

Tanja Pilar, Zoran Stjepanovič<sup>1</sup> Simona Jevšnik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor

## Ocenjevanje prileganja 3D virtualno izdelanih prototipov kril telesu

### *Evaluation of Fitting Virtual 3D Skirt Prototypes to Body*

Izvirni znanstveni članek/Original Scientific Paper

Prispelo/Received 09-2012 • Sprejeto/Accepted 10-2012

#### Izvleček

Cilj raziskave, izvedene v okviru magistrske naloge, je bil razviti in analizirati uspešnost procesa 3D prototipov kril, izdelanih s sodobnimi računalniškimi tehnologijami, in ga primerjati s klasičnim procesom prototipiranja. V ta namen smo najprej izvedli proces konvencionalnega razvoja prototipa šestih kril, ki je vseboval naslednje faze: konstrukcija in modeliranje krila, krojenje, fiksiranje; temu sledita fazi šivanja in likanja. Na koncu je bilo izvedeno pomerjanje in ocenjevanje prileganja realnemu manekenu. Na drugi strani so bili enaki računalniško modelirani krojni deli kril uporabljeni pri računalniškem razvoju prototipov, kjer je celoten razvoj prototipa potekal v virtualnem okolju, pri tem pa sta bila uporabljena dva virtualna modela telesa: (a) skenirano in (b) parametrično. Izdelava prototipov je za oba modela potekala v enakih fazah: tridimenzionalno zajemanje telesnih mer, priprava modela telesa, priprava podatkov za računalniški zapis lastnosti tekstilij, definiranje šivov in položajev krojnih delov ter simulacija prileganja oblačila telesu. Temu je sledilo ocenjevanje prileganja kril telesu. Postavljen je bil postopek ocenjevanja prileganja prototipov kril. Na koncu je bila izvedena primerjava prileganja oblačila telesu med konvencionalnim in računalniško podprtim prototipiranjem kril.

Raziskava kaže, da je za uspešno virtualno prototipiranje kril potrebno dobro poznavanje parametrov tekstilij, ki se določijo posameznim krojnim delom oblačila, ter ustrezna izbira virtualnih teles, da se čim bolj približamo želenemu videzu virtualnih prototipov oblačil.

Ključne besede: 3D prototipiranje, krila, prileganje oblačil, virtualni modeli telesa

#### Abstract

*The aim of the research conducted within the frame of a master thesis was to develop and analyse the applicability of the 3D garment prototyping process, and to compare it with the conventional prototyping process. Therefore, the conventional prototype development process was carried out first. We developed six styles of skirts using the following conventional prototype development phases: construction and modelling, cutting, fusing, sewing and ironing. Finally, the assessment of how the skirts fit to a real body was performed. The computer-modelled skirt patterns were used for the computer-based prototyping process in a virtual environment. We used two different virtual body models, i.e. a parametric and a scanned female body model. The prototyping processes comprehended the same phases for each model: a 3D capture of body dimensions and shape of a body, model building, a preparation of the data related to the properties of textile fabrics, a definition of stitches and location of patterns on a body and finally, a simulation of skirts on a body. Next, we defined the method for assessing the fit of real and virtual skirts to various body models. At the end, the assessment of how virtual skirts fit to virtual body models was performed and a comparison between the conventional and virtual skirt prototyping process was performed.*

*The results obtained with this research indicate that the virtual prototyping process requires an introduction of precise parameters of textile fabrics used for the production of garments. Furthermore, appropriately scanned or parametric virtual body models should be used for assuring realistic simulations of virtual garments.*

*Keywords: 3D prototyping, skirts, garment fitting, virtual body models*

Vodilna avtorica/Corresponding author:

izr. prof. dr. Simona Jevšnik

Telefon: +386 31 561 623

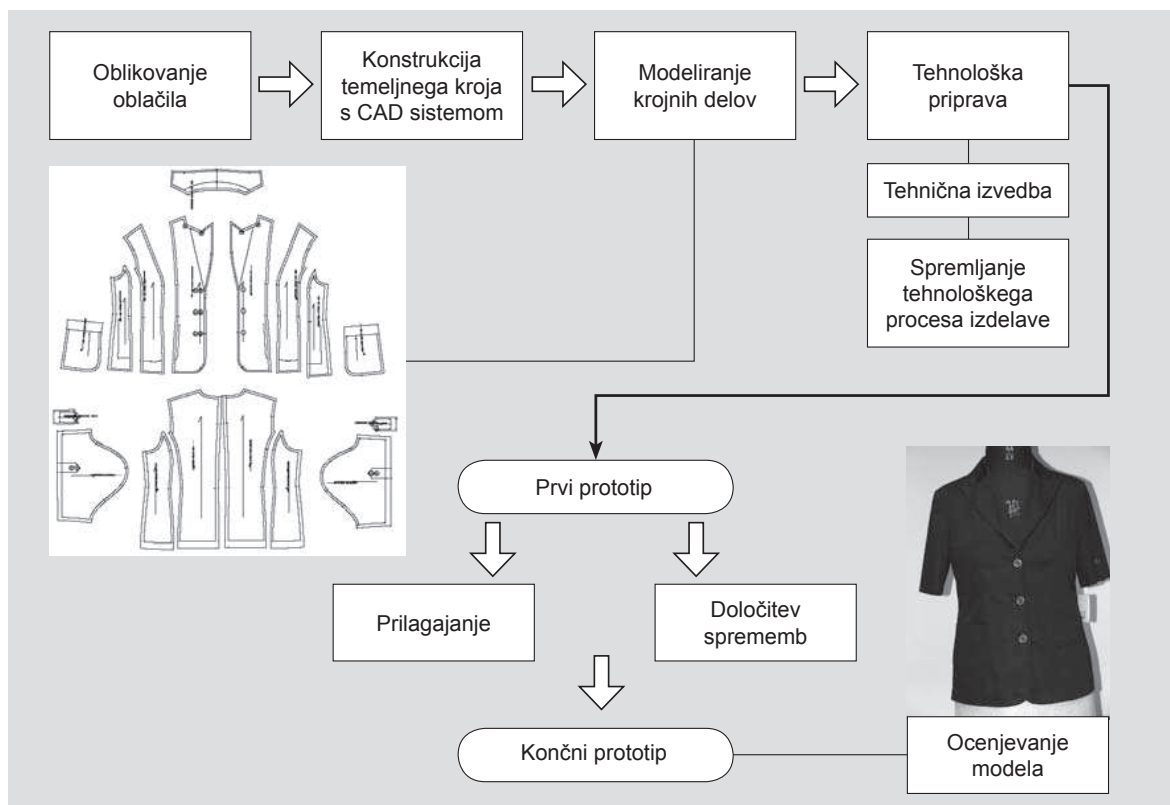
e-pošta: simonajevsnik@gmail.si

*Tekstilec*, 2013, letn. 56, št. 1, str. 47–62

## 1 Uvod

V sodobni oblačilni industriji postaja čedalje pomembnejša hitra odzivnost na družbene spremembe in smernice v svetu mode, ki zahtevajo krajši čas razvoja novega oblačila, znižanje razvojnih stroškov ter večjo prilagodljivost in dostopnost kupcem. Virtualna predstavitev oblačil postaja del vsakdanjosti in se čedalje bolj uveljavlja pri trgovanju in razvoju novih izdelkov med izdelovalci tekstilij in oblačil na eni strani in uporabniki na drugi [1]. Zaradi globalizacije sveta lahko oblikovanje novih oblačil in priprava proizvodnje potekata popolnoma na drugem koncu sveta kot sama proizvodnja, zato bo virtualizacija oblačil pri prototipiranju oblačil čedalje pomembnejša. Danes obstajajo računalniški programi, ki omogočajo predstavitev tridimenzionalnih oblačil na virtualnih manekenh, vendar pa še vedno ne zagotavljajo vseh želja in potreb uporabnikov. Med njimi so najbolj razširjeni naslednji komercialni programi: Browzwear, OptiTex, Lectra in drugi [2, 3]. Več raziskovalcev (Kang et al 2002, Metzger et al 2003, Keckeisen et al 2004, Volino et al 2005) ugotavlja, da do zdaj razviti računalniški algoritmi

omogočajo simulacijo oblačila na statičnem in dinamičnem modelu telesa [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Poleg konstrukcijskih zahtev je treba pri razvoju prototipov oblačil upoštevati še lastnosti vgrajenega materiala, saj le-te močno vplivajo na končni videz ali obliko oblačila. C. Luible in N. Thalmann-Magnat [8] sta proučevali ustreznost mehanskih lastnosti, kot so: raztezek, strižna in upogibna togost za definiranje računalniškega modela tkanine, na podlagi katerega se je izvedla simulacija obnašanja tkanine v virtualnem okolju. Ugotovili sta, da so mehanske lastnosti, izmerjene s standardiziranimi merilnima sistemoma, tj. FAST in KES-FB, primerne za simuliranje oblačila na statičnem telesu [8]. A. Rudolf, S. Jevšnik, Z. Stjepanovič in T. Pilar [12] so v raziskavi primerjali realno izdelani in virtualni model ženske jope, kjer so imeli posamezni krojni deli oblačila definirane izmerjene lastnosti tekstilij, kot so natezne, strižne in upogibne lastnosti, površinska masa tekstilij in trenje, upoštevajoč fiksirane in nefiksirane dele. S tem so dokazali, da je treba za doseg realistične virtualne simulacije oblačil vključiti tudi mehanske lastnosti fiksiranih krojnih delov. To je pomembno zlasti za doseganje ustrezne oblike in



Slika 1: Konvencionalni način razvoja novih prototipov oblačil [4]

videza ovratnika, reverja in fazone ter prileganja oblačila obliki človeškega telesa [12].

