

Konstrukcija i modeliranje sportskih grudnjaka

Grandi, Izabela

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:264449>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

ZAVRŠNI RAD

KONSTRUKCIJA I MODELIRANJE SPORTSKIH GRUDNJAKA

IZABELA GRANDI

Zagreb, rujan 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA ODJEVNU TEHNOLOGIJU**

ZAVRŠNI RAD

KONSTRUKCIJA I MODELIRANJE SPORTSKIH GRUDNJAKA

IZABELA GRANDI

0117230234

**Mentor:
izv. prof. dr. sc. Slavica Bogović**

Zagreb, rujan 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naziv zavoda: Zavod za odjevnu tehnologiju

- Broj stranica : 35
- Broj tablica: 4
- Broj slika: 36
- Članovi povjerenstva: izv. prof. dr. sc. Ivana Schwarz

izv. prof. dr. sc. Slavica Bogović

izv. prof. dr. sc. Blaženka Brlobašić Šajatović

- Zamjenica: izv. prof. dr. sc. Mirna Rodić

- Datum predaje rada: 09.09.2024.
- Datum obrane rada: 11.09.2024.

SAŽETAK

Sportski grudnjaci su važan dio ženske sportske opreme. Postoje dvije vrste: kompresijski i inkapsulirani sportski grudnjaci. Njihov zadatak je pružiti potporu i udobnost, ali i omogućiti nesmetano kretanje. Sportski grudnjaci izrađuju se iz pletiva od umjetnih vlakana, sintetičkih i prirodnih polimera te proizvoda od mješavine tih vlakana jer pružaju elastičnost i održavaju oblik. Dizajn i modeliranje imaju važnu ulogu u razvoju sportskih grudnjaka. Za računalno konstruiranje sportskih grudnjaka korišten je program *Modaris Lectra* u kojemu je napravljen temeljni kroj ženskog rublja te su modelirana četiri modela sportskih grudnjaka. Grudnjak je konstruiran bez komocije i skupljanja. Primjenom programskog paketa *Modaris*, pri izradi varijante, definirano je skupljanje krojnih dijelova u ovisnosti o svojstvima i elastičnosti materijala.

Ključne riječi: sportski grudnjaci, računalna konstrukcija i modeliranje, elastični materijali

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Sportski grudnjaci	3
2.1.1. Glavne karakteristike sportskih grudnjaka.....	4
2.1.2. Proces dizajniranja sportskih grudnjaka	5
2.1.3. Tekstilni materijali namijenjeni sportskoj odjeći.....	7
2.1.4. Tehnološki proces izrade sportskih grudnjaka.....	9
2.1.5. Računalna konstrukcija i modeliranje.....	13
3. EKSPERIMENTALNI DIO	15
3.1. Dizajn sportskih grudnjaka	15
3.2. Glavne i konstrukcijske tjelesne mjere za konstrukciju temeljnog kroja sportskog grudnjaka	16
3.3. Konstrukcija temeljnog kroja ženskog rublja	18
3.4. Modeliranje sportskih grudnjaka	20
3.5. Krojni dijelovi sportskih grudnjaka	22
3.6. Kreiranje varijante	22
4. REZULTATI RADA I RASPRAVA.....	25
5. ZAKLJUČAK	32
6. LITERATURA.....	33

1. UVOD

Sportska odjeća kao i njezina funkcija iz godine u godinu se razvija te postaje vrlo važan faktor u postizanju sportskih rezultata kod sportaša. Glavni zahtjevi za sportsku odjeću su udobnost, praktičnost te privlačan dizajn. Ovisno o vrsti sporta za koji je odjeća namijenjena zahtjevi se mogu razlikovati. Jedan od glavnih faktora kod sportske odjeće je dizajn [1]. Kako bi se postigla što bolja funkcionalnost odjeće, izrada odjeće je individualizirana. U tu svrhu koriste se 3D skeneri za određivanje tjelesne mase, oblika tijela i držanja. Na taj način se moguće je odrediti parametre dok je osoba u određenom položaju. Na temelju 3D skeniranja moguće je prikupiti sve relevantne informacije s antropometrijskog, biomehaničkog i ergonomskeg gledišta bitne za razvoj i modeliranje funkcionalne odjeće. Osim u modne svrhe, individualizirani pristup oblikovanju odjeće primjenjuje se i na odjeću za osobe s invaliditetom i one izvan standardne tjelesne mjere. Može se primijeniti i na zaštitnu odjeću koja ima određenu namjenu. U ovu skupinu, osim odjeće za medicinske svrhe, spada i odjeća koja treba imati specifičnu kompresiju na određenim dijelovima tijela kao što je sportska odjeća [2]. Danas je dostupno mnoštvo različitih programa i softvera za 3D dizajn i simulaciju odjeće. Moguće je simulirati odjeću korištenjem virtualnog manekena kako bi se utvrdilo pristajanje odjeće, dizajn i drapiranje. U zahtjevnim sportovima izuzetno je važno da sportska odjeća savršeno pristaje sportašima. Za postizanje takvih zahtjeva upotrebljavaju se različite metode i tehnike za digitalizaciju ljudskog tijela. U odjevnoj industriji 3D skeniranje ljudskog tijela koristi se posljednjih dvadeset godina, ali je nedavno postalo znatno učinkovitije. Danas se koriste različite 3D tehnologije skeniranja ljudskog tijela. Dostupni sustavi 3D skeniranja na tržištu mogu se podijeliti u pet osnovnih skupina:

1. Sustavi laserskog skeniranja koji koriste lasere kao izvor svjetlosti;
2. Sustavi za 3D skeniranje strukturiranim svjetlom, uglavnom bijele svjetlosti;
3. LED sustavi za 3D skeniranje koji koriste infracrvene detektore;
4. Sustavi 3D skeniranja tijela metodom skeniranja u sjeni, koji uključuje 2D slike video siluete (konture tijela) u različitim položajima tijela pretvorene u 3D model;
5. Sustavi koji koriste radio valove za skeniranje tjelesne površine kroz odjeću.

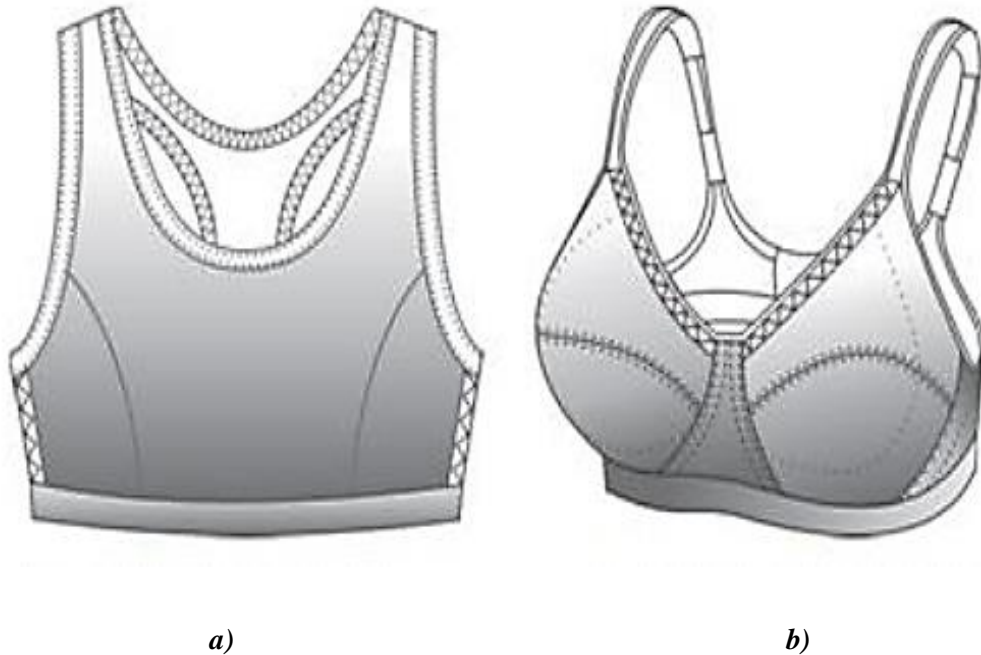
Za konstruiranje odgovarajuće sportske odjeće i njenog inženjerskog modeliranja potreban je veliki broj podataka o tekstilnim plošnim tvorevinama ovisno o vrsti i namjeni upotrebe sportske odjeće [1].

2. TEORIJSKI DIO

Popularnost sporta i sportske odjeće ubrzano raste što doprinosi razvoju različitih vrsta sportske odjeće od funkcionalne, osnovne, ležerne do modne sportske odjeće. Obzirom na specifičnost namjene, svaka od ovih vrsti sportske odjeće je namijenjena različitim razinama profesionalnosti i zahtjeva određene performanse. Jedan od važnijih parametara koji se mora uzeti u obzir prilikom izrade za sportove koji zahtijevaju usko pristajanje odjeće su elastična svojstva tekstilnih plošnih tvorevina. U obzir se također mora uzeti praktičnost i udobnost pogotovo kada se radi o sportskim grudnjacima [1]. Kada se govori o estetici sportske odjeće često je područje kontroverzi i otpora sudjelovanju žena u sportu. Španjolka Lili de Álvarez 1931. godine šokirala je društvene norme igrajući tenis na Wimbledonu u kratkim hlačama umjesto u dugim haljinama koje su tenisačice trebale nositi. Nažalost, veliki broj žena bio je previše obeshrabren da sudjeluju u pojedinim sportovima kao što su trčanje ili aerobik, zbog nelagode i sramote uslijed pretjeranog pokreta grudi. Danas su sportski grudnjaci priznati kao nezaobilazni dio sportske opreme kod žena, a ne samo kao modni dodatak ili donje rublje. Sportski grudnjaci relativno su nov izum. Prvi komercijalno dostupni sportski grudnjaci pojavili su se tek u kasnim 1970-ima. Godine 1975. *Glamorise Foundations Inc.* predstavila je "Free Swing Tennis Bra", prvi komercijalno dostupan 'sportski grudnjak', koji je nudio veću potporu od običnih grudnjaka, smanjujući pomicanje grudi i nelagodu, ali njegov dizajn nije bio puno drugačiji od običnog grudnjaka. Zasluge za originalni sportski grudnjak, nazvan "jogbra", posebno dizajniran za jogging, pripisane su Lisi Lindahl i Polly Smith 1977. godine, koje su izumile grudnjak izrađen od dvije naramenice spojene zajedno [3].

2.1. Sportski grudnjaci

Sportski grudnjaci mogu se podijeliti u dvije glavne kategorije (sl. 1.): kompresijski i inkapsulirani grudnjaci.



Sl. 1. Sportski grudnjaci: a) Kompresijski sportski grudnjak b) Inkapsulirani sportski grudnjak [4]

Kompresijski dizajn ravnomjerno pruža potporu grudima pritišćući obje grudi na stjenku prsnog koša, dok inkapsulirani dizajn odvaja grudi i podupire ih pojedinačno. Kompresijski sportski grudnjaci s višim vratnim izrezom bolje ograničavaju kretanje grudi prema gore. Dok su inkapsulirani grudnjaci učinkovitiji u kontroli pokreta grudi od kompresijskih. Sportski grudnjaci koji imaju kombinaciju kompresijskih i inkapsuliranih značajki učinkoviti su u održavanju podrške za žene s većim opsegom grudima. Ključne varijable koje razlikuju razinu podrške grudima potrebne tijekom raznih sportskih aktivnosti još uvijek nisu jasne i ne postoji industrijski standard za određivanje učinkovitosti sportskih grudnjaka. Provedena ispitivanja pokreta grudi uglavnom su analizirana tokom hodanja i trčanja, a utvrđeno je da je pokret grudi najveći tijekom trčanja.

