kot enotno barvo pri normalni (bralni) razdalji opazovanja.

Na sliki 25 sta predstavljeni tkanini v vezavi platno s tremi barvami v vzorcu snovanja in tkanja pri zaporedju 1A 1B 1C, 1a 1b 1c (a) in 4A 4B 4C, 4a 4b 4c (b). V prvem primeru se barvni učinek lažje zlije v enotnega, medtem ko v drugem primeru dojemamo večji vzorčast efekt.

Barvno sosledje

V poglavju o vezavah smo definirali sosledje vezave kot najmanjši ponavljajoči se element v tkanini, ki opisuje način prevezovanja osnovnih in votkovnih niti. Ko temu elementu dodamo še določeno zaporedje barv niti, se velikost najmanjše enote na tkanini spremeni, saj postane odvisna od kompozicije in barve niti. Nov najmanjši element lahko imenujemo barvno sosledje. V barvnem sosledju se med kompozicijo vezave in zaporedjem niti ustvarijo določena razmerja, s pomočjo katerih določamo površine posameznih barvnih komponent in njihove deleže. Posamezne vezne točke ali njihove skupine so druga poleg druge in od njihove barvne vrednosti je odvisno dojetanje skupnega barvnega učinka [31].

Vzemimo za primer vezavo platno. Sosledje vezave ima velikost 2×2 vezni točki. Z upoštevanjem vzorca snovanja in tkanja lahko definiramo barvno sosledje, ki ima pri enobarvni osnovi in votku ali pri barvnem zaporedju 1A 1B in 1a 1b enako velikost 2×2 , razmerje med barvami pa različno od razmerja veznih točk. Pri npr. modri enobarvni osnovi in rdečem enobarvnem votku ter

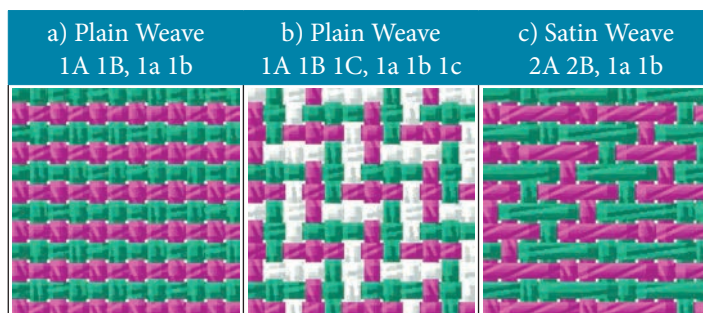


Figure 26: Colour repeats of plain weave and five-end satin weave with different warping and weaving patterns (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

gle-colour fabric is required, the colour repeat to be 1 : 1 : 1 or 2 : 2 : 2 as only in that case the colour areas are small enough to be effectively optically mixed. Otherwise, the sequences of larger differently coloured areas appear on the fabric and at normal (reading) distance of observation, the eye is not able to view them as a uniform colour.

Figure 25 presents two fabrics in plain weave with three colours in the warping and weaving pattern in the sequence 1A 1B 1C, 1a 1b 1c (a) and 4A 4B 4C, 4a 4b 4c (b). In the first case, the colour effect easily merges into a uniform effect whereas in the latter case, a larger patterned effect is produced.

Colour repeat

In the chapter dealing with weaves, the weave repeat was defined as the smallest recurring element in a fabric which identifies the way of warp and weft threads interlacing. When a certain sequence of thread colours is added to this element, the size of the smallest unit on a fabric changes as it becomes dependent on the composition and the colour of threads. The new smallest element can be called colour repeat. In colour repeat, certain relationships are created between the weave composition and the sequence of threads by which the areas of individual colour components and their portions are determined. Individual interlacing points or the groups of interlacing points are positioned one beside the other, and the sensation of the overall colour effect depends on their colour values [31].

Plain weave, for example, has the weave repeat 2×2 interlacing points. By considering the warping and weaving pattern, colour repeat can be defined; with single-colour warp and weft, or at colour sequence 1A 1B and 1a 1b it has the same size 2×2 but different colour relation and different relationship between interlacing points. If, for example, warp threads are blue and weft threads are red, and the construction is square, only two colours will be present in the colour repeat. The portion of red and blue colour in the colour repeat will be the same just as is the same the ratio of warp to weft interlacing points in the weave repeat. In the case of bicolour warping and weaving pattern with sequence 1A 1B (e.g. blue, green) and 1a 1b (e.g. red, or-

kvadratični konstrukciji sta v raportu prisotni le dve barvi. Delež rdeče in modre barve v sosledju je enak, tako kot je enako razmerje med osnovnimi in votkovnimi veznimi točkami v sosledju vezave. Pri dvobarvnem vzorcu snovanja in tkanja z zaporedjem 1A 1B (npr. modra, zelena) in 1a 1b (npr. rdeča, oranžna) se na velikosti sosledja 2×2 pojavijo štiri barve, modra in zelena osnovna vezna točka ter rdeča in oranžna votkovna točka, vsaka s četrtno pokritosti površine. Sosledje vezave in barvno zaporedje imata enako velikost; sledi, da ima takšno velikost tudi barvno sosledje.

Ko dodamo v vzorec snovanja in tkanja še tretjo barvo, dobimo primer, ko se velikost raporta vezave in števila ponavljajočih se niti v vzdolžni in prečni smeri ne ujemata. Zaporedje niti po osnovi in votku je 1 : 1 : 1. Velikost barvnega sosledja je na takšni tkanini določena z osnovno in votkovno nitjo, in sicer je meja tam, kjer se začeta hkrati ponavljati tako vezava kot barvno zaporedje. V primeru vezave platno in treh barv po osnovi in votku se začne celoten sistem ponavljati na sedmi osnovni in votkovni niti, ko se na popolnoma enak način začne ponavljati zaporedje veznih točk in barvnih površin. Podobno je tudi pri vezavah večjih raportov. Barvno sosledje petveznega atlasa bi imelo pri vzorcu snovanja 2A 2B (= 4 niti) in tkanja 1a 1b (= 2 niti) velikost 20 po osnovi (5×4) in 10 po votku (5×2).

Na sliki 26 so prikazana barvna sosledja vezave platno z vzorci snovanja in tkanja 1 : 1 (a) ter 1 : 1 : 1 (b) in vezave petvezni atlas z vzorcem snovanja 2 : 2 in tkanja 1 : 1 (c).

Razumevanje velikosti barvnega sosledja je pomembno za določanje vpliva posameznih barvnih komponent (niti osnove in votka ter osnovne in votkovne vezne točke) na skupni barvni učinek tkanine. Treba je upoštevati posebej osnovne in votkovne niti določene barve ter različne tipe veznih točk v kompoziciji. Tako dobimo pregled čez vse možne barvne površine, ki nastanejo med prepletanjem niti.

3.3.3. Odnos med barvami v večbarvni tkanini

Razmerje med barvami niti in veznimi točkami na tkanini ni le fizično in optično, temveč ga lahko opišemo tudi na osnovi različnih odnosov med barvami. Dva pomensko nasprotujoča si odnosa, ki vladata med dvema barvama, sta kontrast in harmonija. V umetniškem smislu sta bila definirana predvsem za primarne in druge barve subtraktivnega mešanja barv, vendar ju lahko s pridom uporabimo tudi pri optičnem mešanju na tkanini [32, 33, 34].

Barvni kontrast

Poznamo več vrst kontrastov barve.

- Kontrast barve k barvi lahko opišemo z najmanj tremi zelo nasičenimi barvami, ki so v barvnem diagramu najbolj oddaljene. Primer so tri primarne barve rdeča, zelena in modra.
- Svetlo-temni kontrast je prisoten med akromatskimi barvami različnih svetlosti (črno-belo), med spektralno različnima bar-

ange), four colours will appear in the weave repeat 2×2 , i.e. blue and green warp interlacing point, and red and orange weft interlacing point, each covering one fourth of the surface. The weave repeat and the colour sequence have the same size; hence, it follows that the size of the colour repeat will be the same too.

When a third colour is added into the warping and weaving pattern, the size of the weave repeat and the number of recurring threads in lengthwise and crosswise directions do not match. The sequence of threads by warp and weft is $1 : 1 : 1$. On such fabric, the size of the colour repeat is determined by warp and weft threads where both the weave and the colour sequence begin to repeat concurrently. In the case of plain weave and three colours by warp and weft, the entire system begins to repeat on the seventh warp and weft thread when the sequence of interlacing points and colour areas begins to repeat in completely identical way. The like applies also for the weaves with larger repeats. The colour repeat of five-end satin weave would have the size 20 by warp (5×4) and 10 by weft (5×2) at the warping pattern $2A \ 2B$ (= 4 threads) and weaving pattern $1a \ 1b$ (= 2 threads).

Figure 26 presents the colour repeats of plain weave with warping and weaving patterns $1 : 1$ (a) and $1 : 1 : 1$ (b), and of five-end satin weave with warping pattern $2 : 2$ and weaving pattern $1 : 1$ (c).

The size of colour repeat should be understood as it is important for determining the influence of individual colour components (warp and weft threads, and warp and weft interlacing points) on overall colour effect of a fabric. It is necessary to consider separately warp and weft threads of a particular colour, and various types of interlacing points in composition. In this way, all pos-

vama z različno vrednostjo svetlosti (modro-rumeno) ter med različnima vrednostma svetlosti določene barve (svetlo in temno modro).

- Hladno-topli kontrast se pojavi med hladnimi barvami z nizko stopnjo refleksije pri nižjih valovnih dolžinah (modra, zelena, vijolična) in barvami z višjo stopnjo refleksije ter maksimumom pri višjih valovnih dolžinah (rumena, oranžna, rdeča).
- Komplementarni kontrast tvorijo barve, ki ležijo na nasprotnih straneh središčne bele točke. Pri aditivnem mešanju dveh komplementarnih barv se barvna dražljaja seštejeta v nepestro barvo. V barvnem prostoru CIE $L^*a^*b^*$ bi lahko podobno rekli, da sta to barvi, ki ležita na nasprotnih straneh koordinatnega izhodišča (rdeča-zelena in rumena-modra).
- Dve barvi lahko definiramo kot kakovostno kontrastni, če se razlikujeta po nasičenosti ali kromi. V barvnem diagramu xy bi to bila dvojica barv, od katerih ena leži na spektralni črti, druga pa je umaknjena proti notranjosti diagrama.
- Kontrast količin se pojavi med raznobarvnimi površinami različnih velikosti. Pri tem dve enako veliki ploskvi različnih barv ne delujeta enako veliko, saj na dojetanje vpliva delež svetlobe, odbite od površine (refleksija). Zaporedje intenzivnosti dojetanja kromatskih barv pri enakih površinah barvnih ploškev bi tako bilo: rumena → oranžna → rdeča → vijolična → modra → zelena.
- Sledita še sočasni in zaporedni kontrast, ko človeško oko opazovani barvi priredi komplementarno barvo ali v primeru zaporednega kontrasta dražljaj določenih valovnih dolžin po nekem času izzove nasprotno barvo.

Na sliki 27 so s pomočjo tkanin v vezavah tri- in štirivezni panama prikazane različne vrste kontrastov barv niti. Od barvne kombinacije in barvnih vrednosti posameznih barv je odvisno, kako intenzivno dojemamo tkano površino. Dražljaji svetlobe, odbite od svetlih, toplih in bolj nasičenih barv, so namreč za oko izrazitejši kot dražljaji temnih, hladnih in manj nasičenih barv. V primeru kombinacije niti, katerih barve so v svetlo-temnem, hladno-toplem, kakovostno kontrastnem ali komplementarnem razmerju, se večji delež svetlobe odbije od svetlih, toplih in bolj nasičenih barv. Te površine zato dojemamo intenzivneje. Močnejši dražljaji povzročajo tudi prostorsko razlikovanje med raznobarv-

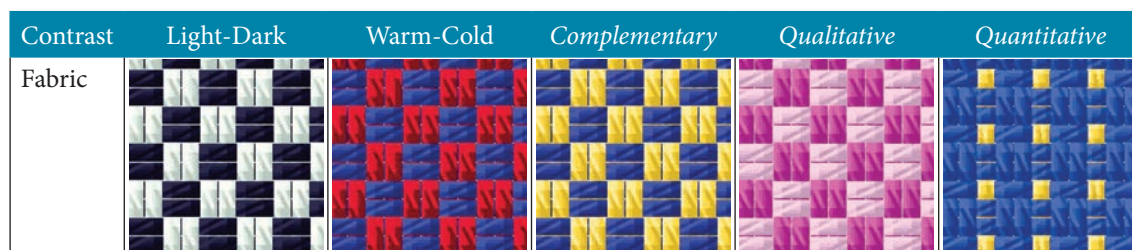


Figure 27: Fabrics with combination of threads being in contrast relationship (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

sible colour areas, which can be produced during the interlacing of threads, can be viewed.

3.3.3 Relationship between colours in multicolour fabric

The relationship between the threads colours and interlacing points in a fabric is not only physical and optical but may be also described in terms of different relations between colours.

Two conflicting relationships, which exist between two colours, are contrast and harmony. In the field of art, both terms were defined above all for primary and other colours of subtractive colour mixing, however, they can be also advantageously used at optical mixing on fabrics [32, 33, 34].

Colour contrast

Several types of colour contrasts are known:

- Colour-to-colour contrast can be described with at least three highly saturated colours that are most distant in the colour diagram, for example, three primary colours: red, green and blue.
- Light-dark contrast exists between achromatic colours of different lightness (black-white), between two spectrally different colours with different value of lightness (blue-yellow), and between two different values of the lightness of a particular colour (light and dark blue).
- Cold-warm contrast exists between cold colours with low degree of reflection at lower wavelengths (blue, green, violet) and those with higher degree of reflection and with higher wavelengths (yellow, orange, red).
- Complementary contrast is produced by the colours, which lie at the opposite sides of the central white point. At additive mixing of two complementary colours, two colour stimuli merge into a non-multicolour colour. In CIE $L^*a^*b^*$ colour space, these are two colours which lie at the opposite sides of the coordinate starting-point (red-green and yellow-blue).
- Qualitative contrast can be defined as a contrast, which is produced by two qualitatively different colours, i.e. two colours differing in saturation, i.e. chroma. In the colour diagram xy , it would be a pair of colours, one of

nimi površinami, saj toplejše in svetlejšje barve učinkujejo bližje kot hladnejše in temnejše. V določenih primerih imajo te barve maksimum reflektirane svetlobe tudi pri višjih valovnih dolžinah vidnega spektra.

Poseben pojav je kontrast količin, ko kvaliteta barve vpliva na kvantitativno doživljanje barve. Velikost barvnih površin v tkanini je definirana s konstrukcijskimi parametri. Večje grupacije veznih točk določene barve ali večja gostota niti načeloma izzovejo močnejši dražljaj v človekovem očesu. Zanimivo pa je, da zaradi različnih refleksijskih pojavov na barvah količinski odnosi med barvami niso enakomerni. Vzemimo za primer neko obojestransko vezavo, ki ima identične konstrukcijske lastnosti različno obarvanih osnovnih in votkovnih niti. Recimo, da so osnovne niti modre, votkovne pa rumene. Površinski deleži obeh barv so pri teh pogojih popolnoma enaki, kljub temu pa rumena barva izzove intenzivnejše dražljaje v našem očesu. Če bi želeli doseči skladnost rumene in modre barve, bi morali količino rumene zmanjšati z zmanjšanjem števila rumenih veznih točk (osnovni efekt vezave) ali zmanjšanjem gostote teh niti [33].

Harmonija barv

Opisali bomo le dve vrsti harmonij barve.

- Harmonija sorodnih barv opisuje tri različne vrste odnosov. Po barvnem tonu so si harmonično sorodne barve tiste, ki ležijo na majhni razdalji v barvnem diagramu. Po svetlosti harmonične so barve, ki imajo podobne vrednosti svetlosti, kromatsko sorodne pa so tiste, katerih vrednosti nasičenosti so precej blizu.
- V barvni teoriji se tudi nekatere oblike kontrastov označuje kot harmonične s t. i. pojavom harmonije kontrastnih barv. Harmonično deluje tudi kombinacija barv, katerih skupni barvni učinek je siva, nevtralna barva.

Pri oblikovanju tkanine iz niti harmoničnih barv pride do optičnega zlitja barv tudi pri nekoliko večjih površinah. Zaradi sorodnosti barv namreč človekovo oko težje loči barvi in se zato prilagodi, da ju zlije v enoten barvni dražljaj. Pojav je prisoten predvsem pri barvah podobne svetlosti in barvnega tona. Naspro-



Figure 28: Merging effect of colours being harmonic by hue and lightness (Picture was made by using CAD program by Arahne [22].)

which lying on a spectral line, and the other being removed towards the inside part of the diagram.

- Quantitative contrast occurs between the areas, which differ in colour and size. Two areas of the same size but of a different colour do not look equally large, namely, the portion of the light reflected from the surface (reflection) influences the sensation of colour. The sequence of the visual intensity of the chromatic colours with the same size of colour area would be: yellow → orange → red → violet → blue → green.
- Simultaneous and successive contrasts: the first contrast occurs when the eye adjusts a complementary colour to the observed one, and the latter one occurs when the stimulus of particular wavelengths induces the contrast colour after some time.

In Figure 27, several types of thread colour contrasts are presented on the fabrics in three- and four-end Panama weaves. How intensive the colour sensation of a woven surface is depends on the colour combination and colour values of individual colours. The stimuli of the light reflected from light, warm and more saturated colours are visually more pronounced than those of dark, cold and less saturated colours. In the case of a combination of threads in light-dark, cold-warm, qualitative or complementary contrast, a bigger portion of the light reflects from light, warm and more saturated colours. The colour sensation of these surfaces is therefore more intensive. Stronger stimuli also lead to spatial differentiation of differently coloured areas; warmer and lighter colours seem to be nearer than colder and darker colours. In some cases, these colours have the reflected light peak also at higher wavelengths of visual spectrum. Quite a special phenomenon is quantitative contrast in which the quality of colour influences the quantitative colour sensation. The size of the colour areas in a fabric is defined by constructional parameters. Larger assemblies of interlacing points of a particular colour, or higher thread spacing induce stronger stimulus in the eye. However, it is interesting that due to different reflection effects on colours, qualitative relationships between colours are not uniform. Let us take, for example, a reversible weave with

tno pa morajo biti dvo- ali večbarvne površine kontrastnih barv precej majhne, da jih oko lahko zazna kot enotne [7, 31]. Efekt zlitja svetlobno, tonsko in glede na nasičenost harmoničnih barv je prikazan na sliki 28.

4 Apreturni postopki

Namen tega kratkega poglavja je le na splošno omeniti, kakšne posledice imajo lahko različni apreturni postopki za barvo tkanine, v opis posameznih postopkov in njihove mehanizme pa se ne bomo poglobljali.

Namen apreturnih postopkov je stabilizacija tkane strukture, izboljšava mehanskih, fizikalnih in kemijskih lastnosti tkanine ter dodajanje novih barvnih, teksturnih in drugih efektov. Ne glede na vrsto posega imajo ti postopki običajno velik vpliv na odnos tkanina-svetloba. Apreturni postopek je lahko namenjen le enemu nitnemu sistemu, to pomeni, da spremenimo lastnosti samo osnovnih ali votkovnih niti. Efekt obdelanega nitnega sistema se lahko pri tem močno poudari in popolnoma prekrije strukturne in barvne lastnosti drugega, neobdelanega nitnega sistema.

Pri kemijskih posegih spreminjamo barvo celotnega izdelka ali na določenih mestih dodajamo barvne in druge apreturne nanose. Sprememba barve tako prinese razliko v absorpcijsko-refleksijskih lastnostih in spremenjeno razmerje med absorbirano ter odbito svetlobo, kar se na tkanini opazi kot nov barvni ton površine ali nekoliko spremenjena svetlost in nasičenost.

Mehanski posegi imajo podobne posledice, le da se po njihovem delovanju spremeni predvsem način odboja vpadle svetlobe ter razmerje med odbito in sipano svetlobo na površini. Pri tem torej ne gre toliko za spremembo barvnega tona kot za odmik v svetlosti barve. Apreturni postopki, ki imajo za posledico večji lesk tkanine, povzročajo videz tkanine, ki je odvisen od zornega kota opazovanja. Mestoma se nam sicer zdi površina svetlejša, ker odbiti žarki usmerjeno dosežejo oko, na splošno pa je vizualno bolj intenzivna. Nasprotno pa je pri posegih, ki mršijo površino, zaradi česar se poveča naključnost smeri odboja vpadle svetlobe. Videz takšne tkanine je neodvisen od zornega kota opazovanja in je zaradi difuznosti odbitih žarkov na splošno vizualno svetlejši.

5 Zaključek

Barva tkanine ni predvidljiv, ampak dinamičen fenomen, ki je odvisen od več lastnosti, pojavov in dejavnikov ter njihove soodvisnosti. Optični pojavi na tekstiliji definirajo spekter, dojemane barve pa je nato odvisno tudi od svetlobe okolice in lastnosti opazovalca. Primarna lastnost, ki v največji meri določa barvo

identical constructional parameters of differently coloured warp and weft threads. Suppose that warp threads are blue, and weft threads are yellow. The portions of the two colours on the fabric surface are quite the same but nevertheless yellow colour induces stronger stimuli in the eye. In order to harmonize these two colours, the quantity of yellow colour should be reduced by reducing the number of yellow interlacing points (warp effect of weave), or by decreasing the yellow threads spacing.

Harmony of colours

Only two types of harmony are going to be described.

- Harmony of relative colours describes three different types of relationship. Harmonic by hue are the colours, which lie at short distance in the colour diagram. Harmonic by lightness are the colours, which have similar values of lightness, and harmonic by chroma are the colours, which have similar values of saturation.*
- In colour theory, some types of contrasts are also referred to as harmonic, i.e. harmony of contrast colours. The combination of colours producing the overall colour effect in grey, neutral colour also looks harmonically.*

At designing a fabric made of harmonically coloured threads, the colours optically merge also at larger areas. Since the colours are similar, the eye has problems to distinguish them so that it adapts by merging them into one uniform colour impulse. This phenomenon occurs mostly with the colours of similar lightness and hue. Just the contrary is the case with bicolour or multicolour areas of contrast colours, which should be rather small to be perceived as uniform by the eye [7, 31]. The merging effect of the harmonic colours by lightness, hue and chroma is presented in Figure 28.

4 Finishing processes

The only aim of this short chapter is to mention the possible effects of various finishing processes on the fabric colour, and not to explain these processes and their mechanisms.

The purpose of finishing processes is to stabilize a woven structure, to improve mechani-

tkanine, je gotovo barva vlaken in niti osnove in votka. S skrbnim izborom barve preje lahko predvidimo in definiramo barvni ton izdelka. Pri kombiniranju niti različnih barv nastaja nov skupni barvni ton kot posledica optičnega mešanja različnih spektralnih svetlob.

Prava dinamika pojavnosti barve na tkanini pa se izkaže, ko izhodiščnim barvam vlaken in preje dodamo še konstrukcijske parametre preje in tkanine. Te lastnosti se običajno obravnavajo v zvezi s fizikalno-mehanskimi lastnostmi, v članku pa je predstavljeno, kako lahko določena konstrukcijska lastnost preje in tkanine vpliva tudi na refleksijo svetlobe in posledično na dojetje barve izdelka. Pred izdelavo morajo biti skrbno načrtovane konstrukcijske spremenljivke preje in tkanine ter predvidena njihova soodvisnost. Majhne barvne spremembe so možne že s spremembo surovinske sestave vlaken ter vrste in oblike preje (dolžinska masa, vitje, stisljivost, kosmatenost, druge strukturne značilnosti). Pri tem se spreminja predvsem jakost učinka določene lastnosti in usmerjenost odbite svetlobe (optični pojavi na preji), kar vpliva na učinek svetlosti in nasičenosti barve tkanine. Večje barvne spremembe so možne s spreminjanjem konstrukcijskih in oblikovnih parametrov tkanine (gostota niti, vezava, vpliv presevanja, vzorec snovanja in tkanja), s katerimi lahko intenzivneje posežemo v skupni barvni ton tkanine ter izrazitejše teksturne in optične učinke na površini. Pojav presevanja in barve površin, ki bodo tkane izdelke obkrožale, se morajo upoštevati pri barvni analizi, saj tako z numerično-analitičnega (presevanje) kot tudi subjektivnega vidika opazovalca (okoljske barve) močno vplivajo na dojetje skupnega barvnega učinka.

Barvno oblikovanje vključuje popoln načrt celostne barvne podobe tkanega izdelka, saj izkoriščamo vzorec snovanja in tkanja ter kompozicijske učinke. Velikost barvnih ploskev, njihova razporeditev, usmerjenost, vzorec, flotiranje niti in tekstura so osnovni oblikovni parametri, ki jim moramo prišteti še poznavanje odnosa med površino in barvo ter odnos in razmerje med barvami, da dobimo končno vsoto skupnega barvnega učinka in našega dojetja slednjega. Predhodna vizualizacija izdelka je možna s pomočjo CAD-sistemov, ki so nepogrešljiv element sodobnega konstrukcijskega in barvnega načrtovanja tkanin. Za opis vloge teh sistemov pri oblikovanju tkanin bi potrebovali posebno obsežno poglavje, zato razen barvnih simulacij, ki so bile izdelane s CAD-sistemom Arahne [22], ta tema ni vključena v članek. Zavedati pa se je treba, da so ti sistemi v sodobni tekstilni praksi zelo učinkovit nadomestek večmetrskih dolžin vzorčnih tkanin za eksperimentiranje z določenimi kompozicijskimi in barvnimi učinki. Vseeno pa je zadržanost uporabnikov glede verodostojnosti simulacij tkanih izdelkov utemeljena, saj, kot je bilo opisano v tem članku, kompleksnost pojava barve na tkaninah presega zmožnosti tudi že tako dodelane sodobne računalniške tehnologije.

cal, physical and chemical properties of a fabric, and to add new colour, texturing and other effects. Regardless of the type of such processes, they usually have a great influence on the fabric-light relationship. The finishing process can be designed for one thread system only in order to change the parameters of one thread system only. The effect of the finished thread system can be strongly exposed and can completely conceal structural and colour parameters of the other unfinished thread system.

With chemical treatments, either the colour of the entire product can be changed, or colour and other finishes can be added at particular areas. The colour change results in changed absorption capacity and reflectivity properties, and in the changed relation between the absorbed and the reflected light, which can be noticed as a new hue of the fabric surface or as a slightly changed lightness and saturation.