Študija raziskovalcev Wu in sodelavci [13] je potrdila primernost uporabe 3D simulacije oblačil za vrednotenje prileganja oblačil telesu. V raziskavi so proučevali vpliv različnih tkanin, iz katerih so bila izdelana krila, na njihovo prileganje telesu glede na načrtovano obliko krojnih delov. Ugotovljeno je bilo, da so 3D simulacije kril ustrezne, saj je kar 18 od 20 testiranih tkanin izkazalo statistično podobne rezultate simulacije v primerjavi z realno izdelanim krilom [13].

### 1.1 Virtualno prototipiranje oblačila

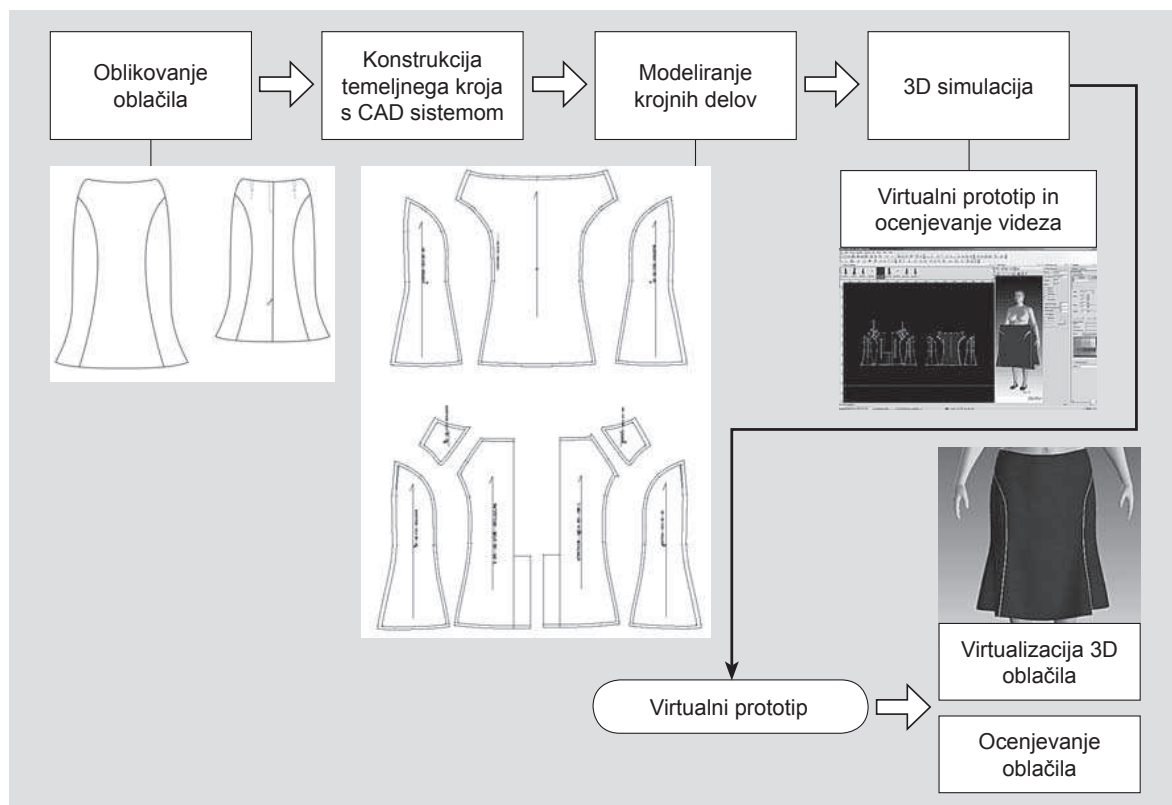
Razvoj prototipov oblačil je lahko realen, po konvencionalnem postopku ali virtualen, z uporabo sodobnih računalniških programov, ki omogočajo navidezne realistične simulacije virtualnih oblačil na virtualnih manekenh.

Na sliki 1 so prikazani elementi izdelave oblačil po konvencionalnem načinu prototipiranja, kjer sodelujejo strokovnjaki z različnih področij oblačilne industrije, kot so oblikovalec, modelar, tehnolog, ki načrtujejo novo oblačilo, ter krojilec in šivilja, ki oblačilo

izdelata. Potrebna so delovna sredstva in prostor, kjer se proizvodni proces odvije, zato je cikel razvoja novih oblačil daljši in predvsem dražji [4].

Z razvojem računalniških tehnologij se že dogajajo spremembe v načinu razvoja in načrtovanja novih oblačil. Prihaja do premikov v tej smeri, kjer virtualen način v nekaterih fazah načrtovanja novega oblačila že izpodriva konvencionalen način prototipiranja, slika 2 [4].

Cilj razvoja novega oblačila s pomočjo računalniško podprtega prototipiranja je doseči nadzorovan sistem razvoja izdelka, odpraviti napake in vključiti izboljšave, ki temeljijo na povratnih informacijah naročnikov oz. potrošnikov [5], še preden pride do fizične izdelave izdelka. Velika prednost računalniškega prototipiranja novih oblačil je v večji odzivnosti na eni strani in predvsem nižjih stroških na drugi. Dovolj je izkušen strokovnjak modelar, ki glede na skico oblačila iz temeljnega kroja pripravi 2D modelirani kroj oblačila, ki ga z ustreznim računalniškim programom preoblikuje v 3D obliko – virtualno oblačilo. Končna oblika oblačila je tako dosežena brez nepotrebnih stroškov izdelave prototipov.



Slika 2: Proces razvoja prototipov oblačil s pomočjo 3D računalniškega prototipiranja [4]

Kljub tehnološkemu napredku na področju uporabe računalniških tehnologij pri izdelavi oblačil pa še vedno ni dosežena optimalna virtualna simulacija oblačil v primerjavi z realno izdelanim oblačilom. Natančnost virtualne simulacije oblačila je odvisna od računalniškega zapisa modela tekstilije, izmerjenih vhodnih parametrov tekstilij za definiranje računalniškega zapisa tekstilije, vrste virtualnega manekena, programskega paketa in računalniške opreme [4]. Prednosti in pomanjkljivosti pri razvoju virtualnih prototipov športnih oblačil so analizirali tudi Z. Stjepanovič, A. Rudolf, S. Jevšnik in drugi [14], kjer je bilo ugotovljeno, da so razlike v prileganju oblačila nastajale predvsem zaradi razlike v obliki virtualnega modela telesa, tj. med parametričnim modelom telesa in skeniranim 3D telesom. Uporaba skeniranega 3D telesa je zagotovila bolj realistično simulacijo smučarskega dresa, saj gre za posnetek realnega telesa v virtualnem okolju, vendar se tukaj zastavlja vprašanje varovanja osebnih podatkov [14]. Virtualno prototipiranje oblačil ima zagotovo prihodnost, vendar bo njegova uporaba odvisna ne samo od uporabljene računalniške tehnologije, temveč tudi od načina, kako ovrednotiti nastalo obliko oziroma prileganje virtualnega oblačila telesu, da bi se izognili subjektivnim vplivom ocenjevalca in s tem raznolikosti razlage oblike izdelanega prototipa oblačila med oblikovalcem, tehnologom in kupcem.

### 1.2 Prileganje oblačila telesu

Pojem prileganja oblačila telesu je težko razumljiv in definicija se spreminja odvisno od kulture oblačenja, industrijskih norm in individualne presoje. Nekaj definicij, povezanih s prileganjem oblačila telesu [15]:

