

mag. Daniela Zavec, univ. dipl. inž.
izr. prof. dr. Jelka Geršak, univ. dipl. inž.
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilstvo
Inštitut za tekstilne in konfekcijske procese, Smetanova 17, SI-2000 Maribor
e-pošta: daniela.zavec@uni-mb.si; jelka.gersak@uni-mb.si

Napoved obnašanja tkanin kot vhodna informacija za proces izdelave oblačil

Paleta raznovrstnih tkanin, ki se vsak dan pojavljajo v procesu izdelave oblačil, predstavlja za oblačilno industrijo velik izziv, saj se nenehno sooča s težavami, ki zadevajo raznovrstnost uporabljenih tkanin. Le-te se zaradi učinkujočih obremenitev med procesi izdelave različno obnašajo. Tako je za razumevanje in boljše informiranje o predelovalnih lastnostih tkanin za oblačilno industrijo nepogrešljivo poznavanje njihovih mehanskih in fizikalnih lastnosti. Za razumevanje povezanosti omenjenih dejavnikov je v prispevku predstavljena baza znanja za napovedovanje obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil kot pomembna inženirska informacija tako za oblačilno industrijo, ki želi izdelovati visokokakovostna oblačila hitro in poceni, kot tudi za tekstilno industrijo, ki bo morala pristopiti k inženirskemu načrtovanju zelenih lastnosti tkanin. Oblikovana baza znanja, zasnovana na realno dobljenih podatkih obsežne raziskave in študije obnašanja tkanin med procesi izdelave v neposredni proizvodnji, je izhodišče za inženirsko načrtovanje procesov izdelave oblačil.

Ključne besede: oblačilno inženirstvo, tkanina, mehanske in fizikalne lastnosti, baza znanja, napoved obnašanja

Prediction of Fabric Behaviour as an Input Information for Garment Manufacturing Process

A wide range of different fabrics appearing daily in the garment manufacturing process represents a great challenge for garment industry. Due to their different properties the behaviour and response of such fabrics to the stresses occurring during the production process is different. For better informing and understanding the processing properties of fabrics for garment industry the knowledge of their mechanical and physical properties is indispensable. In order to understand the connection of the mentioned factors the author presents a knowledge base for predicting the behaviour of fabrics during the garment manufacturing process as an important engineering information for both, the garment manufacturing industry that wants to manufacture high quality garment quickly and cost effectively and for the textile industry that should accede to the engineering design of wished properties of fabrics. The presented knowledge base is based on real data obtained by a comprehensive research and investigation during an implant garment manufacturing process and means a starting point for the engineering design of garment manufacturing process.

Keywords: clothing engineering, fabric, mechanical and physical properties, knowledge base, prediction of behaviour

1.0 UVOD

S ciljem izdelovati visokokakovostna oblačila je postavila oblačilna industrija visoke zahteve za vgrajene materiale. Tekstilni materiali, ki predstavljajo za proces izdelave oblačil vhodni material, morajo biti brez

napak in morajo omogočiti nemoteno odvijanje posameznih tehnoloških procesov; z eno besedo, biti morajo kakovostni, da se lahko zagotovi nemoten potek procesa izdelave oblačil. Vse to vodi v nujno potrebno poznavanje vhodnih materialov. Poleg osnovnih informacij, kot sta surovinska sestava in vezava, je

potrebno posvetiti posebno pozornost tudi mehanskim in fizikalnim lastnostim tekstilnih materialov, saj le-ti zaradi svoje raznovrstnosti povzročajo oblačilni industriji številne težave. Poznavanje mehanskih in fizikalnih lastnosti tekstilnih materialov omogoča reševanje nastalih težav in je izhodišče za inženirsko načrtovanje izdelave visokokakovostnih oblačil. V ta namen je v prispevku prikazana opredelitev povezanosti parametrov mehanskih lastnosti s posameznimi procesi izdelave oblačil oz. obnašanjem materialov med predelavo v oblačilo in njihova medsebojna odvisnost. Raznolikost materialov in s tem znatno povečanje medsebojne odvisnosti je predstavljena preko baze znanja, ki je v današnjem času nepogrešljivo orodje v sistemih napovedovanja z vidika računalniške tehnologije. Rezultat oblikovane baze znanja je napoved obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil in predstavlja za proces izdelave oblačil pomembno vhodno informacijo, saj bo oblačilo ob vnaprej znanih lastnostih o vgrajenih materialih in njihovem obnašanju izdelano kakovostnejše, hitreje in ceneje.

2.0 MEHANSKE LASTNOSTI TKANIN IN NJIHOVO OBNAŠANJE V PROCESU IZDELAVE OBLAČIL

Za izdelavo visokokakovostnega oblačila je poleg sodobne tehnologije nujno potrebno poznati mehanske in fizikalne lastnosti materialov, iz katerih je oblačilo izdelano. Saj mora oblačilo poleg osnovne funkcije zagotavljati še [1]:

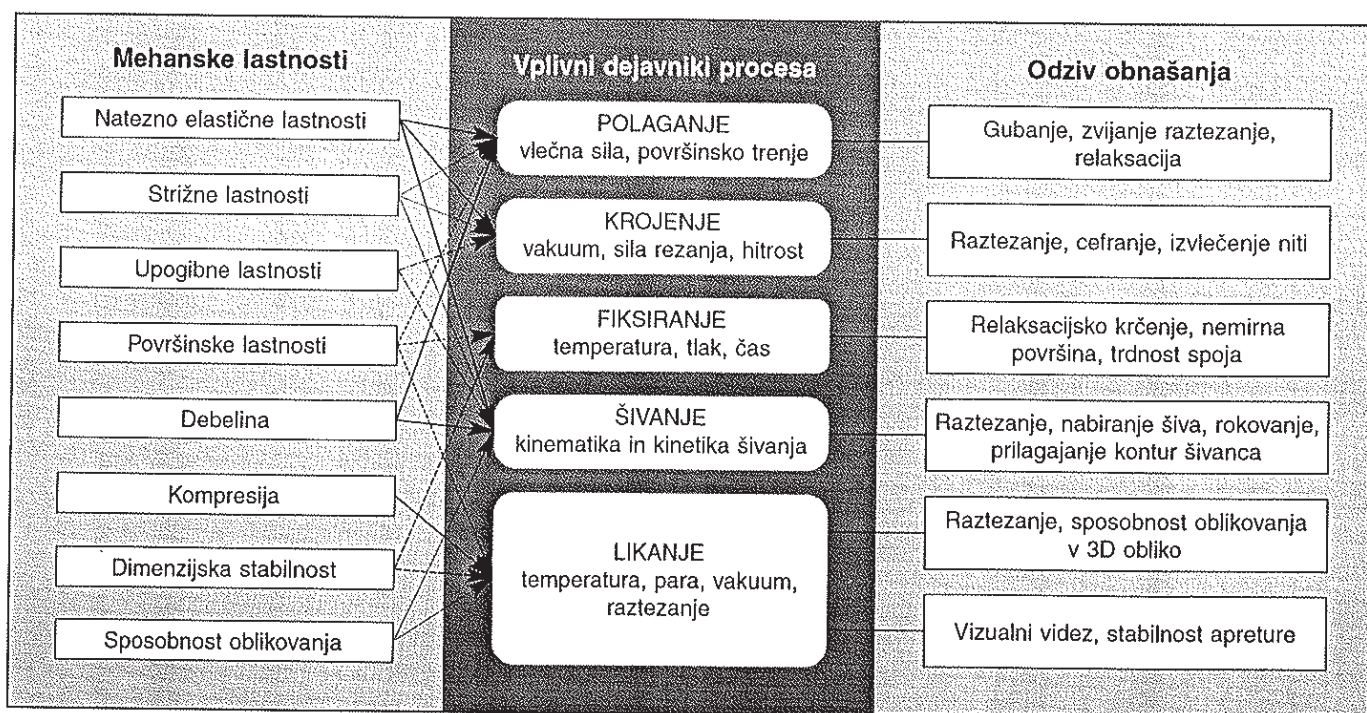
- primerno fiziološko zaščito oz. zavarovanje telesa pred mrazom, vročino, vetrom in dežjem,

- primerno stopnjo udobnosti nošenja,
- estetski in modni videz osebe, ki oblačilo nosi in
- poudariti ali prikriti določene anatomske posebnosti telesa.

Po drugi strani pa se zahteva od oblačila:

- ustrezna stabilnost oblike oblačila,
- lep videz in »pad« oblačila, kakor tudi
- dobre uporabne in negovalne lastnosti izdelanega oblačila.

Še tako enostavno oblačilo po stopnji izdelave na eni strani kot po modnosti na drugi strani je izdelano iz različnih tekstilnih površin (osnovna tekstilna površina, medvloga, podloga) in ostalih pomožnih materialov (gumbi, sukanci, zadrge, itd.), ki imajo različne in za oblačilo pomembne mehanske, fizikalne, površinske in dimenzijske lastnosti. Vendar se že na začetku zaradi narave tekstilne površine, ki je v bistvu ploskovna tvorba, srečamo s problemi, ki zadevajo preoblikovanje ploskovne tvorbe v 3D obliko oblačila. Tako nastal problem je tesno povezan z obnašanjem tekstilne površine med procesi predelave le-te v oblačilni izdelek, kakor tudi pozneje pri nošenju in negi, saj je težko predvideti njegovo rešitev z vidika nehomogene strukture tekstilnih materialov. Odgovor na vprašanja, ali bo tekstilna površina imela ustrezne predelovalne lastnosti, ki so potrebne za nemoteno odvijanje tehnoloških procesov izdelave oblačila (krojenje, fiksiranje, šivanje, likanje) in ali bo zagotavljala tudi dobre uporabne lastnosti izdelanega oblačila (udobnost, estetski videz ter negovalne lastnosti in lastnosti pri nošenju oblačila), je v veliki meri odvisen od mehanskih lastnosti tekstilnih površin.



Slika 1: Medsebojna odvisnost mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin, učinkujočih obremenitev in njihovega odziva

Na vprašanje, zakaj so mehanske in fizikalne lastnosti tkanin tako pomembne za proces izdelave oblačil, bi lahko dali naslednji odgovor. V procesih izdelave oblačil, kjer gre predvsem za preoblikovanje iz dvodimenzionalne ravnine tkanine v tridimenzionalno obliko oblačila, so tkanine izpostavljene neznatnim nateznim in tlačnim obremenitvam. Natezne obremenitve, ki povzročajo razteznost tkanin že pri nižjih obremenitvah, so razlog za težave pri rokovanju s tkanino, predvsem pri krojenju in šivanju. Tako je za oblikovanje oblačilnih delov v želeno obliko potrebna primerna razteznost ter strižna in upogibna togost tkanine, saj se le tako doseže želena polnost oblike oblačila. Iz tega izhaja dejstvo, da je poznavanje parametrov mehanskih lastnosti za obnašanje tkanin med procesi izdelave oblačil nepogrešljivo. Dobljena spoznanja odnosa med učinkujočimi obremenitvami v procesu izdelave oblačil ter mehanskimi in fizikalnimi lastnostmi tkanin oz. njihovem odzivu na učinkujoče obremenitve v posameznem tehnološkem procesu izdelave oblačil, so izhodišče za opredelitev in definiranje obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil [2-5]. Medsebojna odvisnost mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin, učinkujočih obremenitev med procesi izdelave oblačil in njihovega odziva je prikazana na sliki 1.

2.1 Proces polaganja krojnih slojev v krojno plast

Prve obremenitve tkanin so zaznane v procesu polaganja tkanin, kjer se tkanina pod vplivom manjše ali večje vlečne sile odvíja iz navitka in polaga v krojno plast. Vsak sloj posebej je položen v prostem, neobremenjenem stanju.

Zaradi učinkujoče vlečne sile je tkanina izpostavljena nateznim obremenitvam v smeri osnove oz. vzdolž krojnega sloja in silam površinskega trenja. Nastala deformacija, ki se odraža v obliki neopaznega raztezanja tkanine, je odvisna od velikosti sile, potrebne za odvijanje tkanine, površinskega trenja ter ploskovne mase tkanine in hitrosti gibanja tkanine med polaganjem oz. njenega pospeška ter elastičnih lastnosti tkanine oz. odpora, s katerim se tkanina upira učinkujoči natezni obremenitvi [6]. Stopnja deformacije kot posledica nastalega raztezanja je odvisna od elastičnih lastnosti tkanine, tj. od razteznosti oz. deformacijskega dela in sposobnosti relaksacije.