Stoga su sportski grudnjaci dizajnirani s određenim razinama potpore ili kompresije, na temelju namjeravane aktivnosti ili pokreta:

- a) visoka potpora
- b) srednja potpora
- c) niska potpora

Svaka žena ima svoju vlastitu preferenciju udobnosti ovisno o količini potpore koju treba. Međutim, žene često više vole nositi sportski grudnjak tijekom većine dnevnih aktivnosti, a ne samo tokom vježbanja. Stoga se povećala potražnja za višenamjenskim sportskim grudnjakom koji uključuje potporu grudima i udobnost tijekom različitih aktivnosti. Utvrđeno je da grudnjaci koji učinkovito kontroliraju pokrete grudi imaju niži rezultat na varijabli udobnosti. Podizanje i kompresija grudi povezana je s povećanom nelagodom u grudima te se predlaže uključivanje debelih pjenastih jastučića unutar košarica grudnjaka [4,5].

2.1.1. Glavne karakteristike sportskih grudnjaka

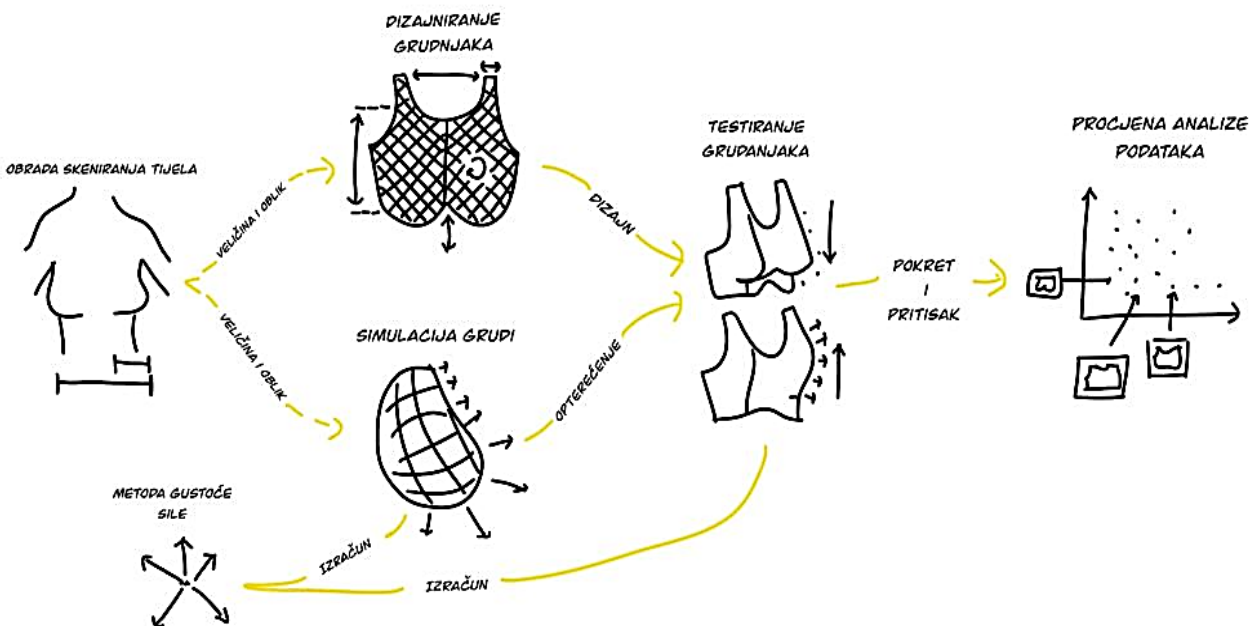
Glavna namjena sportskih grudnjaka je da podupiru ženske grudi dok se bavi sportom ili tjelesnom aktivnošću. Kontinuirani i ponavljajući pokreti bez vanjske potpore grudi može rezultirati osjetljivosti i bolom u grudima. Neudobnost grudnjaka ključna je prepreka vježbanju. Također ističu se i dvije glavne potrebe sportskog grudnjaka: potpora grudima i udobnost grudnjaka [5]. Većina žena primijetila je važnost zaštite grudi tijekom tjelesnih aktivnosti i posvetila više pažnje njihovoj udobnosti. Neophodno je nositi donje rublje koje odgovara figuri i veličini. Iako neumjereni pritisak sportskog grudnjaka može utjecati na fizičko i mentalno zdravlje, kao što je protok krvi, pritisak na vene i otežano disanje pojedinaca, pravi grudnjak može ublažiti te probleme. Sportski grudnjak bi trebao pružiti kvalitetnu potporu prema gore, ograničiti pokrete grudi te bi trebao biti izrađen od materijala koji nisu alergeni i imaju dobra svojstva upijanja vlage [6]. Učinkoviti sportski grudnjaci imaju karakteristike kao što su: visoki dekolte, križanje naramenica na leđima te široke podesive naramenice. Sportski grudnjaci su izumljeni kao

konstrukcija vanjske pomoći za smanjenje nepotrebnog kretanja i za zaštitu tkiva grudi. Šire naramenice i umetci jastučića povećavaju udobnost sportskih grudnjaka. Šire naramenice povećavaju i kontaktnu površinu te omogućuju ravnomjernu raspodjelu pritiska na tijelo. Materijal korišten za izradu naramenica trebao bi biti potpuno elastičan, osiguravajući neometano disanje nositelja. Glavne značajke koje utječu na sportske grudnjake su oblik grudi, postojanost pokreta i udobnost (ne isključujući komponente vlakana i udobnost pritiska). Također velika veličina grudi (veličina grudnjaka C i više) je u središtu pozornosti u većini istraživanja budući da žene s većim grudima osjećaju veći pritisak naramenica zbog velike težine grudi u usporedbi s manjim grudima [7].

2.1.2. Proces dizajniranja sportskih grudnjaka

U tipičnom procesu dizajna, u ranim fazama, istražuju se mnogi različiti koncepti dizajna paralelno. Kako proces dizajna napreduje, broj koncepata dizajna se sužava istodobno s povećanjem specifičnosti [8]. Dizajn i razvoj odjevnih proizvoda je kreativan proces rješavanja problema. Upotreba teorijskog okvira i dijagrama pokazala se učinkovitom metodom za dokumentiranje faza dizajna te organizaciju obilje informacija i prikupljenih podataka potrebnih u procesu projektiranja [3]. Dizajn sportskih grudnjaka uvelike se oslanja na stručnost i iskustvo dizajnera i često uključuje niz testova modela te isprobavanja sa živim modelima pokazuje kako se obloge mogu prilagoditi da bi se postiglo bolje pristajanje. Ako dizajneri žele poboljšati potporu sportskog grudnjaka, moraju provesti biomehaničke pokuse kako bi usporedili kretanje grudi u različitim prototipovima grudnjaka. Biomehaničko testiranje za procjenu grudnjaka vremenski je intenzivno i skupo, što može ograničiti broj dizajna grudnjaka koji se mogu testirati. Kako su kretanje grudi i mehanika grudnjaka složeni sustavi, teško je preslikati uvide iz studija snimanja pokreta na svojstva dizajna grudnjaka. Budući da je procjena sportskih grudnjaka izazovna i provodi se u kasnijim fazama procesa dizajna, optimizacija karakteristika kao što su potpora i

udobnost obično je ograničena na mala odstupanja unutar odabranog dizajna. Kao rezultat toga, malo je kvantitativnog znanja o tome kako dizajnirati sportske grudnjake za željene rezultate [8].



Sl. 2. Predložak za istraživanje i procjenu dizajna [8]

Predloženi okvir za istraživanje i procjenu dizajna prikazan je na sl. 2. Počinje s metodom za obradu skeniranja tijela, koja identificira orijentire na skeniranju i definira mjere pomoću tih orijentira. Skenirani orijentiri i mjerenja, zajedno sa šest parametara dizajna, koriste se kao ulazi za generiranje bilo kojeg broja različitih dizajna grudnjaka korištenjem metode za izradu dizajna grudnjaka. Metoda za simulaciju grudi koristi matematički model metode gustoće sile i mjerenja skeniranja za simulaciju grudi i opterećenja koja doživljava. Isti matematički model koristi se za testiranje svakog generiranog dizajna grudnjaka uzimajući u obzir opterećenja opažena tijekom simulacije grudi kao ulazne podatke. Na kraju se rezultati tih testova ocjenjuju. U ovoj evaluaciji, varijable dizajna svakog grudnjaka uspoređuju se s rezultatima izvedbe, u ovom slučaju: opseg pokreta i pritisak, kako bi se pronašao dizajne grudnjaka s najvišim učinkom [8].

2.1.3. Tekstilni materijali namijenjeni sportskoj odjeći

Sportska odjeća značajno doprinosi uspješnosti sportaša. Njegova učinkovitost određena je termodinamičkim, aerodinamičnim i hidrodinamičkim svojstvima tkanine. U svakodnevnim aktivnostima, osobito u sportu i fizičkim aktivnostima, proizvodnja znoja u tijelu može premašiti brzinu kojom isparava, što dovodi do toplinske neravnoteže. To rezultira fiziološkim odgovorom gdje se znoj kondenzira na tijelu umjesto da isparava. Za održavanje udobnosti kondenzirani znoj potrebno je brzo ukloniti s kože, prenijeti kroz slojeve odjeće i ispustiti u okoliš. Ovaj proces uključuje vlagu koju apsorbiraju tekstilni materijali, koja prolazi kroz različite slojeve tkanine i prenosi se kroz vlakna i pređe putem kapilarnog djelovanja. Učinkovitost ovih mehanizama ovisi o svojstvima vlakana, uključujući njihovu finoću, površinske karakteristike i strukturna svojstva pređe i tkanine. Stoga se zahtjevi koje sportska odjeća mora zadovoljiti temelje na sljedećim kriterijima:

- a) fiziološka funkcija od koje se očekuje da osigura toplinsku ravnotežu osobe
- b) osjećaj udobnosti na koži
- c) ergonomska funkcija: odjeća mora održavati ergonomsku udobnost
- d) estetska funkcija: odjeća mora udovoljavati modnim zahtjevima (boja, kroj i dizajn).

Glavni aspekti koji utječu na ergonomsku udobnost su dizajn i konstrukcija odjevnih predmeta kao i elastičnost i debljina tekstilnog materijala. Sportska odjeća treba omogućiti nesmetano kretanje sportaša, inače se mogu pojaviti neugodni osjećaji i pritisak na tijelo. Vlakna koja se najčešće koriste u proizvodnji sportske odjeće su: poliester, poliamid, pamuk, tkanine od bambusa, elasthan i merino vuna te njihove mješavine. U tab. 1. opisane su karakteristike nekih visokoučinkovitih vlakana, namijenjenih proizvodnji sportske odjeće, kao što su vlakna od sintetičkih i prirodnih polimera te proizvoda od mješavina tih vlakana [1].