- prileganje oblačila je neposredno povezano z anatomijo človeškega telesa; največ težav je z oblinami človeškega telesa;
  - oblačilo, ki se ustrezno prilega telesu, je skladno s človeškim telesom in omogoča neovirano gibanje, se ne guba ter je bilo krojeno in izdelano tako, da deluje kot del telesa;
  - prileganje oblačila je odvisno od mode, različnih stilov in še veliko drugih dejavnikov;
  - prilegajoče se oblačilo se enakomerno prilega telesu brez odvečnih gub in ne sme ovirati človeka pri gibanju v njem;
  - oblačilo, katerega prileganje zagotavlja lep, gladek videz, omogoča maksimalno udobnost in neovirano gibljivost med nošenjem;
  - prileganje je definirano kot lastnost oblačila, ki je ustrezne oblike in velikosti.
- Pri proučevanju prileganja tekstilije telesu je bistvena pomena povezava med mehanskimi lastnostmi tkanine in njenim estetskim videzom pri podajanju in jo lahko opredelimo na podlagi [16, 17]:
- objektivnega vrednotenja mehanskih lastnosti tkanine, pri čemer imajo pomembno vlogo strižne in upogibne lastnosti,
  - objektivnega vrednotenja koeficienta drapiranja, števila gub, globine gub in enakomernosti gub ter
  - subjektivnega vrednotenja podajanja tkanine s strani strokovnjakov, kjer so potrebne človeške sposobnosti in izkušnje.
- Prileganje oblačila telesu je tudi eden izmed kriterijev vrednotenja estetskega videza izdelanega oblačila. Prileganje oblačila telesu je odvisno od lastnosti vgrajenega materiala, tj. osnovnih tkanin in pomožnih materialov v oblačilu, vpliva okolja in gibanja telesa, tipa postave, dizajna oblačila ter izvedene konstrukcije krojnih delov [16].
- Konstrukcijski parametri tkanine opredeljujejo skupaj z učinki plemenitenja mehanske in fizikalne lastnosti tkanin, ki vplivajo na prileganje izdelanega oblačila telesu. Podane mehanske lastnosti pa posamezno ali v medsebojni kombinaciji vplivajo tako na tehnološki proces izdelave oblačila kot na sam končni videz izdelanega oblačila [16]. Osnovni materiali imajo bolj ali manj neenakomerne mehanske lastnosti po celotni površini in pogosto ne zagotavljajo ustrezne oblike oblačila, zato jih stabiliziramo z lepljivimi medvlogami [18]. Namen tehnološkega procesa fiksiranja je, da se oblačilu zagotovita stabilna oblika in lep videz. V primerih, ko gre za izboljšanje estetskega videza oblačil, se izvede fiksiranje celotne površine oblačilnega dela. V ta namen se uporabljajo lepljive medvloge, ki s svojimi konstrukcijskimi lastnostmi ob izbranih pogojih fiksiranja dajo želeni končni videz oziroma obliko oblačilu [16]. Zaradi gibanja oseb na oblačilu nastajajo najrazličnejše deformacije, kot so: upogibanje, drapiranje, gubanje, mečkanje ipd., in imajo lahko različen učinek na samo prileganje oblačila. Prileganje oblačila telesu pa je glede na samo obliko oblačila tesno povezano s samo konstrukcijo krojnih delov. Tukaj so pomembni konstrukcija osnovnega kroja, njegovo modeliranje in gradiranje. Pri konstruiranju oblačila imata tip postave in telesna drža pomembno vlogo za končni videz prilegajočega se oblačila.
- V raziskavi je obravnavan razvoj prototipov kril, da se ugotovijo razlike v prileganju kril telesu med







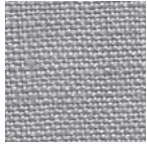



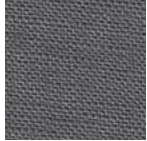
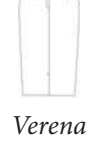
konvencionalnim in virtualnim procesom prototipiranja. Realni in virtualni modeli kril so se primerjali na podlagi razvitih kriterijev za ocenjevanje prileganja kril telesu. Pri tem so bile konstrukcijske zahteve modelov oblačil nespremenjene, spreminjale so lastnosti tekstilij in vrste modelov za preizkušanje prototipov.

## 2 Eksperimentalni del

### 2.1 Materiali

Uporabljeni so bili trije modeli kril z imeni Nika, Sandy in Verena, iz kolekcije ženskih oblačil, konfekcijske velikostne številke 42. Vsak model krila je bili izdelan v eni velikostni številki, iz dveh različnih tkanin, preglednica 1.

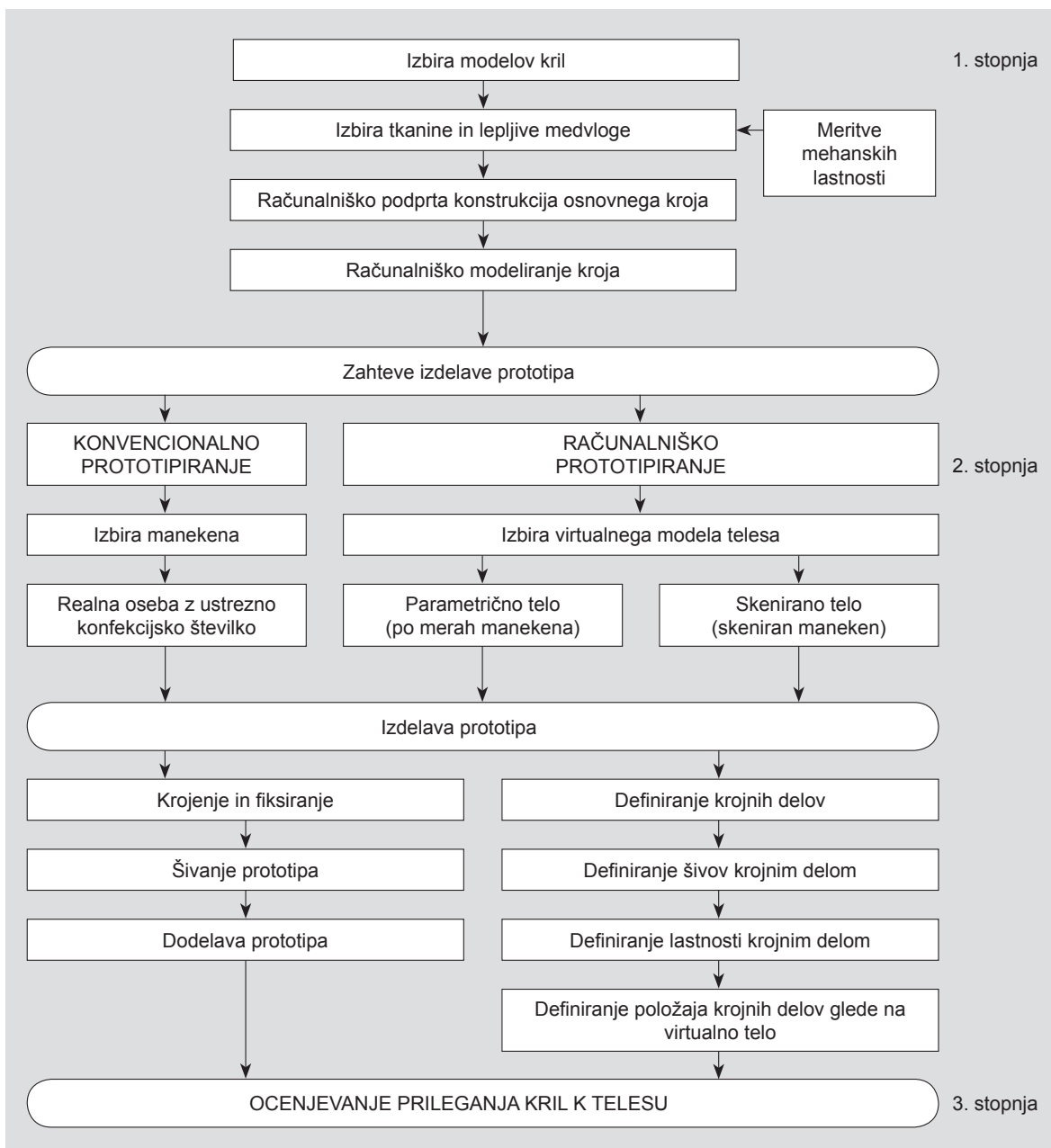
Preglednica 1: Vrste uporabljenih tkanin

Oznaka tkanine	Vzorec tkanine	Vrsta in skica modela	Surovinska sestava	Vezava	Gostota niti		Površinska masa (g/m <sup>2</sup> )
					Osnova (cm <sup>-1</sup> )	Votek (cm <sup>-1</sup> )	
TK-1Č			85 % lanu 15 % poliamida	4-vezni osnovni lomljeni keper v sosledju	42	23,5	113
TK-2Č		 <i>Nika</i>	98 % bombaža 2 % elastana	5-vezni osnovni levosmerni atlas	84	33,5	164
TK-1Z			85 % lanu 15 % poliamida	4-vezni osnovni lomljeni keper v sosledju	42	23,5	109
TK-3Z		 <i>Sandy</i>	100 % lanu	platno	19,5	17,5	158
TK-4B			97 % bombaža 3 % elastana	3-vezni osnovni laskas	63	29	184
TK-3M		 <i>Verena</i>	100 % lanu	platno	20	18	170

Vsi realno izdelani prototipi kril imajo fiksiran obrobnik v predelu pasu. Fiksiranje se je izvedlo na kontinuiranem fiksirnem stroju Mayer z isto vrsto lepljive medvloge za vse modele kril glede na priporočilo izdelovalca lepljivih medvlog Lainiere de Picardie. Lepljiva medvloga je imela naslednje karakteristike: surovinska sestava osnovnih in votkovnih niti je 100-odstotni poliester, surovinska sestava termoplasta je 100-odstotni poliamid, količina nanaša termoplasta je 23 točk (mesh) in površinska masa lepljive medvloge 35 g/m<sup>2</sup>.

### 2.2 Metode raziskovanja prileganja prototipov kril telesu

Raziskava vrednotenja prileganja kril telesu je potekala po treh stopnjah, slika 3.



Slika 3: Model raziskave

Na prvi stopnji so bili izbrani modeli kril, vrsta osnovne tkanine in lepljive medvloge. Sledilo je računalniško konstruiranje osnovnega kroja in modeliranje kroja ter priprava krojnih slik za računalniško podprto krojenje osnovnega materiala in lepljivih medvlog za potrebe konvencionalnega procesa prototipiranja. Na drugi stopnji je sledilo konvencionalno in računalniško prototipiranje kril. Pri konvencionalnem prototipiranju je bila izbrana oseba s primernimi telesnimi merami za testiranje prileganja oblačil v

velikostni številki 42. Sledili sta izdelava realnega prototipa oblačila in končna kontrola mer izdelka. Če prototip oblačila ni ustrežal definiranim meram končnega izdelka ali kakovost izdelave ni bila ustrezna, je bilo treba postopek konvencionalnega prototipiranja ponoviti. Rezultat konvencionalnega prototipiranja so realno sešita krila.