Čeprav je vsak sloj posebej položen v prostem, »neobremenjenem« stanju, deluje na posamezne sloje znotraj krojne plasti masa vrhnjih slojev, ki ovira relaksacijo posameznih krojnih slojev. Na stabilnost krojne plasti pa vplivajo tudi površinske lastnosti materiala, kot sta koeficient trenja in geometrijska hrapavost, saj lahko na podlagi njunih vrednosti sklepamo o bolj ali manj stabilni krojni plasti.

2.2 Proces krojenja

V procesu krojenja oz. razreza krojnih plasti je najprej potrebno doseči stabilnost krojne plasti, ki je med razrezom izpostavljena manjšim ravninskim deformacijam. Stabilnost krojne plasti se običajno, odvisno od načina krojenja, zagotovi s pomočjo vakuumske mize, pri čemer je učinek vakuuma odvisen od vrste in lastnosti materiala, zračne prepustnosti in kompresijske sposobnosti oz. stisljivosti materiala [7].

Med razrezom krojne plasti v oblačilne dele je material izpostavljen obremenitvam, ki jih povzročajo krojilni nož oz. vertikalno rezilo krojilne glave, ki izvaja kombinirano gibanje v dveh ravninah, in sicer vertikalno gibanje v z smeri in horizontalno gibanje v x in y smeri, t.j. v smeri kontur krojnih delov. Sila rezanja, ki deluje pri tem na material, je odvisna od [7]:

- kota rezanja,
- hitrosti vertikalnega gibanja rezila ali frekvence,
- hoda vertikalnega gibanja rezila ter
- hitrosti horizontalnega gibanja krojilne glave.

Tako je tkanina pri razrezu izpostavljena tlačni obremenitvi oz. sili, s katero deluje rezilo na krojno plast pri vertikalnem gibanju, in natezni obremenitvi oz. sili, s katero deluje rezilo pri horizontalnem gibanju na sistem osnovnih oz. votkovnih niti, ki leži prečno na smer rezanja.

Ker je pri razrezu krojnih plasti v oblačilne dele sistem votkovnih niti večkrat izpostavljen natezni sili, saj večina krojnih delov leži v smeri osnove, je za razrez pomemben odziv votkovnih niti na silo, ki jo povzroča horizontalna komponenta gibanja rezila. Pri tem vplivajo na obnašanje tkanine med razrezom oz. na odpor, ki ga nudi tkanina proti učinkujoči tlačni in natezni obremenitvi rezila, predvsem razteznost tkanine, upogibna in strižna togost ter površinske in kompresijske lastnosti tkanine, ki vplivajo na stabilnost krojne plasti, kot tudi zračna prepustnost, ki vpliva na zagotavljanje ustreznega vakuuma [7].

Pri materialih z nizko zračno prepustnostjo lahko nastopijo pri razrezu zaradi prodiranja zraka skozi nastale reže bolj ali manj izrazite deformacije, ki se kažejo v obliki ne gladke konture skrojjenih oblačilnih delov oz. v obliki izrinjenih niti osnove ali votka [7]. Deformacije, ki so povezane z zračno prepustnostjo materiala, pa se odražajo tudi v obliki različnih dimenzij skrojjenih oblačilnih delov. Zgornji sloji krojne plasti so pri razrezu izpostavljeni delovanju sile zraka, ki vdira skozi rezne linije, medtem ko so spodnji sloji izpostavljeni neposrednemu učinku vakuuma, zaradi česar pride do manjših nateznih obremenitev spodnjih in zgornjih slojev, ki se kažejo v obliki povečanja dimenzij skrojjenih delov [7]. Na velikost nastalih deformacij vplivajo površinske lastnosti, saj so izrazitejše pri manj stabilnih krojnih plasteh, ter elastičnost materiala in strižne lastnosti [6].

2.3 Proces šivanja

Tehnološki proces šivanja je pomemben del tehnološkega procesa izdelave oblačil, kjer se začne oblikovanje tkanin iz dvodimenzionalne v tridimenzionalno obliko. Pri tem učinkujejo na material kot šivanec na eni strani tehnološko pogojene sile šivalnega stroja in na drugi strani prek preoblikovanja tkanine iz dvodimenzionalne ravnine v tridimenzionalno obliko pogojene sile. Z vidika tehnološko pogojenih sil šivalnega stroja je material izpostavljen pritiski sili šivalne tačke ter kompresijski in natezni sili pomičnega elementa z zobci na eni strani in prebodni sili šivalne igle z vdetim sukancem na drugi strani. Pri tem vplivajo na obnašanje tkanine med šivanjem oz. na odpor, ki ga nudi tkanina kot šivanec učinkujoči obremenitvi šivalne tačke, prebodne sile šivalne igle in pomičnega elementa z zobci predvsem razteznost tkanine ter površinske in longitudinalne kompresijske lastnosti tkanine. Nasproti temu pa je šivanec pri preoblikovanju tkanine iz dvodimenzionalne ravnine v tridimenzionalno obliko izpostavljen večjim ali manjšim nateznim, upogibnim in strižnim obremenitvam ter kompresiji. Odziv tkanine na preoblikovanje oz. zagotavljanje ustrezne tridimenzionalne oblike je odvisen od elastičnosti tkanine in sposobnosti relaksacije, upogibne togosti, sposobnosti oblikovanja, stisljivosti, strižne togosti in vrednosti višine strižne histereze ter geometrijske hrapavosti [6].

Poleg navedenih obremenitev je šivanec izpostavljen tudi obremenitvi sukanca v izdelanem šivu. Vključitev sukanca v strukturo tkanine zahteva določeno preureditev niti osnove in votka v njej, zaradi česar je tkanina izpostavljena natezni in strižni deformaciji, ki pri neugodnih strižnih lastnostih lahko povzroči trajno deformacijo tkanine v področju šiva in se kaže v obliki nabiranja šiva ali v obliki valovanja šiva [3].

2.4 Proces likanja in adjustiranja

Posamezne mehanske in fizikalne lastnosti tkanin pa ne vplivajo le na njihovo obnašanje med procesi izdelave oblačil, temveč tudi na videz oz. formo oblačila. Na videz oz. formo oblačila lahko pomembno vpliva obnašanje tkanine v zadnjem tehnološkem procesu izdelave oblačil, t.j. v procesu likanja. Tkanina je pri tem izpostavljena toplotnemu učinku in učinku pare, kompresijskim in nateznim obremenitvam ter upogibnim in strižnim obremenitvam, ki so potrebne za izravnavo gub in končno oblikovanje oblačila v 3D obliko oblačila. Obnašanje tkanine je pri tem odvisno od njenega odziva oz. od elastičnosti tkanine, upogibne in strižne togosti, sposobnosti oblikovanja, dimenzijske stabilnosti, t.j. relaksacijskega krčenja in razteznosti v mokrem ter stisljivosti in sposobnosti relaksacije tkanine [6].