Tab. 1: Umjetna vlakna od sintetičkih i prirodnih polimera za proizvodnju sportske odjeće [1]

VLAKNO	KOMERCIJALNI NAZIV	SVOJSTVA	PRIMJENA
Poliesterska vlakna	<i>Fieldsensor</i> ®	Brzo upija znoj; Brzo prenosi znoj na vanjsku površinu tkanine. Visoka prozračnost omogućuje cirkulaciju zraka unutar tekstilnog materijala.	Odjeća za golf, odjeća za atletiku, biciklistička odjeća, odjeća za penjanje
	<i>CoolPass</i> ®	Trajno upijanje znoja i brzo sušenje. Poprečni presjek u obliku križa, princip apsorpcije kapilarne jezgre. Brzo apsorpiranje znoja i topline ljudskog tijela te brzo isparavanje. Sportska odjeća proizvedena od ovog vlakna pruža osjećaj topline tijekom zime i hladnoće tijekom ljeta.	Koristi se kao donji sloj u troslojnom sustavu. Odjeća za razne sportske aktivnosti.
	<i>Triactor</i> ®	Upijanje znoja i sušenje puno brže od konvencionalnog poliesterskog vlakna; unutrašnjost odjeće ostaje suha. Brzo upijanje vlage pomoću poprečnog presjeka koje je u obliku slova Y (pređa i tkanina). Njegova konstrukcija smanjuje količinu materijala u dodiru s kožom te omogućava hlađenje.	Sportska odjeća za atletiku, sportske čarape
Poliamidna vlakna	<i>Tactel</i> ®	Meko na dodir, lagano, brzo se suši, prozračno, čvrsto i otporno. Ova se vlakna suše do osam puta brže od pamuk i do tri puta su čvršća od pamuka. Dobra svojstva elastičnosti	Tkanine otporne na vjetar; Žensko sportsko donje rublje; Odjeća za plesna i gimnastiku
	<i>Supplex</i> ®	Najlon se istiskuje kroz najmanje moguće rupe, stvarajući vlakno koje je vrlo fino, lagano i fleksibilno. Tisuće ovih vrlo finih niti se zatim omotaju zajedno kako bi formirali Supplex. Sićušna nano-vlakna povećavaju mekoću tkanine, ne gužva se i ne skuplja te ne blijedi.	Vjetrootporne tkanine
	<i>Meryl</i> ® <i>Satine</i>	Meko na dodir, udobno, dobra otpornost na habanje. Lako održavanje te je sušenje tri puta brže od pamuk	Odjeća za ekstremne sportove
Regenerirana celulozna vlakana	<i>Tencel</i> ®	Vrlo visoka sposobnost upijanja vode. Glatka površina. Otporan na habanje. Visoka vlačna čvrstoća. Lako se kombinira s ostalim prirodnim i sintetičkim vlaknima.	Sportska odjeća i sportsko donje rublje

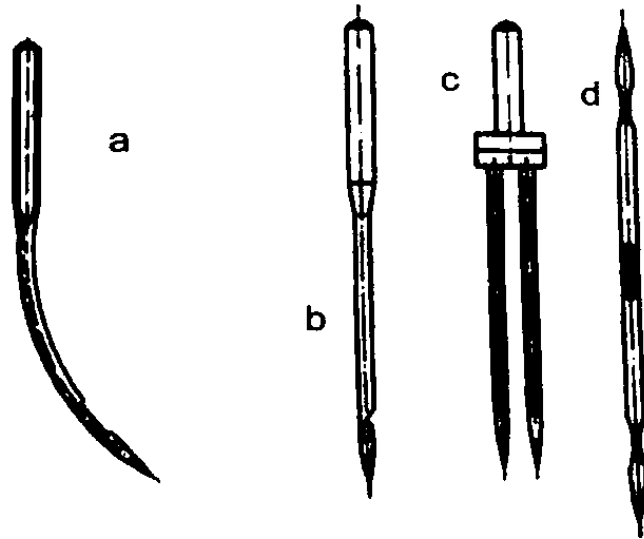
Tencel® vlakno opisano u tab.1. koristi se za sportsko donje rublje te ima sposobnost vlakana da apsorbiraju vodu i vlagu u svoju nanostrukturu. Stoga je manje sklon razvoju mikroorganizama tijekom sportskih aktivnosti. *Tencel*® se koristi u proizvodnji sportske odjeće kao i u medicini. Ne ispušta čestice (tekstilnu prašinu), čime je pokazao i pozitivan učinak na ljude s osjetljivom

kožom, atopijskim dermatitisom ili psorijazom [9]. Sportski grudnjaci najčešće se izrađuju od *spandex* materijala pomiješanog s materijalima poput poliestera ili najlona. Najlon je iznimno čvrsto, elastično vlakno koje je već desetljećima popularno za izradu donjeg rublja i grudnjaka. Jednostavan je za njegu i pranje, otporan je na mrlje te vrlo izdržljiv materijal. Ostali materijali koji se koriste za izradu sportskih grudnjaka su: *jersey*, tehnička pletiva, mrežica, mješavina najlona i *spandexa*. *Spandex* je poznat kao elastično vlakno koje pruža elastičnosti i održava oblik. Obično se miješa s drugim materijalima kako bi sportski grudnjaci bili udobni i pružali potporu. Mrežasto elastično pletivo ili umetci od prozračnih sintetičkih materijala također se koriste za izradu sportskih grudnjaka. Poboljšavaju ventilaciju u kritičnim područjima, potiču protok zraka te pomažu u regulaciji tjelesne temperature tijekom fizičke aktivnosti [1]. Prilikom odabira materijala za sportske grudnjake potrebno je znati koliki je postotak elastičnosti materijala kako bismo znali koliko nam je materijala zapravo potrebno. Za izračunavanje su potrebne dvije mjere: 1. duljina materijala kada je potpuno opuštena i 2. duljina materijala kada je potpuno rastegnuta, ali se može vratiti u prvobitno stanje bez deformacije, prema formuli: $X \% = (b - a) / a \times 100$. Za sportske grudnjake koriste se mješavine pletiva poput 95% pamuk/najlon/poliester i 5% *spandexa*, a ova mješavina tkanine može se rastegnuti 10 – 20% [10].

2.1.4. Tehnološki proces izrade sportskih grudnjaka





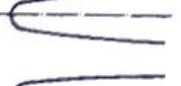

Tehnološka faza šivanja je u procesima proizvodnje odjeće najznačajnija te zastupljena u 70% od ukupnog vremena proizvodnje nekog odjevnog predmeta. Dok su tehnološke faze krojenja i dorade zastupljene do oko 30 % [11]. Tehnološki proces šivanja odjeće je druga faza procesa proizvodnje odjeće. Izvodi se u šivaonici gdje se iskrojeni dijelovi odjevnog predmeta različitim tehnikama spajaju pri čemu nastaje odjevni predmet. Spajanje odnosno šivanje se u današnje vrijeme izvodi pomoću šivaćih strojeva i šivaćeg konca. Može se reći da su tehnološki procesi industrijske proizvodnje odjeće započeli početkom 19. stoljeća kada su realizirani prvi uporabljivi šivaći strojevi i kada su formirane prve tvornice odjeće. Tehnički razvoj je omogućio da se u tehnološki proces šivanja odjeće pored univerzalnih šivaćih strojeva uključi sve više specijalnih šivaćih strojeva, šivaćih automata i šivaćih agregata, a počinju se primjenjivati i šivaći roboti [12]. Prilikom šivanja sportskih grudnjaka, ali i sportske odjeće općenito, koriste se rastezljivi materijali

te je odabir ispravnog šivaćeg stroja i igle iznimno važna. Igle su se razvijale iz godine u godinu od jednostavnog ručnog alata do preciznog sastavnog dijela suvremenih šivaćih strojeva. Šivaća igla ima poseban utjecaj na izgled i čvrstoću šivanog šava. Primjena raznih vrsta univerzalnih i specijalnih šivaćih strojeva zahtjeva izradu igala šivaćih strojeva u četiri temeljna oblika: ravne, savinute, kukaste, dvojne i igla s dva vrška (sl.3.) [13].



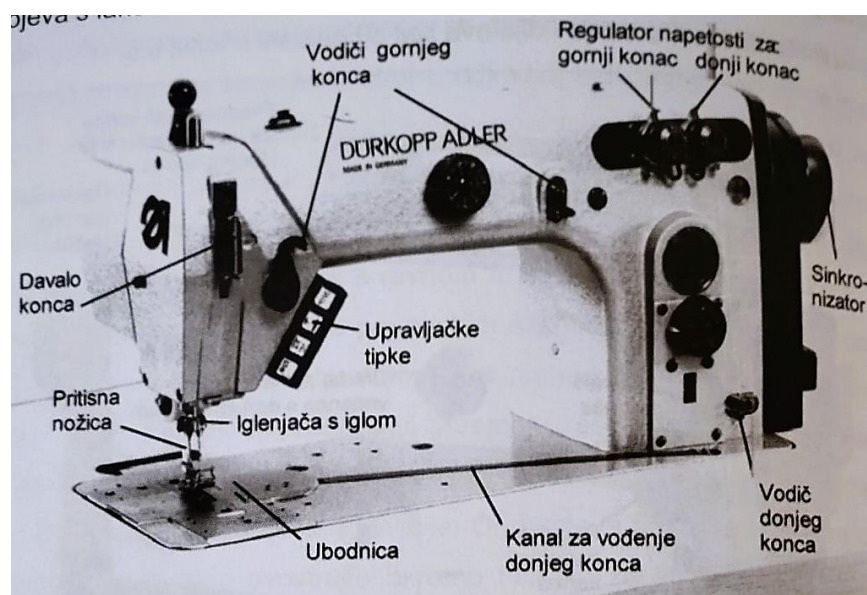
Sl. 3. Temeljni oblici igala za strojno šivanje, tt. Schmetz: a) svinuta igla, b) kukasta igla, c) dvojna igla, d) igla s dva vrška [13]

Prilikom šivanja dolazi do trenja između igle i materijala, stoga vršak igle koji ima manji promjer, prolazi kroz pletivo s manjim trenjem, dok igla u području ušice šivaće igle povećava otpor i trenje te u nekim slučajevima dolazi do oštećenja niti pređe. Zbog toga se u procesu šivanja odjeće primjenjuju razni oblici vršaka šivaćih igala (sl. 4.) [13].

Izgled vrha igle	Oznaka vrha	Opis vrha igle
	SPI	Vitki stožasti vrh
	-	Normalni stožasti vrh
	SKL	Tupi stožasti vrh
	SES	Mali kuglasti vrh
	SUK	Srednji kuglasti vrh
	SKF	Veliki kuglasti vrh

Sl. 4. Temeljne vrste oblika vrhova strojnih šivaćih igala [13]

Za šivanje pletene odjeće, kao što je sportski grudnjaka, optimalna je i najčešća uporaba igle s malim kuglastim vrškom "SES", koja prilikom ulaska u pletivo ne oštećuje niti pređe, već ih razmiče u stranu. Pomoću univerzalnog šivaćeg stroja s lančanim ubodom (sl. 5.) moguće je spajanje dugih elastičnih šavova što je pogodno za izradu sportskih grudnjaka [13].



Sl. 5. Univerzalni šivaći stroj s lančanim ubodom [13]

Također mogu se koristiti i specijalni šivači dvoigleni strojevi s lančanim ubodom (sl. 6.) te specijalni šivači strojevi sa cik-cak ubodom (sl.7.) koji svojim posebnim ubodom daju potrebnu elastičnost šavu [13].



Sl. 6. Dvoigleni specijalni šivači stroj s lančanim ubodom [13]



Sl. 7. Specijalni šivači stroj sa cik-cak ubodom [13]

Za čvršći i estetski ljepši šav koristi se specijalni šivaći stroj za obamitanje (sl. 8.) [13].