Na drugi strani je bilo na tej isti stopnji izvedeno računalniško prototipiranje. Najprej sta se izoblikovala dva modela virtualnih teles, parametrični in



skenirani. Nato so se izbranim tekstilijam definirali mehanski parametri za zapis tekstilije v virtualnem okolju. Pri tem so bile uporabljene natezne, strižne in upogibne lastnosti tekstilij, izmerjene z merilnim sistemom FAST. Sledil je postopek za pripravo 3D simulacij kril, in sicer definiranje krojnih delov z lastnostmi tekstilij, definiranje šivov in umeščanje krojnih delov na virtualno telo. Temu so sledili poskusi simuliranja virtualnih modelov krila na obeh izbranih virtualnih telesih in če simulacija ni bila uspešna, se je postopek priprave za simulacijo ponovil oz. dopolnil. Rezultat računalniškega prototipiranja so bili 3D prototipi kril.

Na tretji stopnji je bilo izvedeno ocenjevanje prileganja prototipov kril na realnem, parametričnem in skeniranem telesu.

### 2.3 Priprava virtualnih teles

Za raziskavo sta bila uporabljena parametrični in skenirani model ženskega telesa. Parametrični model je bil izbran iz nabora različnih modelov virtualnega človeškega telesa, ki jih ponuja program OptiTex, slika 4. Parametričnemu modelu so se definirale telesne mere glede na izmere realnega telesa, preglednica 2.

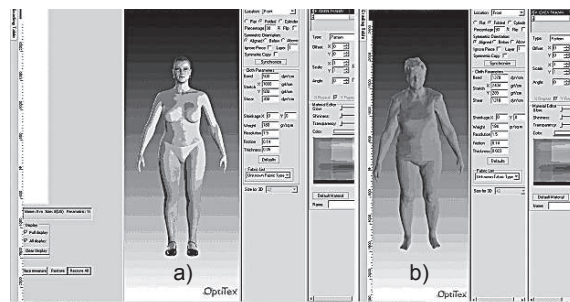
Preglednica 2: Dodatne telesne mere realnega telesa

Opis telesne dimenzije	Telesne mere (cm)
Obseg vratu	35,0
Višina vratu	7,8
Obseg nad prsmi	92,0
Obseg pod prsmi	93,0
Dolžina roke	56,0
Obseg zgornjega dela roke	33,0
Obseg zapestja	16,0
Dolžina od pasu do tal	93,0
Notranja dolžina noge	75,0
Globina bokov	18,5
Zgornji obseg stegna	59,0
Srednji obseg stegna	53,0
Obseg kolena	40,0
Obseg meč	37,0
Obseg gležnja	24,5

Popolno virtualno telo smo dobili s 3D skenerjem, slika 4. Uporabljena sta bila 3D skener Vitus Smart in programski paket ScanWorx V 2.7.2 Fakultete za tekstilno tehnologijo Univerze v Zagrebu. 3D skener Vitus Smart je optični bralnik in je sestavljen iz

osmih kamer. Rezultat skeniranja je točkovni oblak (*angl.: Point Cloud*) z gostoto do 600.000 točk.

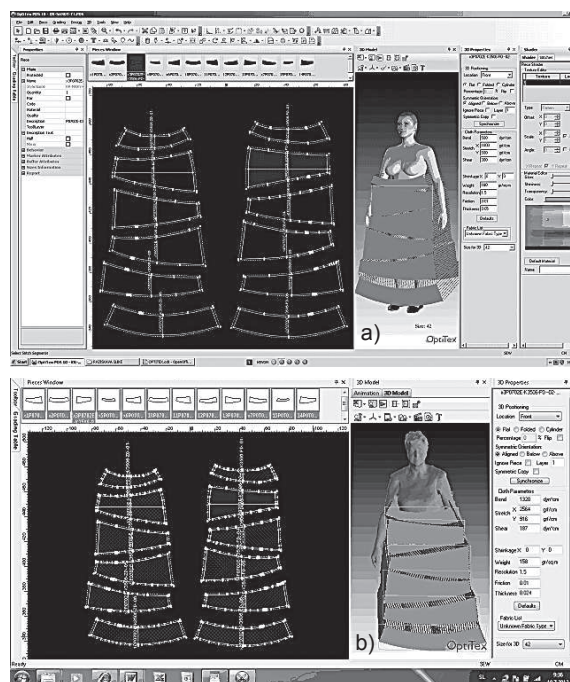
Poskenirano človeško telo je bilo primerno za nadaljnje analize šele po fazi rekonstrukcije z naslednjimi računalniškimi programi: MeshLab, Blender in Atos. Končni 3D model telesa smo uvozili v program OptiTex PDS za simulacijo virtualnih oblačil.



Slika 4: Virtualna modela človeškega telesa; a) parametričen model telesa (OptiTex program); b) telo, pridobljeno s 3D skenerjem [19]

### 2.4 Priprava krojnih delov za virtualno prototipiranje

Za pripravo virtualnega oblačila so se pripravili 2D krojni deli s programom 3D Runway Creator PDS [19], katerim so se definirale mehanske lastnosti



Slika 5: Priprava in nameščanje krojnih delov na virtualno telo za 3D simulacijo krila na parametričnem (a) in skeniranem (b) modelu telesa

Preglednica 3: Mehanske lastnosti tkanin po metodi FAST

Oznaka tkanine	Sposobnost oblikovanja (F)		Razteznost (E100)		Upogibna togost (B)		Strižna togost (G)	Debelina (ST)	Ploskovna masa (W)
	osnova	votek	osnova	votek	osnova	votek			
	mm <sup>2</sup>		%		μNm				
TK-1Z	0,07	0,45	2,0	2,1	2,6	14,3	12,7	0,194	109,0
TK-3Z	0,29	0,47	1,5	4,2	16,1	10,3	18,7	0,24	158,0
TK-1Č	0,09	0,48	2,6	2,2	3,0	16,2	11,5	0,179	113,0
TK-2Č	0,23	0,25	1,9	3,5	9,4	4,7	48,2	0,145	164,0
TK-4B	0,14	1,14	1,6	13,3	20,5	6,9	121,0	0,229	184,0
TK-3M	0,33	0,27	1,4	2,0	16,0	12,0	23,4	0,206	170,0

Preglednica 4: Mehanske lastnosti fiksirancev po metodi FAST

Oznaka fiksirancev	Sposobnost oblikovanja (F)		Razteznost (E100)		Upogibna togost (B)		Strižna togost (G)	Debelina (ST)	Ploskovna masa (W)
	osnova	votek	osnova	votek	osnova	votek			
	mm <sup>2</sup>		%		μNm				
TK-1Z-M	0,35	2,29	1,3	1,6	42,08	55,23	101,21	0,225	135,0
TK-3Z-M	2,08	2,69	1,3	3,2	38,02	52,69	89,65	0,289	189,0
TK-1Č-M	0,28	2,12	1,1	1,8	32,48	58,97	99,87	0,201	134,0
TK-2Č-M	1,45	1,89	1,2	2,2	25,18	45,12	123,56	0,198	188,0
TK-4B-M	1,86	3,21	1,1	9,81	60,7	46,97	236,69	0,276	206,0
TK-3M-M	2,35	1,89	1,2	1,5	48,06	56,9	97,56	0,287	201,0

Preglednica 5: Preračunane FAST vrednosti mehanskih lastnosti tkanin in fiksirancev za računalniški zapis tekstilij

Oznaka tkanine	Preračunani parametri				Oznaka fiksiranca	Preračunani parametri			
	Razteznost (E100)		Upogibna togost (B)	Stižna togost (G)		Razteznost (E100)		Upogibna togost (B)	Stižna togost (G)
	osnova	votek				osnova	votek		
	g/cm		dyn cm			g/cm		dyn cm	
TK-1Z	1923	1832	845	127	TK-1Z-M	2959	2403	4865	1012
TK-3Z	2564	916	1320	187	TK-3Z-M	2959	1202	4535	896
TK-1C	1479	1748	960	115	TK-1C-M	3496	2137	4572	999
TK-2C	2024	1099	705	482	TK-2C-M	3205	1748	3515	1236
TK-4B	2404	289	1370	1210	TK-4B-M	3496	392	5383	2367
TK-3M	2747	1923	1400	234	TK-3M-M	3205	3846	5248	976



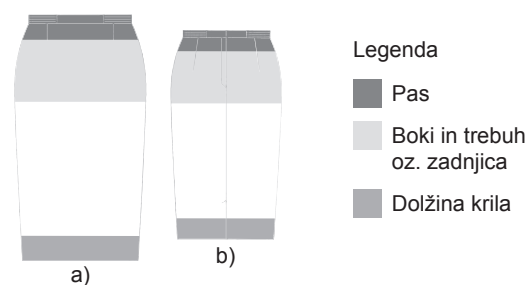
tekstilij in šivne linije. Prav tako sta se vsakemu krojnemu delu določila tudi njegov položaj glede na virtualno telo in skenirana površina realno uporabljene tekstilije, slika 5.

Natezne, strižne in upogibne lastnosti izbranih osnovnih tkanin in fiksirancev so bile izmerjene s pomočjo merilnega sistema FAST [20], preglednici 3 in 4, in so se naprej s pomočjo programa Fabric Converter-ja [21] pretvorile v vrednosti, ustrezne za zapis virtualne tekstilije v programu OptiTex PDS, preglednica 5. Zunanji videz tkanin je bil določen na podlagi skeniranih vzorcev realnih tekstilij.