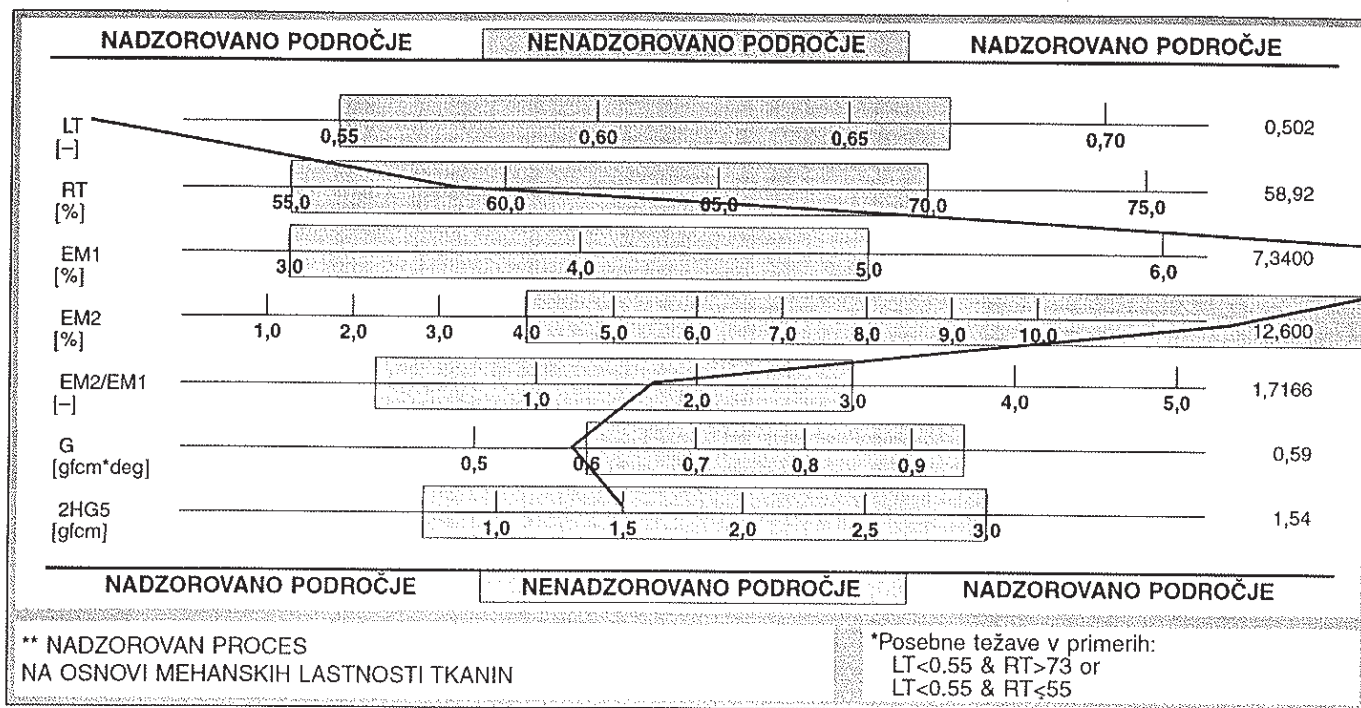
2.5 Odnos med mehanskimi in fizikalnimi lastnostmi tkanin in njihovim obnašanjem v procesih izdelave oblačil

Začetki povezovanja medsebojnega vpliva mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin in procesa izdelave oblačil segajo v leto 1960, ko je J. Lindberg *et al.* [8] predstavil pomembnost sposobnosti oblikovanja tkanin in predlagal, da bi proces izdelave oblačil in s tem obnašanje tkanin lahko opisali z nateznimi, strižnimi in upogibnimi lastnostmi, katerim so se pozneje pridružile še površinske lastnosti tkanin. Številne raziskave in preučevanja povezav mehanskih in fizikalnih lastnosti s procesom izdelave oblačil so privedle do oblikovanja t.i. *mejnih vrednosti*, ki govorijo o pojavu morebitnih problemov v procesu izdelave oblačil [9,1]. Tako so previsoke kot tudi prenizke vrednosti posameznih parametrov mehanskih lastnosti tkanin odločilnega pomena, ko govorimo o medsebojni odvisnosti mehanskih in fizikalnih lastnosti in obnašanju tkanin v procesu izdelave oblačil. Mejne vrednosti posameznih parametrov lahko pripomorejo k boljšemu razumevanju medsebojnih vplivov omenjenih dejavnikov.

Tudi S. Kawabata s sodelavci je na podlagi medsebojne povezanosti parametrov elastičnih lastnosti tkanin s procesom izdelave oblačil oblikoval mejne oz. kritične vrednosti posameznih parametrov mehanskih lastnosti [9].

Z raziskovanjem in preučevanjem tovrstne medsebojne odvisnosti je prišlo do razvoja številnih merilnih naprav, med katerimi se je v današnjem času najbolj uveljavil KES-FB merilni sistem, ki omogoča natančna merjenja mehanskih lastnosti tkanin pri nižjih obremenitvah [11, 9].

Pri oblikovanju mejnih oz. kritičnih vrednosti se je opredelil na natezne in strižne lastnosti kot tudi na dimenzijsko stabilnost tkanin. Pri nateznih lastnostih se je osredotočil na parametra razteznost in sposobnost relaksacije, medtem ko je v okviru strižnih lastnosti podal strižno togost in višino strižne histereze pri strižnem kotu $5,0^\circ$. Pri oblikovanju mejnih vrednosti dimenzijske stabilnosti je podal krčenje kot parameter, definiran po metodi HESC 103A [9, 10]. Opređeljene mejne vrednosti so služile kot vodilo pri preučevanju posameznih parametrov mehanskih lastnosti v povezavi z obnašanjem tkanin med procesi izdelave oblačil kot tudi pripomoček za praktično izvajanje nadzora kakovosti izdelave oblačil. Kot rezultat opredeljenih posameznih mejnih vrednosti je oblikovan tudi kontrolni diagram z osenčenim oz. t.i. nenadzorovanim področjem. Vrednosti posameznih parametrov mehanskih lastnosti, ki padejo v t.i. nenadzorovano področje, kažejo na tkanino brez morebitnih problemov v procesu izdelave oblačil, medtem ko t.i. nadzorovano področje pomeni dodaten nadzor tkanin med predelavo, slika 2 [11, 9].