Sl. 8. Specijalni šivaći stroj za obamitanje rubova materijala [13]

2.1.5. Računalna konstrukcija i modeliranje

Do pojave elektroničkih računala, konstruiranje krojeva, modeliranje, izrada krojne slike te dizajn odjeće odvijali su se na tradicionalni način odnosno ručno. Primjenom računala ti su poslovi zamjetno ubrzani, a kakvoća rada i točnost su znatno povećani. Zbog toga je u suvremenoj odjevnoj industriji nezamisliv rad u konstrukcijskoj pripremi bez korištenja računala [14]. Odjevna industrija značajno daje prednost primjeni tehnika računalno potpomognutog dizajna (CAD) i za modni dizajn i za formiranje uzorka jer pruža veću učinkovitost i rješenja koja štede vrijeme za mnoge komplicirane funkcije, kao i pomoć u internetskoj komunikaciji među dizajnerima, proizvođačima i trgovcima. Softverski paketi za dvodimenzionalnu (2D) grafiku kao što su *Illustrator (Adobe Inc.)* i *Corel-DRAW (Corel Corp.)* ili paketi koji su prilagođeni modnoj

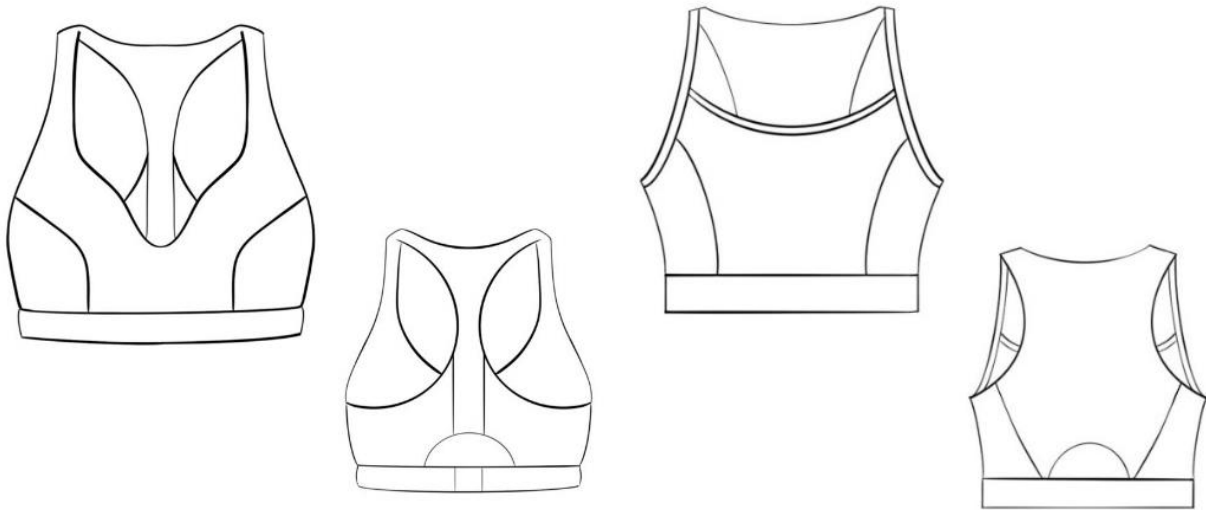
industriji kao što su *Kaledo Style (Lectra)*, *Vision fashion studio (Gerber)*, *Tex-Design (Koppermann)* i mnogi drugi također se koriste diljem svijeta. Specijalizirani 2D CAD softver, uključujući pakete kao što su *Assyst.CAD (Assyst-Bullmer)*, *Modaris (Lectra)*, *Accumark (Gerber)*, *Master Pattern Design (PAD System)* i drugi, podržavaju crtanje geometrijskog uzorka od prvih principa koristeći samo antropometrijska mjerenja ciljane veličine i oblika [15]. *Modaris* je *Lectrin* softver za izradu uzoraka koji modnim tvrtkama služi za stvaranje uzoraka i prototipova spremnih za proizvodnju. Program omogućuje stvaranje, modificiranje, gradiranje i industrijalizaciju uzoraka. Moguće je razviti i spremiti stupnjevane osnovne uzorke u biblioteku i koristiti ih za buduće modele kako bi se proces ubrzao [16].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

Primarni zadatak ovog rada je računalna konstrukcija i modeliranje odabranih modela sportskih grudnjaka pomoću programa *Lectra Modaris*.

3.1. Dizajn sportskih grudnjaka

Kako bi se krenulo s konstrukcijom, oblikovanjem i modeliranjem sportskih grudnjaka prvi korak je odabir i skiciranje modela. Na (sl. 9. do 12.) prikazani su tehnički crteži modela sportskih grudnjaka. Odabrano je četiri modela koji će se konstruirati te modelirati.

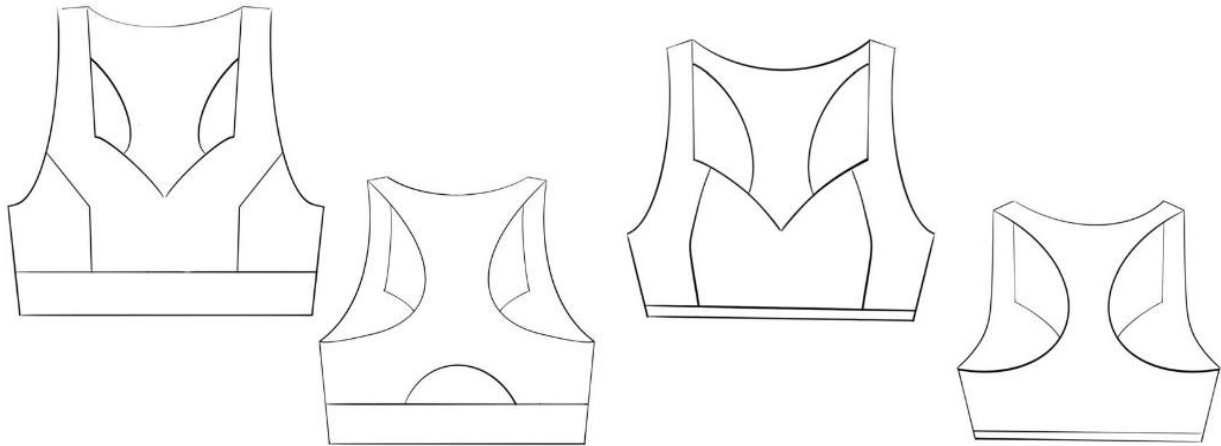


MODEL 1

MODEL 2

Sl. 9. Tehnički crtež modela 1

Sl. 10. Tehnički crtež modela 2



MODEL 3

MODEL 4

Sl. 11. Tehnički crtež modela 3

Sl. 12. Tehnički crtež modela 4

3.2. Glavne i konstrukcijske tjelesne mjere za konstrukciju temeljnog kroja sportskog grudnjaka

Nakon odabira modela i izrade tehničkih crteža grudnjaka, potrebno je odrediti glavne tjelesne mjere, konstrukcijske mjere i veličinu grudnjaka koji će se računalno konstruirati (Tab. 2. do 4.).

Tab. 2: Tablica veličina za grudnjake [14]

Dog	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
Og za A	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123
Og za B	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Og za C	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127
Og za D	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129
Og za E	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131

Tab. 3. Odnos promjera košarice i razvijenosti grudi [14]

Razvijenost grudi ↓	Dodatak za Šg	Dodatak za Šo	Dodatak za Šl	Promjer košarice
A	-1 cm	+ 0.5 cm	+ 0.5 cm	1/10 Og - 0.5 cm
B	+ 0 cm	+ 0 cm	+ 0 cm	1/10 Og
C	+ 1 cm	- 0.5 cm	- 0.5 cm	1/10 Og + 0.5 cm
D	+ 2 cm	-1 cm	-1 cm	1/10 Og + 1 cm

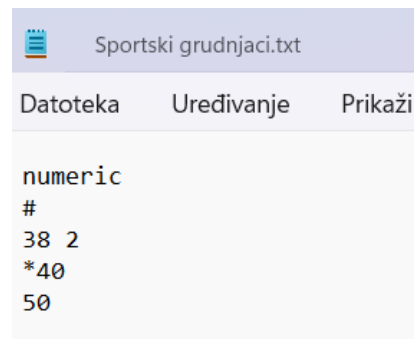
Tab. 4. Izračunate konstrukcijske mjere za ženski grudnjak u veličini 75A:

- Oznaka veličine: A/75

GLAVNE TJELESNE MJERE			
TJELESNA VISINA	Tv	164	
OPSEG GRUDI	Og	88	
OPSEG STRUKA	Os	66	
OPSEG BOKOVA	Ob	92	
IZRAČUNATE KONSTRUKCIJSKE MJERE			
ŠIRINA VRATNOG IZREZA	Švi	6,4	1/20 Og + 2cm
DUBINA ORUKAVLJA	Do	19,3	1/10 Og + 10,5
DULJINA LEĐA	Dl	40	1/4 Tv - 1cm
VISINA BOKOVA	Vb	61,3	3/8 Tv
ŠIRINA LEĐA	Šl	16,5	1/8 Og + 5,5cm
ŠIRINA ORUKAVLJA	Šo	9,5	1/8 Og - 1,5cm
ŠIRINA GRUDI	Šg	19	1/4 Og - 4cm
VISINA PREDNJEG DIJELA	Vp	43,9	Dl + 1/20 Og - 0,5cm
ŠIRINA STRUKA	Šs	14	1/4 Os - 2,5cm

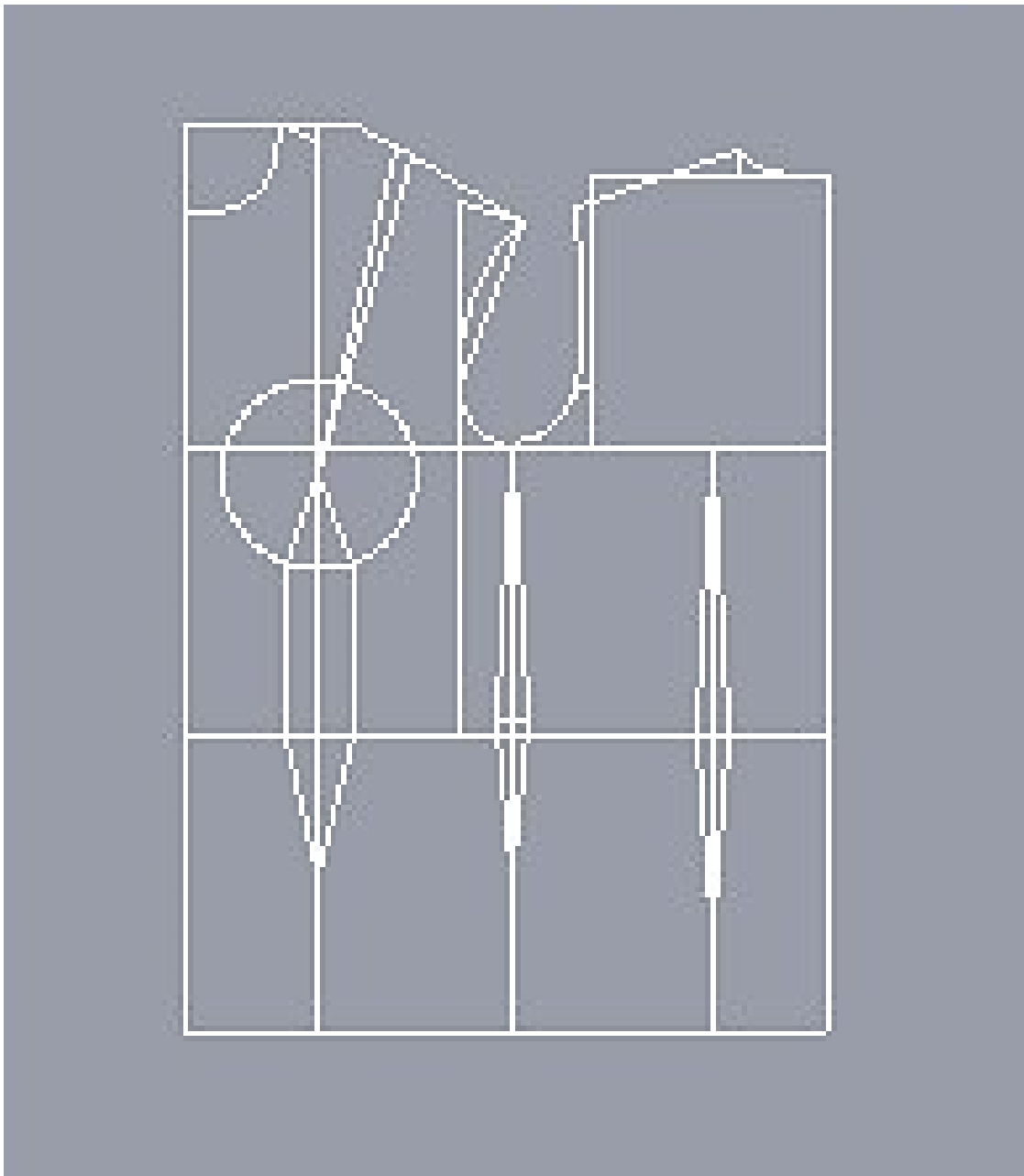
3.3. Konstrukcija temeljnog kroja ženskog rublja

Konstrukcija temeljnog kroja izrađuje se u programu *ModarisV8R3 Lectra* te služi kao osnova za modeliranje sportskih grudnjaka. Započinje se otvaranjem *Notepad-a* u koji se upisuje najmanja veličina, MOD, bazna i najveća veličina (Sl.13.)



