

Návrh bezešvého oděvu ve 3D software

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Jana Širá**
Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková



Draft seamless garment in 3D software

Master thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Technology
Author: **Bc. Jana Širá**
Supervisor: Ing. Renáta Nemčoková



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana Širá**
Osobní číslo: **T14000110**
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**
Název tématu: **Návrh bezešvého oděvu ve 3D software**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární průzkum využití 3D software při navrhování oděvů.
2. Definujte měřené charakteristiky ze zařízení Kawabata Evaluation System z hlediska vstupních parametrů do 3D software a proveďte analýzu základních mechanických vlastností pletenin.
3. V programu DesignConcept 3D simulujte řešení podprsenky pro bezešvou pletenou výrobu s aplikací zón s rozdílnou vazbou pleteniny. Definujte metodiku návrhu řešení bezešvého oděvu.
4. Testujte vývoj výrobku za účelem správného padnutí pomocí nástrojů analýzy mechanických vlastností materiálů v software DesignConcept 3D.
5. Diskutujte výsledky navrženého výstupu z 3D software pro aplikaci bezešvé výroby prádla.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Volino P., Magnenat-Thalmann N., Faure F.: A simple approach to nonlinear tensile stiffness for accurate cloth simulation, ACM Transactions on Graphics, Vol. 28, Iss. 4, August 2009.
- Guo, M., Kuzmichev, V.E., Adolphe, D.C.: Human-friendly design of virtual system "female body-dress", Autex Research Journal, Vol. 15, Iss. 1, 2015, ISSN 2300-0929, pp.19-29.
- Volino P., Magnenat-Thalmann N.: Virtual Clothing, Theory and Practice, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000, ISBN 3-540-67600-7
- Users Manual DesignConcept 3D.
- Lorencová, N. Modelování zpevňovacího prádla ve 3D software a analýza vlivu materiálů na výsledné 2D stříhové díly, Liberec, 2013. 69 s. Diplomová práce na Fakultě textilní Technické univerzity v Liberci na katedře oděvnictví.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Renáta Nemčoková

Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce: 11. listopadu 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 13. května 2016

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. listopadu 2015

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Jana Širá
Osobní číslo: T14000110
Studijní program: N3106 Textilní inženýrství
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví

Žádám o prodloužení termínu odevzdání diplomové práce z 13. 5. 2016 na leden 2017.

Odůvodnění žádosti:

Nedostatečný čas na realizaci diplomové práce na téma:

ŘEŠENÍ NÁVRHU BEZEŠVÉHO ODĚVU VE 3D SOFTWARE

V Liberci dne 9. 5. 2016

Podpis:

Vyjádření vedoucího práce:

Soubkhan'eva
9. 5. 2016

Vyjádření vedoucího katedry:

10. 5. 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví



Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla velmi poděkovat paní Ing. Renátě Nemčokové za cenné rady, připomínky a za čas a odborné vedení při vypracovávání mé diplomové práce. Poděkování patří také mé rodině, která mě po celou dobu studia podporovala.

ANOTACE

Tato práce je zaměřena na návrh bezešvé podprsenky pomocí software Design Concept 3D. V teoretické části jsou popsány způsoby navrhování oblečení v 3D software a postupy měření tlaku oblečení na postavě. První část experimentu je zaměřena na návrh sportovní bezešvé podprsenky, na kterou je následně aplikována analýza tažnosti materiálu v programu Design Concept 3D. Data pro simulaci mechanických vlastností pletenin jsou získány z přístroje KES-FB1. Pomocí analýzy tažnosti textilních materiálů v programe Design Concept 3D jsou stanoveny jednotlivé úpletové zóny, kterým je přesně definována tažnost pletenin. V další části jsou jednotlivým zónám podprsenky přiřazeny vhodně vybrané pleteniny. V poslední části experimentu je podprsenka podrobena analýze tlaku, kde se hodnotí tlak na základním střihu a dvou dalších zmenšených střizích. Podprsenka je navržena jako předloha pro bezešvou výrobní technologii na kulatém pletacím stroji.