Slika 2: KES-FB kontrolni diagram

Na podoben način so opredeljene kritične oz. mejne vrednosti različnih avtorjev, ki so poleg nateznih in strižnih lastnosti opredelili še mejne oz. kritične vrednosti parametrov upogibnih, kompresijskih in površinskih lastnosti, t.j. trenja in geometrijske hrapavosti [12-15].

3.0 OBLIKOVANJE BAZE ZNANJA KOT ORODJA ZA NAPOVED OBNAŠANJA TKANIN MED PROCESI IZDELAVE OBLAČIL

Na podlagi dosedanjih spoznanj in nadaljnega preučevanja parametrov posameznih mehanskih in fizikalnih lastnosti v medsebojni povezavi z morebitnimi problemi je bila v okviru Laboratorija za oblačilno inženirstvo ter fiziologijo in konstrukcijo oblačil oblikovana zasnova modela za napoved obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil, ki nastopa kot sistem z vhodnimi in izhodnimi podatki. Cilj idejne zasnove raziskave, dosežen po tej poti, je podajal množico neurjenih numeričnih in nenumeričnih zapisov. Preko numeričnih zapisov so podane vrednosti mehanskih in fizikalnih lastnosti analiziranih tkanin, ki nastopajo kot vhodni podatki, medtem ko nenumerični zapisi podajajo opise morebitnih problemov, ki nastopajo kot izhodni podatki.

Za analizo in napovedovanje je izbrana tehnologija, ki omogoča procesiranje avtomatsko izmerjenih, zajetih in shranjenih podatkov v smislu povezave z mejnimi oz. kritičnimi vrednostmi, saj je z vidika vhodnih podatkov v sistemu *tkanina - napoved* na začetku nujno opredeliti kaj?, kako? in zakaj? spremljati podrobno razgrajene odzive oz. morebitne probleme, ki

se pojavljajo med procesi izdelave oblačil. Jasno je, da čim širše zasnovana raziskava spremljanja odzivov lajša nadaljnje delo pri opredeljevanju in iskanju medsebojne odvisnosti parametrov in pojavljajočih se odzivov. Za pravilno delovanje povezave parametrov mehanskih lastnosti in odzivov obnašanja sta služili kot pomembnejši merili standardizirano skladiščenje podatkov in povezanost le-teh v sistem obdelave podatkov. Oblikovan model za napoved obnašanja tkanin vključuje: vrednosti mehanskih in fizikalnih lastnosti kot vhodne podatke, komunikacijsko povezavo, prilagoditveni vmesnik, osebni računalnik in povezavo v računalniško bazo znanja.

Za oblikovanje modela za napoved je bilo prej potrebno:

- oblikovati diagram poteka pridobitve vhodnih podatkov,
- opredeliti medsebojno povezavo parametrov analiziranih mehanskih in fizikalnih lastnosti in odzivov,
- določiti kritične oz. mejne vrednosti posameznih parametrov in
- omogočiti enostaven vnos podatkov za poljubno izbrano tkanino za t.i. model napovedi oz. baze znanja.

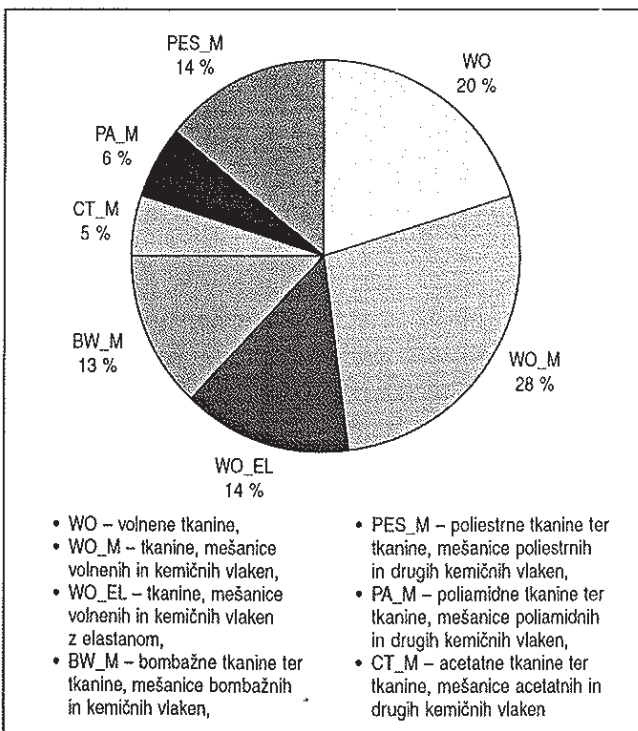
Vsi dobljeni podatki in našete zahteve še niso uporabni za nadaljnje delo z vidika napovedovanja obnašanja tkanin (*tkanina - napoved*), ampak jih je potrebno povezati v celostno podobo za oblikovanje baze znanja. Pri izbiri programske opreme za procesiranje dobljenih podatkov izmerjenih vrednosti in oblikovanje modela za napoved je izbrana relacijska baza podatkov, ki omogoča strukturiranje vsebovanih podat-

kov za boljšo preglednost. Izbrana je baza podatkov, ki podpira standardiziran jezik za poizvedovanje in sortiranje – SQL, kjer je sortiranje, združevanje in poizvedovanje po različnih ključnih parametrih enostavno. Upoštevana so bila še merila: možna razširitev, kakovost uporabniškega vmesnika in prenosljivost v večjo bazo pri povečanju podatkov. Tovrstna dejstva so vodila v izbiro programa Microsoft Access 2000, ki je zmožljivo profesionalno razvojno orodje. Uporablja se za načrtovanje in razvoj podatkovnih zbirk, poimenovanih tudi »sistemi«, prav tako omogoča enostaven prenos v večjo bazo Microsoft SQL 7 [16].