Sl. 13. Podatci u *Notepad-u*

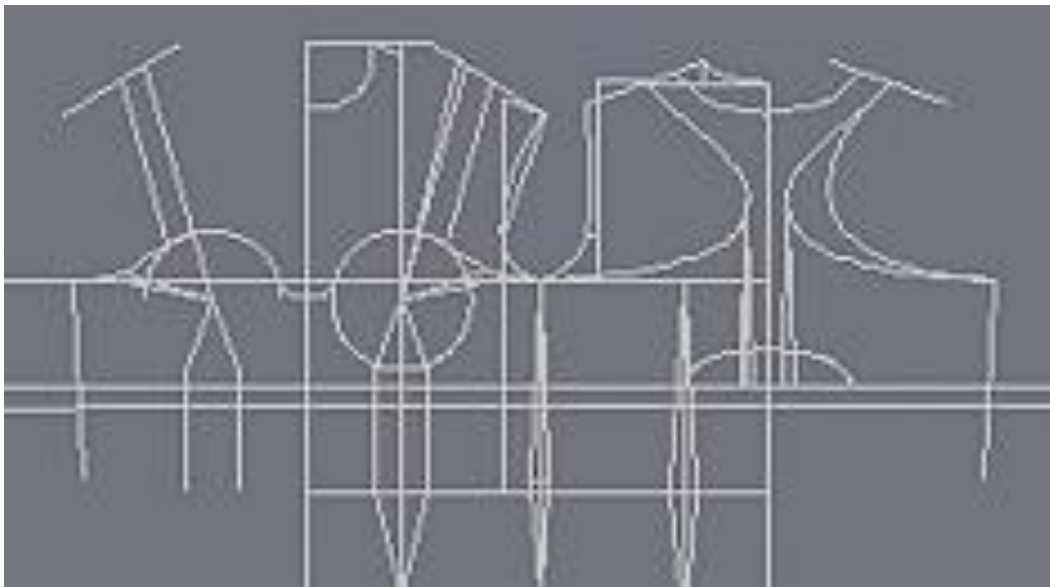
Potom se otvara programa *Modaris* i klikom na *DATOTEKA- NOVI-* i upisuje se željeni naziv kroja u unosni prozorčić. Također uvodimo tablicu veličina (EVT) pomoću funkcije *F7- UVOĐENJE EVT TABLICE*. Zatim klikom na *LIST, NOVI LIST* otvara se područje u kojemu se započinje konstrukcija. Prvo se izrađuje temeljna mreža odnosno pravokutnik, funkcija *F2- IZRADA PRAVOKUTNIKA*, prema konstrukcijskim mjerama (tab.4) upisuje se izračunata širina= $dx= 450$ mm i visina= $dy = 615$ mm. Potom se nastavlja konstrukcija pomoću funkcija, *F1- DODAVANJE TOČKE*, *F1-RAVNA LINIJA*, *F2-KRUŽNI LUK*, *F3-PREOBLIKOVANJE* i *F1- PARALELNA LINIJA*. Čime se završava računalna konstrukcija temeljnog kroja ženskog rublja (Sl.14).



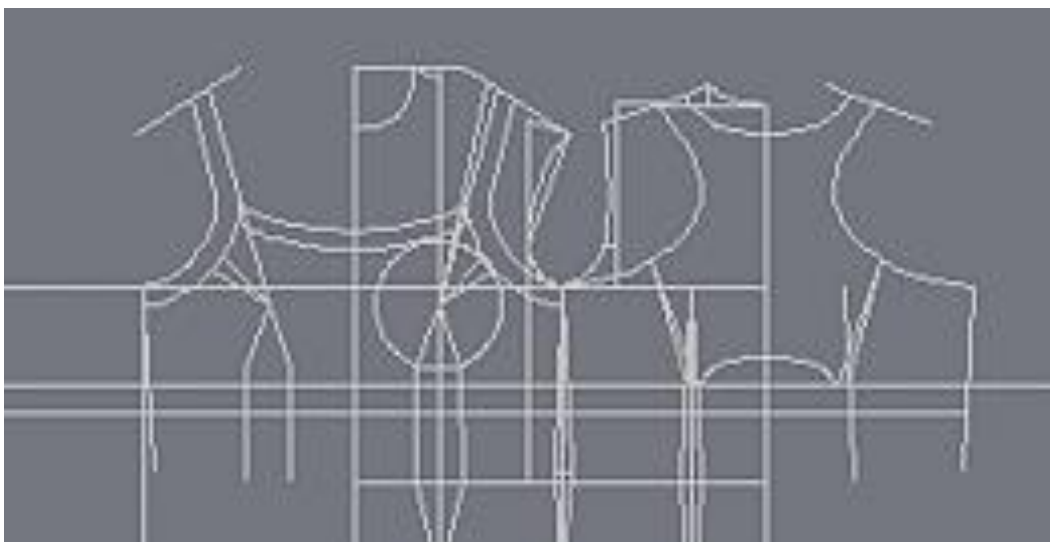
Sl. 14. Računalno konstruirani temeljni kroj ženskog rublja

3.4. Modeliranje sportskih grudnjaka

Na završenom konstruiranom temeljnom kroju izrađuje se prekonstrukcija četiri modela sportskih grudnjaka (Sl. 15. do 18.), pomoću funkcija *F1- točke i linije*, *F2- urezi, orijentacija i alati*, *F3- modifikacija* i *F5- izvedeni krojni dijelovi, nabori i ušitci*.



Sl. 15. Prekonstrukcija temeljnog kroja za modela 1



Sl. 16. Prekonstrukcija temeljnog kroja za modela 2



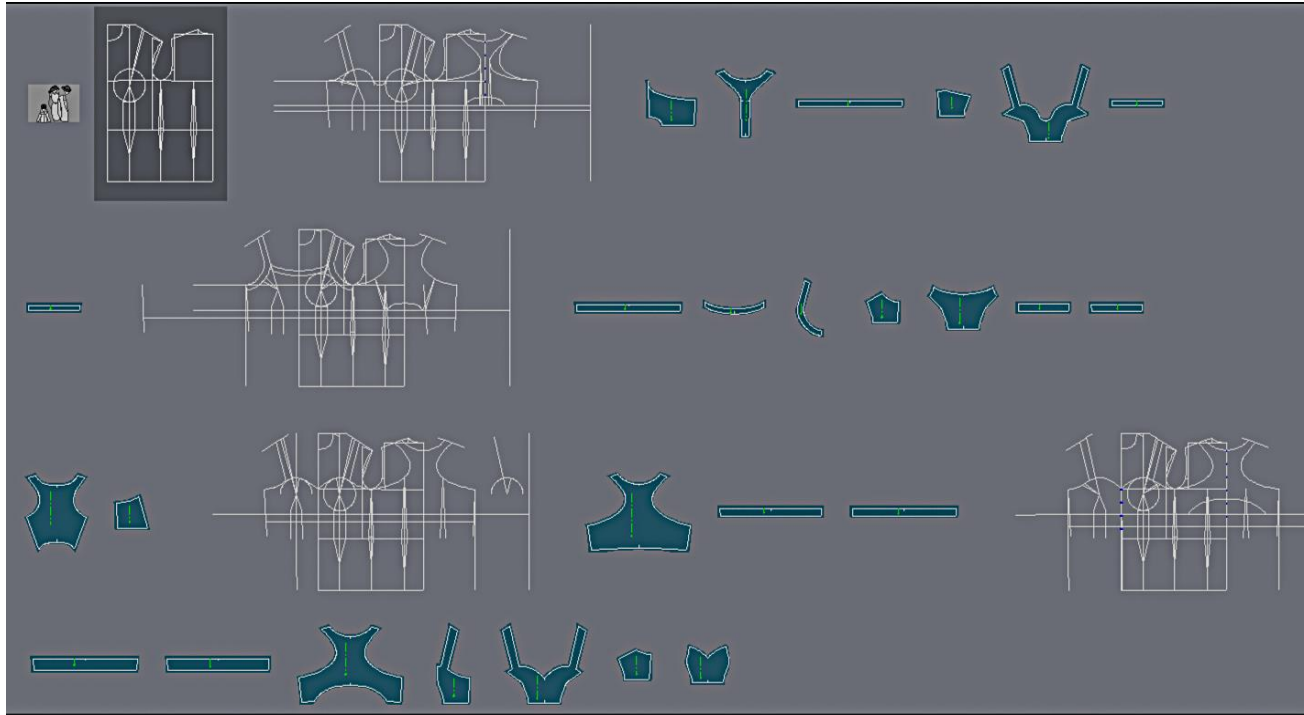
Sl. 17. Prekonstrukcija temeljnog kroja za modela 3



Sl. 18. Prekonstrukcija temeljnog kroja za modela 4

3.5. Krojni dijelovi sportskih grudnjaka

Nakon što su svi modeli modelirani prema tehničkim crtežima, krojne dijelove grudnjaka izdvajamo funkcijom *F4-ŠAV*. Potom na izdvojene krojne dijelove dodajemo šavove *F4- ŠAV KROJNOG DIJELA* i ucrtavamo smjer niti po osi X ili Y kroz sredinu krojnih dijelova pomoću funkcije *F4- OS- LINIJA OSNOVE"DF"* (Sl. 19.).