Mechanical treatments have similar effects, only that these effects are noticed mostly in the type of the incident light reflection and in the ratio of the reflected to the scattered light on the fabric surface. In fact, it is the deviation in the colour lightness rather than the change of the hue. Finishing processes, which impart higher lustre to a fabric, give to a fabric the appearance, which is dependent of the angle of viewing. The surface seems lighter here and there as the reflected rays reach the eye specularly, but in general, it is visually more intensive. On the contrary, the treatments, which ruffle the surface, increase the randomness of the direction of the incident light reflection. The appearance of such fabric is independent of the angle of viewing and is in general visually lighter due to diffusion of the reflected rays.

5 Conclusion

The colour of a fabric is not a predictable but a dynamic phenomenon that depends on several parameters, effects and factors, and their interdependence. Optical effects on a textile material define the colour spectrum, but the colour sensation is then dependent also on the ambient light and the observer's characteristics. The most important parameter, which mainly defines the colour of a fabric, is the colour of warp

6 Literaturni viri

1. OJSTERŠEK, V., LAVKO B., REJAVC, P. Računalniško podprta tehnologija barvnih kompozicij tkanin. *Tekstilec*, 1998, Vol. 41, No. 11–12, p. 381–385.
2. ŽIBERNA - ŠUJICA, M., DOBNIK - DUBOVSKI, P. Barva in vzorčenje tkanin. *Tekstilec*, 1994, Vol. 37, No. 11–12, p. 352–357.
3. DIMITROVSKI, K., KERT, M. Unikatne večbarvne žakarske tkanine. V: 33. simpozij o novostih v tekstilstvu. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2000, p. 131–136.
4. DIMITROVSKI, K. Multicolour shadowing on Arahne CAD system. V: 23. ročnik mednarodna konferenca Quo vadis textrinum. Tatranská Lomnica, Slovensko, Žilina: New Management Conferences, 2000, p. 94–97.
5. MARTIN, C. *The surface texture book: more than 800 colour and texture samples for every surface, furnishing and finish*, London: Thames & Hudson, 2005.
6. JAKŠIČ, D. *Projektiranje in konstrukcija tekstilij: II del*. Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO FNT, VTOZD Tekstilna tehnologija, 1988, p. 490–598.
7. KOČEVAR, T. N. Vpliv parametrov konstrukcije in kompozicije tkanin na optično mešanje barv na njeni površini – Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2000.
8. KOČEVAR, T. N. Colorimetric analysis and visual valuation of colours on two-coloured fabrics. *Tekstil*, 2006, Vol. 55, No. 3, p. 127–134.
9. GABRIJELČIČ, H., DIMITROVSKI, K. Influence of yarn count and warp and weft thread density on colour values of woven surface. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2004, Vol. 12, No. 1(45), p. 32–39.
10. GABRIJELČIČ, H. Razvoj metode za določanje barvnih vrednosti tkanin – Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2006.
11. CHRISTIE, R. M., MATHER, R. R., WARDMAN, R. H. *The chemistry of colour application*. Oxford: Blackwell Science, 2000.
12. TILLEY, R. *Colour and optical properties of materials: an exploration of the relationship between light, the optical properties of materials and colour*. Chichester: J. Wiley & Sons, 2000.
13. MC DONALD, R. *Colour Physic for Industry*. (2nd ed.). Bradford, England: Society of Dyers and Colourists, 1997.
14. FIELD, G. G. *Color and Its Reproduction*. (2nd ed.). Pitsburg: GAFTPress, 1999, p. 1–113.
15. GREEN, P., MACDONALD, L. *Colour engineering: achieving device independent colour*. Chichester: Wiley, 2002.

and weft threads. By carefully selecting the colour of yarn, the colour hue of the product can be predicted and defined. With combination of threads of different colours, a new overall colour hue is produced as a result of optical mixing of different spectral lights.

A real dynamics of a colour appearance on a fabric is exhibited when constructional parameters of yarn and fabric are added to the original colours of fibres and yarn. These parameters are usually discussed in connection with physical and mechanical properties; in the paper, it is presented how a particular constructional parameter of yarn and fabric influences the light reflection and, consequently, the sensation of the product colour. Prior to manufacture, the constructional parameters of yarn and fabric should be carefully planned and their interdependence predicted. Smaller colour changes are already possible by changing the material composition of fibres, and the type and shape of yarn (linear density, twist, compressibility, hairiness, other structural parameters). In this way, the intensity of a particular parameter effect and the direction of the reflected light (optical effects on yarn) are changed, which influence the lightness effect and the saturation of the fabric. Higher colour changes are possible by changing the constructional and design parameters of the fabric (thread spacing, weave, foundation reflectance, warping and weaving pattern) by which changes are more intensively introduced into overall colour hue of the fabric, and into texturing and optical effects on the surface. Foundation reflectance and the colour of areas which will surround the woven products should be taken into account at the colour analysis as they have a strong influence on the overall colour effect sensation from both the mathematically-numerical viewpoint (reflectance) and the observer's subjective viewpoint (surrounding colours).

Colour designing includes a complete project of the overall colour image of a woven product as both the warping and weaving pattern, and compositional effects are utilized. The size of colour areas, their arrangement, orientation, pattern, thread floating and texture are the basic design parameters; the relationship between surface and colour, and the relationship and ratio between colours should be added to these param-

16. ETTERS J. N. Influence Of Fabric Surface Effect On Color Depth And Hue Of Garment-Dyed Textile. *American Dyestuff Reporter*, 1997, Vol. 86, No. 5, p. 15–18.
17. INGAMELLS, W. *Colour for textiles: a user's handbook*. Bradford: The society of dyers and Colorists, 1993.
18. MORTON, T. H. Apparent Color Yield in Dyed Textiles. *Journal of the Society of Dyers and Colorists*. 1976, Vol. 92, No. 4, p. 149–157.
19. JAREŠ, T. Colour differences between conventional and microfiber fabrics dyed with disperse dyes. V: 30. mednarodni simpozij o novostih v tekstilstvu. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1996, p. 254–256.
20. ADANUR, S. *Handbook of weaving*. Lancaster, Basel: Sultzer, A technical Publishing book Company, Technomic, 2001.
21. DUBROVSKI – DOBNIK, P. *Računalniško konstruiranje listnih tkanin*. Navodila za vaje. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilstvo, Laboratorij za tekstilno tehnologijo in konstrukcijo tkanin, 2004.
22. Dobby and jacquard CAD/CAM system Arahne, d. o. o. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.arahne.si> [citirano 25. 12. 2006].
23. ŽIBERNA – ŠUJICA, M., GAČNIK, A. *Kompozicija in uporabnost tkanin* (I. del). Maribor: Univerza v Mariboru, Visoka tehnična šola, VTO strojništvo, 1979.
24. GROSICKI, Z. J. *Watson's Advanced textile design: compound woven structures* (4th ed). London, Boston: Newnes-Butterworths, 1977.
25. DIMITROVSKI, K., GABRIJELČIČ, H. Influence of foundation reflectance on colour values of woven fabrics. V: 25. mednarodna konferenca Quo vadis textrinum. Štrbské Pleso – Vysoké Tatry: New Management Conferences: Česká odborná skupina tkalcovská, 2004, p. 15–24.
26. DIMITROVSKI, K. Metode za določanje poroznosti v tekstilih. *Tekstilec*, 1995, Vol. 38, No. 5/95, p. 121–126.
27. Poročilo sejma Techtexil'99. Frankfurt: Allgemeiner Vliesstoff-Report, Techtexil, Index'99.
28. NEWTON, A. The Comparison of Woven Fabrics by Reference to Their Tightness. *Journal of Textile Institute*, 1995, Vol. 86, No. 2, p. 232–239.
29. SEYAM, A., EL-SHIEKH, A. Mechanic of Woven Fabric, Part IV: Critical Review of Fabric Degree of Tightness and Its Application. *Textile Research Journal*, 1994, Vol. 64, No. 11, p. 653–662.
30. DIMITROVSKI, K. Barvno oblikovanje pestrih tkanin. V: *Interdisciplinarnost barve* (2. del). Uredila: Jeler, S., Kumar, M. Maribor: Društvo koloristov Slovenije, 2001–2004, p. 455–475.
31. KOČEVAR, T. N. Optično mešanje barv na površini tkanine. V: *Interdisciplinarnost barve* (2. del). Uredila: Jeler, S., Kumar, M. Maribor: Društvo koloristov Slovenije, 2001–2004, p. 195–210.

eters to get the final sum of overall colour effect and our sensation of such colour effect. Preliminary visualization of the product is enabled by CAD systems, which have become an indispensable element of modern fabric construction and colour projecting. Since an extra comprehensive chapter would be required to describe the role of these systems in fabric designing, this subject has not been included into this paper, with the exception of the colour simulations made by using CAD system by Arahne [22]. The fact is and we should be aware of this fact that in today's textile practice, these systems are an efficient alternative to several metres long specimens of fabrics on which several compositional and colour effects are experimented. Nevertheless, the reserve and precaution of users related to the reliability of simulations of woven products is understandable and well grounded. Namely, as was described in the paper, the complexity of the colour phenomenon on fabrics has already surpassed the capabilities of even the most advanced computer technology.

32. ZUPIN, Ž. Ugotavljanje zakonitosti barvnih harmonij v CIE-barvnem sistemu, Seminarska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2005.
33. ŠUŠTARŠIČ, N., BUTINA, M., ZORNIK, K., DE GLERIA, B., SKUBIN, I. *Likovna teorija*, učbenik za umetniške gimnazije. Ljubljana: Debora, 2004, p. 148–179.
34. ITTEN, J. *Umetnost barve*. Jesenice: študijska izdaja, 1999.
35. ZOLLINGER, H. *Color – A multidisciplinary approach*. Zürich: Verlag Helvetica Chimica Acta, Weinheim: Wiley-VCH, 1999.

Deformation of Itten's colour circle in colour systems CIE L*a*b* and CIE xy

Original Scientific Paper

Received February 2007 • Accepted June 2007

Abstract

Scientists have been studying colours and colour harmonies for centuries and have tried to arrange them in different colour systems; which show the most real arrangement of colour in the space and spacing between them. Today, most artists follow colour scheme theory by Swiss painter Johannes Itten, who explained the contrasts and harmonies of colours with the help of the colour circle and colour sphere in his book *The Art of Colour*. His theory was also the basis of our research work.

The aim of this research was to find out how colour harmonies function in CIE-colour spaces – whether they share any common characteristics, and if it is possible to anticipate which colours are harmonious. We also wanted to find out the correctness of the art colour theory when transferred into CIE-colour space, which is primarily used for scientific purposes. We concentrated on the characteristics of colour accords, which can be harmonious or inharmonious, in the CIE-colour space, and the possibility of comparing them with Itten's theory, where complementary colours stand opposite to each other in the colour circle, while

Vodilni avtor/Corresponding Author:

Živa Zupin

tel.: +386 1 200 32 78

e-mail: ziva.zupin@ntf.uni-lj.si

Živa Zupin

Oddelek za tekstilstvo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Deformacija Ittnovega barvnega kroga v barvnih sistemih CIE L*a*b* in CIE xy

Izvirni znanstveni članek

Poslano februar 2007 • Sprejeto junij 2007

Izvleček

Znanstveniki se že stoletja ukvarjajo z naukom o barvah in postavljajo različne barvne sisteme, ki bi čim bolj realno pokazali postavitev barv v prostoru in razmike med posameznimi barvami. Med umetniki je zelo razširjena likovna teorija švicarskega umetnika Johanesa Ittna, ki je definiral kontrastne in harmonične barve in barvne sestave na osnovi dvanajstdelnega barvnega kroga in barvne krogle. Naše raziskovalno delo je temeljilo na Ittnovi teoriji.

Želeli smo ugotoviti, če imajo barvne harmonije tudi v CIE-barvnem prostoru kakšne skupne značilnosti in če lahko tudi v CIE-barvnem prostoru predvidevamo, katere barve so med seboj harmonične. Želeli pa smo ugotoviti tudi, ali likovna teorija velja, če jo prenesemo v CIE-barvni prostor, ki se uporablja predvsem za znanstvene namene. Ugotavljali smo, kakšne so značilnosti barvnih akordov, ki so lahko harmonični ali neharmonični, v CIE-barvnem prostoru in če jih lahko primerjamo z Ittnovimi ugotovitvami, po katerih si komplementarni barvi v barvnem krogu stojita nasproti, primarne, sekundarne in terciarne barve pa med seboj tvorijo trikotnik.

Ključne besede: barvna metrika, barvni prostor CIE Lab, diagram CIE xy, Ittnova barvna teorija, barvne harmonije, barvni akordi in barvni kontrasti

primary, secondary and tertiary colours form a triangle.

Key words: colorimetry, CIE – colour systems, CIE xy diagram, Itten's colour theory, colour harmony, colour contrasts.

1 Introduction

Scientists have been studying colours and colour harmonies for centuries. The first colour theory was developed by Leonardo da Vinci, who concluded that the most harmonic colours follow the spectral colours of the rainbow. He was the first who pointed out the meaning of opposite colours for composition of colour harmonies. [1, 2]

Today, artists are using different colour systems and collections of colours. Colour systems are systematically arranged colours and are mostly used for scientific purposes. Collections of colours are colours arranged after defined characteristics and are most commonly used for commercial purposes. Colour systems and colour collections are divided into different groups based on different characteristics.

Munsell's system was developed by the American painter Munsell in the beginning of twelfth century. Colours are divided into ten parts on a colour circle and are based on the principle of visually equal spaces between colours and on the principle of compensation, which means that colours which are located opposite to each other can be mixed in neutral grey colour.

The NCS (natural colour system), which was designed by Skandinavian Institute for colours, has been designed similarly to the Munsell's system. The NCS system is based on the presumption that human eye as pure colour detects the six basic colours: yellow, red, blue, green, white and black.

A system that also has visually equal spaces between colours is the OSA (Optical Society of America) system.

In industry, architecture, design, graphics, and fashion a professional colour system Pantone is being used. This system is based on rules of mixing colour lights, dyes and pigments. The Oswald's system, which is similar to the Pantone system, is adjusted to sensual perception.[2]

For colour evaluation nowadays, various systems are used which are based on the legalities

1 Uvod

Znanstveniki se že stoletja ukvarjajo z naukom o barvah in barvnih harmonijah. Prvi znani nauk o barvah je razvil Leonardo da Vinci, ki je sklepal, da so barvni sestavi, ki sledijo zakonitostim mavrice, najbolj harmonični in skladni. Prvi pa je pokazal tudi na pomen nasprotnih barv za nastanek barvnih harmonij. [1, 2]

Umetniki dandanes uporabljajo različne barvne sisteme in zbirke barv. Sistemi so sistematična razporeditev barv in se uporabljajo predvsem v znanstvene namene, zbirke barv pa so po določenih kriterijih razporejene barve, ki se uporabljajo predvsem v komercialne namene. Barvne sisteme in zbirke na osnovi določenih kriterijev delimo v različne skupine.

Munsellov sistem je na začetku dvajsetega stoletja razvil ameriški slikar Munsell. Barve so razvrščene v desetdelni barvni krog na principu enakih barvnih razmikov in na principu kompenzativnosti, kar pomeni, da nasproti ležeče barve lahko pomešamo v nepestro barvo.

Na podoben način je zasnovan tudi NCS – Natural Color System, ki ga je razvil skandinavski inštitut za barve in temelji na predpostavki, da človek zazna kot čiste barve šest osnovnih barv: rumeno, rdečo, modro, zeleno ter belo in črno.

Sistem z vizualno enakimi razmiki je tudi sistem OSA (Optical Society of America).

V industriji, arhitekturi, oblikovanju, grafiki in modi se uporablja profesionalni barvni sistem Pantone. Ta temelji na pravilih mešanja barvnih svetlob, barvil in pigmentov. Na podoben način je na-rejen tudi Ostwaldov sistem, ki je prilagojen čutni zaznavi. [2]

V današnjem času se za vrednotenje barve uporabljajo sistemi, ki temeljijo na zakonitostih, ki jih je opredelila mednarodna organizacija CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) in so zelo pomembne za merjenje nastanka barve in njeno vrednotenje. CIE-sistemi temeljijo na teoriji, ki razlaga, da barvni dražljaj nastane s kombinacijo vira svetlobe, materije in opazovalca. CIE je definirala standardne vrste svetlob in standardnega opazovalca ter razvila metode za numerično vrednotenje barve. Zelo pomembni in velikokrat uporabljeni v znanosti so:

- barvni diagram CIE xy, ki je dvodimenzionalna predstavitev barv;
- sistem CIE L*a*b* ali CIELAB je najbolj uporabljan sistem v znanosti za numerično vrednotenje barve; definiran je kot sistem z enakimi prostorskimi razmiki;
- barvni sistem L*C*h* pa je zelo podoben CIELAB-barvnemu sistemu, le da so namesto pravokotnih uporabljene polarne koordinate. [3, 4]

Sistema, ki temeljita na CIE-zakonitostih, sta tudi RAL in DIN. RAL-sistem je leta 1993 predstavil RAL – nemški inštitut za kakovost in označevanje. V RAL-sistemu so razmiki med barvami definirani s CIELAB-formulami za barvne razmike. V DIN-sistemu so barve razporejene v barvno telo, z razmiki med barvnimi niansa-

made by the international organization CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), which are very important for colour measurement and colour evaluation. CIE-systems are based on a theory that explains that colour stimulus is a result of a combination of a light source, matter, and an observer. CIE has defined standard sources of light and standard observers, and has developed a method for the numerical evaluation of colours. The most frequently used in science and most important colour systems are:

- CIE x,y colour diagram is a two dimensional presentation of colours.
- The most used colour system in science for numerical evaluation of colour is L*a*b* or CIELAB system. It is defined as a system with the same colour spaces between colours.
- L*C*h* - colour system is similar to the CIELAB colour system except that., that instead of rectangular coordinates, polar coordinates are used. [3, 4]

The RAL-system and DIN-system are colour systems which are also based on CIE-legalities. The RAL-system was presented in 1993 by RAL - the German Institute for Quality Assurance and Certification. In the RAL-system, the spacing between colours is defined with CIELAB, which are equations for colour spacing.

In the DIN-system the colours are organized in a colour body with the same distance between colour shadows, which are perceived in the same way. On the basis of this colour system, a collection of colour was made: the result is the DIN - colour card. [2]

All colour systems are, as models, little simplified and show an arrangement of colours in colour space. Artists and designers decide on colours on the basis of their emotional and visual perception; however, these bases are not reliable. With the evolution of the CIE L*a*b* system, the colours have started to be evaluated objectively. The objectivity of judgment of colour contrasts, colour harmony, and colour chord has increased in general, independent of subjective feelings.

The objective evaluation of colour is useful in industry due to better understanding between manufacturer and costumers.

mi, ki so zaznavno enaki. Na osnovi izdelanega sistema je bila narajena zbirka barv, DIN-barvna karta. [2]

Vsi sistemi so kot modeli rahlo poenostavljeni in nam predstavljajo razporeditev barv v prostoru. Oblikovalci se o barvah odločajo predvsem na osnovi subjektivnih občutkov, vendar le-ti niso zanesljivi. Z razvojem CIE L*a*b*-sistema se je začelo barve vrednotiti objektivno. Tako se je povečala tudi objektivnost presojanja barvnih kontrastov in harmonij ter barvnih akordov nasploh, neodvisno od subjektivnih občutkov. Objektivno vrednotenje barve je zelo zaželeno v industriji zaradi lažjega sporazumevanja med proizvajalci in naročniki.

V prispevku bomo poskušali bolj objektivno, s pomočjo CIE L*a*b*-sistema in CIE xy-barvnega diagrama, oceniti barvne harmonije in kontraste ter teorijo švicarskega slikarja Johannesa Ittna, ki je barvne harmonije in kontraste razložil v svoji knjigi Umetnost barve, to pa še danes upošteva večina umetnikov in likovnih teoretikov. Ittnova teorija je razvita za uporabo v slikarstvu in temelji predvsem na čutni in vidni zaznavi. [4] Tako bi lahko rekli, da je namen našega raziskovalnega dela likovno teorijo, ki temelji predvsem na čutni in vizualni zaznavi, ovrednotiti z merljivimi parametri in številkami, ki jih ponujata CIE L*a*b*-sistem in CIE xy-barvni diagram.

2 Teoretični del

2.1 O Ittnu in njegovi teoriji

Itten se je pri razvijanju barvne teorije opiral na Goetheja in Rungeja. Po Goetheju je povzel idejo o barvnem krogu, po Rungeju geometrijski model barvne krogle.

Barvni krog je sistem razporeditve barv na dvanajst barvnih ploskev. Temelji na subtraktivnem mešanju barv. Osnovne barve rumena, rdeča in modra z medsebojnim mešanjem tvorijo sekundarne barve oranžno, zeleno in vijolično. Z mešanjem primarnih in sekundarnih barv dobimo terciarne barve rumenooranžno, rdečeoranžno, rdečevijolično, modrovijolično, modrozeleno, rumenozeleno. Primarne, sekundarne in terciarne barve med seboj tvorijo enakostranične trikotnike.

Na barvni krogli je možno nazorno prikazati povezave med črno in belo barvo ter drugimi barvami. Čiste barve so razporejene v ekvatorialnem pasu. Na polih sta črna in bela barva. V sredini krogle poteka siva lestvica med belim in črnim poltonom. Med tečajem in ekvatorjem so posvetljene oziroma potemnjene barve. [5, 6]

2.2 Harmonija barv

Kadar govorimo o harmoniji barv, ocenjujemo skupni učinek dveh ali več barv. Harmonija pomeni ravnotežje, simetrijo moči, pomeni skladnost in ubranost določene skupine barv, ki naj bi na opazovalca vplivala ugodneje kot kaka druga barvna kombinacija. Na splošno ločimo dve vrsti harmonije:

In this article, we will try to evaluate colour harmonies and colour contrasts more objectively with the help of the CIE L*a*b* system and CIE xy colour diagram, and the theory of the Swiss painter Johannes Itten, which is explained in his book *The Art of Colour* which is used by a major part of artists and artist theoreticians. Itten's theory has been developed for use in the art of painting and is based on emotional and visual perception. [4] It could be said that the purpose of our research work is to evaluate art theory that is based on emotional and visual perception, with measurable parameters and numbers which are offered by the CIE L*a*b* system and CIE xy colour diagram.

2 Theoretical part

2.1 Itten and his theory

When Itten was developing his colour scheme theory, he based it on Goethe and Runge, where he adapted the idea of the colour circle from Goethe and the geometric model of the colour sphere from Runge.

The colour circle is divided into twelve parts and is based on a subtractive mixing of colour. By mixing the primary yellow, red, and blue, the colours secondary orange, green and purple are produced. By mixing primary and secondary colours, we get tertiary yellow-orange, red-orange, red-purple, blue-purple, blue-green and yellow-green. Primary, secondary, and tertiary colours form equilateral triangles, as can be seen on Figure 1.

With the colour sphere, the connections between black and white colour and other colours can be easily demonstrated. Pure colours are arranged in the equatorial belt, with black and white colour positioned on the poles, lightened or darkened colours are between the poles and the equator, and the grey colour scale is in the centre of the sphere. [5, 6]

2.2 Colour harmony

When speaking of colour harmony, we speak of the joint effect of two or more colours. Harmony means balance, symmetry of intensity, and harmony of a certain colour group, which is supposed to have a more pleasant effect on the observer than any other combination of colours.



Figure 1: Itten's colour circle. [5]

- harmonija na osnovi sorodnosti (podobnosti, analogije);
- harmonija na osnovi kontrastnih odnosov, kamor sodi tudi harmonija komplementarnih odnosov.

Harmonija sorodnih barv lahko označuje barvno skupino, v kateri so si barve sorodne po barvitosti in v barvnem krogu ležijo blizu druga druge. Tako lahko nastane npr. harmonija toplih ali hladnih barv. Barve so si lahko sorodne po svetlosti, npr. harmonija svetlih barv, harmonija temnih barv, ali po nasičenosti.

Itten je menil, da so barve, ki temeljijo na harmoniji na osnovi kontrastnih odnosov, harmonične tedaj, ko pomešane med seboj ustvarjajo nevtralno sivo barvo. Mislil je, da so harmonične vse komplementarne barvne dvojice in vse tiste barve, ki v barvnem krogu tvorijo enakostranični ali enakokraki trikotnik, in tudi vse druge kombinacije barv, ki z mešanjem povzročijo nastanek nevtralne barve. Tako je ustvaril harmonije (barvne akorde) kontrastnih barv in jih glede na število barv razdelil na dvožložne barvne akorde ali diade, trižložne barvne akorde ali triade, štirizložne barvne akorde ali tetrade, petžložne barvne akorde ali pentade ter šestžložne barvne akorde ali heksade.

- Dvožložni barvni akordi ali diade: v dvanajstdelnem barvnem krogu sta dve nasprotni si barvi komplementarni in tvorita harmonično dvožvočje (rdeča – zelena, modra – oranžna, rumena – vijolična), slika 2.
- Trižložni barvni akordi ali triade: kombinacije barv, ki v barvnem krogu tvorijo enakostranični trikotnik (oranžna – vijolična

In general, we speak of two types of harmony:

- harmony, based on affinity (similarities, analogies)
- harmony, based on contrast relations, including harmony of complementary relations

Harmony of related colours can indicate a group of colours that are related by colouring and placed close to each other in the colour circle. In such a way, a harmony of warm or cold colours is formed. Colours can be related by lightness (e.g. a harmony of light or dark colours) or by saturation.

According to Itten, colours are harmonious when they form a neutral grey colour via mixing. He believed that all complementary colour pairs and all the colours which form an equilateral or an isosceles triangle in the colour circle, as well as all other colour combinations (which, by mixing, result in a neutral colour), are harmonious. That way, he created the contrast colour harmonies or contrast colour chords and divided them, according to the number of colours, into dyads or two partial colour chords, triads or three partial colour chords, tetrads or four partial colour chords, pentads or five partial colour chords and hexads or six partial colour chords.