Na začetku je bilo pri delu z bazami znanja potrebno jasno opredeliti strukturo sistema, ki ga hočemo oblikovati, in definirati, kaj bo oblikovani sistem delal. V ta namen je bil izdelan diagram poteka, kjer se določi, katere podatke bo želeni program vseboval. Vsak element programa se natančno opredeli v pravokotni obliki, ki se nato smiselno povežejo. Za povezavo posameznih elementov je na voljo več povezav: »ena proti več«, »ena proti ena« in »več proti več«. Na podlagi podanih povezav med elementi sistema sledi odločitev, kaj bo kateri element vseboval.

3.1 Model raziskave

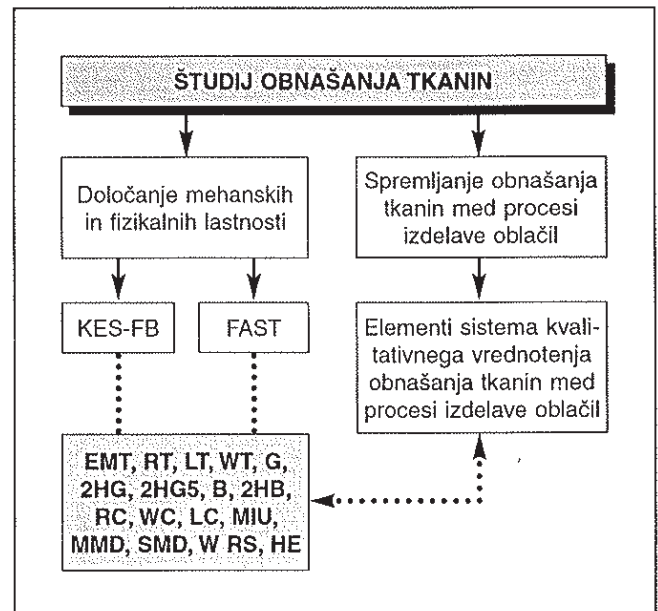
V raziskavo je vključenih 300 različnih tkanin, ki so se pojavile v procesu izdelave ženskih jaken v daljšem časovnem obdobju, saj so na ta način dobljeni vsi morebitni odzivi oz. problemi. Struktura analiziranih tkanin z vidika surovinske sestave je prikazana na sliki 3.



Slika 3: Delež zastopanosti analiziranih tkanin glede na surovinsko sestavo

Za vse analizirane tkanine so bile izvedene meritve mehanskih lastnosti s pomočjo KES-FB merilnega sistema, ki omogoča na podlagi meritev lastnosti tkanin, kot so: natezne, strižne, upogibne, kompresijske in površinske lastnosti, določitev 16 karakterističnih parametrov, pomembnih za obnašanje tkanine. Poleg meritev mehanskih lastnosti analiziranih tkanin so bile izvedene tudi meritve dimenzijske stabilnosti po FAST-4 testni metodi.

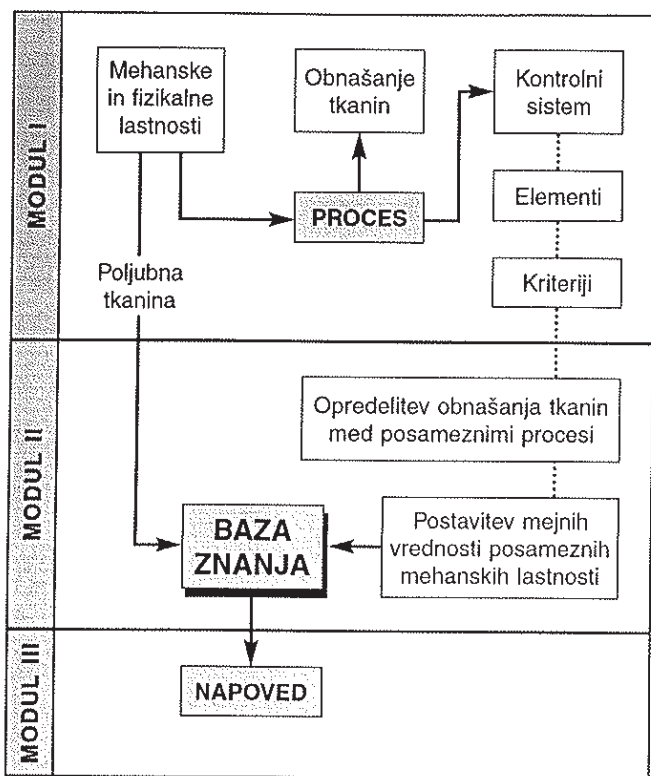
Na podlagi podane strukture uporabljenih tkanin je vidno, da celotna raziskava obsega analizo obnašanja tkanin različne surovinske sestave kot tudi namena končne uporabe, zato je bila naloga definiranja specifičnih mejnih oz. kritičnih vrednosti za posamezna področja uporabe toliko težja, saj se različne tkanine različno obnašajo med procesi izdelave oblačil [16]. Študij obnašanja tkanin je zasnovan na poznavanju mehanskih in fizikalnih lastnosti na eni strani in na spremljanju obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil na drugi strani, slika 4.



Slika 4: Študija obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil

Osrednji del raziskave je oblikovanje baze znanja. Za ta namen so na podlagi medsebojne odvisnosti mehanskih in fizikalnih lastnosti analiziranih tkanin ter dobljenih rezultatov spremljanja obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil opredeljene mejne ali t.i. kritične vrednosti posameznih mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin.

Na podlagi podanih dejavnikov je oblikovana baza znanja, katere cilj je ob poznavanju mehanskih in fizikalnih lastnosti poljubne tkanine napovedati njeno obnašanje med procesi izdelave oblačil. Funkcijska povezanost vhodnih in izhodnih elementov ter napoved, ki je zasnovana na treh modulih, je prikazana na sliki 5.



Slika 5: Shematski prikaz modularne zasnove oblikovanja baze znanja

Vsak modul ima za oblikovanje kot tudi za delovanje baze pomembno vlogo in specifično nalogo. Modul II omogoča enostaven pregled vseh zbranih podatkov v bazi znanja, tako po željeni tkanini kot po želenem parametru mehanskih lastnosti. Primer pregleda parametrov mehanskih lastnosti v okviru Modula II za tkanino z oznako TK005 je prikazan na sliki 6.