Sl.19. Krojni dijelovi s dodanim šavovima

3.6. Kreiranje varijante

Konstruirani i modelirani modeli sportskih grudnjaka izrađeni su bez komocije i skupljanja. Primjenom programskog paketa *Modaris* pomoću funkcije u podgrupi funkcijske skupine *Kontrole (varijanta)* definirano je skupljanje krojnih dijelova u ovisnosti o svojstvima i elastičnosti materijala. Prije same izrade varijante svi krojni dijelovi u info tablici moraju biti pravilno imenovani kako bi mogli kreirati varijantu. Pod funkcijskom skupinom F8 nalaze se tri podskupine

(mjerjenja, montaža i varijanta) unutar kojih je dostupno ukupno 19 funkcija koje omogućuju izvođenje mjerenja različitih parametara na krojnim dijelovima, montažu krojnih dijelova sa svrhom kontrole te kreiranje varijante modela odjevnog predmeta. Funkcija *F8-varijanta*-omogućuje kreiranje nove varijante ili modificiranje postojeće. Varijanta se izvodi iz aktualnog modela ili neke druge varijante. Funkcija *F8-kreiranje varijante*- omogućuje dodavanje krojnih dijelova u listu varijante, odnosno sustavno grupiranje svih krojnih dijelova za jedan model odjevnog predmeta u tablicu koja sadrži:

- 1) Traku naslova na kojoj je upisano ime varijante
- 2) Traku s funkcijama
- 3) Grafičko područje u kojem su prikazani svi dijelovi krojnog dijela
- 4) Tablicu s podacima o krojnim dijelovima
- 5) Pomoćnu liniju s tekstualnim porukama vezanim uz pojedinu funkciju

Definiranjem funkcije *F8-varijanta*- u gornjem lijevom uglu pojavljuje se unosna tablica za upis imena varijante. Aktiviranjem funkcije *F8-kreiranje varijante*- odabire se krojni dio koji se dodaje u varijantu, na radnoj površini *Modarisa*. Zatim će se u prozoru varijante prikazati svi krojni dijelovi koji su selektirani. Tablica varijante sadrži (sl. 20.):

1. Kod za krojni dio
2. Ime krojnog dijela
3. Broj pojedinačnih dijelova (S)
4. Broj dijelova u paru (DH)
5. Tip materijala
6. Kategoriju materijala
7. Analitički kod krojnog dijela
8. Komentar za krojni dio
9. Ograničenje simetrije te ograničenje rotacije
10. Mjerilo skupljanja prema x-osi i prema y-osi

ModarisV6R1

ista/Grafika	Varijanta	Artikal dijela	Izvoz/Ispis	Veze	Prika

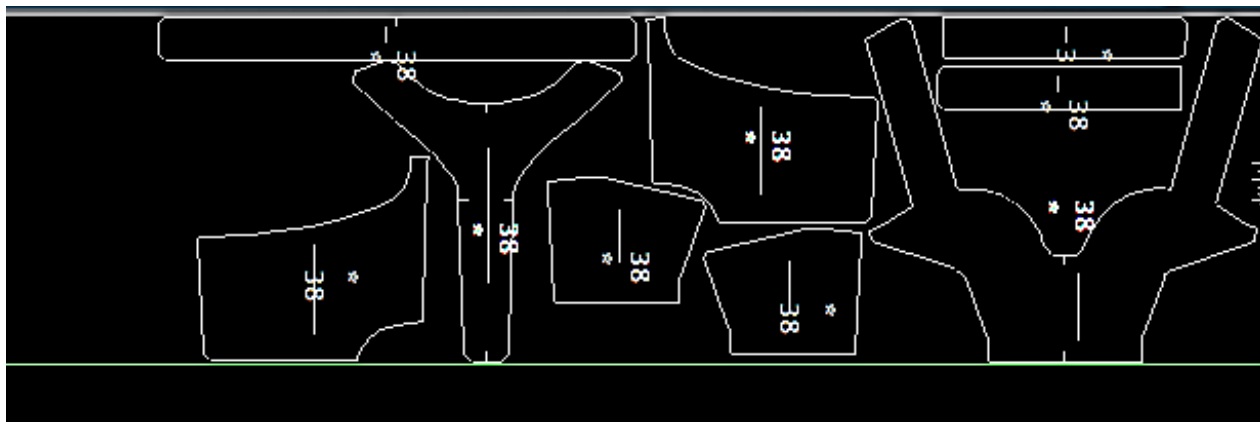
Ime k.dijela	S	DH	DV	materijal	Fab. cat.	Poruka	acd	komentar	simetrija	rotacija	skupljanje

Sl. 20. Tablica varijante [17]

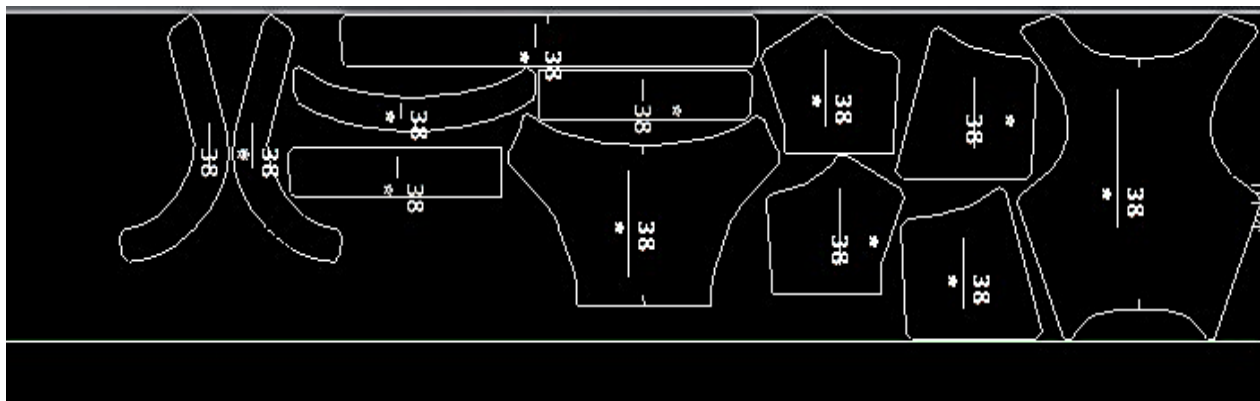
U tablicu se upisuje broj pojedinačnih dijelova (S) ako je potreban jednom ili broj dijelova u paru (DH). Tip materijala: osnovna tkanina, podstava ili međupodstava. Dok se u komentaru imenuje svaki krojni dio [17].

4. REZULTATI RADA I RASPRAVA

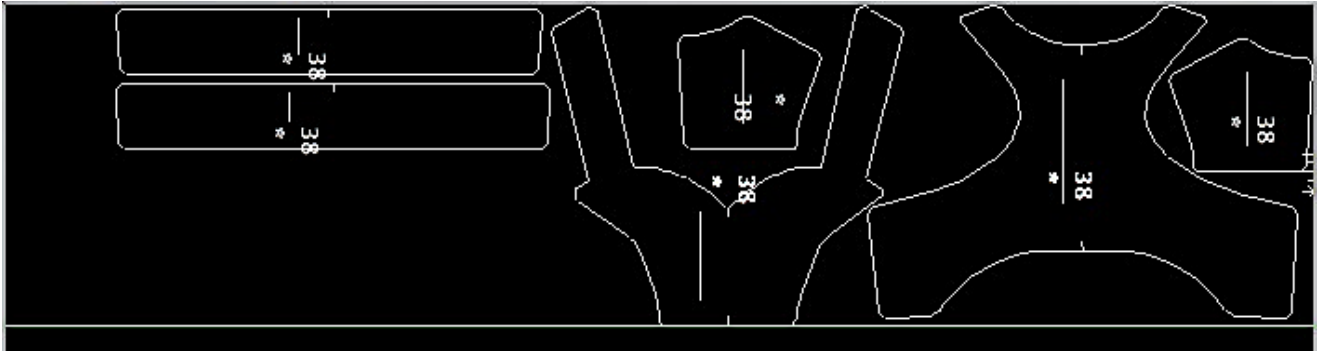
Na (sl. 21. do 24.), prikazani su krojni dijelovi bez uračunatog skupljanja i komocije s dodanim šavovima.