- Dyads or two partial colour chords: two opposite colours in the twelve-part colour circle are complementary and harmonious (red - green, blue - orange, yellow - purple), Figure 2.
- Triads or three partial colour chords: combination of colours that form an equilateral triangle in the colour circle (orange-purple-green, yellow-orange - red-purple - blue-green, red-orange - blue-purple - yellow-green), Figure 3.
- Tetrads or four partial colour chords: formed by two pairs of complementary colours of the twelve-part colour circle. In the colour circle they form a square or a rectangle, which can be arbitrarily rotated (yellow - orange-red - purple - blue-green, yellow-orange - red - blue-purple - green, orange - purple-red - blue - yellow-green), Figure 4.
- Hexads or six partial colour chords: formed by drawing a hexagonal, which comprises three double complementary pairs, in the colour circle (yellow - orange - red - purple - blue - green, yellow-orange - red-orange

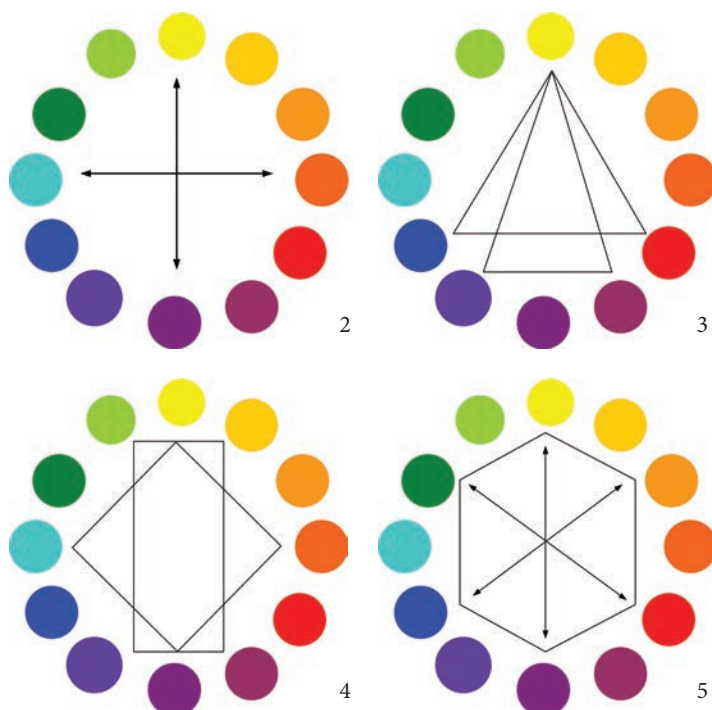


Figure 2: Dyads or two partial colour chords.

Figure 3: Triads or three partial colour chords.

Figure 4: Tetrads or four partial colour chords.

Figure 5: Hexads or six partial colour chords.

- zelena, rumenooranžna - rdečevijolična - modrozeleno, rdečeoranžna - modrovijolična - rumenozelena), slika 3.
- Štirizložni barvni akordi ali tetrade nastanejo z dvema dvojicama komplementarnih barv iz dvanajstdelnega barvnega kroga. V barvnem krogu tvorijo kvadrat ali pravokotnik, ki ga lahko poljubno obračamo (rumena - oranžnordeča - vijolična - modrozeleno, rumenooranžna - rdeča - modrovijolična - zelena, oranžna - rdečevijolična - modra - rumenozelena), slika 4.
- Šestzložni barvni akordi ali heksade nastanejo z vrisom šestkotnika, ki ga dobimo s pomočjo treh dvojnih komplementarnih dvojic, v barvni krog (rumena - oranžna - rdeča - vijolična - modra - zelena, rumenooranžna - rdečeoranžna - rdečevijolična - modrovijolična - modrozeleno - rumenozelena), slika 5. [5]

3 Eksperimentalni del

Raziskovanje barvnih harmonij je temeljilo na dvanajstdelnem barvnem krogu. Vsaka barva je razdeljena na osem barvnih odtenkov, ki se med seboj razlikujejo po svetlosti. Barvne vrednosti barv so bile podane z barvnimi vrednostmi CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, black).

– red-purple – blue-purple – yellow-green),
Figure 5. [5]

3 Experimental part

Colour harmonies research is based on the twelve-part colour circle. Each colour is divided into eight shades, which differ in lightness. The colour values are given in terms of CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, and black) colour values.

3.1 Colour measurements

In spite of the already known CMYK colour values, in the book Barvna harmonija 2 (color harmony 2), priročnik za ustvarjanje barvnih kombinacij [7] (where all the researched colours are given), we measured the colours again with the spectrophotometer Eye-One by Gretag Macbeth. We applied a standard light source D65, the measuring angle was 2° and the measuring geometry 45/0. We measured colour values L, a*, b*, C* and h, as well as X, Y, Z. From the latter, we calculated the x, y and z values. For each colour, four measurements were made and the average value and standard deviation were calculated.*

*With the help of measured colour values, we determined the characteristics of colour chords in the CIE-colour space. We tried to find out the differences between monochromatic colour chords, two partial colour chords of complementary colours (red-green, orange-blue, yellow-purple), three partial colour chords or triads (primary, secondary and tertiary colours), and colour chords of analogue colours (red, yellow and blue), as introduced by Itten. We also tried to determine how these colours are arranged in the CIE L*a*b* and xy diagram. In addition, we compared lightness, purity, and hue.*

*We decided to present colour chords in the CIE L*a*b* colour system because this system describes colours as the most harmonized, thus abolishing differences between reproductive colours and differences between different calibration monitors and output devices. The CIE L*a*b* system is larger than the CMYK model, which is used in printing, and therefore occupies and describes all colours of the CMYK model. At conversion from CIE L*a*b* to other models, colours do not change if the colours*

3.1 Merjenje barv

Kljub že podanim CMYK-barvnim vrednostim v knjigi Barvna harmonija 2, priročnik za ustvarjanje barvnih kombinacij [7], kjer so bile navedene vse preiskovane barve, smo barve še enkrat izmerili s spektrofotometrom Eye-One podjetja Gretag Macbeth. Za merjenje je bil uporabljen standardni vir svetlobe D65, kot merjenja je bil 2° in geometrija merjenja 45/0. Izmerjene so bile barvne vrednosti L*, a*, b*, C*, h ter X, Y, Z; iz teh vrednosti so bile izračunane še vrednosti x, y in z. Za vsako barvo so bile narejene štiri meritve, izračunana sta bila povprečna vrednost in standardno odstopanje.

S pomočjo izmerjenih barvnih vrednosti je bilo ugotovljeno, kakšne so lastnosti barvnih akordov v CIE-barvnem prostoru. Ugotavljali smo, kakšne so razlike med monokromatičnimi barvnimi akordi, dvozložnimi barvnimi akordi komplementarnih barv – diadami (rdeče-zelena, oranžno-modra, rumeno-vijolična), trizložnimi barvnimi akordi – triadami (primarnih, sekundarnih in terciarnih barv) ter barvnimi akordi analognih barv (rdeče, rumene in modre barve), kot jih je predstavil Itten. Ugotavljali smo, kako so te barve razporejene v CIE L*a*b* in xy-diagramu. Med seboj smo primerjali tudi svetlost, kromo in barvni ton.

Za predstavitev barvnih harmonij na CIE L*a*b* smo se odločili zato, ker ta sistem najbolj usklajeno opisuje barve, odpravlja razlike med reprodukcijskimi barvami in razlike pri različni kalibraciji monitorjev in izhodnih naprav. Po obsegu je večji kot CMYK-model, ki se ga uporablja predvsem v tiskarstvu, zato lahko zavzame in opiše vse njegove barve. Barve se pri pretvorbi iz L*a*b* v druge modele ne spreminjajo, če se ujemajo s paleta tiskalnika. [8]

CIE xy-diagram smo uporabili zato, ker nam barve, ki ležijo v notranjosti spektralne črte in črte škrlata, predstavljajo vse realne barve. S pomočjo xy-diagrama smo lahko tudi ugotovili, katerih barv CMYK-model ne more sproducirati. Ugotovili smo tudi, kako Ittnove barvne harmonije ležijo v diagramu realnih barv.

Barvni toni, ki smo jih izmerili, niso popolnoma identični barvnim tonom, ki jih je uporabil Itten v svoji teoriji, saj smo izmerili reprodukcije barv, ki niso popolnoma enake originalu, in pri vsaki reprodukciji pride do manjših ali večjih napak.

Zavedamo se, da popolne natančnosti ni mogoče doseči, saj je barvno dožemanje odvisno od materiala, na katerem je barva natisnjena, od stroja, s katerim barvo tiskamo, načina tiskanja. Z svojim raziskovalnim delom smo poskušali objektivno primerjati barvne akorde med seboj. Lahko trdimo, da bi dobili zelo podobne rezultate, tudi če bi bile barve rahlo spremenjene, le da bi bili koti med posameznimi barvnimi toni rahlo drugačni.

4 Rezultati z razpravo

4.1 Monokromatični barvni akordi

Monokromatični barvni akordi so barvne kombinacije, v katerih je ena barva uporabljena v kombinaciji z enim ali več svojimi oden-

correspond with the pallet of the printer. [8]

The CIE xy diagram was used because all the colours which lie inside of the spectral line and line of scarlet present all real colours. With the help of the xy diagram, the colours which the CMYK model cannot produce have been determined. The research also brought us the knowledge of how Itten's colour chords lie in the diagram of real colours.

Colour shades which have been measured, are not completely identical to the colour shades which Itten used in his theory, because the reproduction of colours was measured so that they are not completely identical to original. Smaller or larger mistakes occur at every reproduction.

We are aware that it is not possible to achieve perfect accuracy because colour perceptions depend on the material on which the colour has been printed, from the machine with which colour has been printed, and on the way of printing. With our research, we try to objectively compare colour chords between themselves. We also claim that, if the colours are slightly changed, we will get similar results; only the angles between individual colours colour shades would be slightly different.

4 Results and discussion

4.1 Monochromatic colour chords

Monochromatic colour chords are colour combinations where one colour is used in the combination with one or more of its shades. We could say that shades of one colour in the colour circle form monochromatic colour chords. We used this approach on every one of the twelve colours, each having eight shades, which differ in lightness and saturation or colour purity. This tells us how much black colour they include and what the distance from black-white axle is.

According to the first colour hue, the lightness was increasing; every next shade had a higher L^* value. The lightest colour was the citron yellow, with its $L^* = 65.13$, and the darkest purple-blue, with $L^* = 26.53$. These findings are in complete accordance with the colour theory.

When analysing colour saturation or purity of colour, we found that the purest colours are those without the component K in the CMKY model. The purity of the shades of grey is almost

ki. Tako bi lahko rekli, da barvni odtenki ene barve barvnega kroga med seboj tvorijo monokromatične barvne akorde. Tako smo obravnavali vseh dvanajst barvnih tonov, vsak barvni ton je imel še osem različnih odtenkov, ki so se med seboj razlikovali po svetlosti in kromi oziroma barvni čistosti, ki nam pove, koliko nepestre barve vsebuje odtenek in kolikšna je oddaljenost od črno-bele osi. Svetlost se je glede na prvi barvni ton povečevala, vsak naslednji odtenek je imel večjo vrednost L^* . Pokazalo se je, da je najsvetlejša barva citronsko rumena, ki ima $L^* 65,13$, in najtemnejša modrovijolična, ki ima $L^* 26,53$, kar se popolnoma ujema z barvno

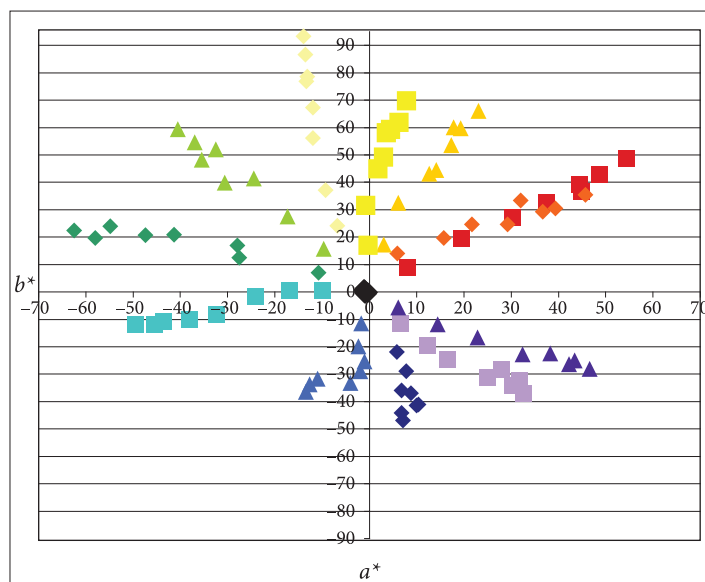


Figure 6: a^* and b^* values of all colours.

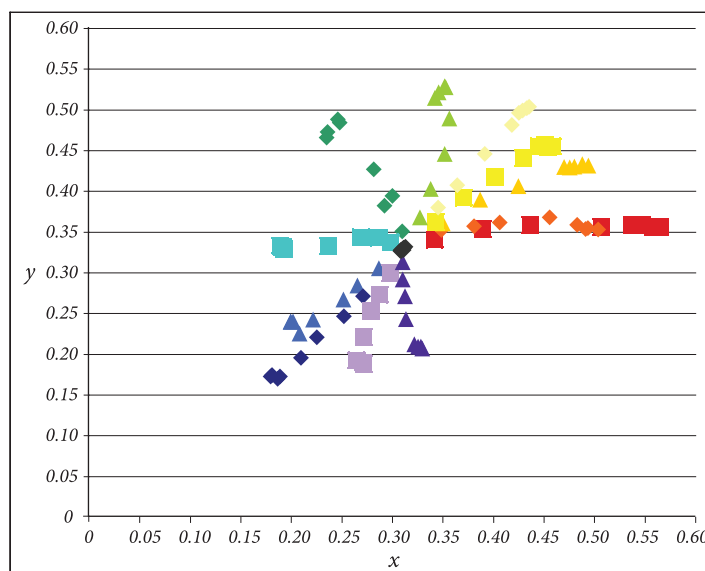


Figure 7: x and y values of all colours.

unchangeable and stays around 0. All twelve colours had almost a constant hue, as shown in the Figure 6 and Figure 7.

In the a^* , b^* (Figure 6) and the xy diagram (Figure 7), the colours progress in the same way as in the colour circle (or the colour created in the CMKY colour model). The angles between the contiguous colours are not the same as in Itten's colour circle. There is an especially big difference (70°) in the angle between red and purple, as red lies at an angle of 40° and purple at 330° .

The smallest difference in the angles is between red and orange-red. As it can be seen from the Figures 6 and 7, the angles are also small between other colours, which can be connected with the disadvantage that some colours are printed. So, it could also be claimed that some colours are inappropriately chosen in the basis of the colour atlas itself.

Itten's colour theory can be blamed for the big colour difference between adjacent colours. Colour theoreticians have found that, if Itten's instruction on how to make the colour circle from primary colours, yellow, red and blue, which are put on the corners of equilateral triangle, are used, colours cannot be pure, rather, the result is mixed colours. Itten's yellow is a bit reddish; his yellow is a mixture of the fundamental colours magenta-red and orange-red. His blue is a mixture of the fundamental colours purple-blue and cyan-blue. If Itten's instructions are followed, the mixing of primary colours should lead to the creation of pure orange, green and purple but, instead of the promised purple colour which is mixed is a dark, dirty purple looking like brown; mixed green is dirty and dark. Only orange can be mixed from reddish yellow and yellowish red.

It cannot be easily understood why he persisted at this incorrect presumption, especially because he himself did not use the "primary colours yellow, red and blue," which are suggested by him, at the printing of his own book. Also, he did not allow other colour shades to occur by mixing primary colours. Instead, he used six printing inks (yellow, red, blue, purple, green and orange), since it was impossible, even with the clearest printing inks, to achieve the results which were given in his instructions. [9, 10]

teorijo. Če pogledamo vrednost C^* (kroma) oziroma barvno čistost, se pokaže, da so najbolj čiste tiste barve, ki v CMYK-modelu nimajo primešane komponente K, črne barve oziroma krome. Sivim odtenkom se kroma oziroma barvna čistost ne spreminja in je okrog 0.

Vseh dvanajst barv je imelo ne glede na barvni odtenek skoraj konstanten barvni ton, saj enake barve ležijo na eni premici, kar se vidi tudi s slik 6 in 7.

V diagramu a^* , b^* (slika 6) in diagramu xy (slika 7) si barve sledijo ena za drugo enako kot v barvnem krogu oziroma na barvni lestvici, narejeni v CMYK-barvnem modelu. Koti med sosednjimi barvami niso enaki tako kot v Ittnovem barvnem krogu, kjer so barve med seboj oddaljene za 30° . Velika razlika je v kotu med rdečo in vijolično, kar 70° , saj leži rdeča barva pri h je 40° , vijolična pa pri h 330° . Minimalna razlika med koti je med rdečo in oranžnordečo barvo. S slik 6 in 7 je razvidno, da so koti majhni še med nekaterimi drugimi barvami, kar lahko tudi povežemo z nezmožnostjo tiskanja nekaterih barv, lahko pa bi rekli, da so barve v barvnem atlasu že v osnovi tudi izbrane neprimerno.

Za velike razlike med sosednjimi barvami v neki meri lahko krivimo tudi samo Ittnovo teorijo. Barvni teoretiki so ugotovili, da ob upoštevanju Ittnovih napotkov, kako izdelati barvni krog iz osnovnih barv rumene, rdeče, modre, ki so postavljene na oglišča enakostraničnega trikotnika, te izhodiščne barve nikakor ne morejo biti čiste, ampak so že mešanice. Ittnova rumena je nekoliko rdečkasta. Njegova rdeča je mešanica osnovnih barv magentardeče in oranžnordeče. Njegova modra je mešanica osnovnih barv vijoličnomodre in cianmodre. Po Ittnovih navodilih naj bi iz teh izhodiščnih barv nastale z mešanjem čista oranžna, čista zelena in čista vijolična barva. Če sledimo njegovim navodilom, dobimo namesto obljubljenе vijolične neko temno, umazano, vijolični podobno rjavo in tako zmešana zelena je umazana in temna. Le oranžno lahko neka-ko približno zmešamo iz rdečkastorumene in iz rumenkastordeče. Nerazumljivo je, zakaj je Itten vztrajal pri teh napačnih predpostavkah, še posebej zato, ker pri tisku svoje knjige ni uporabljal „osnovnih barv rumene, rdeče in modre“, ki jih je prej sam predlagal, in tudi ni dopustil, da bi nastale druge barvne nianse z mešanjem le-teh; namesto njih je uporabil šest pestrih tiskarskih barv: rumeno, rdečo, modro, vijolično, zeleno in oranžno. Celo z najčistejšimi tiskarskimi barvami namreč ni bilo mogoče doseči rezultatov, ki jih je napovedoval v svojih navodilih. [9, 10]

Izmerjene barvne vrednosti x in y ležijo v notranjosti xy -diagrama, saj CMYK-barvni model zavzema le približno tretjino vseh barv iz spektra bele barve. Na spektralni črti, ki ima obliko podkve, ležijo čiste spektralne barve, ki jih je na papirju nemogoče dobiti. Rdeča in rumena barva se približujeta spektralni črti, medtem ko je pri zeleni barvi primanjkljaj barv proti vrhu podkve zelo velik.

Na grafu a^* , b^* (slika 6) opazimo, da barve v prvem in drugem kvadrantu (rdeča, rumena, zelena) zavzemajo večje vrednosti kot v tretjem in četrtem kvadrantu koordinatnega sistema, kjer sta mo-

CMKY colour model covers only about a third of all white spectrum colours. The measured colour values lie in the inside of the xy diagram. On the spectral line there are pure spectral colours, which cannot be seen on paper; the red and the yellow are approaching the spectral line, and the green shows a great deficiency of colours towards the top of the horseshoe.

The graph a^* , b^* (Figure 6) shows that colours with higher values lie in the first and second quadrant (red, yellow, green) and not in the third and fourth quadrant of the system of coordinates (blue, yellow). The highest a^* value of the red is approximately 60 and the a^* value of the green, which is furthest away from the coordinate system origin, is around -65. The b^* values of yellow are up to 90, and the b^* values of the blue are only up to -45. The biggest differences are on the b^* axis.

4.2 Harmonic two – colours colour chords

According to Itten's theory, the complementary colours in the colour circle lie opposite to each other (Figure 2). If we put complementary colours in the a^* , b^* diagram, we see that they lie in opposite quadrants of the graph (Figures 8, 10 and 12). In the colour harmony of red and green, red is in the first and green is in the second quadrant (Figure 8); orange is in the first and blue is in the third quadrant (Figure 10); yellow is in the second and purple is in the fourth quadrant (Figure 12). The reason for this originates from geometry and the setting up of the colours on the a^* and b^* axle, where a^* is the red-green axle and b^* is the yellow-blue axle. The completely pure colours are located on the a^* and b^* axes. These colours are very difficult to achieve with printing because smaller or larger mistakes can occur. The colours dealt with were not so carefully chosen.

The distance is the largest between the purest colours; the lower the purity, the closer they are. That means that the a^* and b^* values are decreasing.

When studying colour harmony, the most important factor is colour hue, not the lightness or chroma of colours. Regardless of the lightness or chroma, the chosen colours share the same hue. If we compare colour shades, we see that colours are not exactly opposite to each other, and their

dra in vijolična barva. Največja a^* -vrednost rdeče barve je približno 60° in b^* -vrednost okrog 50°, od koordinatnega izhodišča najbolj oddaljena zelena barva ima a^* okrog -65° in b^* -vrednost okrog 20°. Rumena barva zavzema b^* -vrednosti do 90° in a^* -vrednost okrog -15°, medtem ko modra barva dosega b^* -vrednosti le do -45° in a^* -vrednost okrog 15°. Kot je opazno, so velike razlike predvsem na b^* -osi.

4.2 Dvozožni barvni akordi – diade

Po Ittnovi teoriji si komplementarne barve v barvnem krogu stojijo nasproti (slika 2). Če izbrane komplementarne barve postavimo v a^* , b^* -diagram (slike 8, 10, 12), opazimo, da barve stojijo v nasprotnih kvadrantih grafa. V barvnem akordu rdeče in zelene barve (slika 8) leži rdeča barva v prvem kvadrantu, zelena v drugem. V barvnem akordu oranžne in modre barve (slika 10) leži oranžna barva v prvem kvadrantu in modra v tretjem kvadrantu. Pri komplementarnem paru rumena in vijolična (slika 12) leži rumena barva v drugem kvadrantu, vijolična pa v četrtem, kar izvira iz geometrije in postavitve barv na oseh a^* in b^* , saj je a^* rdeče-zelena os in b^* rumeno-modra os. Na oseh a^* in b^* so bile popolnoma čiste barve. Vendar pa je te barve s tiskanjem težko doseči, saj prihaja do manjših in večjih napak. Barve, ki smo jih obravnavali, niso bile tako natančno izbrane.

Čisti barvi sta med seboj najbolj oddaljeni, z zmanjševanjem čistosti se barvi približujeta, kar pomeni, da se vrednosti a^* in b^* zmanjšujeta.

Za ugotavljanje razmerij in postavitve barv v barvnem prostoru je pomemben barvni ton, ne svetlost ali kroma barv, saj imajo izbrane barve ne glede na svetlost ali čistost barve enak barvni ton.

Če primerjamo barvne tone, ugotovimo, da si barve ne ležijo popolnoma nasproti, njihov kot ni 180°, kar lahko vidimo na sliki 14. Med rdečo in zeleno barvo je kot 110°, med oranžno in modro kot 185° ter med rumeno in vijolično kot 155°. Za take razlike med komplementarnimi barvami lahko krivimo tudi geometrijsko nenakost CIE L*a*b*- oziroma L*C*h-sistema v primerjavi z barvnim krogom oziroma barvno kroglo. Del krivde lahko pripišemo tudi Ittnovi teoriji in njegovim mešanicam barv, kot je opisano že zgoraj, ter tudi naši izbiri barv, ki so prikazane v barvnem atlasu, in natančnosti reprodukcije barv.

Če komplementarne barve postavimo v xy-diagram (slike 9, 11, 13), ugotovimo, da si barve ležijo nasproti. Tudi v xy-diagramu sta najčistejši barvi med seboj najbolj oddaljeni in najbližje spektralni črti, nečiste barve se med seboj približujejo in se pomikajo proti nepestri točki, točki 0.

To nam pokaže, da si komplementarne barve ležijo nasproti ne glede na to, v kakšnem barvnem prostoru oziroma sistemu jih opazujemo. Komplementarne barve so si nasprotne v barvnem krogu, kot trdi Itten, v diagramu CIE L*a*b* ležijo v nasprotnih ali sosevnih kvadrantih – glede na to, katero dvojico barv izberemo. Tudi v xy-diagramu si komplementarne barve ležijo nasproti.

angles are not 180°. The angle between red and green is 110°, that between orange and blue is 185°, and that between yellow and purple is 155°. The reason for such differences among the complementary colours could also lie in the geometric inequality of the CIE L*a*b* or L*C*h* system in comparison to the colour circle or colour sphere, as shown in Figure 14.

For these results, we can equally blame Itten's colour theory and his colour mixture (as it is

V našem primeru bi sicer lahko rekli, da je rumena barva, ki smo jo uporabili v barvnih akordih, rahlo rumenozelena, rdeča je rdečeoranžna, zelena je sicer skoraj zelena, vendar ima še malo prime-si rumenkaste, uporabljena modra barva je rahlo modroz zelena in vijolična je modrovijolična. Vse to lahko razberemo s slik 14 in 15. Iz navedenega si lahko tudi razložimo, zakaj so koti tako med dvo-kot tudi trizložnimi barvnimi akordi tako različni. Predpostavimo lahko, da bi lahko dosegli precej lepše rezultate, če bi izbrali bolj čiste barve, vendar smo se držali barv, natisnjenih v atlasu.

Popolnih harmonij – takih, kot jih opisuje Itten – v nobenem pri-

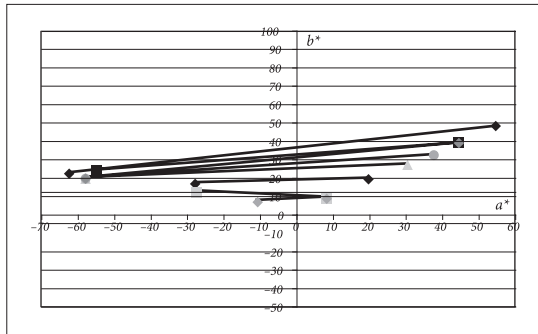


Figure 8: Red-green colour chord in a^* , b^* diagram.

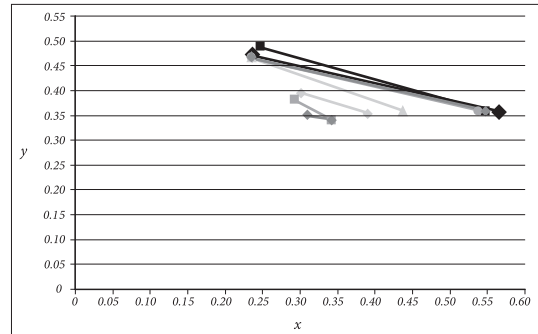


Figure 9: Red-green colour chord in xy diagram.

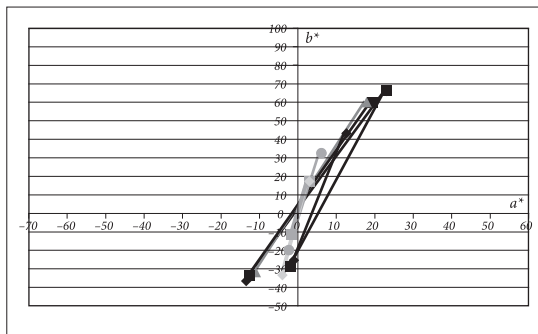


Figure 10: Orange-blue colour chord in a^* , b^* diagram.