### 2.5 Ocenjevanje prileganja oblačil telesu

Za ocenjevanje prileganja oblačil telesu so se določili predeli in kriteriji za ocenjevanje, ki so bili za vse vrste modelov kril enaki. Krilo se je ocenjevalo na treh delih, od spredaj, zadaj in s strani, in sicer v predelu pasu, bokov in trebuha oziroma zadnjice ter dolžine

krila, slika 6. Kriteriji za ocenjevanje prileganja oblačila modelu telesa glede na predel ocenjevanja so prikazani v preglednici 6. Lestvica za ocenjevanje je sestavljena iz treh ocen, in sicer 1 (dobro), 0 (zadovoljivo) in -1 (neustrezno). Modele je ocenjevalo 16 strokovnjakov s področja tekstilnega in oblačilnega inženirstva, iz dobljenih rezultatov so se izračunali odstotni deleži ocen za posamezen predel.



Slika 6: Predeli ocenjevanja na krilu od a) spredaj in b) zadaj

Preglednica 6: Predeli ocenjevanja in kriteriji ocenjevanja prileganja krila pri upoštevanju oblike telesa

Del oblačila	Predel ocenjevanja	Definiranje predela	Opis kriterija	Oce- na
Spredaj	Pas	Predel pasu in 5 cm pod pasom	Oblika pasu krila na telesu: - raven pas v liniji pasu na telesu - nekoliko spuščen pas, ni v liniji pasu - pas močno odstopa od linije pasu na telesu	1 0 -1
	Boki in trebuh	Predel od 5 cm pod pasom do 3 cm pod linijo bokov	Vzdolžne ali prečne gube tekstilij: - ni gub, oblačilo se prilega liniji telesa - oblačilo rahlo odstopa od linije telesa - veliko prečnih ali vzdolžnih gub	1 0 -1
	Dolžina	Celotna dolžina in 7 cm nad linijo dolžine krila	Način gubanja tekstilij in linija dolžine: - enakomerno gubanje, ravna linija dolžine krila - manj izrazito gubanje, uravnana dolžina - neenakomerne gubanje, nemirna linija dolžine krila	1 0 -1
Zadaj	Pas	Predel pasu in 5 cm pod pasom	Oblika pasu krila na telesu: - raven pas v liniji pasu na telesu - nekoliko spuščen pas, ni v liniji pasu - pas močno odstopa od linije pasu na telesu	1 0 -1
	Boki in zadnjica	Predel od 5 cm pod pasom do 3 cm pod linijo bokov	Vzdolžne ali prečne gube tekstilij: - ni gub, oblačilo se prilega liniji telesa - oblačilo rahlo odstopa od linije telesa - veliko prečnih ali vzdolžnih gub	1 0 -1
	Dolžina	Celotna dolžina in 7 cm nad linijo dolžine krila	Način gubanja tekstilij in linija dolžine: - enakomerno gubanje, ravna linija dolžine krila in razporka - manj izrazito gubanje, uravnana dolžina - neenakomerne gubanje, nemirna linija dolžine krila	1 0 -1

Del oblačila	Predel ocenjevanja	Definiranje predela	Opis kriterija	Oce- na
S strani	Pas	Predel pasu in 5 cm pod pasom	Oblika pasu krila na telesu: – raven pas v liniji pasu na telesu – nekoliko spuščeni pas, ni v liniji pasu – pas močno odstopa od linije pasu na telesu	1 0 –1
	Boki	Predel od 5 cm pod pasom do 3 cm pod linijo bokov	Podajanje tekstilij in linija stranskega šiva: – ravna linija stranskega šiva – rahlo zamaknjeni stranski šiv – kriv stranski šiv	1 0 –1
	Dolžina	Celotna dolžina in 7 cm nad linijo dolžine krila	Način gubanja tekstilij in linija dolžine: – enakomerno gubanje, ravna linija dolžine krila spredaj in zadaj – manj izrazito gubanje – neenakomerne gubanje, različna dolžina krila spredaj in zadaj	1 0 –1

### 3 Rezultati z razpravo

#### 3.1 Prototipi kril

Prileganje realnega prototipa in virtualnega prototipa na skeniranem in parametričnem telesu se je

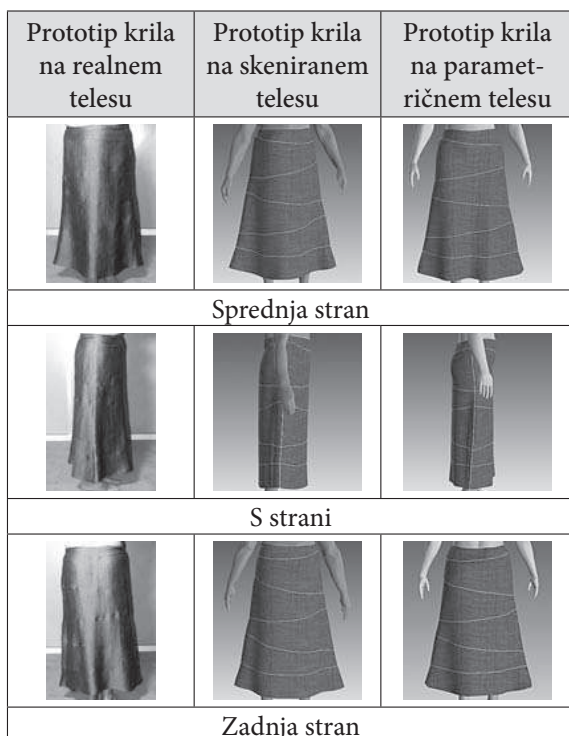
ocenjevalo s treh strani, in sicer od spredaj, zadaj in od strani. Na slikah od 7 do 12 so prikazani prototipi kril na vseh treh modelih telesa za vseh šest izbranih modelov, ki so se v nadaljevanju uporabili za ocenjevanje prileganja kril telesu.



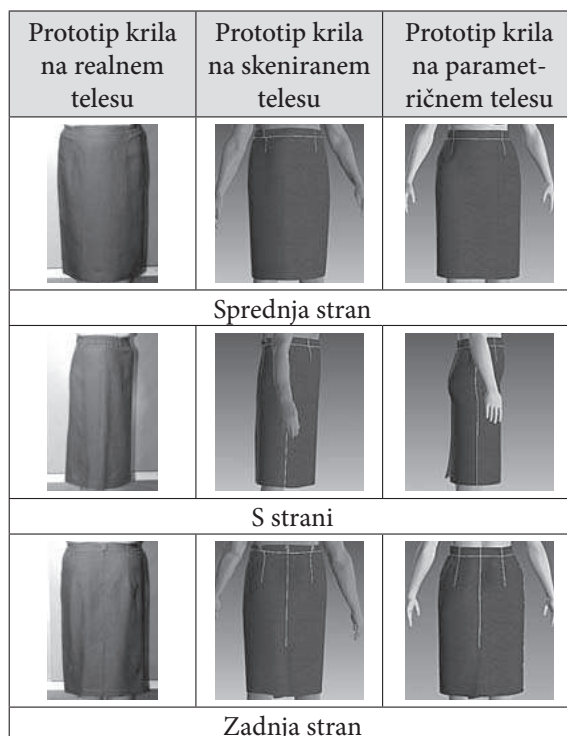
Slika 7: Prileganje prototipov kril NIKA-1Č pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu



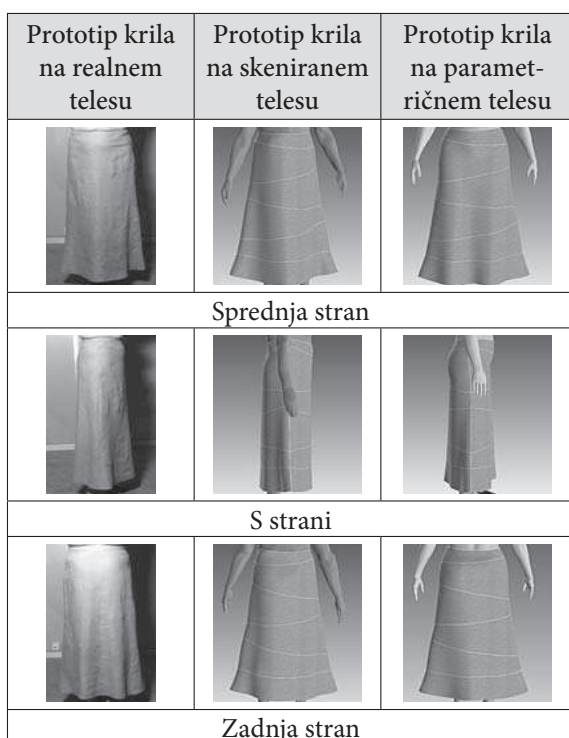
Slika 8: Prileganje prototipov kril NIKA-2Č pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu



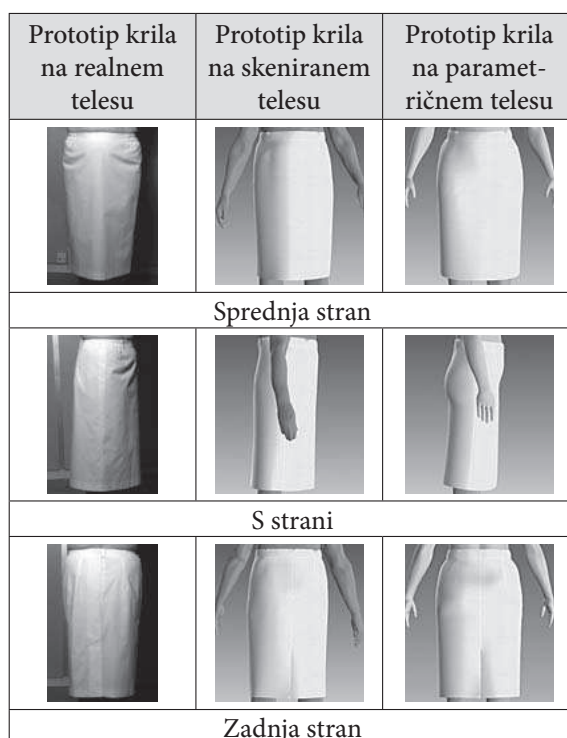
Slika 9: Prileganje prototipov kril SANDY-1Z pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu



Slika 11: Prileganje prototipov kril VERENA-3M pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu



Slika 10: Prileganje prototipov kril SANDY-3Z pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu



Slika 12: Prileganje prototipov kril VERENA-4B pri realnem in virtualnem modelu na skeniranem in parametričnem telesu

### 3.2 Analiza ocenjevanja prileganja prototipov kril

Rezultati ocen prileganja prototipov kril realnim, parametričnim in skeniranim telesom so zbrani v preglednicah od 7 do 9. V njih so osenčeni najpogosteje ocenjeni predeli prileganja kril telesom v od-

stotkih po posameznih področjih ocenjevanja in kriterijih ocenjevanja. Ocene prileganja prototipov kril realnemu telesu so referenčno izhodišče s ciljem ugotoviti razlike in podobnosti pri prileganju kril parametričnemu in skeniranemu telesu.

Preglednica 7: Ocene prileganja po posameznih predelih za prototipe kril NIKA

Vrsta telesa		Realno telo						Skenirano telo						Parametrično telo					
Model krila		NIKA-1Č			NIKA-2Č			NIKA-1Č			NIKA-2Č			NIKA-1Č			NIKA-2Č		
Ocena		%			%			%			%			%			%		
		-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
Spredaj	Pas	12,50	18,75	68,75	25,00	12,50	62,50	6,25	6,25	87,50	0,00	18,75	81,25	31,25	56,25	12,50	25,00	62,5	12,50
	Boki in trebuh	6,25	56,25	37,50	68,75	31,25	0,00	6,25	68,75	25,00	0,00	62,5	37,50	6,25	31,25	62,50	6,25	31,25	62,50
	Dolžina	6,25	62,5	31,25	12,5	37,50	50,00	18,75	75,00	6,25	18,75	56,25	25,00	31,25	50,00	18,75	6,25	37,5	56,25
Zadaj	Pas	25,00	18,75	56,25	18,75	18,75	62,50	0,00	31,25	68,75	12,50	18,75	68,75	18,75	43,75	37,5	12,5	25,00	62,50
	Boki in zadnjica	43,75	37,50	18,75	75,00	25,00	0,00	12,5	37,50	50,00	6,25	43,75	50,00	12,50	50,00	37,50	12,5	50,00	37,50
	Dolžina	6,25	37,50	56,25	31,25	62,50	6,25	12,5	50,0	37,50	6,25	62,5	31,25	37,50	37,5	25,00	18,75	37,50	43,75
S strani	Pas	31,25	25,00	43,75	12,50	12,50	75,00	37,5	50,00	12,50	31,25	56,25	12,50	25,00	37,5	37,50	6,25	56,25	37,50
	Boki	50,00	43,75	6,25	50,0	43,75	6,25	18,75	75,00	6,25	0,00	75,00	25,00	0,00	62,5	37,50	6,25	43,75	50,00
	Dolžina	6,25	43,75	50,00	43,75	37,5	18,75	75,00	18,75	6,25	50,00	37,50	12,50	37,5	50,00	12,50	43,75	50,00	6,25

Preglednica 8: Ocene prileganja po posameznih predelih za prototipe kril SANDY

Vrsta telesa		Realno telo						Skenirano telo						Parametrično telo					
Model krila		SANDY-1Z			SANDY-3Z			SANDY-1Z			SANDY-3Z			SANDY-1Z			SANDY-3Z		
Ocena		%			%			%			%			%			%		
		-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
Spredaj	Pas	43,75	31,25	25,00	18,75	18,75	62,5	18,75	12,50	68,75	6,25	25,00	68,75	0,00	43,75	56,25	6,25	37,5	56,25
	Boki in trebuh	12,5	68,75	18,75	50,00	31,25	18,75	6,25	50,00	43,75	6,25	50,00	43,75	0,00	18,75	81,25	6,25	12,5	81,25
	Dolžina	56,25	25,00	18,75	25,00	50,00	25,00	81,25	18,75	0,00	50,00	43,75	6,25	6,25	43,75	50,00	31,25	31,25	37,5
Zadaj	Pas	25,00	31,25	43,75	12,50	12,50	75,00	6,25	56,25	37,50	12,50	31,25	56,25	0,00	50,00	50,00	6,25	25,00	68,75
	Boki in zadnjica	12,50	62,5	25,00	18,75	43,75	37,50	6,25	50,00	43,75	6,25	50,00	43,75	6,25	12,5	81,25	0,00	6,25	93,75
	Dolžina	43,75	31,25	25,00	0,00	37,5	62,50	81,25	12,50	6,25	56,25	43,75	0,00	6,25	56,25	37,5	6,25	56,25	37,5
S strani	Pas	31,25	25,00	43,75	18,75	18,75	62,50	25,00	50,00	25,00	50,00	31,25	18,75	6,25	50,00	43,75	6,25	18,75	75,00
	Boki	12,50	31,25	56,25	0,00	50,00	50,00	18,75	43,75	37,50	18,75	37,5	43,75	31,25	43,75	25,00	0,00	37,5	62,5
	Dolžina	50,00	18,75	31,25	6,25	50,00	43,75	87,50	0,00	12,50	31,25	43,75	25,00	12,50	43,75	43,75	12,5	43,75	43,75

Preglednica 9: Ocene prileganja po posameznih predelih za prototipe kril VERENA

Vrsta telesa		Realno telo						Skenirano telo						Parametrično telo					
Model krila		VERENA-3M			VERENA-4B			VERENA-3M			VERENA-4B			VERENA-3M			VERENA-4B		
Ocena		%			%			%			%			%			%		
		-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
Spredaj	Pas	25,00	12,5	62,5	18,75	31,25	50,00	18,75	43,75	37,50	6,25	56,25	37,50	0,00	12,50	87,50	6,25	37,50	56,25
	Boki in trebuh	25,00	43,75	31,25	87,50	12,50	0,00	6,25	31,25	62,50	18,75	50,00	31,25	6,25	50,00	43,75	0,00	56,25	43,75
	Dolžina	6,25	25,00	68,75	37,50	43,75	18,75	0,00	12,50	87,50	0,00	18,75	81,25	0,00	6,25	93,75	0,00	18,75	81,25
Zadaj	Pas	31,25	12,50	56,25	18,75	37,50	43,75	25,00	37,50	37,50	6,25	43,75	50,00	0,00	12,50	87,50	6,25	12,50	81,25
	Boki in zadnjica	25,00	50,00	25,00	68,75	25,00	6,25	12,50	25,00	62,50	12,50	43,75	43,75	6,25	56,25	37,50	6,25	50,00	43,75
	Dolžina	6,25	25,00	68,75	25,00	18,75	56,25	25,00	31,25	43,75	0,00	18,75	81,25	25,00	18,75	56,25	0,00	18,75	81,25
S strani	Pas	31,25	12,50	56,25	12,50	18,75	68,75	25,00	37,50	37,50	18,75	50,00	31,25	0,00	18,75	81,25	6,25	31,25	62,50
	Boki	25,00	50,00	25,00	31,25	50,00	18,75	6,25	12,50	81,25	0,00	43,75	56,25	6,25	43,75	50,00	0,00	25,00	75,00
	Dolžina	18,75	6,25	75,00	12,5	18,75	68,75	6,25	18,75	75,00	6,25	12,5	81,25	12,50	37,50	50,00	18,75	31,25	50,00

Vsi analizirani modeli so se ocenjevali s sprednje in zadnje strani ter s strani. Tako se je pri vsakem krilu skupaj ocenjevalo devet predelov z ocenami neustrezno (-1), dobro (1) in zadovoljivo (0). Krilo Nika je bilo modelirano iz klasičnega krila, kjer so prednji in zadnji všitki prestavljeni v vzdolžne sestavne šive, zato se je krilo v zgornjem predelu prilegalo telesu (trebuhu, zadnjici in bokom), medtem ko je bilo v spodnjem delu razširjeno in se je zato tkanina na dolžini krila drapirala v bolj ali manj velike gube. Gubanje je bilo različno in odvisno od vrste oz. oblike telesa in vrste tkanine.

Osnovna tkanina TK-1Č pri modelu krila NIKA-1Č je v vezavi keper iz mešanice lanu in poliamida, preglednica 1, krilo ima fiksirano le obrobo pasu. Rezultati mehanskih lastnosti tekstilij potrjujejo, da gre za lahko padajočo tekstilijo z nizkimi vrednostmi sposobnosti oblikovanja in upogibnih togosti.