KLÍČOVÉ SLOVÁ

Sportovní podprsenka, Design Concept 3D, KES, tažnost, tlak, poprsí

ANNOTATION

This thesis is focused on design of seamless bra by software Design Concept 3D. The theoretical part describes the possibilities for designing clothes in 3D software, and pressure measurements of clothes on body. The first part of the experiment is focused on the design of sports seamless bra, which is then applied to analyze of the ductility of the material in software Design Concept 3D. The data for the simulation of the mechanical properties of knitted fabrics are obtained from the device KES-FB1. By analyzing ductility of textile material in the program Design Concept 3D are allocated different knit zones that have precisely defined strain knits. In the other part are carefully selected fabric assigned to particular zones of bra. In the last part of the experiment is the bra exposed to pressure analysis, where pressure is assessed on the basic cut and on another two scaled cuts. Bra is designed as a model for seamless production technology of circular knitting machine.

KEYWORDS

Sports bra, Design Concept 3D, KES, strain, pressure, bust

Obsah

Obsah	10
Úvod	14
1 Vývoj 3D navrhovaného oblečenia	15
1.1 Návrh spodnej bielizne pomocou 3D programov	17
1.1.1 Technológia CDI.....	17
1.1.2 TPC 3D Interactive Software.....	18
1.1.3 Kurokawa a Nishimura model	18
1.1.4 V-stitcher	19
1.1.5 Software AGM.....	19
1.1.6 Vidya	20
1.1.7 Design Concept.....	20
1.1.8 Opti Tex.....	21
2 Komfort tlaku oblečenia.....	22
3 Športové podprsenky	25
3.1 Mechanické pôsobenie medzi prsiami a podprsenkou	26
4 Kawabata Evaluation System Of Fabric	27
4.1 KES-FB1.....	28
4.1.1 Ťahová skúška.....	28
4.1.2 Šmyková skúška.....	30
5 Charakteristika odevov z elastických materiálov	31
5.1 Základné mechanické vlastnosti pletenín	32
5.2 Vplyvy na ťažnosť pleteniny	33
6 Projektovanie športových elastických odevov	35
6.1 Ergonomické požiadavky športovej činnosti a telesné rozmery.....	35
6.2 Vstupné parametre pre konštrukciu strihu	36
6.3 Vlastnosti kompresných výrobkov a modifikácia konštrukčných úsečiek.....	37
6.3.1 Kompresia.....	38
7 Experimentálna časť	40
7.1 Práca v DesignConcept	40

7.1.1 Návrh podprsenky	41
7.1.2 Úprava strihu	41
7.1.3 Prevedenie strihu do DXF	44
7.1.4 Vloženie mechanických vlastností.....	44
7.1.5 Aplikácia mechanických vlastností.....	45
7.2 Vyčlenenie jednotlivých zón na strihových dieloch podprsenky	49
7.3 Definovanie pletení pre zóny.....	52
7.4 Konštrukcia strihu a porovnávanie	57
7.5 Analýza tlaku vyvíjajúci podprsenka na povrch figuríny	61
Záver	65
Zoznam obrázkov	71
Zoznam tabuliek	72
Zoznam Grafov	72

Zoznam použitých skratiek, značiek a symbolov

CAD	Computer Aided Design
2D	dvojrozmerné zobrazenie
3D	trojrozmerné zobrazenie
DC3D	Design Concept 3D
KES-FB	Kawabata evaluation system for Fabrics
napr.	napríklad
NURB	Non Uniform Rational B-Splines
AGM	Application Graphics Manager
FAST	Fabric Assurance by Simple Testing
Obr.	obrázok
N/m^2	newton/meter ²
gf/cm^2	gram-force/ centimeter ²
mm Hg	milimeter ortuťového stĺpca
hPa	hecto pascal
kPa	kilo pascal
%	percento
N	newton
cm	centimeter
mm	milimeter
N/m	newton/ meter
gf/cm	gram-force/ centimeter
E	deformácia [%]
ε	predĺženie textílie [mm]
F	sila pri zaťažení [N/m]
P	tlak [Pa]
l	dĺžka [mm]