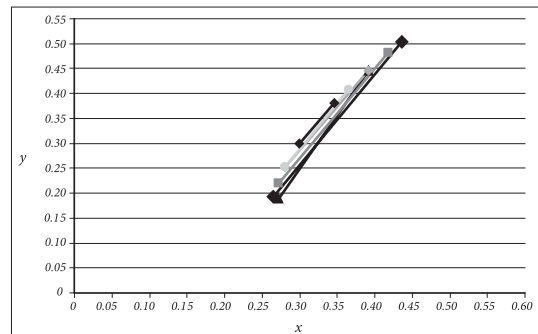


Figure 11: Orange-blue colour chord in xy diagram.

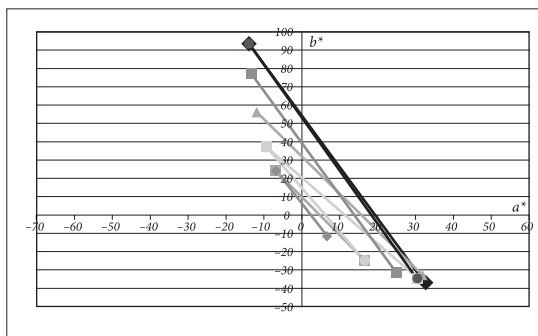


Figure 12: Yellow-purple colour chord in a^* , b^* diagram.

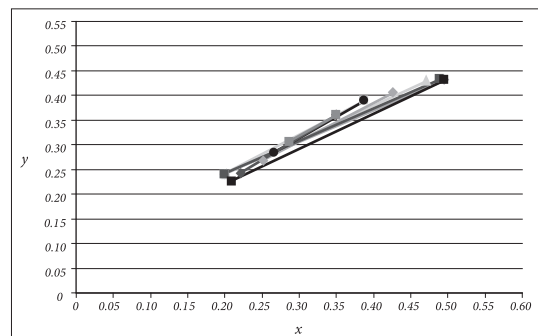


Figure 13: Yellow-purple colour chord in xy diagram.

described above), our choice of colour (which is shown in the colour atlas), and also the accuracy of the reproduction of colour.

If we put the complementary colours in the xy diagram (Figures 9, 11 and 13), we see that the colours are opposite to each other according to the colours in the xy diagram. The largest distance is between pure colours, and they are the closest to the spectral line; the lower the purity, the closer they are.

This shows that complementary colours are opposite to each other, no matter which colour space they are observed in. Complementary colours lie opposite to each other in the colour circle, as Itten claimed; in the CIE L*a*b* colour diagram, colours lie in opposite or adjacent quadrants, depending on which colour pair we chose; complementary colours in the xy diagram also lie opposite to each other.

In our case, it could be said that the yellow colour that is used in colour chords is a slightly yellow-green, red is red-orange, green is almost pure green with a bit of yellow, the blue is slightly blue-green, and purple is blue-purple. All this can be seen from Figures 14 and 15.

Given what has been mentioned so far everything, it can be understood why the angles between two and three colour chords are so different. It can be presumed that, if more pure colours could be chosen, much better results could be achieved. But, we have used the printing colour from the colour atlas.

Perfect colour harmonies, as described by Itten, are impossible to achieve, because, in practice, his theory does not have any real support and, as we already mentioned for the printing of his book, Itten used six printing inks: yellow, red, blue, purple, green and orange. [9]

4.3 Harmonic three – colours colour chord

According to Itten's theory, the triads form equilateral triangles, which can be arbitrarily rotated (Figure 3). The strongest triad is the combination of primary red, yellow and blue, followed by secondary orange, green and purple, and tertiary red-orange, green-yellow and blue-purple colours. As shown in Figures 17, 19 and 21, colours form triangles in the CIE L*a*b* colour space, but they are not equilateral. As with the harmonic two-colour chords, every colour in the

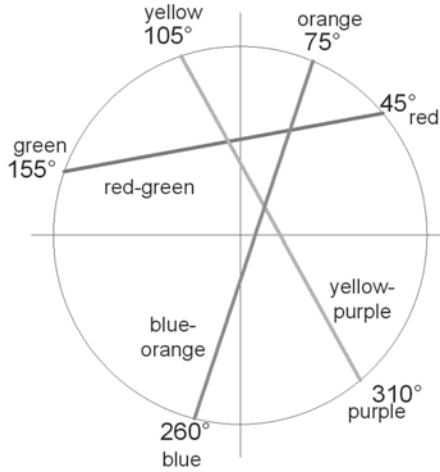


Figure 14: Harmonic two-colour chords.

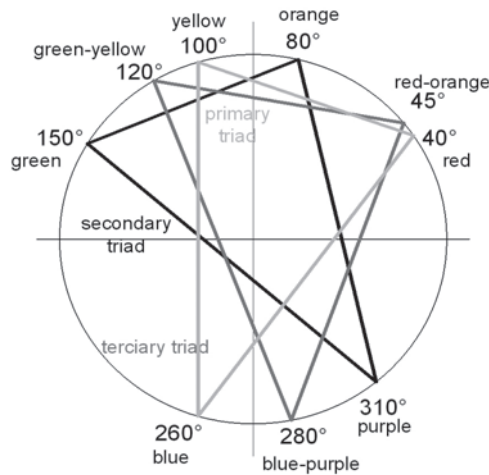


Figure 15: Harmonic three-colour chords.

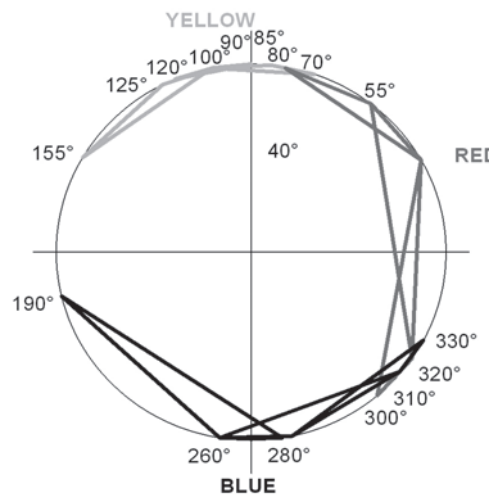


Figure 16: Harmonic analogue colour chords.

*a**, *b** diagram lies in its own quadrant. Another similarity with harmonic two-colour chords is with pure colours; the purest colours are the furthest away from each other, as less pure colours are closer to each other. The lower the purity and lightness, the closer they are to the coordinate system origin and to each other. The *a** and *b** values decrease with purity. This holds for all three three-colour chords in Figures 17, 19 and 21.

Even though the CIE L*a*b* system is defined as a system with equal spatial distances, the geometric distances are not perceived as such. The triangles are not equilateral because the visual perception of colours in the CIE L*a*b* system is not the same. The situation is similar in the xy diagram (Figures 20, 21 and 22), where the colours are arranged with additive mixings of colours and the distances between colours in the two-dimensional diagram are visually not the same.

Partly-incorrectly-chosen colours and colours chosen by Itten can be blamed for this results. If colours would be chosen a little differently, different angles between colours could appear, but the difference wouldn't be essential. Under no condition in CIE-colour space could equilateral triangles be achieved.

Similar to the CIE-colour space, the three-colour chord also form triangles in the xy diagram, but the triangles are not equilateral. As can be noticed, the pure primary, secondary, and tertiary colours make the biggest triangle, while all other combination are inside of this triangle, as can be seen on Figures 18, 20 and 22.

In the CIE L*a*b* system and the xy colour diagram, it can be observed that primary colour triangles become smaller from pure colour to less pure. For tertiary colours, the size of triangles stays the same, which means that the purity of the colour does not reduce. Tertiary colours are already mixtures and are not as pure as the primary colours yellow, red and blue.

Individual colours have almost the same colour shades (*h*) as two-colour chords. If we compare colour shades, we see that red and yellow form an angle of 60°, yellow and blue form an angle of 160°, and blue and red form an angle of 140°. Secondary orange and green form an angle of 70°, green and purple form an angle

meru ne bi dobili, saj njegova teorija v praksi nima prave podpore in je Itten pri tisku svoje knjige uporabil šest tiskarskih barv: rumeno, rdečo, modro, vijolično, zeleno in oranžno. [9]

4.3 Trizložni barvni akordi – triade

Po Ittnovi teoriji naj bi harmonični trizložni akordi ali triade v barvnem krogu tvorili enakostranične trikotnike, ki jih lahko poljubno rotiramo (slika 3). Najmočnejša triada je kombinacija primarnih barv rumene, rdeče in modre, sledijo triade sekundarnih oranžne, zelene in vijolične ter terciarnih rdečeoranžne, zelenorumene in modrovijolične.

Kot je razvidno iz grafov na slikah 17, 19, 21, tudi v CIE L*a*b*-barvnem prostoru te barve tvorijo trikotnike, vendar to niso enakostranični trikotniki, kot trdi Itten v svoji teoriji. Ravno tako kot pri dvožložnih barvnih akordih tudi pri trizložnih vsaka barva v *a**, *b**-diagramu leži v svojem kvadrantu. Kažejo se podobnosti z dvožložnimi akordi, saj so čiste barve najbolj oddaljene ena od druge, medtem ko se z zmanjševanjem čistosti in svetlosti barve približujejo koordinatnemu izhodišču in s tem ena drugi. Vrednosti *a** in *b** se z zmanjševanjem čistosti zmanjšujeta. To velja za vse tri trizložne akorde na slikah 17, 19 in 21.

CIE L*a*b*-sistem je sicer definiran kot sistem z enakimi prostorskimi razmiki, vendar geometrijski razmiki ne dajejo enakih zaznavnih razmikov. Zato izdelani trikotniki niso enakostranični, ker vizualne zaznave med barvami v CIE L*a*b*-sistemu niso enake. Podobno velja tudi v xy-diagramu, kjer so barve razporejene s pomočjo aditivnega mešanja barvnih svetlob in razmiki barv v dvodimenzionalnem diagramu niso vizualno enaki. Delno lahko krivimo tudi nepravilno izbrane barve in barve, ki jih je izbral Itten. Z malo drugačnimi barvami bi dobili za odtenek drugačne kote med barvami, vendar razlika ne bi bila bistvena. Pod nobenim pogojem v CIE-barvnem prostoru ne moremo dobiti enakostraničnih trikotnikov. Tudi v xy-diagramu trizložni akordi tvorijo trikotnike, vendar ne enakostraničnih. Opazno je tudi, da čiste primarne, sekundarne in terciarne barve zavzemajo največje trikotnike, vse druge barvne kombinacije so znotraj tega trikotnika, kar lahko vidimo na slikah 18, 20 in 22.

V CIE L*a*b*-sistemu in xy-barvnem diagramu lahko opazimo, da se pri primarnih barvah trikotniki najbolj manjšajo od čiste barve proti manj čisti, pri terciarnih barvah se velikost trikotnikov ne zmanjšuje, kar pomeni, da se čistost barv ne zmanjšuje, saj so te barve mešanice in tako že v osnovi niso tako čiste kot primarne barve rumena, rdeča in modra.

Posamezne barve imajo enake barvne tone *h*, enako kot je predstavljeno pri harmoničnih dvožložnih barvnih akordih. Če primerjamo barvne tone, ugotovimo, da rdeča in rumena med seboj tvorita kot 60°, rumena in modra 160° ter modra in rdeča 140°. V sekundarnih barvnih sestavih tvorita oranžna in zelena barva med seboj kot 70°, med zeleno in vijolično barvo je kot 160° in med vijolično in oranžno 130°. Pri terciarnih barvah so koti med posameznimi

of 160°, and purple and orange form an angle of 130°. Tertiary red-orange and green-yellow form an angle of 80°, green-yellow and blue-purple form an angle of 160°, and blue-purple and red-orange form an angle of 120°, as can be seen in Figure 15.

4.4 Harmonic analogue colour chords

Analogue colour harmonies consist of three consecutive colour shades in the colour circle; we could also call them colour chords of relat-

barvami naslednji: med rdečeoranžno in zelenorumeno je kot 80°, med zelenorumeno in modrovijolično kot 160° ter med modrovijolično in rdečeoranžno kot 120°, kar lahko vidimo na sliki 15.

4.4 Harmonični analogni barvni akordi

Harmonične analogne barvne akorde sestavljajo trije v barvnem krogu zaporedni barvni odtenki, lahko bi rekli, da so barvni akordi sorodnih barv. Analogni barvni akordi rdeče barve so: rdeča, rdečevijolična in vijolična; svetlordeča, rdeča in rdečevijolična; oranžna, svetlordeča in rdeča. Barvni akordi rumene barve so: rumena, rumenooranžna in oranžna; rumenozelena, rumena in rumeno-

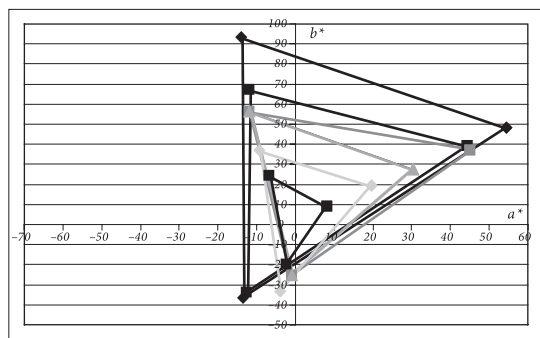


Figure 17: Primary colours in a^* , b^* diagram.

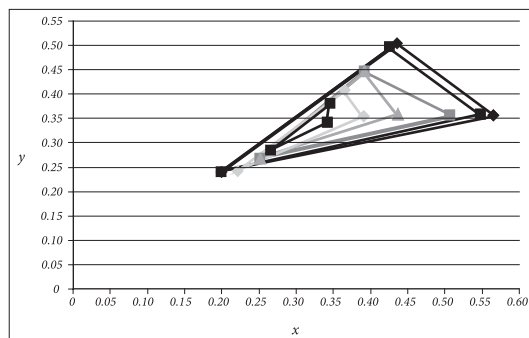


Figure 18: Primary colours in xy diagram.

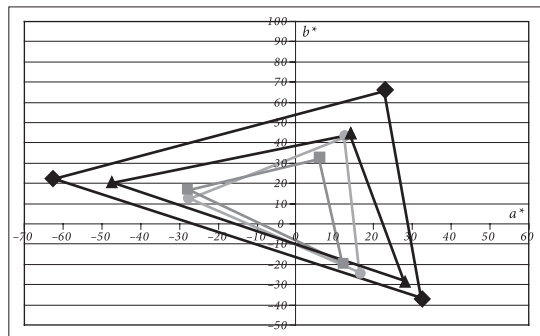


Figure 19: Secondary colours in a^* , b^* diagram.

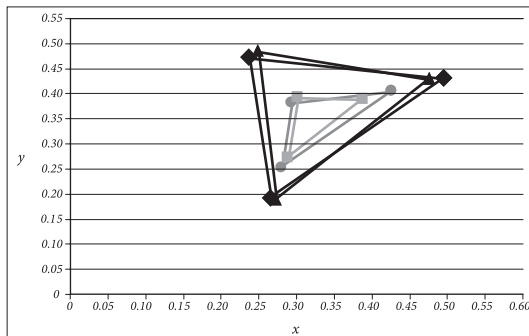


Figure 20: Secondary colours in xy diagram.

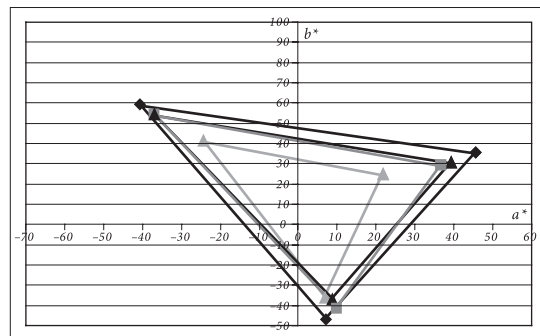


Figure 21: Tertiary colours in a^* , b^* diagram.

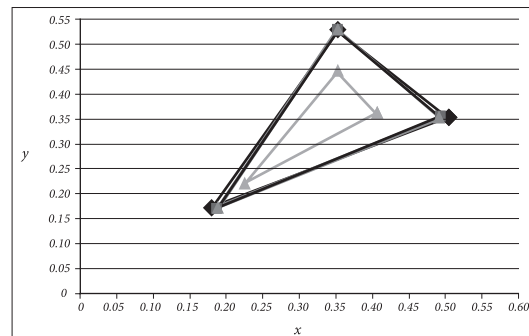


Figure 22: Tertiary colours in xy diagram.

ed colours. The analogue colour chords of red are: red, red-purple and purple; light red, red and red-purple; and orange, light red and red. The analogue colour chords of yellow are: yellow, yellow-orange and orange; yellow-green, yellow and yellow-orange; and green, yellow-green and yellow. The analogue colour chords of blue are: blue, light blue and blue-green; purple, blue and light blue; and red-purple, purple and blue.

Analogue colour chords also form triangles, but the triangles are smaller and positioned on the circumference of the colour circle, as shown on Figure 16.

The figure shows the organization of individual colour chords, their angles, and the intervals between them. As with all colour chords, only the colour shades (h) were analysed.

When comparing form analogue colour chords of yellow, we found that yellow and yellow-orange, as well as yellow-orange and orange, form an angle of 15°. The angle between yellow-green and yellow is 20°, the angle between green and yellow-green is 30°, and the angle between yellow-green and yellow is 25°.

The angles between form analogue colour chords of red are very wide. The reason is the same as with other analyses of colour shades (h) – the colours are widely spread around the colour circle. The defectiveness of Itten's colour theory is also shown in terms of the connection between red and purple. The angle between orange and light red is 25°, that between light red and red is 15°, that between red and red-purple is 80°, and that between red-purple and purple is 20°.

When analysing the angles between the analogue colour chords of blue, we have also seen that the angle between green-blue and light blue is quite wide (70°). The angle between blue and light blue is 20°, and that between purple and blue is 30°.

As shown on Figures 23, 24 and 25 we see that the triangles spread towards the inside of the xy diagram. That means that harmonies consist of colours of different lightness. All colours that form analogue harmonies are relatively close to the spectral line, while other colours spread in all directions.

oranžna; zelena, rumenozelena, rumena. Akordi modre barve so: modra, svetlomodra in modroz zelena; vijolična, modra in svetlo-modra; rdečevijolična, vijolična in modra.

Harmonični analogni barvni akordi med seboj prav tako tvorijo trikotnike, le da so ti manjši in razporejeni po obodu barvnega kroga, kar je razvidno iz slike 16. Prikazana je razporeditev posameznih barvnih akordov, vidi se, kakšne kote tvorijo med seboj in koliko so med seboj oddaljeni. Za primerjavo smo upoštevali le barvne tone h kot pri vseh prejšnjih barvnih akordih.

Pri primerjavi harmoničnih analognih barvnih akordov rumene barve smo ugotovili, da je kot med rumeno in rumenooranžno

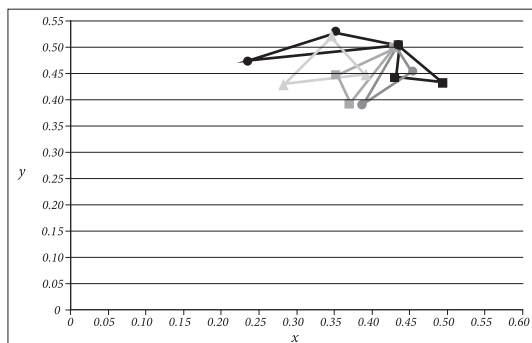


Figure 23: Yellow analogue colour chords.

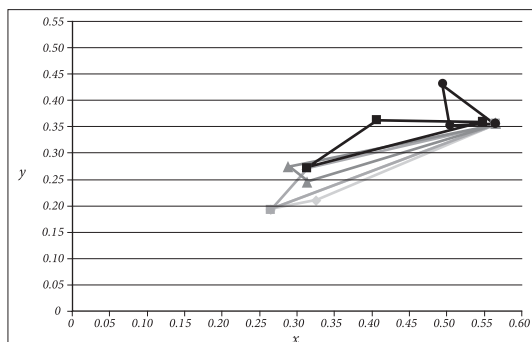


Figure 24: Red analogue colour chords.

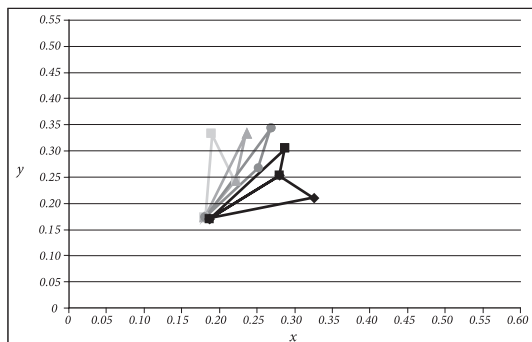


Figure 25: Blue analogue colour chords.

5 Conclusion

*J. Itten developed the theory of colour contrasts and harmonies, which is used in art. It is based on the visual perception of colours, which form a twelve-part colour circle. The aim of this research was to find out whether Itten's findings can be transferred into the CIE L*a*b* and CIE xy colour system, and how the colours in these two systems are positioned.*

*According to Itten, yellow is the lightest and purple is the darkest colour. If we transfer the colours into the CIE L*a*b* colour space, we see that that is true – yellow has the highest and purple the lowest L*. The darkest colour is, of course, the black colour, which is not a part of the colour circle.*

If we look at the xy diagram of measured colours, we see that the colours do not spread over the whole diagram. Because the CMKY colour model covers only about a third of the white spectrum colours of the xy diagram, the colours are more or less on the inside. The green shows a great deficiency of colours towards the top of the horseshoe.

In both xy and a, b* diagrams, the colours progress in the same way as in the colour gamut. That shows that Itten's theory of the colour circle and monochromatic colour chords is correct, even if transferred into the CIE-colour space. The difference is only in the angles between adjoining colours.*

The complementary colour chords in the CIE-colour space lie in opposite quadrants, but the angle is not the same as in the colour circle (180°), where the complementary colours are diametrical. The colours in the xy diagram are also opposite to each other.

If we transfer the harmonic triads into the CIE-colour space, we get triangles of primary, secondary and tertiary colours, which are not equilateral as in the colour circle.

Both a, b* and xy diagram show that harmonies of pure colours form the biggest triangles. Inside them we find harmonies of less pure and saturated colours. In Itten's theory, the distances between colours are the same and result in equilateral triangles. In the CIE-colour space, the distances between colours are not visually the same and result in irregular triangles. The*

barvo ter med rumenooranžno in oranžno barvo 15°. Barvni kot med rumenozeleno in rumeno je 20°, med rumeno in rumenoooranžno barvo 15°. Barvni kot med zeleno in rumenozeleno je 30°, med rumenozeleno in rumeno pa 25°.

V akordih rdeče barve so barvni koti med posameznimi barvami zelo veliki, kar lahko pripisujemo neenakomerni razvrščenosti barv po barvnem krogu, to pa se je pokazalo že pri primerjavi barvnih tonov (h) vseh izmerjenih barv. Tukaj se pokaže pomanjkljivost Ittnove teorije glede povezave med rdečo in vijolično barvo.

Tako je barvni kot med oranžno in svetlordečo 25°, med svetlordečo in rdečo 15°, kot med rdečo in rdečevijolično je 80°, kot med rdečevijolično in vijolično pa 20°.

Pri primerjavi barvnih akordov modre barve prihaja do dokaj velikih kotov med zelenomodro in svetlomodro barvo, kjer je barvni kot 70°, kot med modro in svetlomodro je 20°. Kot med vijolično in modro barvo je 30°.

Iz xy-barvnih diagramov (slike 23, 24, 25) lahko ugotovimo, da se trikotniki širijo proti notranjosti xy-diagrama, kar pomeni, da harmonije med seboj tvorijo barve različnih svetlosti. Vse barve, iz katerih izpeljemo analogne harmonije, so sorazmerno blizu spektralne črte, medtem ko so druge barve razporejene v vse smeri.

5 Zaključki

V umetnosti se uporablja teorija barvnih kontrastov in harmonij, ki jo je postavil švicarski umetnik J. Itten. Temelji na vizualni zaznavi barv, ki so enakomerno razporejene v dvanajstdelni barvni krog. Z raziskovalnim delom smo hoteli ugotoviti, če barvne zakonitosti, ki jih je postavil Itten, lahko prenesemo v barvna sistema CIE L*a*b* in CIE xy in kako so barve v teh dveh sistemih razporejene.

Itten trdi, da je najsvetlejša barva rumena in najtemnejša vijolična, kar lahko potrdimo, tudi če barve prenesemo v CIE L*a*b*-barvni prostor, saj ima rumena barva največji L* (svetlost) v primerjavi z drugimi barvami in modrovijolična barva najmanjšega. Seveda je najtemnejša nepestra črna barva, ki ni vključena v barvni krog.

Če pogledamo xy-diagram izmerjenih barv, ugotovimo, da barve, ki smo jih uporabili, ne zavzemajo celotnega diagrama. Barve so v notranjosti xy-diagrama, saj CMYK-barvni model obsega le približno tretjino barv iz spektra bele barve, ki predstavlja xy-diagram. Velik primanjkljaj barv je viden v zgornjem delu podkve, kjer so zeleni barvni toni.

Barve si tako v xy- kot tudi v a*, b*-diagramu sledijo v enakem vrstnem redu kot barve v barvni lestvici, kar pomeni, da Ittnova teorija barvnega kroga in teorija o monokromatičnih barvnih akordih držita tudi v CIE-barvnem prostoru, razlika je le v različnih kotih med posameznimi barvami.

Komplementarni barvni akordi v CIE-barvnem prostoru ležijo v nasprotnih ali sosednjih kvadrantih, vendar kot med njimi ni 180°

chosen colours can be partly blamed for this occurrence. With the choice of only slightly different colour shades, different angles between colours could be achieved. It is impossible, though, to get equilateral triangles in CIE-colour space.

Analogue colour chords consist of three consecutive colour shades in the colour circle. They also form triangles, but they are smaller and positioned on the circumference of the colour circle. The positioning of colour harmonies in the xy diagram shows that the basic colours are closer to the spectral line, while the triangles spread towards the inside of the colour space.

Contiguous colours do not form the same angles. In some cases (for instance between red and red-purple), the angles are very wide. The positioning of colours depends on the basic positioning of colours in the colour circle.

In the analysis of all colour harmonies, the most important factor is hue. Regardless of lightness or chroma, the chosen colours share the same hue.

tako kot v barvnem krogu, kjer komplementarne barve ležijo diametralno. Podobno je v xy-diagramu, kjer si barve ravno tako ležijo nasproti.