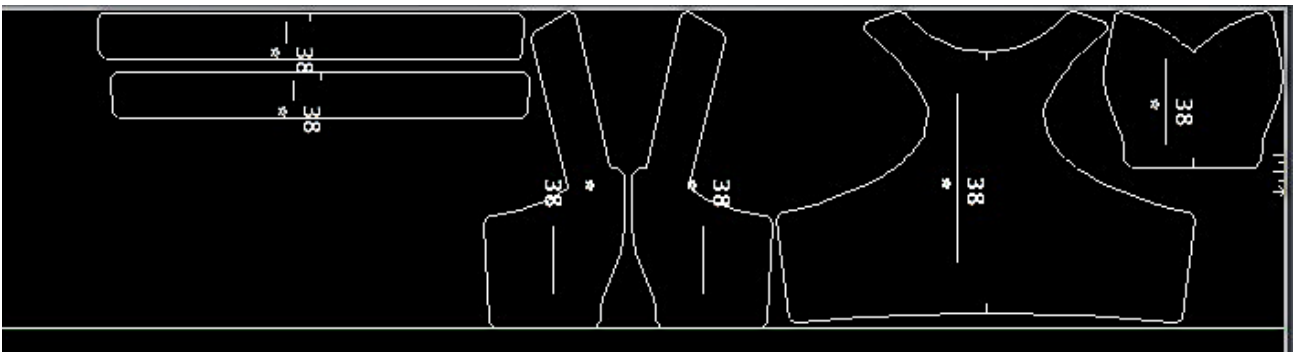
Sl. 21. Krojni dijelovi modela 1



Sl. 22. Krojni dijelovi modela 2

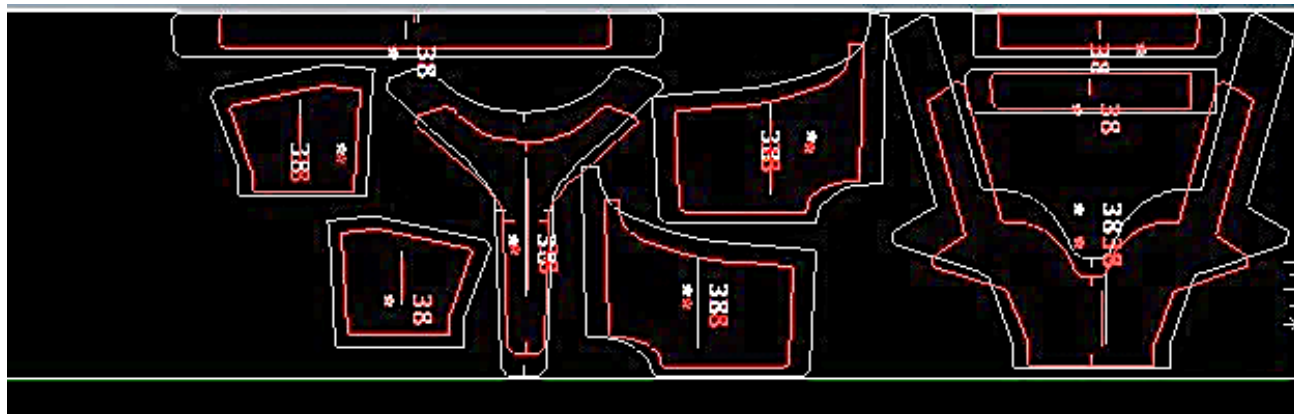


Sl. 23. Krojni dijelovi modela 3

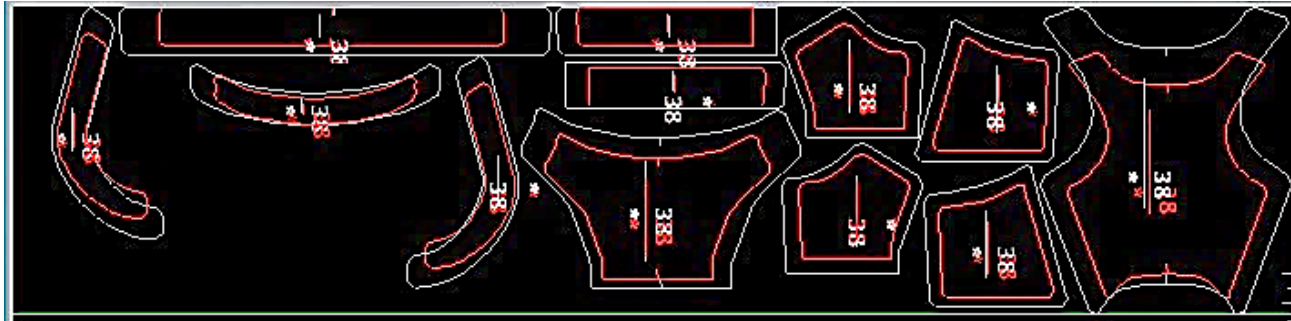


Sl. 24. Krojni dijelovi modela 4

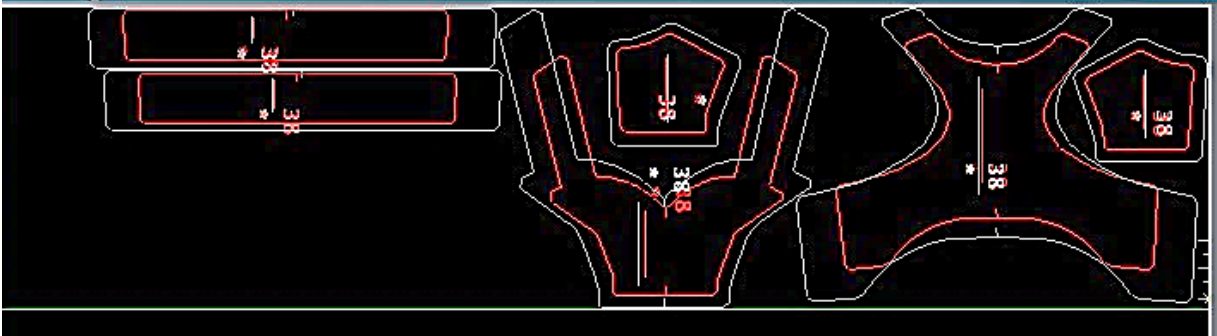
Izrađena je usporedba krojnih dijelova odabranih modela bez skupljanja i krojnih dijelova prilagođenih pletivu koji se skuplja za 20% (Sl. 25. do 28.).



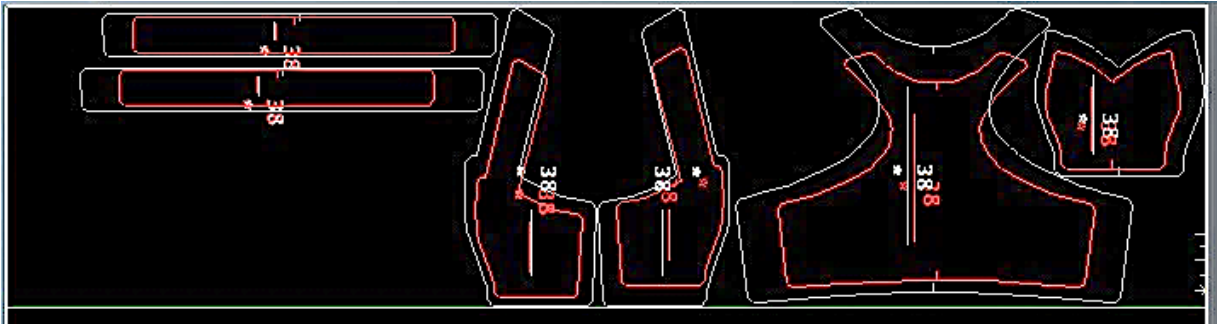
Sl. 25. Usporedba krojnih dijelova za model 1 (20% skupljanja)



Sl. 26. Usporedba krojnih dijelova za model 2 (20% skupljanja)

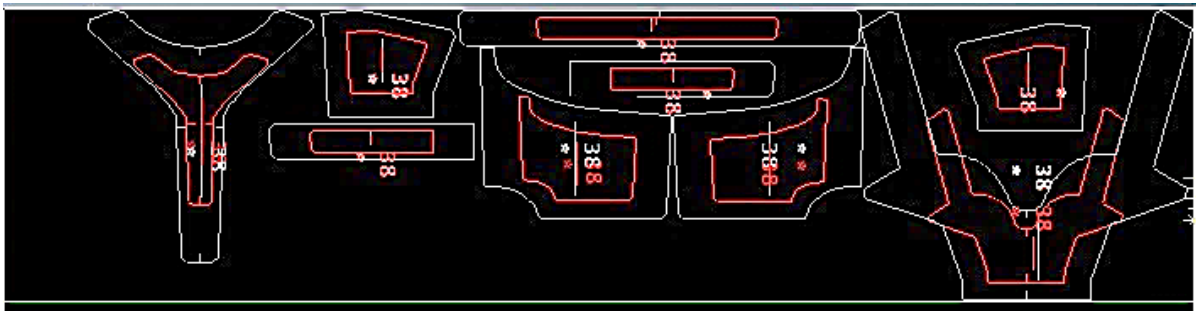


Sl. 27. Usporedba krojnih dijelova za model 3 (20% skupljanja)

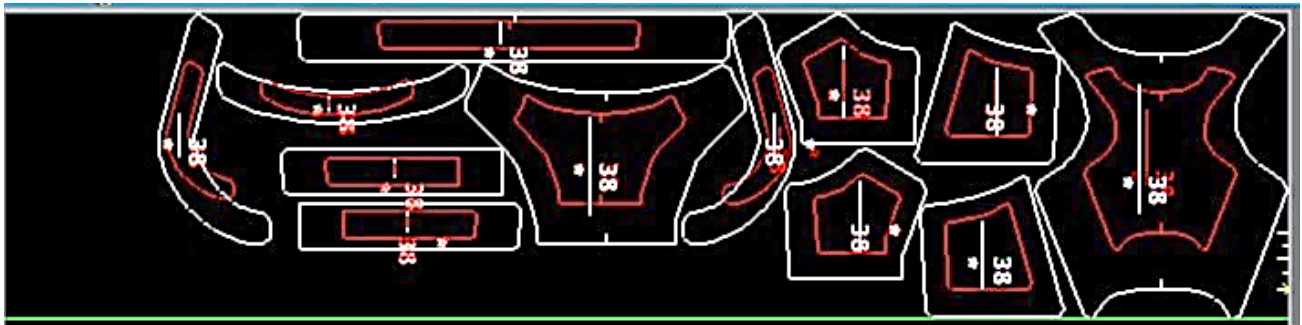


Sl. 28. Usporedba krojnih dijelova za model 4 (20% skupljanja)

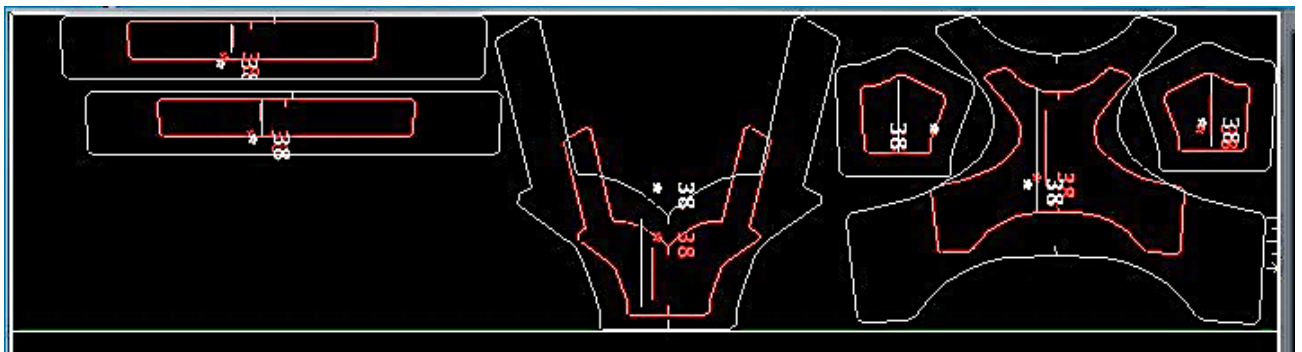
Potom je izrađene usporedba krojnih dijelova odabranih modela bez skupljanja i krojnih dijelova prilagođenih pletivu koji se skuplja za 40% (Sl. 29. do 32.).



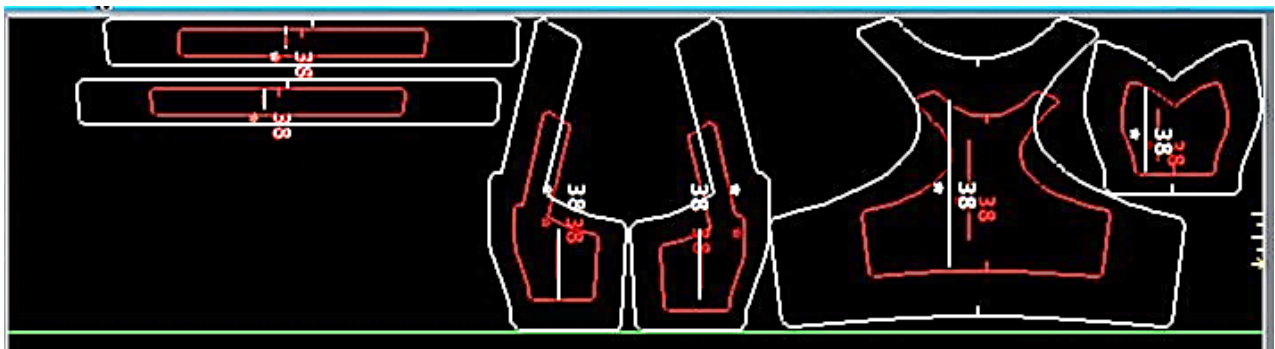
Sl. 29. Usporedba krojnih dijelova za model 1 (40% skupljanja)



Sl. 30. Usporedba krojnih dijelova za model 2 (40% skupljanja)

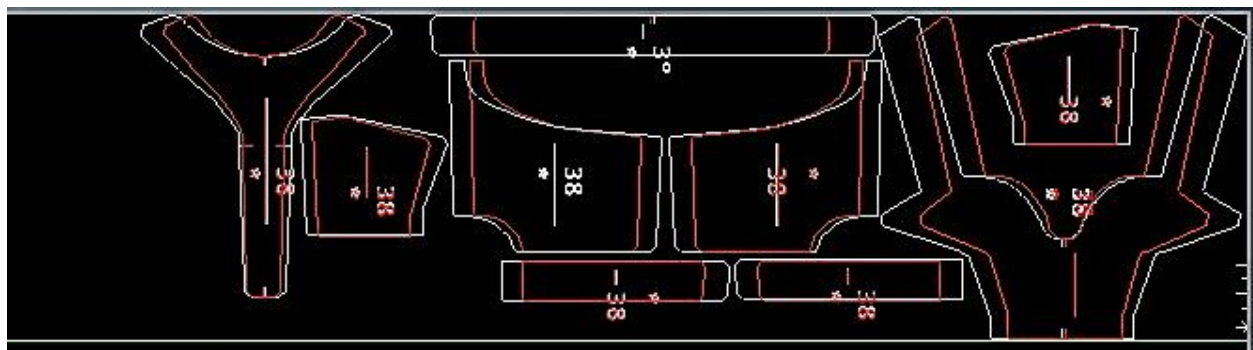


Sl. 31. Usporedba krojnih dijelova za model 3 (40% skupljanja)

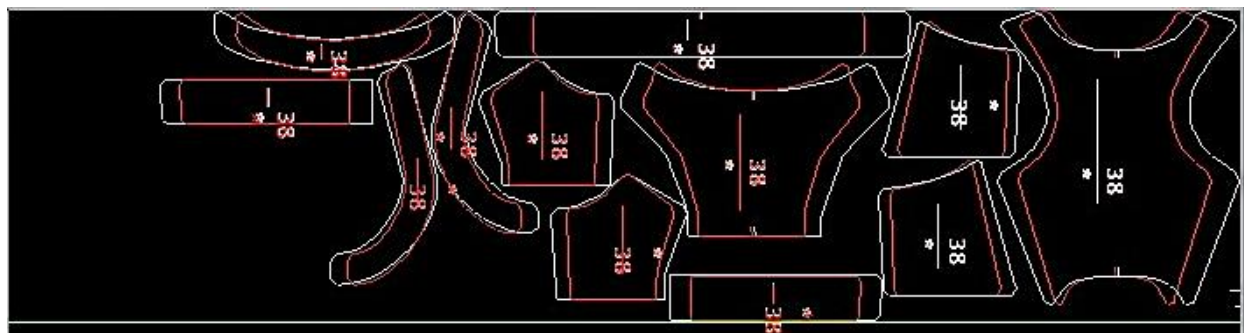


Sl. 32. Usporedba krojnih dijelova za model 4 (40% skupljanja)

I na kraju je izrađene usporedba krojnih dijelova odabranih modela bez skupljanja i krojnih dijelova prilagođenih pletivu koji se skuplja za 20% po širini (Sl. 33. do 36.).