°	uhol
tzv.	tak zvaný
apod.	a podobne
±	plus mínus

Úvod

Bezšvová technológia pletenia bola použitá prvý krát na výrobu pančuchového tovaru od roku 1980. Nástup elektroniky, CAD a kontrolných systémov umožnil aplikovať princípy použité pri výrobe ponožiek aj na výrobu iných pletených bezšvových výrobkov. Bezšvové pleteniny boli vytvorené na okrúhlym pletacom stroji, kde produktom je hadicový úplet. Hlavnými výrobcami okrúhlych pletacích strojov boli Santoni a Sangiacomo. Postupom času sa tak bezšvovou technológiou začali vyrábať aj nohavičky, legíny, tielka, tričká a podprsenky.

Dôvodom inovácie v podprsenkách, boli nevyhovujúce vlastnosti klasických podprseniek pri športe. Podprsenky dostatočne nezapudrovali poprsie vo všetkých smeroch. Športová podprsenka minimalizuje pohyb poprsia, zmierňuje nepohodlie počas náročnej fyzickej námahy (šport, boj) a chráni pred poškodením väzov na hrudníku. Výrobky umožňujú stlačenie určitých partií tela, preto je táto technológia často využívaná nie len v odevnej móde ale aj v zdravotníctve. Športová bielizeň by mala byť pri pohybe pohodlná, nemala by škrtiť, ale nemala by byť voľná.

21.storočie je považované za high-tech dobu, keď že každý nový produkt je výsledkom kombinácie výskumu a vývoja výrobných technológií. Podprsenky boli modelované len konštrukčne na papieri, figuríne alebo rovno na postave. Dnes je tomu už inak, technológie sa neustále zdokonaľujú a konštrukcie strihov sú už niekoľko rokov možné aj v 2D alebo 3D software. Vývoj sa nijak nezastavuje a stále sa vyvíjajú nové software alebo zlepšujú súčasné, niektoré z nich sú v tejto práci spomenuté.

Predmetom tejto štúdie je poukázať na možnosť navrhnutia bezšvovej športovej podprsenky zo záťažnej pleteniny v software Design Concept 3D, ktorá by vo výsledku bola vyrobená bezšvovou technológiou. Pri navrhovaní sa bude sledovať rozťažnosť materiálov (pletení) na povrchu objektu (torzo figuríny), ktorých mechanické vlastnosti budú merané na prístroji KES-FB1. Podprsenke sa nadefinujú zóny a k nim konkrétne rozťažnosti pletení.

1 Vývoj 3D navrhovaného oblečenia

V posledných desaťročiach bolo vynaložené veľké úsilie zamerané na vývoj 3D CAD systémov a virtuálnych simulácií. Tieto systémy pomohli urýchliť proces navrhovania a zníženia nákladov na zhotovenie výrobku vďaka realistickej vizualizácii dizajnu a jeho aplikácii v priemyselnej výrobe. Výskum 3D modelovania postáv a oblečenia sa začal v roku 1980 vďaka filmom a animáciám. Neskôr boli vytvorené rôzne 3D virtuálne simulácie oblečenia vytvorené pre rôzne účely a širokú škálu možností. Geometrické a fyzikálne vlastnosti boli použité na modelovanie a simuláciu pre zlepšenie presnosti a rýchlosti vytvoreného oblečenia na danú postavu [1].

Oblasť výskumu týkajúca sa dizajnu a 3D virtuálnej simulácie sa aktívne rozvíja hlavne v posledných 20-tich rokoch. Výskum sa zamerlal hlavne na štúdium fyzikálno-mechanických vlastností a na získanie najviac realistického virtuálneho modelu oblečenia [2].

Tradičné CAD systémy, ktorých základom sú dáta pre trojrozmerné postavy sú založené na troch kľúčových technológiách:

- fyzikálne modelovanie textilného odevu
- transformácia z 2D na 3D
- transformácia 3D na 2D vizualizáciu [3].

Technológie vytvárajúce rovinné rozvinutie obsahujú nasledujúce kroky:

- generovanie 3D tvaru
- výber materiálových vlastností
- konštrukciu modelu plášt'a ako trojuholníkovú alebo pravouhlú sieť.