Če harmonične trizložne barvne akorde prenesemo v CIE-barvni prostor, dobimo trikotnike, ki niso enakostranični, tako kot so v barvnem krogu.

Tako v a*, b*-diagramu kot tudi v xy-diagramu je opazno, da harmonije čistih barv tvorijo največje trikotnike, harmonije manj čistih in manj nasičenih barv pa ležijo znotraj večjih trikotnikov. V Ittnovi teoriji je trikotnik enakostraničen, ker so razmiki med barvami enaki. V CIE-barvnem prostoru razmiki med barvami niso vizualno enako razporejeni in zato prihaja tudi do nepravilnih trikotnikov. Del krivde lahko pripišemo tudi izbranim barvam, saj bi z izbiro malce drugačnih barvnih odtenkov dobili drugačne kote med barvami, vendar je enakostranične trikotnike v CIE-barvnem prostoru nemogoče dobiti.

Analogne harmonije sestavljajo trije v barvnem krogu zaporedni barvni odtenki, ki po obodu barvnega kroga prav tako tvorijo trikotnike, le da so ti manjši. Razporeditev barvnih harmonij v xy-diagramu pokaže, da so osnovne barve, iz katerih harmonije izhajajo, postavljene bolj proti spektralni črti, trikotniki pa segajo proti notranjosti barvnega prostora.

Sosednje barve med seboj ne tvorijo enakih barvnih kotov. Med posameznimi barvami, na primer med rdečo in rdečevijolično, so razlike v barvnem kotu zelo velike. Razporeditev barv je odvisna od osnovne razporeditve barv po barvnem krogu.

Za ugotavljanje vseh barvnih harmonij je najpomembnejši barvni ton, ne svetlost ali kroma barv, saj imajo izbrane barve v harmonijah ne glede na različno svetlost ali čistost enak barvni ton.

6 Literatura

1. LUCAS, J.: *Colour measurement – fundamentals – vol. 1*. EU-ROTEX Head Office. Universidade do Minho, 1996
2. JELER, S.: Barvni sistemi. V: *Interdisciplinarnost barve, Del 1. V znanosti*. Uredila S. Jeler, M. Kumar. Maribor: DKS, 2001. 163–196
3. GOLOB, V., GOLOB, D.: Teorija barvne metrike. V: *Interdisciplinarnost barve, Del 1. V znanosti*. Uredila S. Jeler, M. Kumar. Maribor: DKS, 2001, 199–230
4. McDONALD, R.: *Colour physics for industry*. 2nd ed. Bradford: Society of Dyers and Colourists, 1997
5. ITTEN, J.: *The elements of color. A treatise on color system of Johannes Itten based on his book The art of color*: John Wiley, New York, 1970
6. ŠUŠTARŠIČ, N., BUTINA, M., ZORNIK, K., DE GLERIA B., SKUBIN, I.: *Likovna teorija, učbenik za umetniške gimnazije likovne smeri od 1. do 4. letnika*. Zbrala in uredila: N. Šuštaršič. Ljubljana: Debora, 2004, 148–179

7. WHELAN, B. M.: *Barvna harmonija 2 (Color harmony 2), priročnik za ustvarjanje kreativnih kombinacij*. Ljubljana: SOFTproject, d. o. o., 1995
8. FORTNER, B., MEYER T. E.: *Number by colors. A guide to using color to understand technical data*. Springer-Verlag New York: TELOS, The electronic library of science, 1997
9. SKRBINEK, A.: *Razvoj nauka o barvah*. Dostopno na svetovnem spletu: http://design.fs.uni-mb.si/objave/skrbinek/col02_zgod_razvoj_skrbinek.htm [8. 8. 2007]
10. KÜPPERS, H.: *Das Grundgesetz der Farbenlehre*. DuMont Buchverlage, Köln 1978, 9. überarbeite und aktualisierte Auflage 2000.

Prostovoljno članstvo panožnega združenja se krepi

V juniju 2006 sprejet Zakon o gospodarskih zbornicah je v zbornični sistem prinesel veliko spremembo – prostovoljno vključevanje podjetij v zbornice. V petmesečnem prehodnem obdobju je GZS kot pravna naslednica sprejela nov Statut in delovanje uskladila z določili novega Zakona o prostovoljnem članstvu. Podjetja so se v tem času odločila ali bodo tudi po novem zakonu o prostovoljnem članstvu ostala člani GZS, panožnih združenj, območnih zbornic ali kakih drugih interesnih združenj. Na novo organizirana GZS je znižala članski prispevek in pripravila ponudbo novih storitev za včlanjena podjetja, napovedala večji vpliv podjetij pri odločanju v GZS in vpliv na pogoje poslovanja ter obljubila neposredno pomoč podjetjem ter zastopanje interesov podjetij; podjetjem bo omogočala tudi povezave z razvojnimi idejami in projekti. Za svoj cilj si je GZS postavila postati najvplivnejša gospodarska zbornica v Sloveniji, ki edina podjetjem omogoča povezovanje na nacionalni, panožni in regionalni ravni ter skupaj s člani ustvarja boljše pogoje za poslovanje podjetij in s tem večjo gospodarsko rast in konkurenčnost.

V skladu z novim zakonom in statutom GZS se je organiziralo tudi obstoječe združenje za tekstilno, oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo v okviru nove GZS. Kljub možnostim, ki jih daje novi zakon, da bi se lahko ustanovljale tudi druge gospodarske zbornice, panožna in interesna združenja, se ni ustanovilo nobeno drugo tovrstno združenje ali zbornica, ki bi pokrivala interese tekstilne, oblačilne in usnjarske predelovalne industrije.

Tako je v združenje za tekstilno, oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo pod okriljem GZS zdaj včlanjenih še vedno okrog 70 % podjetij glede na stanje, ko je veljalo obvezno članstvo v GZS. Včlanjena podjetja so tako glede na število vseh družb kot tudi po številu zaposlenih, ki jih imajo, ohranila svojo reprezentativnost, sta med drugim povedala Jožica Weissbacher in Jože Smole iz panožnega združenja. Izstopi članov so se ustavili, po izstopu so se že vrnila nekatera mala, srednja in tudi večja podjetja, kar krepi združenje, saj bo lahko le tako

učinkovito odigralo ključno vlogo pri zastopanju interesov svojih članic v socialno-ekonomskem dialogu in sprejemanju gospodarske zakonodaje.

V letošnjem maju so bile volitve v upravni odbor panožnega združenja: izvoljen je bil 11-članski upravni odbor združenja, ki je na prvi konstitutivni seji izvolil novega predsednika in dva podpredsednika ter imenoval novega (starega) direktorja združenja.

V Upravni odbor so bili izvoljeni:

Matjaž Lenassi, Alpina, d.d., Žiri
 Milan Mörec, Mura, d.d., Murska Sobota
 Matjaž Božič, IBI, d.d., Kranj
 Miha Ješe, Gorenjska predilnica, d.d., Škofja Loka
 Martin Kopač, UCS, d.o.o., Vrhnika
 Jože Kozmus, Prevent Global, d.d. Slovenj Gradec
 Mateja Sever, Velana, d.d., Ljubljana
 Anton Tomc, Komet Metlika, d.d.
 Janko Velkavrh, Tosama, d.d., Domžale
 Verica Žlabravec, Predilnica Litija, d.o.o.
 Jože Smole, direktor Združenja za tekstilno, oblačilno in usnjarsko predelovalno industrijo (ZTOUPI)

Za *predsednika upravnega odbora* ZTOUPI v mandatnem obdobju 2007–2011 je bil izvoljen Matjaž Lenassi.

Za *podpredsednika* UO ZTOUPI v mandatnem obdobju 2007–2011 sta bila izvoljena Milan Mörec in Matjaž Božič.

Za *direktorja* ZTOUPI za mandatno obdobje 2007–2011 je bil izvoljen Jože Smole.

Samostojna svetovalka združenja je Jožica Weissbacher.

Upravni odbor je sprejel Poslovnik o delovanju združenja ter program oz. prednostne naloge združenja.

Združenje ostaja član dveh mednarodnih asociacij, to sta Euratex – Evropsko združenje tekstilne in oblačilne industrije in CEC – Evropsko združenje proizvajalcev obutve. Z letom 2008 pa postaja član CEEDEC (*European Confederation of the Shoe Retailers Associations*, Evropska konfederacija maloprodajnih združenj za obutev).

Med prednostnimi nalogami združenja, ki so jih sprejele članice na svoji seji, so:

- Sodelovanje s podjetji in koordinacija v pogajalskem procesu pri pripravi kolektivne pogodbe in seveda posredovanje stališč za aktivno delovanje GZS v tripartitnem socialnem dialogu. (op.: Direktor združenja Jože Smole je že nekaj let v vlogi predstavnika GZS oz. socialnega partnerja na

strani delodajalcev zadolžen za pogajanja v socialnem dialogu in torej za pripravo socialnega sporazuma; glede na to, da so v oblačilni industriji največji problemi v zvezi s stroški dela in je glede na razmere potrebno tenkočutno odločanje, je gotovo zelo pomembno dejstvo, da ima panoga v pogajalski skupini nekoga, ki dobro pozna okoliščine v tej industriji.) Prav v tem času so aktualne aktivnosti združenja pri pripravi panožne kolektivne pogodbe.

- Spremljanje in informiranje o slovenski in evropski zakonodaji.
- Na področju izobraževanja in usposabljanja za poklice v tej panogi je v ospredju sodelovanje združenja s Centrom za poklicno izobraževanje in izobraževalnimi institucijami: o prenovi izobraževalnih programov in programih za prekvalifikacijo. Mreža srednjih tekstilnih šol je razpadla, zato je potreben večji vpis v višje strokovne izobraževalne programe, ki bi morali biti prilagojeni potrebam gospodarstva.
- Informiranje članic združenja o tujih trgih, potencialnih poslovnih partnerjih, carinskih podatkih, ekonomski politiki.
- Informiranje članic o slovenskih in EU raziskovalnih projektih ter povezovanje članov pri skupnih projektih.
- Združenje pa bo pomagalo tudi pri projektih, ki jih bodo definirali posamezne članice.
- V ospredju je tudi sodelovanje z Irspinom, Industrijskim razvojnim centrom slovenske predilne industrije kot pomembno reprodukcijsko povezavo slovenskih podjetij, raziskovalnih ustanov in univerz pri razvojno-raziskovalni dejavnosti.

Poleg neposrednih obvestil podjetjem – članicam pa strokovna služba objavlja različne panožne informacije o dejavnosti, dogodkih, novostih, sejmih ipd. tudi v elektronskem časopisu GZS Poslovni tednik, ki izhaja vsako sredo.

Določene informacije in podatke panožnega združenja lahko vsa podjetja dobijo na spletni strani: http://www.gzs.si/slo/panoge/zdruzenje_za_tekstilno_oblacilno_in_usnjarsko_predelovalno_industrijo Po besedah Jožeta Smoleta, direktorja združenja si želijo doseči čim večje članstvo podjetij iz panoge, saj bo tako mogoče dobiti boljši vpogled v različne potrebe in želje podjetij, združenje kot zastopnik interesov te industrije pa bo tako bolj reprezentativno in uspešno pri dialogu z državo in s sindikati.

Rašica ima 60 let

Rašica, podjetje modnih pletenin je ob svoji šestdesetletnici predstavila svojo novo kolekcijo *R exclusive*, to je znamka za urbano in svetovljansko modo, ki jo odlikuje vrhunsko oblikovanje in izbrane tkanine. Oblačila so izdelana v manjših serijah.

V okviru nove znamke je Rašicin oblikovalski tim – Tina Perko, Katja Burger in Miha Jamšek – pripravil žensko in moško kolekcijo oblačil za jesenzimo 2007/2008. Ker je vodilo znamke *R exclusive* modna svoboda, kolekcija dopušča številne medsebojne kombinacije. V tej kolekciji sta črna in siva barva. Tako pletenine kot npr. satenasta krila so oprijeta, velik poudarek so dali detajlom, kot so položene gube, žametni všitki in obrobe iz satena. Tudi kroji moškega dela kolekcije, ki vključuje klasično krojene pletenine, so ozki, nekateri puloverji celo oprijeti.

Ob počastitvi 60. obletnice, ki so jo simbolično pospremili z najavo te nove blagovne znamke, je direktor Matej Raščan, ki je v Rašico prišel pred tremi leti, med drugim povedal, da je sicer zdaj v podjetju manjši obseg proizvodnje kot prej, vendar pa lahko zdaj začnejo pisati *novo modno zgodbo*.

Diplomska, magistrska in doktorska dela

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za tekstilstvo

Visokošolski študij konfekcijske tehnike

KREK, Marija. *Optimiranje kolekcije otroških oblačil*. Mentorica doc.dr. Alenka Pavko-Čuden. Ljubljana, april 2007.
BUTINAR, Špelca. *Afriški nakit in oblačila*. Mentorica izr. prof. Almira Sadar. Ljubljana, april 2007.
BABIČ, Dušanka. *Vpliv sečnine in vrste zgostila na digitalni tisk z reaktivnimi barvili*. Mentorica izr.prof. dr. Petra Forte. Ljubljana, maj 2007.-
KOŠIR, Medeja. *Telo kot estetski objekt*. Mentorica izr. prof. Karin Košak. Ljubljana, junij 2007.
HVALA, Bojana. *Pametne tekstilije*. Mentorica doc. dr. Tatjana Rijavec. Ljubljana, junij 2007.
SAPAČ, Andrej. *Lastnosti laminiranih tkanin primernih za uporabo v bolnišnične namene*. Mentorica izr. prof. dr. Diana Gregor Svetec. Ljubljana, junij 2007.

Visokošolski študij grafične tehnike

DOBNIK, Miroslav. *Analiza satin rastriranja v kartonaži*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, april 2007.
ERJAVEC, Ana. *Fotografija z ekstremnimi teleobjektivi*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, april 2007.
LUZNAR, Dalila. *Ročna izdelava klejenega papirja po predlogi*. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob. Ljubljana, april 2007.
TURK, Timon. *Standardizacija in barvno upravljanje v časopisnem tisku pri sodelovanju na natečaju INCQC 2004–2006*. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob. Ljubljana, april 2007.
BEVC, Bine. *Time-laps*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, april 2007.
BRIC, Janez. *Koledarji*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, maj 2007.
KUNEJ, Marinka. *Darilna embalaža za ateljejsko zbirko faberge*. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob. Ljubljana, junij 2007.

LUN, Miha. *Dodelavni sistem duplo, povezan z digitalnim tiskalnikom*. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob. Ljubljana, junij 2007.
POČIVAVŠEK, Rok. *Problemi barvne reprodukcije pdf in pdf/x datotek*. Mentor v. pred. mag. Gorazd Golob. Ljubljana, junij 2007.
GORJAN, Polona. *Kompozicija v fotografiji*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, junij 2007.
ŠELEKAR, Peter. *Manipulacija digitalnih fotografij z orodjem Photoshop CS2 in priprava na tisk*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, junij 2007.
KARAN, Anita. *Novinarska fotografija*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, junij 2007.
ALIČ, Brigita. *Vizualna podoba knjige*. Mentor red. prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, junij 2007.
KOPAČ, Teja. *Ljubljana v barvnem prostoru CIELAB*. Mentorica doc. dr. Sabina Bračko. Ljubljana, junij 2007.
VODE, Simon. *Oblike, vzorci in teksture v naravi*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, junij 2007.

Univerzitetni študij oblikovanja tekstilij in oblačil

ŽIBERNA, Tadeja. *Poteze oblikovalca*. Mentor red. prof. Dušan Kirbiš. Ljubljana, april 2007.
DOBNIK, Maja. *Šolska uniforma za srednjo šolo za gostinstvo in turizem Maribor*. Mentorica izr. prof. Karin Košak. Ljubljana, maj 2007.
PRIMOŽIČ JURKOVIČ, Petra. *Minevanje slepote*. Mentorica izr. prof. Vera Sešlar-Založnik. Ljubljana, maj 2007.
KRAŠEVEC, Tanja. *Zasajeno v preteklosti, presajeno v sedanost (arheološka dediščina v zasnovi spominkov)*. Mentorica red. prof. Marija Jenko. Ljubljana, maj 2007.
KRALJ, Vladimira. *Kolekcija za odrasle lutke*. Mentorica izr. prof. Almira Sadar. Ljubljana, junij 2007.
MILOŠIČ, Anja. *Volneni predmeti*. Mentorica red. prof. Marija Jenko. Ljubljana, junij 2007.

Univerzitetni študij tekstilne tehnologije

MILIČEVIČ, Milenko. *Vpliv predilnega in sukalnega trikotnika na lastnosti predivne, oplaščene, ovite in sukane preje*. Mentor red. prof. dr. Momir Nikolić. Ljubljana, junij 2007.

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer tekstilstvo

KLEMENČIČ, Danijela. *Tekstilije za higienske in medicinske namene*. Mentoricaizr. prof. dr. Marija Gorenšek. Ljubljana, maj 2007.

Univerzitetni študij tekstilstva in grafične tehnologije – smer grafika

MOHORIČ, Andreja. *Fotografija arhitekture kapitelske cerkve Sv. Nikolaja v Novem Mestu*. Mentor red. prof. dr. Darko Slavec. Ljubljana, april 2007.
 PREGELJ, Manja. *Oblikovanje spletne aplikacije na primeru modula potni nalogi*. Mentor doc. dr. Bojan Petek. Ljubljana, april 2007.
 JANČAR, Saša. *Plečnikova Ljubljana kot fotografski izziv*. Mentor red. prof. Darko Slavec. Ljubljana, maj 2007.
 ŽVEGLIČ, Maša. *Prednosti in omejitve digitalnih tehnologij tiska*. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, junij 2007.
 MOČENIK, Barbara. *Vpeljava procesa standardizacije tiska v podjetju Kotis*. Mentorica doc. dr. Tadeja Muck. Ljubljana, junij 2007.

Univerza v Mariboru
 Fakulteta za strojništvo
 Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje

Visokošolski strokovni študij tekstilstva

BOROVNIK, Anja. *Analiza poškodb standardne bombažne tkanine po pranju z uporabo različnih topil*. Mentorica red. prof. dr. Sonja Šostar Turk. Maribor, junij 2007.
 ČERNEJ, Darja. *Analiza postopkov izdelave krojnih slik*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, junij 2007.
 DAJČMAN, Maja. *Študij adsorpcije celuloze na vlaknate nosilne materiale*. Mentorica doc. dr. Simona Strnad. Maribor, junij 2007.
 DITINGER, Sonja. *Delo v šiviljski delavnici za ljudi s posebnimi potrebami*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, junij 2007.
 DOBNIK, Tadeja. *Izdelava barvnih vzorcev za kamuflažne tkanine z ustreznimi IR vrednostmi*. Mentorica doc. dr. Darinka Fakin. Maribor, junij 2007.
 ELKASOVIČ, Tjaša. *Konstrukcija in modeliranje delovnega zaščitnega oblačila*

za reševalce. Mentorica viš. pred. mag. Marta Abram Zver. Maribor, april 2007.
 HAJNŠEK, Selma. *Modeliranje otroške športne kolekcije*. Mentorica viš. pred. mag. Marta Abram Zver. Maribor, maj 2007.
 JEZERNIK, Martina. *Ugotavljanje strukture delovnega časa in koeficienta Kd v proizvodnji avtomobilskih prevlek*. Mentor red. prof. dr. Andrej Polajnar. Maribor, maj 2007.
 KLEKL, Irena. *Izdelava tehnične dokumentacije za proizvodnjo ženskih jop*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, junij 2006.
 KOSTANJŠEK, Karmen. *Racionalizacija celičnega sistema proizvodnje*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, april 2007.
 NEŠIČ, Suzana. *Modeliranje kolekcije iz jeansa z uporabo CAD sistema Assyst*. Mentorica viš. pred. mag. Marta Abram Zver. Maribor, junij 2007.
 TOMAŽIČ, Aleksandra. *Konstruiranje krojev kril po meri*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, junij 2007.

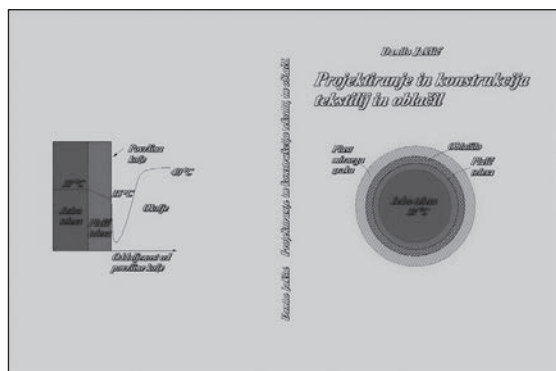
Univerzitetni študij tekstilstva

ALTENBAHER, Brigita. *Uporaba membranskih filtracij za čiščenje tekstilnih odpadnih voda*. Mentorica red. prof. dr. Sonja Šostar Turk. Maribor, maj 2007.
 BUZETI, Silvija. *Barvne karakteristike romskih oblačil in njihov zgodovinski razvoj*. Mentorica doc. dr. Darinka Fakin. Maribor, junij 2007.
 CELEC, Zoran. *Raziskava poznavanja Murinih blagovnih znamk v primerjavi z drugimi blagovnimi znamkami ter možnosti plasiranja dodatnega asortimenta izdelkov*. Mentor red. prof. dr. Boris Snoj. Maribor, maj 2007.
 NOVAK, Nataša. *Konstrukcija enodelnih ženskih kopalk*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen. Maribor, maj 2007.
 ROŽMAN, Maja. *Doseganje visokih mokrih obstojnosti in obstojnosti na acetone ter znižanje metamerije pri barvanju snutkovnih pletiv*. Mentorica doc. dr. Darinka Fakin. Maribor, maj 2007.
 ZORKO, Lidija. *Vpliv prsnega obsega na konstrukcijo zgornjih delov ženskih oblačil*. Mentorica doc. dr. Darja Žunič Lojen.

Projektiranje in konstrukcija tekstilij in oblačil

Učbenik

Danilo Jakšić



Obsežen učbenik na 495 straneh formata A4 temeljito obdela vse vidike tega interdisciplinarnega področja, to je projektiranja in konstrukcije tekstilij. Avtor je zasnoval učbenik tako, da bi lahko diplomirani univerzitetni inženir tekstilne tehnologije dobil celovito znanje za poznejše uspešno projektiranje in konstrukcijo tekstilij v tekstilni proizvodnji; delo pa bo vsekakor poučno tudi za tehnične strokovnjake, ki se že ukvarjajo s tem v praksi, saj je na enem mestu zbranih veliko raznovrstnih podatkov, informacij in ugotovitev na podlagi eksperimentalnega dela in preskusov. Snov v tej knjigi daje le podlago, ki bo projektantu tekstilij omogočila, da se bo hitreje poglobil v določeno problematiko v zvezi s projektiranjem in konstrukcijo tekstilij.

Vsebina knjige je razdeljena v enajst obsežnih poglavij. Glede na interdisciplinarnost in širino obravnavanega področja pa se tematsko zaokrožuje na tri dele: najprej je v ospredju sistem človek-oblačilo-okolje, sledita tehnološki del projektiranja in konstrukcija tekstilij z različnih vidikov in primerjav, zadnji, tretji sklop poglavij pa se loteva tudi oblikovalsko-estetskega in kemijsko plemenitilskega vidika projektiranja in konstrukcije tekstilij.

V prvih petih poglavjih je poudarek na sistemu človek-oblačilo-okolje. Najprej razloži, kako meteorološke spremembe vplivajo na oblačenje, vpliv

posameznih klimatoloških parametrov na organizmu in prilagoditev organizma podnebnim spremembam ter govori o vlogi oblačila kot dodatne termoizolacijske plasti: tu je podan pregled odvisnosti proizvodnje toplote organizma od vrste aktivnosti osebe, od spola, starosti in pri nošenju različnih vrst oblačil.

V posebnem poglavju o uravnavanju telesne temperature razčlenjuje med drugim mehanizme uravnavanja telesne temperature na podlagi eksperimentalnih rezultatov in predstavi izračun le-tega v različnih okoliščinah. Zelo razčlenjeno je tudi poglavje o znojenju kot mehanizmu za prilagoditev organizma okolju. Posebno poglavje o prilagoditvi organizma nizkim in visokim temperaturam vključuje podrobne informacije in ugotovitve za različne podnebne razmere v različnih geografskih predelih sveta; poda pregled prilagoditve visokim temperaturam in nazorno opiše, kakšne zahteve posameznih kosov oblačil so potrebne za prilagoditev tem temperaturnim spremembam. V vseh teh poglavjih, ki zaokrožujejo tematiko človek-oblačilo-okolje, so podatki in ugotovitve podkrepjeni z eksperimentalnimi rezultati in izračuni v obliki grafov in tabel.

Po tem uvodnem delu o okolju preide k obsežnemu poglavju Projektiranje oblačil: oblačila razdeli po namembnosti, nadaljuje z analiziranjem projektnih zahtevkov za posamezne skupine oblačil glede na namembnost in funkcionalnost. Posebno podpoglavje nameni posebnim oblačilom (različne uniforme, delovna oblačila), ki zahtevajo še več dodatnih lastnosti. Opredeli osnovne parametre, ki jih moramo upoštevati pri konstruiranju oblačil, kot so npr. termoizolacija, upor pretoka vodne pare, močenje in estetski videz oblačila, ter opredeli še druge parametre, ki so specifični glede na vrsto in namembnost oblačil, vendar pa jih v tej zvezi ne obravnava posebej. V nadaljevanju je prikazana Jakšičeva metoda za ugotavljanje vpliva temperature, vode, hitrosti vetra in oblike površine na toplotni upor oblačila. Ti vplivi so podani v eni sami enačbi. V okviru tega obsežnega poglavja pa v posebnem podpoglavju t. im. Jakšičevo metodo ugotavljanja časa tolerance, ki je pomembna za ugotavljanje časa, v katerem lahko oseba opravlja določene aktivnosti v neprimernem okolju in če nima možnosti spremeniti količine oblačila (npr. previsoka ali prenizka temperatura, zastrupljeno ozračje). Na podlagi te metode ilustrativno obrav-

nava komplet varovalnega oblačila, ki je primerno v strupenem ozračju (analiza vrednosti nekaterih pomembnih parametrov poroznosti posameznih plasti oblačila). Parametre poroznosti ugotavlja s pomočjo Jakšičeve metode za ugotavljanje števila, velikosti in porazdelitve por v ploskih tekstilijah. Poda tudi testiranje te metode in pojasni razvoj izdelave te metode od 1973. leta. Uporabnost te metode ilustrira na podlagi preiskave štirih različnih vrst tkanin, reprezentativnih za večino tkanin, ki pridejo v poštev (bombažna tkanina, monofilamentna tkanina, multifilamentna tkanina in zelo gosta monofilamentna tkanina – dodani so elektronski posnetki tkanin), in prikazani parametri poroznosti.