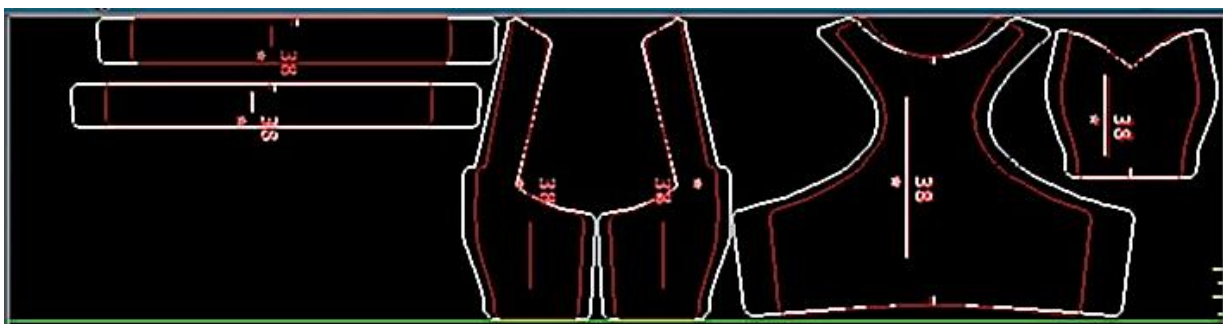
Sl. 33. Usporedba krojnih dijelova za model 1 (20% skupljanja po širini)



Sl. 34. Usporedba krojnih dijelova za model 2 (20% skupljanja po širini)



Sl. 35. Usporedba krojnih dijelova za model 3 (20% skupljanja po širini)



Sl. 36. Usporedba krojnih dijelova za model 4 (20% skupljanja po širini)

Pomoću izrađenih varijanti modela prikazana je usporedba krojnih dijelova koji imaju određeni postotak skupljanja te krojnih dijelova bez definiranog skupljanja materijala. Krojni dijelovi kod kojih je uračunato skupljanje odnosno elastičnost materijala su krojni dijelovi koji će se na kraju iskrojavati. Krojni dijelovi kod kojih nije definirano skupljanje prikazuju kako će izgledati krojni dijelovi kad se rastegnu do određenog postotka elastičnosti materijala. Prilikom konstrukcije i oblikovanja krojnih dijelova ključno je uzeti u obzir rastezljivost materijala, jer će se iskrojavati veličina materijala koja je umanjena za onoliko posto koliko se rasteže, kako bi sportski grudnjaci što bolje i ljepše pristajali uz tijelo.

5. ZAKLJUČAK

Ženski sportski grudnjaci ključni su dio sportske odjeće. Pružaju bitnu potporu, udobnost i slobodu kretanja tijekom tjelesnih aktivnosti. Korištenje naprednih tehnika konstruiranja i modeliranja u programima kao što je *Modaris Lectra* poboljšava razvoj funkcionalnih i udobnih sportskih grudnjaka. Programski paket pruža učinkovitost kao i rješenja koja štede vrijeme za mnoge složene funkcije te nisu komplicirani za korištenje prilikom izrade i oblikovanja željenog modela na računalu. Nakon proučavanja karakteristika sportskih grudnjaka i same izrade modela na računalu može se zaključiti kako je kvalitetna konstrukcija, modeliranje i oblikovanje krojnih dijelova ključan korak prilikom razvoja kvalitetnog sportskog grudnjaka. Izbor materijala također ima važnu ulogu kako bi sportski grudnjak pružio adekvatnu potporu i udobnost. Sportski grudnjaci izrađuju se od kvalitetnih elastičnih materijala koji imaju određeni postotak elastičnosti, 15% - 40%, rastežu se i skupljaju odnosno vraćaju u prvobitni oblik bez deformacija. Prilikom oblikovanja i izrade krojnih dijelova, potrebno je uračunati određeni postotak elastičnosti, budući da će se krojni dijelovi iskrojavati na veličinu smanjenu za postotak koji odgovara rastezljivosti materijala. Pridržavajući se svega navedenog moguće je izraditi kvalitetan sportski grudnjak koji će adekvatno pristajati tijekom fizičke aktivnosti

U ovom radu prikazana je razvoj kroja za 4 modela sportskih grudnjaka. Pomoću programskog paketa *Modaris Lectra*, funkcijom *varijanta* kreirano je više varijanti modela odnosno isti model grudnjaka s istim krojnim dijelovima, ali s različitim postotkom skupljanja krojnih dijelova. Konstrukcija i priprema krojnih dijelova provedena je bez predviđenog skupljanja materijala. U takvom obliku su pohranjeni krojni dijelovi. Funkcijom *varijanta* moguće je kreirati više varijanti modela za različite materijale istog dizajna. Kroz *Varijantu* je moguće prilagoditi i umanjiti krojne dijelove prema određenom postotku skupljanja materijala. Uobičajeni konvencionalni način pripreme krojnih dijelova za elastične materijale koncipiran je na način da se prilikom temeljne konstrukcije involviraju postotci skupljanja materijala, te se krojni dijelovi modeliraju. U slučaju odabira drugog materijala za isti dizajn potrebno je ponoviti cijeli postupak s drugim postotcima skupljanja materijala. Prikazani način konstrukcije i modeliranja sportskih grudnjaka cijeli proces konstrukcijske pripreme znatno ubrzava i omogućuje bržu pripremu krojnih dijelova za različite materijale.

6. LITERATURA

- [1] Stojanović S., Geršak J.: Tekstilne strukture namijenjene za sportsku odjeću. *Tekstil*, 68 (4-6), str. 55-71, 2019. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/clanak/364871>, pristupljeno: siječanj 2024.
- [2] Bogović S., Rogina-Car B., Bogović D.: Functional design of supportive men's underwear with Microbial Barrier. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 4 (136), str. 43-49, 2019., DOI: 10.5 604/01.3001.0013.0855. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/335003584_Functional_Design_of_Supportive_Men%27s_Underwear_with_a_Microbial_Barrier#:~:text=Key%20words:%20microbial%20barrier,%20functional%20design,%203D%20scanning,%20Tencel,%20clothing, pristupljeno: siječanj 2024.
- [3] Gorea A.: Seamless knitted sports bra design: A responsive system design exploration. *Doktorski rad*, str. 17-80, 2017. Dostupno na: <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/5d6ae0dd-e55f-4c37-926b-345eb801b748/content>, pristupljeno: siječanj 2024.
- [4] Palihadeniya P. P. D. M., Vithanage C. P.: Experimental Study in Improving Functionality of Sport Bras. *Journal of Polymer and Textile Engineering*, 5 (5), str. 25-3, 2018. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/328577293_Experimental_Study_in_Improving_Functionality_of_Sport_Bras, pristupljeno: veljača 2024.
- [5] Gorea, A., Baytar, F., Sanders, E.A.: Experimental design and evaluation of a moisture responsive sports bra. *Fashion and Textiles*, 7 (20), str. 1-20, 2020. Dostupno na: <https://doi.org/10.1186/s40691-020-00209-6>, pristupljeno: veljača 2024.
- [6] Krenzer G., Starr C., Branson D.: Development of a Sports Bra Prototype. *Clothing and Textiles Research Journal*, 23 (2), str. 131-134, 2005. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/247783110_Development_of_a_Sports_Bra_Prototyp, pristupljeno: ožujak 2024.
- [7] Ocran F. M, Ji X., Zhai L.: The impact of sports bra features on measured and perceived pressure for torso movement of the upper body. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 17,

str. 1–12, 2022. Dostupno na: <https://doi.org/10.1177/15589250221127393>, pristupljeno: ožujak 2024.

[8] Bosquet A. N., Mueller C., Hosoi A. E.: Body Scan Processing. *Generative Design, and Multiobjective Evaluation of Sports Bras*, 10 (17), str. 1-25, 2020. Dostupno na: <https://doi.org/10.3390/app10176126>, pristupljeno: ožujak 2024.

[9] Bogović S., Rogina-Car B., Katović D.: TENCEL® with a Microbial Barrier for Medical Bras. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 8 (4), str. 635-643, 2015. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:638507>, pristupljeno: travanj 2024.

[10] Emily: Fabric Elasticity. *The creative folk*, 2022. Dostupno na: <https://www.thecreativefolk.com/fabric-elasticity/>, pristupljeno: travanj 2024.

[11] Firšt Rogale S., Kirin S. i Dragčević Z.: Preoblikovanje radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja pomoću računala. *Tekstil*, 63 (1-2), str. 1-13, 2014., ISSN 0492-5882. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/210256#:~:text=U%20realnom%20procesu%20proizvodnje%20pomo%20C4%87u%20video%20sustava%20snimana%20je%20tehnolo%20C5%A1ka>, pristupljeno: svibanj 2024.

[12] Rogina-Car B.: Obilježja radnog mjesta u tehnološkom procesu šivanja odjeće. *Stručni rad*, 63 (2), str 181-188, 2021., DOI: 10.31306/s.63. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/377899>, pristupljeno: svibanj 2024.

[13] Rogale, D., Ujević, D., Firšt Rogale, S.; Hrastinski, M.: *Procesi proizvodnje odjeće*, Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 2011. ISBN 978-953-7105-32-7

[14] Ujević D.; Rogale D.; Hrastinski M.: *Tehnike konstruiranja i modeliranja odjeće-treće dopunjeno i prošireno izdanje*: Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. ZRINSKI d.d., Čakovec. Zagreb, 2010. ISBN 978-953-7105-36-5

[15] Rahman M. *et al.*: An exploratory study on modern 3D computerised body scanning system and various types of pattern making software's with their constructive implementation in apparel industry. *European Scientific Journal*, 11 (15), str. 120-125, 2015. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/314305048_AN_EXPLORATORY_STUDY_ON_MO

DERN 3D COMPUTERISED BODY SCANNING SYSTEM AND VARIOUS TYPES OF PATTERN MAKING SOFTWARE'S WITH THEIR CONSTRUCTIVE IMPLEMENTATION IN APPAREL INDUSTRY, pristupljeno: svibanj 2024.

[16] Lectra.com. Dostupno na: <https://www.lectra.com/en/products/modaris-expert#:~:text=Modaris%20is%20Lectra%E2%80%99s%20patternmaking%20software.%20It%20enables%20fashion,level%20of%20quality%20and%20excellence%20throughout%20the%20cycle>, pristupljeno: svibanj 2024.

[17] Petrak S.: Interni materijali za kolegij računalna konstrukcija odjeće, Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2005.