Krilo NIKA-1Č se je realnemu telesu prilegala na petih predelih z oceno dobro, na dveh pa z oceno zadovoljivo in neustrezno. Prileganje virtualnega modela krila skeniranemu telesu se ocenjuje z oceno zadovoljivo 5-krat in 3-krat z oceno dobro. Dobro prileganje je bilo ocenjeno v predelu pasu spredaj in zadaj ter na bokih in zadnjici krila zadaj, z oceno zadovoljivo pa v predelu bokov in trebuha ter dolžini krila spredaj; dolžini krila zadaj in pasu ter bokov s strani. Prileganje virtualnega modela krila parametričnemu modelu je ocenjeno kar 8-krat z oceno

zadovoljivo v predelu pasu in dolžini krila spredaj, zadaj in s strani ter 2-krat v predelu bokov in zadnjice zadaj in s strani.

Omenjena analiza kaže, da je prileganje krila realnemu, skeniranemu in parametričnemu telesu največkrat enako ocenjeno v istih predelih; to je v pasu in na dolžini zadaj, medtem ko so v preostalih predelih večja odstopanja. Pri tem se izpostavljajo ocene prileganja krila pri realnem in skeniranem telesu.

Krilo NIKA-2Č je bilo izdelano iz osnovne tkanine TK-2Č iz mešanice bombaža in elastana v vezavi atlas in ima fiksirano le obrobo pasu, preglednica 1, in ima v primerjavi s tkanino TK-1Č večjo gostoto in ploskovno maso in posledično je tkanina bolj toga, kar potrjujejo meritve strižne togosti ( $G=48,2$  N/m).

Prileganje krila realnemu telesu je bilo kar v štirih predelih ocenjeno z nezadovoljivo, in sicer v predelu bokov in trebuha spredaj, bokov in zadnjice zadaj ter bokov s strani. Z oceno dobro je bil ocenjen le predel pasu in na dolžini zadaj, medtem ko je oceno zadovoljivo dobil predel dolžine zadaj. Prileganje virtualno simuliranega krila skeniranemu telesu je bilo ocenjeno z dvema ocenama dobro (pas spredaj ter boki in zadnjica zadaj), petimi zadovoljivo (spredaj boki in trebuh ter dolžina krila; zadaj dolžina krila in s strani pas in boki) in eno slabo (s strani dolžina krila). Pri parametričnem modelu je bilo ocenjeno prileganje virtualnega modela krila kar v petih predelih z oceno dobro (spredaj boki in trebuh



ter dolžina krila, zadaj pas in dolžina krila, s strani pa boki) in v štirih zadovoljivo (spredaj pas, zadaj boki in zadnjica, s strani pas in dolžina krila).

Prav tako je iz analize ocen prileganja kril različnim modelom telesa videti, da je prileganje krila realnemu telesu ocenjeno kar v štirih predelih z nezadovoljivo, medtem ko je bila pri skeniranem z nezadovoljivo ocenjena samo dolžina krila s strani, pri parametričnem telesu pa ni bil noben predel ocenjen z nezadovoljivo. Edini predel, ki je bil ocenjen enako (ocena dobro) pri vseh treh krilih, je bil predel pasu zadaj.

Zanimivo je, da noben predel prileganja modela krila Nika pri parametričnem telesu ni bil ocenjen z nezadovoljivo.

Dolgo krilo Sandy je bilo sestavljeno iz šestih krojnih delov na sprednjem in zadnjem delu. Od pasu do linije bokov se je krilo prilegalo telesu, potem pa so bili krojni deli modelirani tako, da so se postopno razpirali, zato je imelo krilo dovolj širine za nemoteno hojo tudi brez razporka. Na modelih kril se je dolžina krila oblikovala v gubanje tkanine, ki je bilo na realnem in skeniranem virtualnem telesu primerljivo pri pogledu od spredaj, medtem ko je gubanje na dolžini krila na parametričnem telesu močno odstopalo ne glede na vrsto tkanine. Vsi drugi pogledi na gubanje tkanine na dolžini so bili med seboj zelo različni. Videz realnega in virtualnega krila na skeniranem telesu je bil podoben v predelu trebuha in bokov.

Model krila SANDY-1Z je izdelan iz tkanine TK-1Z, ki je mešanica lanu in poliamida v vezavi keper. Tkanina ima majhno sposobnost oblikovanja in tudi nizke vrednosti upogibnih in strižnih togosti, zato je njeno obnašanje pri tridimenzionalnem izdelku zelo nepredvidljivo.

Realni model krila se telesu prilega zadovoljivo le v treh predelih, in sicer v pasu zadaj in s strani ter na boku s strani. Največkrat so bili ocenjeni z oceno zadovoljivo boki in trebuh spredaj in boki in zadnjica zadaj. Pas in dolžina spredaj ter dolžina zadaj in s strani so bili ocenjeni največkrat kot nezadovoljivo. Skeniranemu telesu se virtualni model krila prilega dobro le v enem predelu, v pasu spredaj. Vsi trije predeli na dolžini krila so bili ocenjeni z nezadovoljivo, preostalih pet predelov pa je bilo ocenjenih z zadovoljivo. Pri parametričnem modelu se krilo ni nikoli prilegalo z oceno nezadovoljivo, temveč so bili štirje predeli ocenjeni z zadovoljivo (pas, boki, dolžina s strani in dolžina zadaj), preostalih pet predelov pa z oceno dobro.

Iz dobljene analize ugotavljamo, da se je prileganje virtualnega in realnega modela krila SANDY-1Z telesu ujemalo v petih predelih, kjer so bili predeli dolžine krila spredaj, zadaj in s strani ocenjeni največkrat z oceno nezadovoljivo in v predelih bokov in trebuha spredaj ter bokov in zadnjice zadaj z oceno zadovoljivo. Ugotovljeno je bilo tudi, da pri prileganju krila parametričnemu in realnemu modelu ni bilo skupno ocenjenih predelov. Vzrok takega odstopanja lahko predpišemo lastnostim tkanine, saj uporabljeni model za virtualno simulacijo oblačil ne omogoča dovolj realnega zapisa tekstilij, ki imajo zelo nizke upogibne in strižne togosti ter sposobnosti oblikovanja.

Krilo SANDY-3Z je bilo izdelano iz tkanine TK-3Z iz lanu v vezavi platno, kar je vplivalo na precej enakomerne sposobnosti oblikovanja ter upogibne in strižne togosti v smeri osnove in votka, preglednica 1.

Prileganje krila realnemu telesu je bilo v petih predelih ocenjeno z dobro (spredaj pas, zadaj pas in dolžina krila, s strani pa pas in boki), v treh predelih zadovoljivo (spredaj dolžina krila, zadaj boki in zadnjica in s strani dolžina krila) in le predel bokov in trebuha spredaj sta bila ocenjena z nezadovoljivo.

Pri skeniranem telesu je bilo prileganje krila največkrat ocenjeno z zadovoljivo, in to v štirih predelih, in sicer boki in trebuh, ter dolžini krila spredaj, bokih in zadnjici zadaj, ter dolžina krila s strani. Z oceno dobro so bili ocenjeni pas spredaj in zadaj ter boki s strani, medtem ko sta bila z nezadovoljivo ocenjena predela dolžine zadaj in pasu s strani. V nasprotju s tem pa rezultati kažejo, da je bilo pri parametričnem modelu ocenjenih kar osem predelov z dobro in le eden, to je predel dolžine krila, zadaj z zadovoljivo.

Iz analize ocen prileganja kril SANDY-3Z izbranim oblikam teles ugotavljamo, da imajo v primerjavi s krilom SANDY-1Z več skupno ocenjenih predelov. Ti predeli so bili ocenjeni z dobro in zadovoljivo. Vzrok je bolj toga tkanina, kjer so tudi lastnosti bolj enakomerno razporejene v smeri osnove in votka, preglednica 1, in tako se virtualno simulirana tkanina bolj približa realni.

Klasično krilo Verena je bilo izdelano s pasom, ob straneh je imelo elastiko za boljše prilagajanje v predelu pasu. Imelo je všitke na prednjem in zadnjem delu. Krilo je bilo po dolžini krojeno rahlo navznoter in je imelo na sredini zadaj prikriti razporek. Na realnem modelu krila se je pas malo raztegnil (predel z všito elastiko) in pas krila se je bolj

tesno prilegal telesu. Na virtualnih modelih kril je bil pas stabilen, rahlo raztezanje v širino je bilo odvisno od deleža elastana v tkanini, zato se je krilo iz tkanine TK-4B bolj gladko prilegalo telesu.

Na realnem modelu krila se je pas malo raztegnil (predel z všito elastiko) in pas krila se je tesneje prilegal realnemu telesu. Na virtualnem modelu krila Verena se je pas na krilu iz tkanine TK-4B razširil, raztezek v smeri votka je 9,8 % kljub fiksiranju tkanine z lepljivo medvlogo, medtem ko je ostal pas iz tkanine TK-3M z raztežkom v smeri votka 1,5 % nespremenjen, zato se sestavni šivi pri simulaciji krila niso popolnoma zaključili.

Model krila VERENA-3M je bil iz tkanine TK-3M iz lanu v vezavi platno. Vrednosti strižne togosti so bile nekoliko nizke ( $G = 23,4 \text{ N/m}$ ) in sposobnost oblikovanja v smeri osnove in votka je bila zadovoljiva ( $F$  v smeri osnove je  $0,33 \text{ mm}^2$  in  $F$  v smeri votka je  $0,27 \text{ mm}^2$ ).