V poglavju pretok vodne pare skozi plasti oblačila so poleg teorije in izračunov podani tudi primeri, ki ilustrirajo, kako pomemben parameter je pretok vodne pare skozi plasti oblačila za oceno uporabne vrednosti oblačila. Sledi poglavje Močenje oblačila, ki najprej razgrne teorijo močenja, nadaljuje pa z aplikativnimi primeri mehanizma močenja oblačila v realnih razmerah, izdelanega iz različnih tkanin. V poglavju Metode za preizkušanje vodoodbojnega učinka na tkaninah in primernost njihove uporabe je primerjalno predstavljenih šest metod.

Pri projektiranju oblačil z vidika njihove trajnosti sta eden pomembnih parametrov tudi odpornost proti drgnjenju in pojav pilinga. Temu avtor nameni kompleksno razlago ter med drugim opredeli faze tvorbe pilinga; z eksperimentalnimi rezultati ilustrira vpliv posameznih parametrov kakovosti vlaken in preje na pojav pilinga in kako vrednosti parametrov kakovosti tkanine vplivajo na nastanek pilinga.

Posebej analizira odpornost proti deformaciji in mečkanju oblačil, to je parameter, ki ga je nujno treba upoštevati pri konstruiranju tekstilnega izdelka glede na njegovo namembnost, ter v nadaljevanju posebej poudari ta problem za volnene tkanine in razčleni: pojav napetosti niti, vpliv vlage na spremembe napetosti niti, vpliv temperature na mokro vlakno, model transformacije dolžine niti v volnenih tkaninah, grbančenje polvolnenih tkanin ter poskuša ugotoviti, katera faza je odločilna pri tvorbi vzboklin na površini tkanine, ter nazadnje analizira eksperimentalne rezultate. Pri polvolnenih tkaninah obdela še odpornost proti mečkanju in trdnost posameznih delov oblačila ter vrste in obstojnost vlaken.

Sedmo poglavje obravnava projektiranje tekstilij za različne namene. Naslednje poglavje pa posebej nameni projektiranju tekstilij za tehnične namene, ki jih podrobno razvrsti po namenu: npr. za filtracijo, protibalistično zaščito, padala, transportne trakove itd. V teh posameznih skupinah podrobno opredeli zahtevane lastnosti, kar ilustrira s primeri in izračuni.

Celovitost učbenika smiselno nadgrajuje in plemeniti poglavje Nekatero prvine estetike oblačil, besedilo žal že pokojnega profesorja Milana Butine. To besedilo vključuje vsebine kot – človeško telo kot izhodišče, o kulturi in likovni umetnosti, estetiki nasploh, o oblikovanju in estetiki v industrijski proizvodnji; podano je razmišljanje, o čem govorijo oblačila.

Zadnje poglavje učbenika je namenjeno osnovam barvnega sistema; v okviru tega so podane in razložene teorije mešanja barvne svetlobe in barv ter pojasnjeni različni modeli barvnih sistemov. Po opredelitvi barvnih standardov in merilne tehnike pa poglobljeno prikaže praktično uporabo barvnih teorij in barvnih sistemov. Ta plemenitilski del konča s poglavjem o barvanju tekstilij; temeljito pojasni možnosti, ki jih dajejo vlakna, preje, tkanine in pletenine za realizacijo določene barvne kompozicije (predstavljenih je enajst možnosti le-teh).

Široko zasnovan učbenik se konča s poglavjem Konstrukcija tekstilij: govori o izbiri vlaken za izdelavo tekstilij različne namembnosti (to opredeli za vsako skupino izdelkov posebej – za oblačila, za tekstilne izdelke, namenjene bivalnim prostoru, za tehnične tekstilije). V naslednjem poglavju poskuša opredeliti merila za izbiro optimalne kakovosti preje za določeno namembnost. Pojasni geometrijsko strukturo tkanin, fizikalno-mehanske lastnosti tkanin, ki jih opredeljuje vrsta in kakovost vlaken, preje, vezava itd. V posebnem podpoglavju obravnava triaksialne tkanine, podrobno analizira specifično kakovost teh tekstilij, to je izotropnost, ter odvisno od te uporabo na različnih področjih. Sledi predstavitev tetraaksialnih tkanin, njihove uporabe in primerjava s prejšnjimi.

Sledi podpoglavje o konstrukciji pletenin, kjer med drugim predstavi fizikalno-mehanske lastnosti le-teh in kaj vpliva nanje.

Zadnje podpoglavje je namenjeno konstrukciji vlaknovin, katerih delež v svetu raste prav zaradi njihove široke možnosti uporabe. Našteje in predstavi različne vrste vlaknovin glede na njihovo teh-

nološko izdelavo in predstavi šest metod preskušanja fizikalno-mehanskih lastnosti teh izdelkov. Na koncu učbenika je zelo obsežno in uporabno stvarno kazalo ter dodan seznam simbolov za obravnavane vsebine.

Anica Levin

Dober kroj – temelj modnega oblačila

Trije priročniško zasnovani učbeniki s področja konstruiranja in modeliranja oblačil

Urejen, lepo oblečen človek nedvomno naredi prijeten vtis. Udobno pa se v svoji koži oz. oblačilih počuti tudi sam.

Pot od zamisli do gotovih oblačil, v katera smo odeti, pa ni povsem enostavna. Pelje skozi več postaj, ena od njih je konstruiranje in modeliranje oblačil. Pri tem se ideja o nekem oblačilu prelevi v kroje, ki omogočijo kasnejšo izdelavo oblačila.

Znanje s področja konstruiranja in modeliranja oblačil do sedaj ni bilo dostopno na enem mestu. Iskati smo ga morali razgubljenega po raznih tujih strokovnih knjigah in revijah ter po bolj ali manj posrečeno sestavljenih zapiskih učiteljev s tega področja. Redke v slovenščino prevedene knjige s tega področja pa večinoma opisujejo izdelavo oblačil in se s samo konstrukcijo in modeliranjem krojev bolj malo ukvarjajo. Z željo, da vsem, ki se ukvarjajo s tem področjem, olajšamo pot, ki jo morajo prehoditi od zamisli o oblačilu do gotovega izdelka, predstavljamo serijo učbenikov / priročnikov s področja konstruiranja in modeliranja oblačil. V Sloveniji priročniki predstavljajo temeljno literaturo na področju konstruiranja in modeliranja.

Priročniško zasnovane učbenike je potrdil Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje. Nastali so s plodnim sodelovanjem avtoric mag. Marte Abram – Zver in Mojce Kregar ter recenzentk z Univerze v Mariboru, Univerze v Ljubljani in iz srednješolskega izobraževanja. Priročnike je uredila in oblikovala Mateja Krašovec Pogorelčnik. Izdalo in založilo jih je podjetje ModART d.o.o., Velenje. Postopki konstruiranja temeljnih krojev so v knjigah sistematično urejeni in didaktično obdelani

tako, da jim dijak / študent oz. vsak, ki se ukvarja s tem področjem, lahko samostojno sledi. Tematika konstrukcije krojev za žensko obleko, vrhnja ženska oblačila in ženske hlače je obdelana vse od temeljnega kroja in njegovih različic, konstrukcije posameznih elementov, do zahtevnejšega modeliranja oblačil. Ne glede na dejstvo, da je v svetu poznanih mnogo konstrukcijskih sistemov, se način konstruiranja temeljnega kroja (zaradi splošne uveljavljenosti pri nas) v knjigah naslanja na nemški System M. Müller & Sohn.

Knjige so tako odlični „pomočnik“ učiteljem in dijakom srednjih tekstilnih šol (dijaki srednjega poklicnega izobraževanja in dijaki poklicno-tehniškega izobraževanja), študentom in strokovnjakom s področja konfekcijske tehnologije ter oblikovanja tekstilij in oblačil. Po njih lahko posežejo tudi vsi tisti, ki bi se brez posebnega predznanja radi naučili konstruirati in modelirati kroje. Njeni zvesti uporabniki pa bodo tudi vsi tisti, ki se s konstrukcijo in modeliranjem krojev poklicno že ukvarjajo in vedo, kako dragoceni so znanja in informacije, združeni na enem mestu. Zaradi svoje sistematičnosti in preglednosti bodo knjige olajšale delo in skrajšale dragoceni čas, ki je potreben za zahtevne postopke konstruiranja. Urejeno in pregledno znanje bo omogočilo kvalitetnejše in uspešnejše delo.

Ženska obleka: osnove konstruiranja

mag. Marta Abram - Zver



Konstrukcija in modeliranje ženske obleke sta zaradi boljše preglednosti razdeljena v posamezna poglavja.

V poglavju Mere in označevanje so opisane glavne in proporcionalne telesne mere ter način merjenja teh mer. Kako pa jih izmerimo na telesu, je prikazano na shematskih slikah. Ker je možen tudi izračun proporcionalnih mer s pomočjo formul, sta v tem poglavju podana še dva načina njihovega izračuna. Podani so tudi potrebni konstrukcijski dodatki, ki se dodajajo k nekaterim proporcionalnim meram.

Kako konstruirati temeljni kroj ženske obleke, je vsebina poglavja Konstrukcija temeljnega kroja ženske obleke. V začetku je opisana konstrukcijska mreža zadnjega in sprednjega dela z natančno izmerjenimi in narisanimi vertikalnimi in horizontalnimi linijami. Sledi opis same konstrukcije temeljnega kroja. Kako in od kod ter do kod nanesti posamezne mere in kako jih izrisati, je razloženo na dovolj jasen način, zato bralec navodilom lahko sledi brez večjih težav. Besedilo spremljajo slike, na katerih so prikazani posamezni segmenti konstruiranja. Način konstruiranja rokava, ki je del temeljnega kroja obleke, je podan na enako natančen način.

Moda, ki se neprestano spreminja, želje kupcev in ne nazadnje hitrejši in sistematičen način dela zahtevajo prilagajanje temeljnega kroja, ki je opisano v poglavju Spreminjanje temeljnega kroja.

Pomembna skrivnost modeliranja ženskih oblek se skriva v načinu premeščanja všitkov, tako na sprednjem in zadnjem delu kakor tudi na rokavu. Shematsko je prikazanih nekaj bolj ali manj običajnih položajev všitkov. Da bi bralec spoznal pomen, ki ga ima premeščanje všitkov pri modeliranju obleke, so dodani primeri modelov oblek z opisi postopkov modeliranja.

Ovratnik, vedno viden del oblačila, je vsebina poglavja Vratni izrezi in ovratniki. Predstavljenih je nekaj konstrukcij ovratnikov, ki dajejo dovolj strokovne podlage, da jih lahko vsak uporabi kot osnovno idejo za izvedbo svojih lastnih zamisli. Podani pa niso samo ovratniki, poglavje se posveti tudi konstrukcijam fazon. Fazone so po načinu konstrukcije razdeljene na dva dela, konstrukcijo navadne fazone in na konstrukcijo fazone po obliki (z zadnjim delom).

V zgodovini oblačenja so rokavi bili še kako pomemben element vsake ženske obleke, ozki in široki, dolgi in kratki, nabrani in napihnjani. Tisoč oblik. Poglavje Rokavi jih nekaj predstavi, dovolj, da bralec spozna, kako se lotiti modeliranja tega

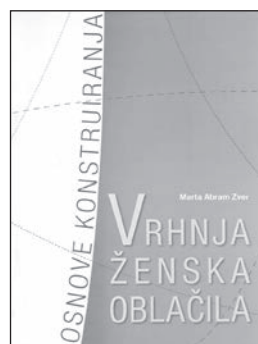
dela obleke. Predstavljena pa je še konstrukcija kimono rokava, ki se vsake toliko časa vrne v modo in povzroči veliko težav izdelovalcem krojev.

Vsa znanja predhodnih poglavij se združijo v celoto v poglavju Modeli. Šele modeliranje celotne obleke da odgovor, ali je bil temeljni kroj pravilno konstruiran in ali je bilo modeliranje posameznih elementov razumljeno. Pri modeliranju krojev oblačila je potrebno razmisliti, kako se lotiti modeliranja, da bo izdelano oblačilo ustrezalo zamisli in pristajalo uporabniku. Zato je pri vsakem primeru najprej podan opis oblačila, čemur sledi natančen opis izvedbe načrta kroja. To je zaris vseh linij in sprememb na temeljnem kroju, ki bodo omogočile kasnejšo izdelavo posameznih krojnih delov.

Zadnje poglavje Gradiranje obravnava stopnjevano izpeljavo manjših in večjih velikosti, ki izhajajo iz osnovne oziroma izhodiščne velikosti. Predstavljeno je gradiranje posameznih točk po gradirnih pravilih in zapisane so izračunane gradirne vrednosti glede na podano tabelo mer.

Vrhnja ženska oblačila – osnove konstruiranja

mag. Marta Abram - Zver



Druga knjiga bo v pomoč pri osvajanju osnov konstruiranja temeljnih krojev vrhnjih oblačil. Knjiga je nekoliko drugače zasnovana od prejšnje, saj posamezna vrhnja oblačila (od brezrokavnika do plašča) zahtevajo lastno temeljno konstrukcijo. Podobno kot v predhodni knjigi, so tudi tu v poglavju Mere in označevanje predstavljene glavne in proporcionalne mere, ki so potrebne pri konstrukciji temeljnih krojev.

V poglavju Konstrukcija temeljnega kroja ženskega brezrokavnika z všitki je najprej predstavljen način konstruiranja temeljnega kroja. Ker pa le-ta še ne predstavlja krojev modela, je v nadaljevanju prikazano modeliranje modela telovnika. Ob tem je prikazan tudi način poglobljanja rokavnega izreza, kot ga zahteva zamišljen model. Na ta način je avtorica združila znanja, ki jih je bralec že lahko osvojil v prvi knjigi, z novimi spoznanji.

V konstrukcijskem smislu najenostavnejša ženska jopca ali jakna je brez prsnih všitkov. Kako konstruirati temeljni kroj zanjo, je vsebina poglavja Konstrukcija temeljnega kroja ženske jope brez všitkov. Ob konstrukciji sprednjega in zadnjega dela je predstavljena tudi konstrukcija rokava. Model jope, ki zaključuje poglavje, vsebuje še ob opis modeliranja neopisan način konstruiranja ovratnika.

Tako kot predhodna poglavja, tudi poglavje Konstrukcija temeljnega kroja ženske jope z všitki na začetku predstavi za konstrukcijo temeljnega kroja potrebne mere in možne konstrukcijske dodatke. Sledi opis konstrukcije temeljnega kroja, nato pa opis modeliranja predstavljenega modela jope in njene fazone. Na koncu so prikazani še modelirani krojni deli, dodan pa je tudi opis, kako povečati rever in ovratnik, da bo izgled fazone kar najboljši.

Prilegajočo se jopo velikokrat sestavljajo trije deli: sprednji, zadnji in stranski del. Rokav pri takšnih jopah ni enodelen, ampak dvodelen. Zato je poleg konstrukcije sprednjega, stranskega in zadnjega dela potrebno poznati še način konstruiranja dvodelnega rokava. To temo obravnava poglavje Konstrukcija temeljnega kroja ženske jope s stranskim delom.

Poglavje Konstrukcija sprednjega in zadnjega dela ženskega ohlapnega plašča je namenjeno plaščem, ki imajo le prsni in lopatični všitek in ne poudarjajo oblike telesa. Dvignjeni pas, epoleta in prikrojeni ovratnik so elementi, katerih modeliranje je predstavljeno pri modeliranju modela ohlapnega plašča. Vzdolžne – princes – linije, ki poudarjajo linijo telesa, je najlepše izpeljati v temeljnem kroju za oprijete plašče. Kako ga konstruirati, obravnava poglavje Konstrukcija temeljnega kroja ženskega oprijetega plašča. Pri modeliranju modela pa je prikazan način, kako razdeliti enodelen rokav na dva dela tako, da je vsaj po obliki enak dvodelnemu rokavu.

Ženske hlače: osnove konstruiranja

Mojca Kregar



V tretji knjigi so podana splošna znanja, ki so potrebna za pričetek konstruiranja temeljnih hlačnih krojev, iz teh pa so izpeljani različni modeli hlač.

V prvem poglavju Mere in merjenje so najprej opisne kratice in simboli, ki se uporabljajo pri konstrukciji in modeliranju. Nadaljevanje je namenjeno meram, ki so potrebne za konstrukcijo temeljnih krojev hlač. Za boljše predstavitev so načini merjena prikazani tudi na skicah. Kako se lahko nekatere mere izračunajo, kakšen je izgled tabele mer in pomen konstrukcijskih dodatkov, je prav tako del tega poglavja.

V podpoglavjih drugega poglavja Konstruiranje temeljnih krojev hlač so zajeti načini konstruiranja temeljnih krojev hlač, od najenostavnejših – takšnih z elastiko v pasu – pa vse do kavbojk in hlač z gubami. Pri vsaki temeljni konstrukciji so zapisane potrebne mere za konstrukcijo temeljnega kroja in natančen potek konstruiranja, tako v pisni kot tudi slikovni obliki.

Pestrost oblik hlačnic je tema poglavja Oblike hlač in hlačnic. Pri tem niso oblike hlačnic predstavljene samo slikovno, podan je tudi način spreminjanja – modeliranja oblike na pravilno izbrani temeljni konstrukciji.

Modni trendi pa ne vplivajo samo na obliko hlačnice, vplivajo tudi na višino oz. lego pasu hlač. Običajno leži hlačni pas v naravni liniji pasu, vendar je ta lahko nad njo dvignjen ali spuščen pod njo. Da se takšni modeli hlač kar najlepše prilegajo telesu, je potrebno znanje, ki ga posreduje poglavje Znižan in zvišan pas.

Kako dolge morajo biti dolge hlače, pa ni odvisno le od modnih trendov, velik vpliv ima tudi obučevalo. Hlače tudi niso samo dolge, njihova dolžina je lahko (zelo) kratka. Vse to obravnava poglavje Dolžine hlač in zavihki. Natančno je tudi opisan način modeliranja zavihka na dolžini hlač.

Zadnje poglavje Modeli hlač nadgradi pridobljeno znanje z natančnimi opisi modeliranja hlač z všitki, hlač z znižanim pasom, kavbojk, hlač z gubami, angleškim žepom, zavihki itd. Prikazani so krojni deli modelov z dodanimi dodatki za šive, kar omogoča bralcu, da se kar najlažje loti modeliranja.

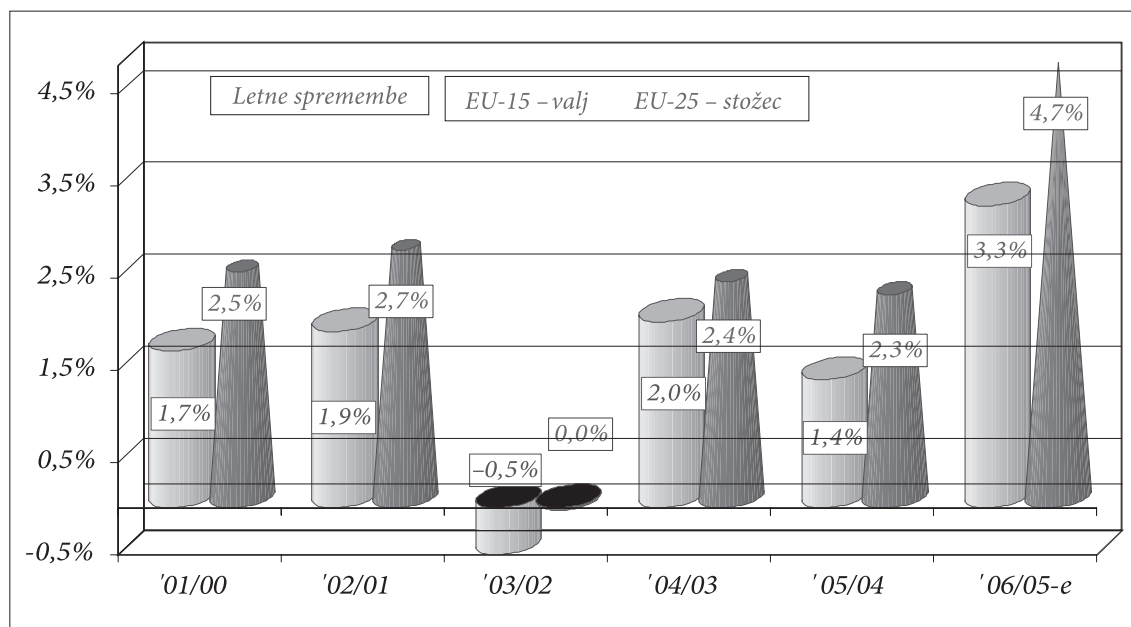
mag. Marta Abram - Zver Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo Maribor
mag. Mojca Hrustel ModART d.o.o., Velenje

Poslovanje tekstilne in oblačilne industrije EU v letu 2006

1 Uvod

Leto 2006 lahko označimo kot „pozitivno“, saj je po več zaporednih slabih letih in zelo slabem letu 2005 opaziti pozitiven premik na več področjih. Tako je v letu 2006 tekstilna in oblačilna industrija EU zaznala:

- Manjše zmanjšanje fizičnega obsega proizvodnje kot v preteklih letih, vendar to zmanjšanje zelo niha po posameznih državah.
- Končna poraba se je v nekaterih segmentih povečala tako na evropskem kot tudi nekaterih drugih pomembnih trgih.
- Podjetja so povečala prihodke zaradi podaljšanja kvot za uvoz iz Kitajske do konca leta 2007 in izboljšane gospodarske klime v EU.
- Evropski izvozniki niso izkoristili vseh prednosti naraščajoče svetovne porabe zaradi neugodnega menjalnega tečaja EUR/\$ in močnega zniževanja svetovnih cen.
- Velik padec števila zaposlenih v obeh sektorjih.



Slika 1: Poraba tekstilij in oblačil 2000–2006 (stopnje rasti v % – ocena EURATEX)

Končna poraba tekstilij in oblačil se je v EU 25 povečala za 4,7 %, predvsem na račun povečanja v novih članicah EU. Del povečane porabe je posledica znižanja prodajnih cen oblačil (-0,6 %). To povprečje je rezultat različnega gibanja cen po državah, in sicer so se cene znižale v Veliki Britaniji, Češki, Poljski, zvišale pa so se v Grčiji, Španiji, Estoniji, Litvi, Romuniji in Bolgariji.

Prodaja na drobno se je v EU 25 povečala za 4,9 % po vrednosti in 4,4 % po obsegu. V nekaterih novih članicah EU se je prodaja povečala z dvomestno številko, npr.: Češka 14 % po obsegu in 11 % po vrednosti, Slovaška 41 %, Poljska 30 % oz. 21 %, Litva 42 % oz. 43 %, Latvija 36 % oz. 32 %. Na drugi strani pa je predvsem v „starih članicah EU“ prodaja na drobno ostala nespremenjena.

2 Razvoj tekstilne in oblačilne industrije EU 25 v letu 2006

Nasprotno letu 2005 zaznavata tekstilna in oblačilna industrija rast cen pri proizvajalcih, predvsem to velja za oblačila (1,1 %), zaradi precejšnega povečanja uvoza komponent, predvsem tkanin in dodatkov. Proizvodne cene tekstilij so se zvišale za 0,6 %.

Investicije so znašale 5,5 milijarde EUR in so bile nekoliko večje kot leta 2005, z močnim povečanjem v oblačilnem sektorju (predvsem v novih članicah EU). V tekstilnem sektorju so se investicije zmanjšale za 2,2 %. Pri tem je treba upoštevati, da je tekstilni sektor izrazito kapitalsko intenziven v nasprotju s proizvodnjo oblačil.

Preglednica 1: Proizvodnja, proizvodne cene, prihodki, investicije, zaposleni za tekstilni in oblačilni sektor v EU (stopnje rasti v %). Vir: Euratex

EU-25: 2006/2005	Tekstilni sektor stopnje rasti, %	Oblačilni sektor stopnje rasti, %
Indeks proizvodnje	-1,9	-0,5
Indeks proizvodnih cen	0,6	1,1
Prihodki	0,5	1,7
Investicije	-2,2	4,5
Zaposleni	-5,9	-3,7

Prihodek je znašal 205,3 milijarde EUR in se je povečal za 1,3 %. Ponovno je bil v slabšem položaju tekstilni sektor, ki je zaradi zmanjšanja obsega proizvodnje (-1,9 %) in zaradi slabših cenovnih pogojev povečal prihodek le za 0,5 %. Rast prihodka v oblačilnem sektorju je bila 1,7-odstotna.

Število zaposlenih se je zmanjšalo za skoraj 136.000 delavcev, v primerjavi z letom 2005 je to 4,9-odstotno zmanjšanje. To je večji padec, kot je bil registriran v obdobju 2002–2005. Kljub temu pa se je po vstopu Romunije in Bolgarije v EU število zaposlenih v tekstilni in oblačilni industriji EU povečalo. Zdaj je v tekstilni in oblačilni industriji EU-27 zaposlenih 2.624.350 delavcev.

V letu 2006 zaznava največje zmanjšanje števila zaposlenih tekstilni sektor (-5,9 %), zaradi zapiranja podjetij v EU-15, in sicer že drugo leto zapored. V oblačilnem sektorju se je število zaposlenih zmanjšalo za 3,7%.

Tekstilna in oblačilna industrija EU-27 ima 186.000 družb. V letu 2006 se je število družb zmanjšalo za 11.000 oziroma 5,7 %.

3 Poslovanje po sektorjih

Proizvodnja tekstilij – delno pozitivno

– Svoj položaj so izboljšali izdelovalci umetnih vlaken, posebnih tekstilij in plemenitilska proizvodnja. Zmanjšala pa se je proizvodnja tkanin, pletenin in tekstilij za dom.