4.0 REZULTATI

Rezultati raziskave, ki so zasnovani na preučevanju vpliva mehanskih in fizikalnih lastnosti analiziranih tkanin na njihovo obnašanje med procesi izdelave oblačil, so podani na podlagi definiranih mejnih oz. kritičnih vrednosti posameznih parametrov, ki so osnova za delovanje baze znanja. Opredeljene mejne vrednosti, potrebne za delovanje baze znanja, so definirane za parametre nateznih, strižnih, upogibnih, kompresijskih in površinskih lastnosti ter za parametre dimenzijske stabilnosti. Primer rezultatov opredeljenih mejnih vrednosti za parameter raztežka je podan v preglednici 1. Napoved obnašanja poljubno izbrane tkanine, ki izdelovalca oblačil opozarja na morebitne probleme med procesi izdelave oblačil, je za primer analizirane tkanine z oznako TK005 podana na sliki 7.

5.0 RAZPRAVA

Na podlagi analize medsebojne odvisnosti parametrov posameznih mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin in dobljenih rezultatov obnašanja analiziranih tkanin med procesi izdelave oblačil so opredeljene mejne oz. kritične vrednosti izbranih parametrov mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin. Posamezni parametri so opredeljeni glede na zaznano obnašanje tkanin med procesi izdelave oblačil kot dopustni oz. ustrezni in neustrezni, ki so podani v obliki previsokih in prenizkih vrednosti. Vsako posamezno območje oz. opredeljene neustrezne vrednosti so povezane z morebitnimi problemi v procesu izdelave oblačil.

volnene tkanine1											
ID	G-1	0,47	LC	0,59	RS-2	2,00					
Tkanine	TK 005	G-2	0,48	WC	1,58	HE-1	4,40				
EMT-1	9,52	2HG-1	0,49	RC	52,19	HE-2	3,90				
EMT-2	12,3	2HG-2	0,5	Tm	2,867						
LT-1	0,424	2HG5-1		To	1,677						
LT-2	0,501	2HG5-2		MIU-1	0,276						
WT-1	10,1	B-1	0,3109	MIU-2	0,28						
WT-2	15,4	B-2	0,2374	SMD-1	6,585						
RT-1	62,68	2HB-1	0,106	SMD-2	7,138						
RT-2	47,56	2HB-2	0,0922	RS-1	2,90						

Record: 1 of 58

Slika 6: Pregled vseh parametrov mehanskih lastnosti za tkanino z oznako TK005

Preglednica 1: Kritične oz. mejne vrednosti raztezka EMT

Mejne vrednosti	Problemi v procesu izdelave oblačil
Nizka razteznost EMT < 4 %	Srednje zaznavno nabiranje šiva Težavno rokovanje tkanine in pomik šivanca Slaba sposobnost prilaganja konture šivanca pri vodenju ukrivljenih linij Slaba sposobnost oblikovanja oz. zagotavljanje oblike pri likanju Možne dimenzijske spremembe Težko zagotavljanje 3D oblike rokava
EMT = 4–5 %	Ni pričakovati morebitnih problemov med procesi izdelave oblačil
Visoka razteznost 5% < EMT < 8 %	Rahlo neopazno raztezanje tkanine med polaganjem: gubanje Rahle težave pri polaganju vzorčastih materialov – natikanje na igle Opazne razlike v velikosti krojnih delov med zgornjim, srednjim in spodnjim slojem v krojni plasti Manjše težave pri ujemanju raporta med šivanjem
Visoka razteznost 8% < EMT < 12 %	Opazno raztezanje med polaganjem: gubanje in poševno deformiranje Močnejše zaznavne težave pri polaganju vzorčastih materialov – natikanje na igle Potrebno dodatno vpenjanje materiala Potrebna relaksacija materiala po polaganju Sprememba velikostnih števil zaradi relaksacije materiala Izrazite razlike v velikosti krojnih delov med zgornjim, srednjim in spodnjim slojem v krojni plasti Srednje zaznavno nabiranje šiva Neenakomeren pomik obeh slojev šivanca Težave pri ujemanju raporta pri šivanju
Visoka razteznost EMT > 12 %	Močno raztezanje med polaganjem: gubanje, ravno in poševno deformiranje Večje težave pri polaganju vzorčastih materialov – natikanje na igle Potrebno dodatno vpenjanje materiala Potrebna relaksacija materiala po polaganju Zelo izrazite spremembe velikostnih števil zaradi relaksacije materiala Večje razlike v velikosti krojnih delov med zgornjim, srednjim in spodnjim slojem v krojni plasti Močno nabiranje šiva Zelo neenakomeren pomik obeh slojev šivanca Težave pri ujemanju raporta pri šivanju

Naziv oz. oznaka tkanine: TK005			Surovinska sestava: volna	Tkanina ID	1
Naziv Parametra	Vrednost Parametra	Mejne vrednosti	Napoved		
B-1	0,3109	0,2 < B < 0,4	Nestabilnost slojev je bolj izrazita Nastanek vbodnih odprtin in neenakomerne dolžine vboda Težavno prilagajanje, nagubanje in valovanje ene ali obeh komponent ob šivu Slaba sposobnost prilaganja konture pri vodenju ukrivljenih linij		
EMT-1	9,52	8 < E500-1 < 12	Opazno raztezanje med polaganjem: gubanje in poševno deformiranje Močnejše zaznavne težave pri polaganju vzorčastih materialov – natikanje na igle Potrebno dodatno vpenjanje materiala Potrebna relaksacija materiala po polaganju Sprememba velikostnih števil zaradi relaksacije materiala Izrazite razlike v velikosti krojnih delov med zgornjim, srednjim in spodnjim slojem v krojni plasti Srednje zaznavno nabiranje šiva Neenakomeren pomik obeh slojev šivanca Težave pri ujemanju raporta pri šivanju		
G-1	0,47	G < 0,6	Zaznavne deformacije med polaganjem: gubanje, ravno in poševno deformiranje Opazne deformacije krojnih delov pri rezanju (levi – desni deli) Izrazita nestabilnost materiala med krojenjem Izrazito nabiranje šiva Težave pri drsenju, vodenju, poravnavanju in pozicioniranju med šivanjem		
MIU-1	0,276	0,2 < MIU < 0,3	Medsebojno sprijemanje posameznih slojev oz. drsenje Potrebno dodatno vmesno poravnavanje med polaganjem Dovajanje tkanine – kontinuiranost pomika Gladkost izdelanega šiva Lepljivost med sloji materialov Potlačnost delov		