Pri modelu krila VERENA-3M ugotavljamo, da je bilo prileganje krila realnemu telesu v večini predelov ocenjeno z dobro, in to pri realnem modelu 6-krat (pas in dolžina spredaj, zadaj in s strani), pri skeniranem 8-krat (vsi predeli s strani in zadaj ter spredaj boki in trebuh ter dolžina krila) in pri parametričnem modelu 7-krat (vsi predeli s strani ter dolžina krila in pas spredaj in zadaj). Prav tako je bilo prileganje krila realnemu telesu ocenjeno z zadovoljivo v treh predelih (predel bokov in trebuha spredaj, predel bokov in zadnjice in predel bokov s strani). Pri skeniranem modelu je bil z zadovoljivo ocenjen le predel pasu spredaj, pri parametričnem modelu pa predela bokov in trebuha spredaj ter bokov in zadnjice zadaj. Slabo ocenjenih predelov prileganja kril ni bilo pri nobenem telesu.

Iz navedene analize ocen prileganja kril izbranim telesom ugotavljamo, da so se le-ta v večini predelov prilegala dobro. Ker je bila pri modelu krila uporabljena tkanina v vezavi platno, to posledično pomeni, da so odstopanja v sposobnosti oblikovanja in strižni in upogibni togosti tkanine v smeri osnove in votka manjša, je takšna tekstilija primernejša za računalniški zapis tekstilije. Iz tega tudi sledi, da so si prileganja zelo podobna.

Iz tkanine TK-4B, ki je mešanica bombaža in elastana v vezavi keper, je bil izdelan model krila VERENA-4B. Iz rezultatov mehanskih lastnosti tkanin je videti, da gre za tkanino z bolj togimi lastnostmi.

Pri realnem modelu je bilo prileganje krila v petih predelih (pas spredaj, zadaj in s strani in dolžina

krila zadaj in s strani) ocenjeno z dobro, v dveh predelih z zadovoljivo (dolžina spredaj in boki s strani) in nezadovoljivo (boki in trebuh spredaj in boki in zadnjica zadaj). Prileganje krila skeniranemu telesu je bilo zadovoljivo v štirih predelih (pas, boki in trebuh spredaj, boki in zadnjica zadaj in pas s strani), pri parametričnem telesu pa v dveh predelih (boki in trebuh spredaj in boki in zadnjica zadaj).

Pri tem modelu analize ocen prileganja kril realnemu skeniranemu in parametričnemu modelu kažejo podobne rezultate kot pri modelu krila VERENA-3M.

## 4 Sklep

Na podlagi analiz prileganja prototipov šestih modelov kril realnemu, skeniranemu in parametričnemu modelu telesa sklepamo:

- Videz dejansko izdelanih prototipov kril je zadovoljiv glede na realne lastnosti tekstilij in postavbo izbranega ženskega telesa. Gre namreč za krilo konfekcijske izdelave, ki se pričakovano ne prilega dobro vsaki postavi, temveč le ustreza povprečni postavi.
- S parametričnem modelom telesa se le približamo dejanskemu telesu, saj se telesne mere proporcionalno usklajujejo, zato ne zagotavljajo zadovoljive realne postavbe glede na starost in polnost telesa, zato prileganje krila ne more biti popolnoma primerljivo z realnim modelom.
- Skenirani model telesa je kopija realnega telesa, zato se ocene prileganja kril realnemu in skeniranemu modelu ujemajo v več predelih kot ocene prileganja med realnim in parametričnim modelom telesa.
- Virtualno prototipiranje oblačil danes še ne more v popolnosti nadomestiti konvencionalnega prototipiranja, ker je še veliko nerešenih tehničnih vprašanj pri sami simulaciji, ki so povezana s tipi postav in s predstavitvijo človeškega telesa v virtualnem okolju, z materialnimi lastnostmi tekstilij in s pripravljalnimi postopki simulacije.

### Zahvala

*Avtorji se zahvaljujejo kolegom s Fakultete za tekstilno tehnologijo Univerze v Zagrebu, ki so omogočili skeniranje telesa s 3D skenerjem Vitus Smart in s tem pripomogli k nastanku članka.*

## 5 Viri

1. SUN, L. M. *Three dimensional virtual try-on technologies in the achievement and testing of fit for mass customization : Doctoral Dissertation*. North Carolina State University, 2009.
2. STJEPANOVIČ, Z. *IMB 2003 – Tehnike vizualizacije in predstavitev virtualnih oblačil*. Dostopno na WWW: <http://fs-server.uni-mb.si/si/inst/itkp/lttkt/izpiti-zs/Nove%20racunalniske%20tehnologije%20v%20tekstilstvu/Tehnike%20vizualizacije%20in%20VR-IMB%202003%20-Tekstilec%202003-ZS.pdf> [29. 9. 2011].
3. STJEPANOVIČ, Z., ABRAM-ZVER, M. *IMB 2006 – Novosti na področju 3D virtualnega prototipiranja izdelkov*. Dostopno na WWW: [http://fs-server.uni-mb.si/si/inst/itkp/lttkt/izpiti-zs/R\\_I%20v%20tekstilstvu/Novosti\\_3D\\_virtualno\\_prototipiranje\\_v\\_tekstilstvu.pdf](http://fs-server.uni-mb.si/si/inst/itkp/lttkt/izpiti-zs/R_I%20v%20tekstilstvu/Novosti_3D_virtualno_prototipiranje_v_tekstilstvu.pdf) [29. 9. 2011].
4. PILAR, T. *Razvoj 3D prototipov ženskih oblačil : Magistrsko delo*. Maribor : Univerza v Mariboru, 2012.
5. KOS, D. *Primerjava konvencionalnega in računalniško podprtega prototipiranja avtomobilskih sedežnih prevlek : Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa*. Maribor : Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje, Maribor, 2008.
6. KANG, Y. M., CHO, H. G. *Bilayered approximate integration for rapid and plausible animation of virtual cloth with realistic wrinkles*. V *Computer Animation 2000 proceedings, IEEE Computer Society*, 2002.
7. KECKEISEN, M., FEURER, M. in WACKER, M. *Tailor tools for interactive design of clothing in virtual environments*. *Proceedings of ACM VRST*, 2004.
8. LUIBLE, C., MAGNENAT-THALMANN, N. *Suitability of standard fabric characterisation experiments for the use in virtual simulations*. University of Geneva. Dostopno na WWW: [http://haptex.miralab.unige.ch/public/papers/AUTEX07\\_Suitability.pdf](http://haptex.miralab.unige.ch/public/papers/AUTEX07_Suitability.pdf) [8.12.2011].
9. METZGER, J., KIMMERLE, S., ETZMUSS, O. *Hierarchical techniques in collision detection for cloth animation*. *Journal of WSCG*, 2003.
10. VOLINO, P., MAGNENAT-THALMANN, N. *Accurate garment prototyping and simulation*. *Computer-Aided Design & Applications*, 2005, vol. 2, (1–4).
11. VOLINO, P., MAGNENAT-THALMANN, N. *Virtual Clothing*. Springer, 2000.
12. RUDOLF, A., JEVŠNIK, S., STJEPANOVIČ, Z., PILAR, T. *Comparison between virtual and real shape of garments*. V *8th Autex Conference, 24–26 June 2008, Biella, Italy*.
13. WU, Y. Y., MOK, P. Y., KWOK, Y. L., FAN, J. T., XIN, J. H. *An investigation on the validity of 3D clothing simulation for garment fit evaluation*. *Proceedings of the IMProVe, Venice, 15–17 June 2011*, pp. 463–468.
14. STJEPANOVIČ, Z., RUDOLF, A., JEVŠNIK, S., CUPAR, A., POGAČAR, V., GERŠAK, J. *Reconstruction of 3D body scan model for virtual garment prototyping*. V *International Symposium in Knitting and Apparel – ISKA 2010 Iasi, 19–20 November 2010*.
15. YU, W. *Subjective assessment of clothing fit, Clothing appearance and fit: Science and technology*. Cambridge England : Textile Institute, 2004, p. 31–42.
16. JEVŠNIK, S. *Analiza podajanja tkanin, medvloge in fiksiranja kot sestavnih delov oblačila : Doktorska disertacija*. Maribor : Univerza v Mariboru, 2002.
17. STYLIOUS, G., POWELL, J., CHENG, L. *An investigation into engineering of the drapability of fabric*. V *3rd International Conference IMCEP'2000, Innovation and Modelling of Clothing Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Maribor, 2000*, str. 88–95.
18. JEVŠNIK, S. *Izbira medvloge in napovedovanje lastnosti fiksiranih oblačilnih delov s sistemom znanja : Magistrska naloga*, Univerza v Mariboru, 1999.
19. OptiTex [svetovni splet]. Dostopno na WWW: [http://www.optitex.com/en/products/3DRunway\\_Tools/Creator\\_PDS](http://www.optitex.com/en/products/3DRunway_Tools/Creator_PDS) [29.9.2011].
20. DE BOSS, A. *The FAST system for objective measurement of fabric properties, operation, interpretation and application*. Sydney : CSIRO Division of Wool Technology, 1991.
21. OptiTex [svetovni splet]. *Fabric Converter*. Dostopno na WWW: [http://www.optitex.com/Help/en/index.php/Utilities:Fabric\\_Editor#Converter\\_Tab](http://www.optitex.com/Help/en/index.php/Utilities:Fabric_Editor#Converter_Tab) [29. 9. 2011].