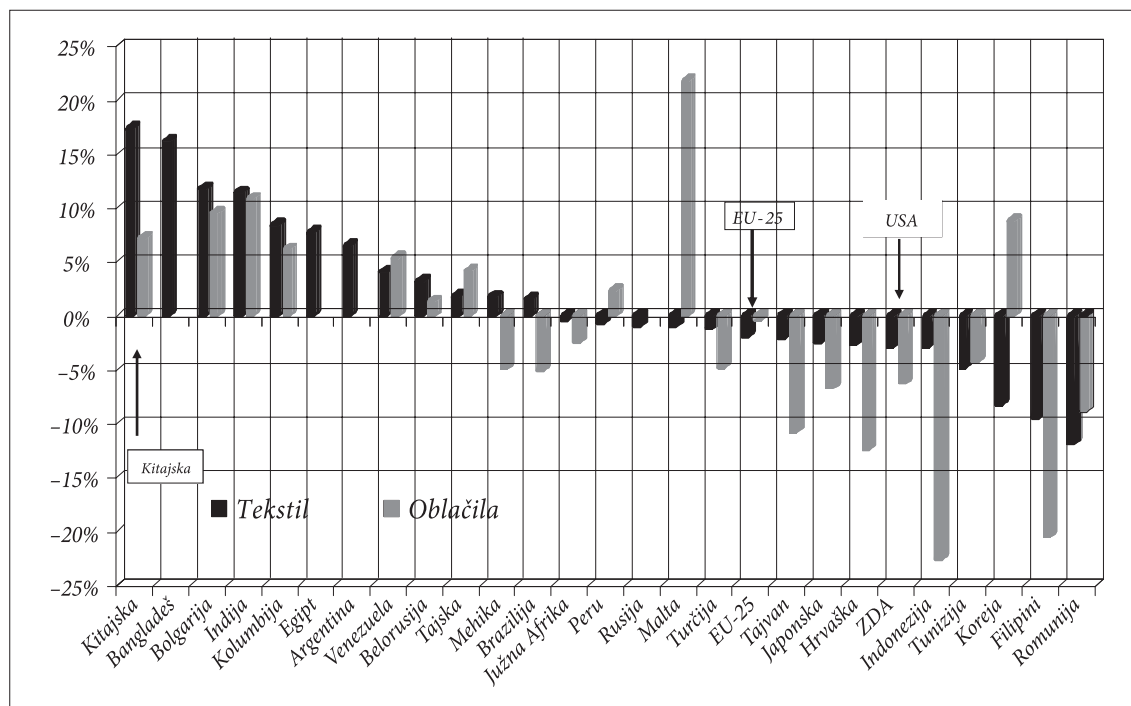
Proizvodnja oblačil – pozitivno leto 2006

– Obseg proizvodnje se je stabiliziral, boljše tržne razmere so jim omogočile delno kompenzacijo izgube s proizvodi z večjo dodano vrednostjo, delna selitev proizvodnje v okolja z nižjo ceno delovne sile in nekoliko boljše prodajne marže. To so glavi razlogi za povečanje indeksa (rasti) prihodka.

4 Primerjava proizvodnje tekstilij in oblačil EU s konkurenčnimi državami

Podatki kažejo minimalno izboljšanje v tekstilni in oblačilni industriji EU. Podobno velja za večino konkurenčnih držav, med katerimi pa izstopa Kitajska, ki v proizvodnji tekstilij dosega rast z dvomestnimi številkami.

– V tekstilnem sektorju so imele pozitivne spremembe naslednje države: Kitajska, Bangladeš, Indija, Bolgarija, Kolumbija, Argentina, Venezuela, Belorusija in v manjši meri Tajska, Mehika in Brazilija.



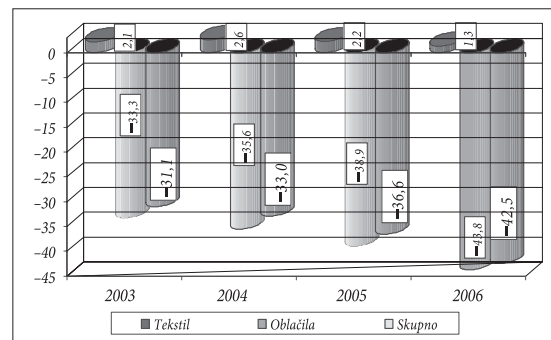
Slika 2: Spremembe proizvodnje tekstilij in oblačil po državah (stopnje rasti v %)

- V oblačilnem sektorju je manj držav s pozitivnimi spremembami: Bolgarija, Indija, Koreja, Kitajska in Kolumbija.
- V ZDA se je proizvodnja zmanjševala veliko hitreje kot v EU, enako velja za število zaposlenih.
- Tako kot v letu 2005 se je na evromediterranskem območju proizvodnja zmanjševala, bolj v oblačilnem sektorju (Romunija, Turčija, Hrvaška in Tunizija.)

5 Izvozno uvozna-bilanca EU-25

Skupni zunanjetrgovinski saldo tekstilne in oblačilne industrije EU je lani znašal -42,5 milijarde EUR in je bil za 15,8 % večji kot leta 2005. To je posledica veliko večje rasti uvoza kot izvoza oblačil. Vrednost uvoza oblačil se je povečala za 11,5 %, izvoza pa za 8,8 %. Pri tekstilijah pa se je izvoz povečal (9,2 %) bolj kot uvoz (4 %), kar je dober dosežek. Zato se je pozitivni zunanjetrgovinski saldo v tekstilnem sektorju zmanjšal za 42 %, medtem ko se je negativni zunanjetrgovinski saldo v oblačilnem sektorju povečal za 12,5 %.

Povprečna izvozna cena v evrih je bila za tekstilije 1,6 % nižja, za oblačila je imela dvomestno rast. Nasprotno pa so se uvozne cene bolj zvišale, in sicer 5 % za tekstilije in 2,3 % za oblačila, kar ustvarja še dodatne



Slika 3: Vrednost salda v EU-25 (v milijardah EUR)

pritiske na trg EU kot na domače proizvajalce.

Treba je poudariti, da so nove članice EU pozitivno vplivale na zunanjo trgovino EU: njihove bilance so imele skoraj 800 milijonov EUR presežka z državami zunaj EU trga. Po letu 2004 je teh 10 držav povečalo delež izvoza na trge tretjih držav od 7,7 % na 9 %, s tem so močno povečale pozitivni zunanjetrgovinski saldo.

6 Trgovina po regijah

EU največ tekstilij in oblačil izvažata v ZDA, vendar se je lani ta izvoz za 1 % zmanjšal. Povečal pa se

je izvoz v druge skupine držav, predvsem v Latinsko Ameriko (Mehika) in Rusijo. Celo kanadski in mediteranski kupci (predvsem Turčija) so kupovali več tekstilij in oblačil iz EU. Taki rezultati so bili doseženi na račun tekstilnega sektorja, povečal se je le izvoz oblačil v Rusijo. To je posledica številnih ovir pri dostopu na trge tretjih držav, ki onemogočajo dostop do potrošnikov na hitro rastočih trgih (npr. Indija).

Pri uvozu v EU so rekorderji azijske države (brez Kitajske). Uvoz iz teh držav se je po vrednosti povečal za 20 %.

Iz Kitajske je EU lani uvozila več kot 27 % tekstilij in oblačil po vrednosti, po količini pa to pomeni 29,5 % vsega uvoza tekstilij in oblačil v EU.

Zaradi sporazuma med EU in Kitajsko se je lani uvoz iz Kitajske povečal le za 142.000 ton, leta 2005 za 714.000 ton. Deset skupin proizvodov, za katere velja režim kontingentov, je lani pomenilo 12 % uvoza iz Kitajske, leta 2005 pa še 22 %. Kitajski izvozniki so se preusmerili na proizvode z višjo dodano vrednostjo v EUR v primerjavi z letom 2005. Cene izdelkov, uvoženih iz Kitajske, so se zvišale za 13 %, v povprečju uvoza iz tretjih držav pa za 3 %.

7 Poslovanje tekstilne in oblačilne industrije – v nekaterih državah

Avstrija

Tekstilije: izboljšanje po težkem letu 2005. Povečala se je proizvodnja (0,8 %) ter izvoz (0,8 %). Največjo rast je imel izvoz tehničnih tekstilij. Najpomembnejši trg je Nemčija. Močno se je povečal izvoz v vzhodnoevropske države, tudi v Slovenijo. Število zaposlenih je bilo za 2,8 % manjše. Podjetja imajo dovolj naročil, nekatera podjetja so povečala zmogljivosti. Napovedi za leto 2007 so kljub cenovnim pritiskom obetavne.

Oblačila: proizvodnja se zmanjšuje, prav tako število zaposlenih, prihodek je stabilen, izvoz je večji.

Nemčija

Leto 2006 so končali z dobrimi rezultati. Prvič po petih letih so se povečali prihodki v obeh sektorjih. Tudi naročila so se povečala, zlasti delovnih oblačil in za prejo. Proizvodnja se še vedno zmanjšuje v povprečju za 5 %, vendar bolj v oblačilnem sektorju (-14,5 %). Prav tako se zmanjšuje število zaposlenih. Podatki kažejo, da je prestrukturiranje močnejše v oblačilnem sektorju.

Italija

Izboljšanje po štirih letih, rast prihodka znaša 1,9 %. Kaže, da je kriza mimo, čeprav je še dolga pot do rezultatov, ki so jih dosegli leta 2001 (pred začetkom recesije). Te rezultate je treba pripisati povečanju izvoza na trge tretjih držav za 5 % in prvim znakom za povečanje domačega povpraševanja, predvsem v tekstilnem sektorju.

Nadaljuje se proces prestrukturiranja, okrog 1 800 družb je končalo delo, s tem je delo izgubilo 8 000 delavcev. Vendar se izboljšuje struktura dejavnosti. Zapirajo se pretežno mikropodjetja, medtem ko se število korporacij, ki so tudi bolj pripravljene na konkurenčni boj na globalnem trgu, povečuje (20 % delež). Povečujejo se investicije. Podjetja veliko vlagajo v razvoj tehnologije in blagovnih znamk ter distribucijske mreže, ker se stroškovno (stroški dela) ne morejo primerjati z novimi članicami EU.

Poljska

Povečuje se prodaja tekstilij (7,7 %) in oblačil (1,7 %), leta 2005 je imela negativno rast. Proizvodnja pa je manjša kot leta 2005. Finančni rezultati so bili boljši kot leto prej. Nadaljuje se zmanjševanje števila zaposlenih in števila podjetij. Povečujejo se investicije. Celoten izvoz je bil večji za 4 %, uvoz pa je bil precej večji (10 %), od tega uvoz oblačil za 21 %.

Hrvaška

Tekstilna in oblačilna industrija je tradicionalno ena najpomembnejših predelovalnih industrij in zaposluje 12,5 % delavcev. Več kot 80 % je v zasebni lasti. Po velikosti prevladujejo mala podjetja. V obdobju 2000–2006 se je število podjetij povečalo, vendar na račun manjših podjetij, medtem ko se je število velikih podjetij zmanjšalo. Prišlo je do drobljenja podjetij, predvsem v oblačilnem sektorju. V zadnjem času pa je že opaziti procese povezovanja. Velika podjetja se težko prilagajajo na novonastalim razmeram na trgu.

Zmanjšuje se proizvodnja, in sicer v oblačilnem sektorju že od leta 2001 naprej, tako da je lani znašala le 58 % proizvodnje iz leta 2001, v tekstilnem sektorju pa je šele lani padla pod raven iz leta 2001 (-3,4 %). Od leta 1992 do leta 2004 se je močno povečal uvoz. Vzroki: razpad Jugoslavije, sprostitvev notranjega trga, drobitev, slaba zaščita domače proizvodnje in znižanje carin.

Delovna sila je v primerjavi z azijskimi državami tako draga, da je hrvaška tekstilna in oblačilna in-

dustrija nekonkurenčna. Po drugi strani pa so plače nižje v primerjavi z drugimi dejavnostmi, kar pa je slaba motivacija za dvig produktivnosti in izboljšanje kakovosti.

V letu 2006 je imela hrvaška tekstilna in oblačilna industrija težave v proizvodnji in prodaji. Poslabšuje se njena konkurenčna sposobnost na domačem in tujem trgu zaradi velikega zniževanja cen uvoženih izdelkov (predvsem Kitajske in Turčije) in velikega uvoza znanih blagovnih znamk iz EU. Sočasno so se domači izdelovalci srečevali s problemi prodaje na domačem trgu. V povezavi z „ne-definiranimi“ domačimi blagovnimi znamkami se je zmanjšala prodaja tekstilnih izdelkov tudi doma, kar se kaže v končnih rezultatih. Ministrstvo za gospodarstvo pripravlja strategijo razvoja tekstilne in oblačilne industrije.

Srbija

Rast izvoza oblačil v EU je bila 16-odstotna, vrednost uvoza oblačil pa se je povečala za 44 %. Izvoz preje in tkanin se je povečal za 39 %, uvoz za 23 %. Prvega julija 2005 je začel veljati dvostranski sporazum EU-Srbija o prosti trgovini s tekstilom, ki je odpravil carine za blago s srbskim poreklom pri uvozu v EU. Carine za uvoz blaga s poreklom EU v Srbijo se bodo postopoma zniževale in bodo v začetku leta 2008 odpravljene.

Proizvodnja oblačil se seli iz zahodne Evrope na vzhod in med vzhodnoevropskimi državami je Srbija skupaj z Bolgarijo, Romunijo in Belorusijo cenovno najbolj konkurenčna država za dodelavne posle. Srbska tekstilna podjetja se zavedajo, da si bodo s takšno obliko dela izboljšala finančni položaj, vendar morajo v letu ali dveh začeti celotno proizvodnjo.

Investicije v tekstilnem sektorju so bile v letu 2006 „prepoznavne“; italijanska podjetja so investirala 20 milijonov evrov, prav tako se za investicije zanimajo turška podjetja (začetek proizvodnje „denim“ v južni Srbiji).

Nove možnosti bo srbski tekstilni industriji odprl sporazum o prosti trgovini CEFTA.

Turčija

Kljub pozitivnemu okolju so bili rezultati v tekstilni in oblačilni industriji „mešani“.

Proizvodnja se je zmanjšala za 1 % v tekstilnem sektorju in za 4,9 % v oblačilnem. Nasprotno pa se je povečal izvoz tekstilij za 11,1 % in oblačil za 0,1 %.

Glavni dejavniki, ki so vplivali na te spremembe, so: trend rasti cen produkcijskih faktorjev (delo, surovine). Uvoz tekstilij se je povečal za 5,6 % in oblačil za 36,9 %. Največ uvažajo iz Kitajske, tako tekstilij kot oblačil.

Število zaposlenih se je zmanjšalo v obeh sektorjih, vendar več v oblačilnem. Število družb se je povečalo. Povečala se je tudi produktivnost.

Romunija

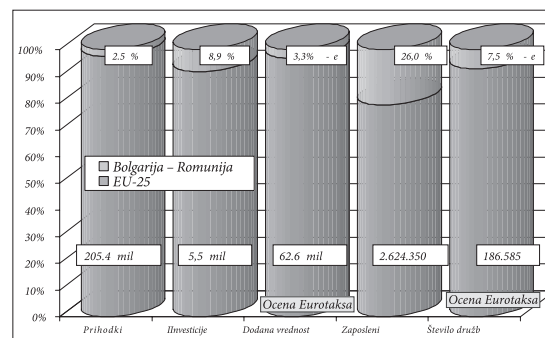
Zmanjšala se je proizvodnja, število zaposlenih in izvoz (samo oblačil) ter povečal uvoz.

Vzroki: sprostitev trgovine s tekstilom, odprava kvot s prvim januarjem 2005 in s tem povečanje uvoza cenejših in manj kakovostnih tekstilnih izdelkov po cenah, ki komaj pokrijejo cene surovin; močnejša nacionalna valuta, zvišanje plač in pomanjkanje domačih materialov.

Bolgarija

Proizvodnja se je povečevala v zadnjih petih letih, lani se je izvoz povečal za 7 %, najbolj se je povečal izvoz pletenih oblačil (6 %) in drugih oblačil (4 %). Tako dobri izvozniki rezultati so posledica izboljšanja konkurenčnosti, zvišale so se izvozne cene izdelkov, kar je posledica večje produktivnosti in proizvodnje kakovostnejših izdelkov. Kar 89 % tekstilij in oblačil so izvozili v države EU (največ v Nemčijo).

Uvoz se je povečal za 7,5 %. Zunanjetrgovinski saldo je pozitiven. Največ so uvozili iz držav EU, predvsem tkanine in dodatke za dodelavne posle. Število zaposlenih se je v primerjavi z letom 2005 zmanjšalo (167.880 zaposlenih).



Slika 4: Prihodki, investicije, dodana vrednost, zaposleni in število družb tekstilne in oblačilne industrije v EU-27 v letu 2006 ter delež Romunije in Bolgarije (vrednosti v milijardah EUR)

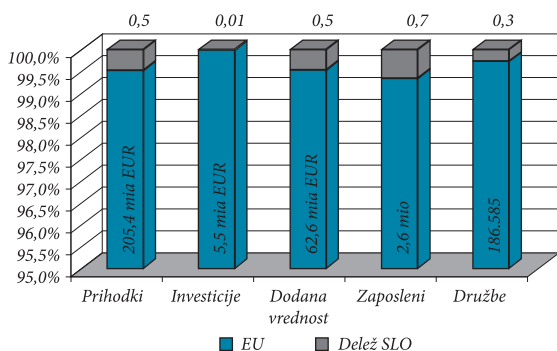
Včlanitev Romunije in Bolgarije je preostalim članicam odprla možnosti za nove investicije v proizvodnjo izdelkov z relativno visoko dodano vrednostjo in velik potencial delovne sile.

8 Napovedi za leto 2007

- Pozitivno glede naročil predvsem za oblačila in umetna vlakna.
- Enako velja za prihodek v tekstilnem in oblačilnem in sektorju, razen predenja, tkanja in pletenja, kjer je cenovna konkurenca zelo močna.
- Pozitivni trendi proizvodnje predvsem za pletenje, posebne tekstilije, oblačila in tekstilije za dom.
- Prvi podatki za leto 2007 kažejo celo večjo rast prodaje na drobno kot v letu 2006, tako po vrednosti kot po obsegu.

9 Primerjava Slovenije z EU

* Podatki za investicije v Sloveniji so za leto 2005



Slovenska tekstilna in oblačilna industrija pomeni zelo majhen delež v tekstilni in oblačilni industriji EU-27. Največji delež pomenijo zaposleni, nekoliko manjši je delež v prihodkih in dodani vrednosti, vendar se ta razlika vsako leto zmanjšuje.

Skrb zbujujoči pa so primerjalni podatki o investicijah, saj bodo le-te srednjeročno in dolgoročno zelo vplivale na rezultate naših panog.

Proizvodnja, prihodki in število zaposlenih so v proizvodnji tekstilij so občutno bolj zaostajali za povprečjem EU 25 kot izdelovalci oblačil.

V proizvodnji oblačil so ti rezultati nekoliko ugodnejši, razen pri številu zaposlenih, ki se tako kot v proizvodnji tekstilij zmanjšuje hitreje kot v povprečju EU.

Preglednica 2: Stopnje rasti v tekstilni in oblačilni industriji 2006/2005 (v %)

	Tekstilije		Oblačila	
	EU 25	SLO	EU 25	SLO
Proizvodnja	-1,9	-6,5	-0,5	0,4
Proizvodne cene	0,6	0,9	1,1	-1,5
Prihodki	0,5	-4,4	1,7	1,4
Investicije	-2,2	-12,2	4,5	-49,1
Zaposleni	-5,9	-11,6	-3,7	-11,9
Izvoz	9,2	3,6	8,8	-4,5
Uvoz	4,0	-3,6	11,5	13,4

Viri

1. EURATEX – Situation in the textile and clothing industry in the year 2006 and outlook for 2007.
2. Francesco Marchi: The EU-25 Textile and clothing industry in the year 2006.

Jože Smole *direktor ZTOUPI*
Jožica Weissbacher *samostojna svetovalka*

Prevzem podjetja Woolmark Company

Družba Australian Wool Innovation (AWI), ki je podaljšana roka volnarske industrije Avstralije za raziskave, inovacije in marketing, je letos prevzela podjetje The Woolmark Company in je s tem postala tudi lastnica blagovne znamke woolmark. Namen te integracije je okrepiti to znano blagovno znamko in tudi volnarsko industrijo v najširšem smislu. Novi lastnik AWI se bo najprej seznanil s potrebami in stanjem pri vseh licenčnih partnerjih družbe Woolmark, ki so kar v 65 državah. AWI je ob svojem sporočilu o prevzemu izjavila, da bo še naprej delovala tako kot je prej Woolmark Company. Njena glavna prioriteta bo trženje te blagovne znamke: zato bo nova lastnica znamke investirala precej sredstev, da bi okrepila to znamko ter ji povečala kredibilnost in ugled in bo pri tem neposredno sodelovala s poslovnimi partnerji. AWI na-

merava usmerjati vodilna podjetja na trgih, kjer je velika poraba volne, kot npr. oblikovalske centre v Italiji, proizvodnjo na Kitajskem, trgovske znamke in centre športnih oblačil v ZDA, svetovne trikotajne centre Hongkonga in tudi hitro rastoče trge, kot je Indija.

Še vedno ostajajo nespremenjeni lokalni zastopniki te znamke; tako je za Slovenijo, Srbijo, Hrvaško, BIH, Črno Goro in Makedonijo še vedno predstavnostvo v Beogradu.

Koledar prireditelj

december 2007 – april 2008

December

4.–5. Denim by Première Vision, Paris Saint-Denis

Mednarodni sejem denim tkanin in dodatkov za sezono pomlad-poletje 2009. • Informacije:

www.denimbypremierevision.com

7.–10. Knit Expo 2007, organizator Knit Expo International

Trade Fairs Inc., hotel Velan, Tirupur, Indija

• Informacije: R. Thangmani; E-pošta: knitexpo@knitexpo.net;

www.knitexpo.net

11.–13. Polyester 2007, Amsterdam, Nizozemska

Informacije: Maack Business Services; • Informacije:

www.mbspolymer.com

Januar 2008

9.–12. Heimtextil, Messe Frankfurt, Nemčija

• Informacije: www.heimtextil.de

12.–15. Domotex, Hanover, Nemčija

• Informacije: www.domotex.de

24.–26. International Lingerie Salon, Pariz, Paris-Expo,

Francija, Porte de Versailles • Informacije: www.lingerie-paris.com;

E-pošta: lingerie-paris@la-federation.com

24.–26. Interfilie, Pariz, Paris-Expo, Porte de Versailles

Na spremljajočih konferencah bo tematika namenjena

ekologiji – predvsem z vidika tekstilnih surovin. • Informacije:

www.interfilie.com; E-pošta: ifl@la-federation.com

Marec 2008

12.–14. Interstoff Asia Essential, Hongkong • Informacije:

www.messefrankfurt.com

April 2008

15.–18. Index 2008, Ženeva, Švica • Informacije: Fondation

Orgexpo, fax: +41 22 798 0100; www.geneva-palexpo.ch



InfoCenter GZS

Hitro in učinkovito do kakovostnih poslovnih informacij

Za poslovni uspeh so pomembne prave informacije ob pravem času.

Člani Gospodarske zbornice Slovenije v InfoCentru do njih dostopajo hitreje, učinkoviteje in ceneje.

– **strokovne informacije** Infopika – v okviru članskega bonusa članom GZS svetujejo strokovnjaki s področja davkov, financ, evra, delovnih razmerij, varovanja okolja, panožne zakonodaje. Pri specialističnih svetovanjih s pravnega področja, knjigovodstva, evra, intelektualne lastnine, inovacij, marketinga imajo člani GZS 30 % popust glede na veljavni cenik.

– **poslovno načrtovanje** v podporo poslovnemu načrtovanju je InfoCenter GZS vključen v pripravo in distribucijo strokovnih gradiv, ki vsebinsko pokrivajo makro-ekonomska vprašanja in področje analiz, ocenjevanja in napovedi gospodarskih trendov ter poslovnega okolja. Pri naročilu na strokovna gradiva nudimo članom GZS 30% popust na veljavni cenik

– **trženje doma in v tujini** pri trženju proizvodov ali storitev nudimo izpise kontaktnih naslovov doma in v tujini, razpolagamo z domačimi in tujimi tržnimi raziskavami ali informacijami o patentih in tujih blagovnih znamkah iz najuglednejših domačih in tujih baz podatkov. Posebni popusti za člane GZS pri vseh izpisih!

– **poslovne priložnosti** brezplačni vpis poslovne ponudbe in/ali povpraševanja za člane GZS v Mednarodno BORZO ponudb in povpraševanj, objava oglasa na spletni strani www.borza.org, na portalu GZS, v Glasu gospodarstva in specializiranih revijah.

Nekaj zadnjih aktualnih ponudb/povpraševanj s področja tekstilne, oblačilne in obutvene industrije:

Tekstil / Usnje / Obutev

Številka PP: 29340

Slovensko podjetje izdeluje športno elegantno konfekcijo za ženske, izdelke: jakne, hlače, krila, bluže,

velikosti od 38 do 54. Uporabljajo naravne materiale: bombaž, lan, viskoza.

Voelkner Silva, s. p. – Tekstil – Šivanje, Zastopstvo, Posredništvo, Stojnci 73, 2281 Markovci, tel.: 02 766 16 91, faks: 02 766 16 90, e-pošta: silva.voelkner@siol.net, URL: www.volkner.si, ga. Silva Voelkner

Številka PP: 29396

Slovensko podjetje nudi storitev proizvodnega šivanja določenih enostavnih manjših izdelkov.

Barbie, proizvodno šiviljstvo Krevzel Milica s.p., Janka Ulriha 43, 3320 Velenje, tel.: 03 586 61 63, faks: 03 586 61 63, e-pošta: milicakrevzel@volja.net, ga. Milica Krevzel

Številka PP: 29530

Slovensko podjetje nudi:

- 100 % prejo naravne ovčje volne za ročno in strojno tkanje in pletenje,
- bio volneno izolacijo za naravne hiše,
- volnene podsedelnice za konje.

Soven d.o.o., Belingerjeva ulica 19, 2352 Selnica ob Dravi, tel.: 02 674 05 74, faks: 02 674 05 73, e-pošta: soven@siol.net, URL: soven.si, ga. Marija Srblin

Številka PP: 29577

Dansko podjetje ponuja torbice po ugodni ceni. Zainteresirano je tudi za dolgoročno poslovno sodelovanje s podjetji iz Slovenije.

Vanessas Paradis, Maltevangen 11, 2820 Gentofte, Danska, tel.: +45 4 076 79 72, faks: +45 3 964 16 69, e-pošta: info@vanessasparadis.dk, URL: www.vanessasparadis.dk,

Številka PP: 29694

Slovensko podjetje išče dobavitelja delovnih oblačil – uniform in sicer za kuharje, natakarje, medicinske delavce, receptorje in poslovnih oblačil.

Zastopništvo Vrbinc Lidija, s.p., Peruzzijeva 101A, 1000 Ljubljana, tel.: 031 351 551, 051 412 334, Roman Zakrajšek, e-pošta: lidija.vrbinc@gmail.com

Številka PP: 29695

Slovensko podjetje ponuja kakovostne moške srajce iz 100 % bombaža (gerry weber) ali pa 95 % bombaža in 5 % elastana, dolgi in kratki rokav z več kot 20 različnimi modeli ovratnikov, so izdelane po meri, večinoma gre za srajce unikatne izdelave. Izdelane so v modnih vzorcih, kot so karo in črtasti vzorci ter v modnih barvnih odtentkih, ka-

tera osnova je bela in oranžna barva, tudi po želji strank. Namenjene so predvsem poslovnem, odvetnikom, itd. Poleg srajc pa podjetje ponuja tudi kakovostne luksuzne moške obleke.