Slika 7: Napoved obnašanja tkanin s pomočjo baze znanja

Rezultati spremljanja zaznanih odzivov obnašanja tkanin in izmerjenih parametrov mehanskih lastnosti so služili kot osnova za oblikovanje baze znanja, ki omogoča za poljubno tkanino napoved njenega obnašanja med procesi izdelave oblačil. Za napoved je poleg mehanskih parametrov in osnovnih podatkov o analizirani tkanini potrebno poznati še surovinsko sestavo, saj je to parameter, na podlagi katerega so opredeljene skupine tkanin v bazi znanja. Delovanje baze znanja je povezano z izbiro ustrezne skupine, vnosom vrednosti posameznih parametrov mehanskih lastnosti in iskanjem najbližje vrednosti glede na posamezen parameter. Na podlagi vnesenih podatkov se poda napoved kot povezanost parametrov mehanskih lastnosti z odzivi obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil.

6.0 SKLEPI

Medsebojna povezava posameznih parametrov mehanskih lastnosti z obnašanjem tkanin med procesi izdelave oblačil, ki je pogojena preko predelovalnih lastnosti oz. učinkujočih obremenitev ter procesnih parametrov na tkanino, je nujno potrebna za razvoj inženirskega načrtovanja izdelave visokokakovostnih oblačil. Le dobro poznavanje medsebojnega vpliva in odnosa med posameznimi parametri mehanskih lastnosti in obnašanjem tkanin omogoča obstoj in nenehni razvoj procesov izdelave oblačil. Za izdelavo visokokakovostnih oblačil ni dovolj uporaba ustrezne sodobne tehnologije, ampak je nujno potrebno tudi poznavanje obnašanja materiala, ki se od tkanine do tkanine zelo razlikuje in povzroča med procesi izdelave oblačil večje ali manjše težave. Le-te se po svojem obnašanju in po mehanskih lastnostih zelo razlikujejo od sezone jesen/zima do pomlad/poletje kakor tudi znotraj posamezne sezone.

Ob dobrem, natančnem in hkrati zadovoljivem poznavanju medsebojnega vpliva parametrov mehanskih lastnosti in obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil je možno že vnaprej predvideti morebitne probleme, ki bi se pojavili pri predelavi tkanine v oblačilo.

Zabvala

Raziskava je potekala v sodelovanju s podjetjem MURA European Fashion Design, ki nam je omogočila neposredno spremljanje obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil. Ob tej priložnosti se iskreno zabvaljemo za sodelovanje in številne strokovne razprave, ki so se odvijale med snemanjem.

Viri

- [1] BONA, M. *Textile Quality, Physical Methods of Product and Process Control, Textilia*. Biella : Istituto per la Tradizione e la Tecnologia Tessile, 1994, p. 470–481.
- [2] GERŠAK, J. in ŠARIČ, A. Pomen mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin v procesu izdelave oblačil in njihovo objektivno vrednotenje. V *Metode vrednotenja tehničnih in*

tehnoloških parametrov v procesu izdelave oblačil : Seminar za učitelje srednjih šol. Maribor : Fakulteta za strojništvo, ITKP, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, 1996, str. 1–8, ISBN 86-435-0130-1.

- [3] GERŠAK, J. Objektivno vrednovanje fiksiranih dijelova odječe. *Tekstil*, 1997, vol. 46, no. 4, p. 193–203.
- [4] GERŠAK, J. Pozna oblačilna industrija material? V *Simpozij Oblačilno inženirstvo '98*. Maribor : Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, ITKP, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, 1998, str. 38–44, ISBN 86-435-0212-X.
- [5] GERŠAK, J. in ZAVEC, D. Creating a knowledge base for investigating fabric behaviour in garment manufacturing processes : *Proceedings of the 11th international DAAAM symposium*. Opatija : University of Rijeka, 2000, p. 155–156, ISBN 3-901509-13-5.
- [6] ZAVEC, D. in GERŠAK, J. Influence of mechanical and physical properties of fabrics on their behaviour in garment manufacturing processes. V *Mednarodna konferenca Inoviranje in modeliranje procesov oblačilnega inženirstva : IMCEP 2000*. Maribor : Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 2000, p. 249–257, ISBN 86-435-0349-5.
- [7] BLEKAČ, R. in GERŠAK, J. Influence of mechanical and physical properties of fabrics on cutting process. V *Mednarodna konferenca Inoviranje in modeliranje procesov oblačilnega inženirstva IMCEP '97*. Maribor : Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 1997, p. 174–183, ISBN 86-435-0202-2.
- [8] LINDBERG, J., WESTERBERG, L. in SVENNENSON, R. Wool fabrics as garment construction materials. *Journal of the Textile Institute*, 1960, vol. 51, no. 2, p. 1475–1493.
- [9] KAWABATA, S., ITO, K. in MASAKO, N. Tailoring process control. *Journal of the Textile Institute*, 1992, vol. 83, no. 3, p. 361–373.
- [10] HESC : HESC-FT-103A, the testing method of dimensional instability of fabrics. *Journal of the Textile Machinery Society of Japan*, 1979, vol. 32, p. 284.
- [11] KAWABATA, S. The Standardization and Analysis of Hand Evaluati : The hand evaluation and standardization committee. *The Textile Machinery Society of Japan, 2nd Edition*, Osaka, July 1980.
- [12] GONG, H. *Interpretation guidelines for KES-FB test results*. Manchester : Department of Textiles, UMIST, 1991, p. 1–6.
- [13] MINAZIO, PG. FAST – Fabric assurance by simple testing. V *Mednarodna konferenca Inoviranje in modeliranje procesov oblačilnega inženirstva, IMCEP '94*, Maribor : Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta, ITKP, 1994, p. 31–37, ISBN 86-435-0085-2.
- [14] SHISHOO, RL. Relation between fabric mechanical properties and garment design and tailorability. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1990, vol. 2, no. 3–4, p. 40–47.
- [15] SHISHOO, RL. Importance of mechanical and physical properties of fabrics in the clothing manufacturing process. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1995, vol. 7, no. 2–3, p. 35–42.
- [16] ZAVEC, D. *Napoved obnašanja tkanin med procesi izdelave oblačil : magistrsko delo*. Maribor : Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, marec 2001.

Prispelo/Received: 08-2001; sprejeto/accepted: 08-2001