Zastopništvo Vrbinc Lidija, s.p., Peruzzijeva 101A, 1000 Ljubljana, tel.: 031 351 551, 051 412 334, g. Jožek Kos, e-pošta: konfekcija@gmail.com

Številka PP: 29603

Slovensko podjetje ponuja po konkurenčnih cenah bombažno hotelsko perilo (brisače, kopalne plašče, posteljnino, prte ...).

Marka, d. o. o., Brezovce 8, 1236 Trzin, tel.: 01 562 12 54, faks: 01 562 12 58, e-pošta: veleprodaja@marka.si; draga@marka.si, ga. Draga Miladinović, e-pošta: draga@marka.si

Številka PP: 29635

Slovensko podjetje ponuja tradicionalne izdelke iz Pakistana: tekstil iz bombaža, riž, sladkor itd.

Til, d. o. o., Sončna ulica 33, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: 02 665 31 01, faks: 02 665 31 01, e-pošta: til@amis.net

Številka PP: 29728

Slovensko podjetje išče poslovno sodelovanje ali proizvodno-skladiščni obrat za vzpostavitev tekstilno proizvodne dejavnosti. Specifikacija :

- lokacija mora bit dostopna s priklopnikom,
- tloris proizvodnega prostora 400 m² in 200–300 m² skladišče,
- dolžina in širina proizvodnega prostora 40 m × 10 m ali 20 m × 20 m
- višina 5 m
- elektroinstalacija 380 kVa

Za vzpostavitev proizvodnje se predvideva zaposlitev 12 delavcev v proizvodnji in 2 v administraciji, zaželeno tekstilno predznanje.

Sani Stil, d. o. o., Letališka 32, 1000 Ljubljana, tel.: 01 546 15 80, faks: 01 546 15 85, e-pošta: darja.sani@siol.net, ga. Darja Gazibera, 041 669 813

Poslovni prostori / Nepremičnine

Številka PP: 29683

Slovensko podjetje odda ali prodaja na odlični lokaciji v Ljubljani, Bravničarjeva 11, Šiška, v neposredni bližini obvoznice, industrijske cone Stegne, nove poslovne cone Šiška in Mercator centra poslovno proizvodne prostore velikosti 210 m² + 40 m² pomožnega prostora + parkirišče.

AVP, d. o. o., Bravničarjeva 11, 1000 Ljubljana, tel.: 01 514 04 10, faks: 01 514 04 12, e-pošta: info@avp.si, URL: www.avp.si, ga. Polona Krpan

Številka PP: 29659

Slovensko podjetje proda poslovno proizvodni skladiščni objekt v izmeri 2.200 m². Objekt se nahaja v I.C. Podskrajnik pri Cerknici, možnost prodaje po delih. Eurobox, d. o. o., Podskrajnik 23, 1380 Cerknica, tel.: 01 709 05 90, faks: 01 709 05 99, e-pošta: info@eurobox.si, URL: www.eurobox.si, g. Damjan Krajc, e-pošta: damjan.krajc@eurobox.si

Številka PP: 29661

Srbsko podjetje, katerega lastnika sta slovenska državljana, proda poslovno-stanovanjske prostore v Srbiji. Nepremičnina stoji na parceli velikosti 3500 m², ki se nahaja v Vrdniku (blizu Rume), 14 km od avtoceste Zagreb – Beograd ter obsega proizvodno halo (750 m²), kotlovnico in vratarnico (80 m²), pisarniške prostore (60 m²), stanovanjske prostore (60 m²) ter trafo postajo. Objekti so ograjeni in tehnično varovani. Nepremičnina predstavlja zaokroženo poslovno enoto z vsemi priključki, ogrevanjem in uporabnimi dovoljenji ter kot taka omogoča zaposlitev do 120 zaposlenih v dveh izmenah. Lastništvo je urejeno in vpisano v zemljiško knjigo.

Pikas, d. o. o., Brunov drevored 11, 5220 Tolmin, tel.: 05 381 03 84, faks: 05 381 03 87, e-pošta: pikas@pikas.si, ga. Dijana Škoberne, 041 677 921

Poslovno svetovanje

Številka PP: 29648

Investitorji iz Nemčije/ZDA želijo preko mreže gospodarskih svetovalcev iz Stuttgarta navezati stik in investirati v slovenska podjetja, ki načrtujejo oz. potrebujejo za svoj razvoj in delovanje tuji kapital. Mreža gospodarskih svetovalcev je specializirana za svetovanja pri organizaciji in optimiranju poslovnih potekov, vprašanju nasledstva v podjetjih ter za svetovanja oz. posredništvo pri prevzemu, prodaji in naložbah v podjetja.

T T & I, Montessoristr. 11, 71272 Renningen, Nemčija, tel.: +49 715 947 91 66, e-pošta: info@trateschki-translation.de, URL: www.trateschki-translation.de, g. Roman Trateški

Številka PP: 29649

Nemško podjetje, mednarodni strokovnjaki za prevode in tolmačenja, specializirani za področja

tehnike, tehnologije, naravoslovja, gospodarstvo in pravo nudijo vse vrste prevodov in tolmačenj. Njihovi sodelavci so tolmači, prevajalci, jezikoslovci in strokovnjaki iz različnih področij iz vsega sveta, z znanjem materinščine. Hitro se seznanijo s specifičnimi temami, upoštevajoč poslovno etiko in varovanje poslovnih skrivnosti.

T T & I, Montessoristr. 11, 71272 Renningen, Nemčija, tel.: +49 7 15 947 91 66, e-pošta: info@trateschki-translation.de, URL: www.trateschki-translation.de, g. Roman Trateški

Več informacij o aktivnostih Gospodarske zbornice Slovenije, ugodnostih za člane in Mednarodni borzi ponudb in povpraševanj najdete na portalu GZS www.gzs.si.

Vabimo vas, da se naročite na e-novice in poslovni tednik Gospodarske zbornice Slovenije.

Tanja Jamnik InfoCenter GZS
Dimičeva 13, 1504 Ljubljana
Telefon: 01 589 80 00
e-pošta: info@gzs.si, borza@gzs.si

Navodila avtorjem

Objava članka v Tekstilcu pomeni, da se vsi avtorji strinjajo z objavo in vsebino prispevka. Za seznanjenje ostalih avtorjev z objavo je odgovoren prvi avtor članka. Avtor prevzema vso odgovornost za svoj članek. Članek ne sme biti v postopku za objavo v kaki drugi publikaciji. Avtor ne sme kršiti pravic kopiranja. Ko je članek sprejet, pridejo avtorske pravice na izdajatelja, saj ta prenos zagotavlja najširše reproduciranje.

Članek naj bo napisan v slovenskem ali angleškem jeziku in se odda glavnemu uredniku v elektronski kot tudi v izpisani obliki. Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect) na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo napisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi, naj se v izpisani obliki nahaja med besedilom, v digitalnem zapisu pa na koncu celotnega besedila, vendar mora v besedilu biti natančno določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule.

Uredništvo Tekstilca odloča o sprejemu člankov za objavo, poskrbi za strokovno oceno članka in jezikovne popravke v slovenskem in angleškem jeziku. Če je članek sprejet v objavo, se avtorju vrne recenzirani in lektoriran članek. Avtor vnese lektorske popravke in vrne članek prilagojen spodaj napisanim navodilom za pripravo prispevka v Uredništvo. Avtor odda popravljen članek izpisan v enem izvodu na papirju format A4 in v digitalni obliki (Word ...).

Priprava prispevka

Besedilo naj obsega:

- podatke o avtorjih
- naslov članka
- izvleček (do 200 besed)
- ključne besede (do 8 besed)
- besedilo članka (priporočamo naslednji vrstni red: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura)

- slikovno gradivo s pripadajočimi podpisi
- preglednice, tabele s pripadajočim tekstom
- matematične in kemijske formule
- merske enote in enačbe (SIST ISO 2955, serija SIST ISO 31 in SIST ISO 1000)
- opombe (avtorji naj se izognjejo pisanju opomb pod črto)

Podatki o avtorjih

Podatki o avtorjih vsebujejo imena in priimke avtorjev, naslov institucije ter elektronsko pošto. Akademski naslov ni potreben in se ga tudi ne objavi. Naveden naj bo korespondenčni avtor, njegova telefonska številka in elektronski naslov.

Naslov članka

Naslov članka naj bo natančen in informativen hkrati in naj ne bi presegal 80 znakov. Avtor naj navede tudi skrajšani naslov članka.

Izvleček in ključne besede

Izvleček naj vsebuje do 200 besed, s katerim kratko predstavimo bistveno vsebino članka in pritegnemo bralčevo pozornost. Izvleček naj bo napisan v preteklem času, sklicevanje na formule, enačbe, literaturo v izvlečku ni dovoljeno, poleg tega pa se je potrebno izogibati kraticam in okrajšavam.

Ključne besede lahko vsebujejo od 4 do maksimalno 8 besed, s katerimi avtor določi vsebino članka in so primerne za indeksiranje in iskanje.

Besedilo članka

Besedilo članka naj bo napisano jasno in jedrnato. Četudi gre za lastno raziskovanje oz. preizkušanje, je članek potrebno napisati v prvi osebi množine ali tretji osebi. V primeru ponavljanja, navajanja splošno znanih dejstev in odvečnih besed si uredništvo pridržuje pravico do skrajšanja besedila. Članki naj imajo priporočeno strukturo: Uvod, Eksperimentalni del, Rezultati z razpravo, Zaključki, Zahvala, Literatura. Celotno besedilo članka je potrebno napisati s predpostavko, da bralci že poznajo osnove področja, o katerem je govor. Eksperimentalna tehnika in naprave se podrobno opišejo v primeru, če bistveno odstopajo od že objavljenih opisov v literaturi; za znane tehnike in naprave naj se navede vir, kjer je mogoče najti potrebna pojasnila.

Oblikovanje članka v urejevalniku besedila

Besedilo naj bo napisano v enem izmed bolj razširjenih urejevalnikov besedil (Word ali Word Perfect) na formatu A4 s presledkom 1,5 in 3 cm širokim robom na oštevilčenih straneh. Digitalni zapis naj bo povsem enostaven, brez zapletenega oblikovanja, deljenja besed, podčrtavanja, avtor naj označi le krepko in kurzivno poudarjanje. Besedilo naj bo zapisano z malimi črkami in naj ne vsebuje nepotrebnih okrajšav in kratic. Celotno slikovno gradivo, vključno s tabelami, kemijskimi formulami in pripadajočimi opisi naj se nahaja na koncu celotnega besedila, vendar mora biti v besedilu določeno mesto slikovnega gradiva/tabele ali kemijske formule v besedilu.

Slikovno gradivo

Celotno slikovno gradivo, ki se bo objavilo, je potrebno k besedilu dodati kot samostojno datoteko ločeno od besedila članka, v eni izmed naslednjih oblik TIFF (.tiff; .tif), JPEG (.jpg; .jpeg) ali BMP (.bmp), kot excelov (.xls) dokument. Slikovno gradivo naj ima najmanjšo ločljivost 300 dpi, oz. velikost, ki je 1,5 do 3-krat večja od velikosti tiskanega grafa. Datoteke je potrebno imenovati tako kot so imenovane v besedilu (npr.: slika1.tif). Za slikovno gradivo, za katere avtorji nimajo avtorskih pravic, morajo avtorji od lastnika avtorskih pravic pridobiti dovoljenje za objavo. V tem primeru je potrebno k opisu slike dodati tudi avtorja slike.

Preglednice, tabele

Ravno tako kot za slikovno gradivo, tudi za preglednice in tabele velja, da se jih doda k besedilu članka kot ločeno datoteko (imenovanje tabele npr: tabela1.xls), razen v primeru, če je preglednica narejena z urejevalnikom besedila. Preglednice in tabele, v to vključujemo tudi sheme, diagrame in grafikone, se naj sestavijo tako, da bodo razumljive tudi brez branja besedila članka. Naslovi v tabelah/preglednicah naj bodo kratki. Pri urejevanju tabel, v urejevalniku besedila, se za ločevanje stolpcev uporabijo tabulatorji in ne presledki.

Matematične in kemijske formule

Vsaka formula naj ima zaporedno številko napisano v okroglem oklepaju na desni strani. V besedilu se navajajo npr.: „Formula 1“ in ne „... na naslednji način; ... kot je spodaj prikazano:“, ker zaradi teh-

ničnih razlogov ni mogoče formule postaviti na točno določena mesta v članku. Vse posebne znake (grške črke itn.) je potrebno posebej pojasniti pod enačbo ali v besedilu. Formule naj bodo pripravljene v Wordu napisane s pisavo arial.

Merske enote in enačbe

Obvezna je uporaba merskih enot, ki jih določa Odredba o merskih enotah (Ur. L. RS št. 26/01), tj. Enote mednarodnega sistema SI. Uporaba in pisava morata biti po tej odredbi skladni s standardi SIST ISO 2955, serije SIST ISO 31 in SIST ISO 1000.

Opombe

Avtorji naj se izognejo pisanju opomb pod črto.

Navajanje literature

Vse literaturne vire, ki se nahajajo v besedilu je potrebno vključiti v seznam. Literaturni viri so zbrani na koncu članka in so oštevilčeni po vrstnem redu, kakor se pojavijo v članku. Označimo jih s številkami v oglatem oklepaju. Literatura naj se navaja v skladu s standardom SIST ISO 690:1997 (Documentation – Bibliographic references – Content, form and structure). Primeri navajanja posameznih virov informacij:

Monografije

- 1 PREVORŠEK, Dušan C. *Visokozmogljiva vlakna iz gibkih polimerov : teorija in tehnologija*. Uredila Tatjana Rijavec in Franci Sluga. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998. 494 str.
- 2 *Wool dyeing*. Edited by D. M. Lewis. Bradford : Society of Dyers and Colourists, 1992. 372 str.

Prispevki v monografijah in zbornikih

- 3 CERKVENIK, Janez, in NIKOLIČ, Momir. Prestrukturiranje slovenske tekstilne industrije s stališča tehnološke opremljenosti, porabe energetskih virov in ekologije. V 28. mednarodni simpozij o novostih v tekstilni tehnologiji in oblikovanju : zbornik predavanj in posterjev. Uredila Barbara Simončič. Ljubljana : Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za tekstilno tehnologijo, 1994, str. 24–38.

Članki

- 4 JAKLIČ, Anton, BRESKVAR, Bojan, in ULE, Boris. Računalniško podprt merilni sistem pri preizkusih lezenja. *Kovine zlitine tehnologije*, 1997, let. 31, št. 1–2, str. 143–145.

Standardi

- 5 Tekstilije – Označevanje vzdrževanja s pomočjo simbolov na etiketah (ekvivalenten ISO 3758:1991). SIST ISO 3758:1996. 13 str

Patenti

- 6 CAROTHERS, Wallace H. *Linear condensation polymers*. United States Patent Office, US 2,071,250. 1937-02-16. 8 str.

Poročila o raziskovalnih nalogah

- 7 CERKVENIK, Janez, in KOTLOVŠEK, Janez. *Optimiranje tehnoloških procesov predenja in plemenjenja v IBI – Kranj : zaključno poročilo o rezultatih opravljenega dela RR faze projekta*. Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 1998. 20 str.

Monografske elektronske publikacije

- 8 *Il conferencia internacional textil/confecção, 21-23 julho 1999, Rio de Janeiro = 2nd International Textile and Apparel Conference, 21-23 July 1999, Rio de Janeiro* [CD-ROM]. Rio de Janeiro : SENAI/CETIQT, 1999.

Članki v elektronskih revijah

- 9 ATKINS, Helen. The ISI Web of Science – links and electronic journals : how links work today in the Web of Science, and the challenges posed by electronic journals. *D-Lib Magazine* [online], vol. 5, no. 9 [citirano 3. 2. 2000]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.dlib.org/dlib/september99/atkins/09atkins.html>>.

Spletne strani

- 10 ASREACT – *Chemical reactions database* [online]. Chemical Abstracts Service, 2000, obnovljeno 2. 2. 2000 [citirano 3. 2. 2000]. Dostopno na svetovnem spletu: <<http://www.cas.org/CASFILES/casreact.html>>.

Naslov uredništva:

Uredništvo Tekstilec

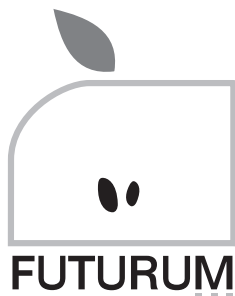
Snežniška 5, p.p. 312

SI-1000 Ljubljana

E-pošta: diana.gregor@ntf.uni-lj.si

Spletni naslov: <http://www.ntf.uni-lj.si/ot/>

te
e
k
s
t
ilec



Nagrada odličnosti s pogledom v prihodnost

Nagrajenka

Zdenka Peršin

Naslov doktorskega dela

Strukturne in sorpcijske lastnosti obdelanih
regeneriranih celuloznih vlaken

Mentorica

red. prof. dr. Karin Stana-Kleinschek

Somentorica

izr. prof. dr. Majda Sfiligoj Smole

Univerza v Mariboru • Fakulteta za strojništvo
Laboratorij za obdelavo in preskušanje polimernih materialov



Evropsko priznanje Centru za senzorsko tehniko *Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje* FS • Univerza v Mariboru

Nagrajenka
Špela Mojca Korent

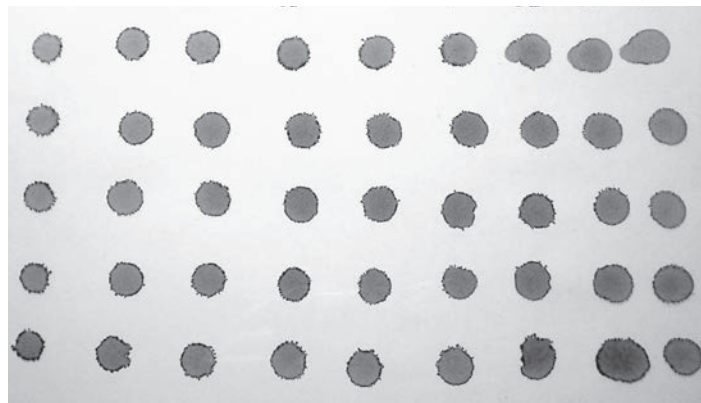
Naslov nagrajenega projekta
Optični kemijski senzori
za osebno zaščito

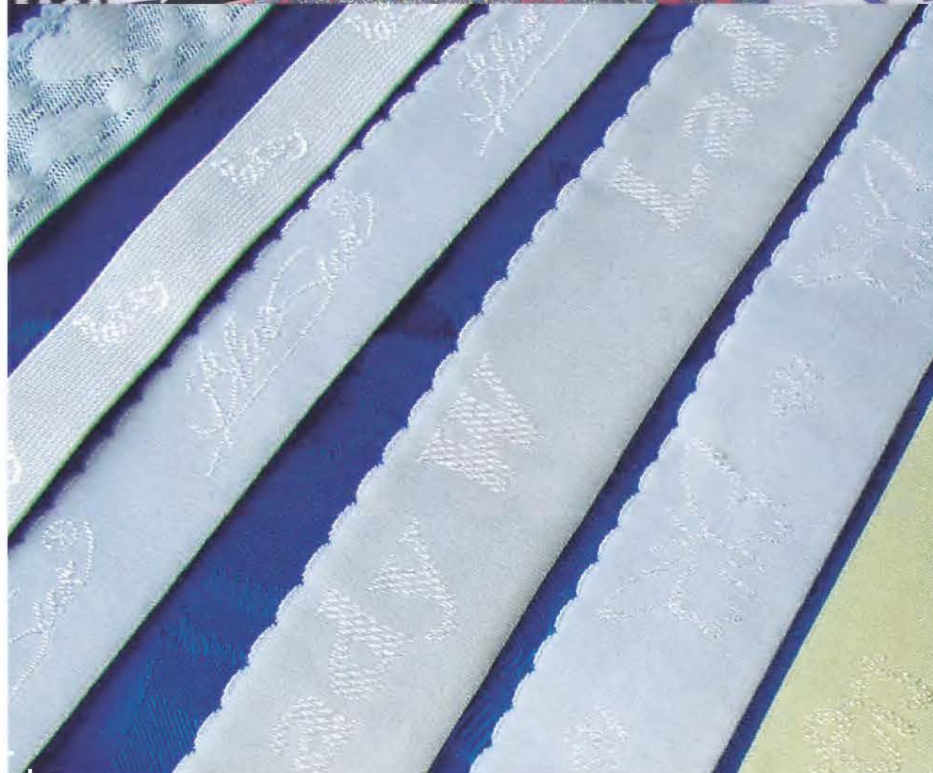
Mentorica
izr. prof. dr. Aleksandra Lobnik
Somentorica
doc. dr. Andreja Gutmaher



Center za senzorsko tehniko na Oddelku za tekstilne materiale in oblikovanje, FS UM, se je na mednarodnem srečanju proizvajalcev in uporabnikov tehničnih tekstilij Citext v Franciji odrezal več kot odlično. Potem ko so organizatorji povabili le štiri izbrane univerze v Evropi na srečanje, kjer je med drugim potekalo tekmovanje med univerzami pod naslovom „Inovacije na področju tehničnih tekstilij“, je bil projekt mariborske podiplomske študentke Špela Mojce Korent ocenjen kot najboljši.

Projekt pod naslovom „Optični kemijski senzori za osebno zaščito“, ki ga je Korentova pripravila pod mentorstvom izr. prof. dr. Aleksandre Lobnik in somentorstvom doc. dr. Andreje Gutmaher, je ocenjevalo 230 podjetij glede na tematiko in aplikativnost. Projekt je bil najbolj aktualen glede na današnjo potrebo po osebni zaščiti ljudi pred različnimi škodljivimi vplivi okolja. Predstavljen je bil nov optični kemijski senzor za določevanje aminov, ki ga lahko vkomponiramo v oblačilo. Takšen senzorski sistem omogoča uporabniku takojšnjo zaznavo toksičnih aminov in posledično zaščito pred njimi. Prednosti optičnih kemijskih senzorjev pred konvencionalnimi senzorskimi sistemi so predvsem v tem, da so imuni na elektromagnetne interference, so majhni, kompaktni in jih lahko vključujemo v tekstilne strukture. Enostavni optični senzorski sistemi lahko že s spremembo barve opozorijo uporabnika na škodljivo okolje. Nadgradnjo predstavljajo senzorski čipi, ki z uporabo nanotehnologij omogočajo razvoj občutljivejših senzorskih sistemov za zaznavanje kemijskih, bioloških, radioloških in eksplozivnih sredstev. Prvo mesto Centru za senzorsko tehniko na Oddelku za tekstilne materiale in oblikovanje pomeni veliko priznanje, saj je s tem dobil potrdilo, da je z raziskovalnim delom na pravi poti. Navezali smo že številne stike z industrijo: sodelovanje v nacionalnih in mednarodnih projektih, obetajo se tudi novi stiki s podjetji iz tujine.





trak

TRAK tovarna trakov in elastike d.o.o.

Šaranovičeva cesta 35, Vir

1230 Domžale

telefon • 01 729 02 76, 01 729 02 77

faks • 01 729 02 70

e-pošta • dimec.miro@trak.si

Naš program

- žakarski trakovi in elastike z napisi
- vse vrste pletene in tkane elastike
- čipke za perilo v različnih barvah
- bombažni in sintetični trakovi
- trak za gubanje zaves
- gurte
- vrvice
- usluge barvanja trakov in elastik
- izdelava manjših serij po želji kupca

Uporabniki naših izdelkov so

- konfekcija perila in oblačil
- športna oprema
- čevljarstva industrija
- galanterija notranja oprema
- elektroindustrija
- trgovina

Naš program je zelo pester in prepričani smo, da boste v naši ponudbi odkrili tudi zanimive izdelke po vaših željah.

ODDELEK ZA TEKSTILNE MATERIALE IN OBLIKOVANJE

Vabimo Vas k vpisu sodobnih, v evropskem prostoru primerljivih, dodiplomskih in podiplomskih študijskih programov:

Oblikovanje in tekstilni materiali (bolonjski dodiplomski univerzitetni študijski program)
Tekstilstvo (visokošolski strokovni študijski program)
Oblikovanje in tekstilni materiali (bolonjski podiplomski magistrski študijski program)
Tekstilstvo (podiplomski specialistični študijski program)
Tekstilna tehnologija (podiplomski magistrski in doktorski študijski program)



Predstojnica oddelka:
Kontakt:
Tajništvo:
Spletna stran:

Prof. dr. Alenka MAJČEN Le MARECHAL
+386 (0)2 220-7910, alenka.majcen@uni-mb.si
+386 (0)2 220-7529, ksenija.ferlic@uni-mb.si
<http://www.fs.uni-mb.si>

INŠTITUT ZA INŽENIRSEKе MATERIALE IN OBLIKOVANJE

Aktivnosti inštituta zajemajo temeljne in aplikativne raziskave ter izobraževanje s področja tekstilnih in tehničnih vlaken. Inštitut nudi storitve na področju preskušanja tekstilij in svetovanja. Raziskovalna dejavnost obsega raziskave z različnih področij tekstilstva in oblikovanja, v zadnjem času pa je poudarek na raziskovalnih aktivnostih novo razvijajočih se znanosti in tehnologij. Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje je aktivno vključen v številne raziskovalne programe, namenjene raziskavam naprednih tekstilnih in drugih polimernih materialov, njihovi predelavi in oblikovanju. Pomembno prispeva k razvoju in napredku omenjenih področij z aktivno udeležbo v raziskovalnih projektih 7. okvirnega programa Evropske skupnosti.

Inštitut vključuje naslednje laboratorije in centre:

Laboratorij za obdelavo in preskušanje polimernih materialov
Laboratorij za barvanje, barvno metriko in ekologijo plemenitenja
Laboratorij za tiskanje tekstilij in nego oblačil
Laboratorij za kemijo, barvila in polimere
Laboratorij za tekstilno tehnologijo in konstrukcijo tekstilij
Laboratorij za oblačilno inženirstvo ter fiziologijo in konstrukcijo oblačil
Center za nego tekstilij in oblačil
Center za barvanje in barve
Center za senzorsko tehniko

Predstojnica inštituta:
Kontakt:
Tajništvo:
Spletna stran:

Prof. dr. Karin STANA-KLEINSCHEK
+386 (0)2 220-7881, karin.stana@uni-mb.si,
+386 (0)2 220-7528, sonja.hoicman@uni-mb.si
<http://www.fs.uni-mb.si/podrocje.aspx?id=289>