Jednotlivé vybrané oblasti povrchu objektov opisujú rôzne sily a energie medzi 3D povrchom a zodpovedajúcim strihom. Pomocou princípu minimálnej energie sa dosiahne optimálny 2D strih, ktorý môže byť následne zostavený do 3D povrchu s minimálnou deformáciou [4].

Vrátané výskumov využívajúcich 3D technológie, ako sú napríklad 3D skenovanie, 3D modelovanie a 3D technológie sa výskumy zameriavajú aj na analýzu realizovateľnosti a využiteľnosti 3D technológie pri hodnotení padnutia oblečenia. Ashdown skúmal efektivitu 3D skenerov pre digitalizáciu oblečenia a kontrolu padnutia oblečenia. Zistil že 3D zobrazenia získané zo skenerov majú určitý potenciál nahradiť skutočné modely a to hlavne preto, že určitú mieru ľudí nie je možné získať z 3D avatara [5]. E. Bye a E. McKinney tiež skúmali presnosť 3D skenovania ako nástroj na overenie vstupných dát a porovnanie s reálnymi ľuďmi. Zistili že aj keď je možné v istej miere testovať padnutie oblečenia na 3D

skenovaných postavách, tak sú predsa len isté nedostatky v presnosti merania v niektorých oblastiach ľudského tela [6].

Niektorí vedci ako napr. Lim navrhol, aby v odevnom a textilnom odbore bola 3D simulácia považovaná za potencionálnu pre analýzu padnutia oblečenia a prípadnú úpravu strihov po analýze. Databáza popisujúca vlastnosti textilných materiálov ovplyvní konečný tvar odevu, ktorý je potrebný na vytvorenie 3D virtuálneho návrhu. Systémy aj tak neboli zďaleka dokonalé k prezentácii reálnej situácie. Na jednej strane simulovaný odev má tendenciu sa správať skôr ako tvrdý málo foremný materiál než ako mäkká tkanina. Textilný materiál v simulácii padne presne na povrch tela, ale na rozdiel od skutočnej situácie je odev príliš malý aby sedel na reálnom tele, najmä kvôli pohybu tela kedy sú nutné prídavky na strihových dieloch. Na druhej strane „objekty“ vo virtuálnom prostredí nemajú tie iste fyzické vlastnosti ako v skutočnom svete, pretože sú to tuhé objekty, ktoré nie je možné stlačiť rovnakým spôsobom ako povrch ľudského tela. Týmto spôsobom, virtuálne prostredie ponúka rôzne obmedzenia. Mnoho vedcov riešilo túto problematiku, medzi nimi napríklad Lee použil senzorický test vo výskume na identifikáciu odchýlky virtuálnych odevov od skutočných odevov, ktorý bol založený na tvare tela. V Kimovom výskume bola overená účinnosť 3D simulačného systému pre vyhodnotenie pohodlnosti nohavíc. Výskum dokázal, že vizuálne informácie celkovej siluety boli s reálnou siluetou súhlasné.

Okrem toho, aj keď simulácie tlaku odevu a vizualizácia boli k dispozícii k predpovedaniu ľudského vnímania, praktickosť systému pre 3D konštrukcie boli nedostatočné kvôli subjektívnemu vnímaniu komfortu. Skutočný tlak odevu úzko súvisí s veľkosťou priestoru medzi telom a odevom pri pohybe. Existujúce metódy simulácie tlaku sa zaoberali iba objektívnymi databázami, ktoré sú nevhodné pre zisťovanie komfortného pocitu ľudského tela v oblečení.

Parametri a štruktúra materiálu použitého na navrhované oblečenie ovplyvňuje vnímanie komfortu. Vzhľadom k tomu, voľba materiálu v navrhovaní daných parametrov odevu bola základným ukazovateľom textilných vlastností. Kavabata založil hodnotiaci systém na kontrolu kvality odevov pomocou KES-FB prístrojov. Niektoré výskumy zamerané na 3D zlepšenia systému sú často v kombinácii s vlastnosťami tkaniny získane z KES-FB prístrojov [7].

1.1 Návrh spodnej bielizne pomocou 3D programov

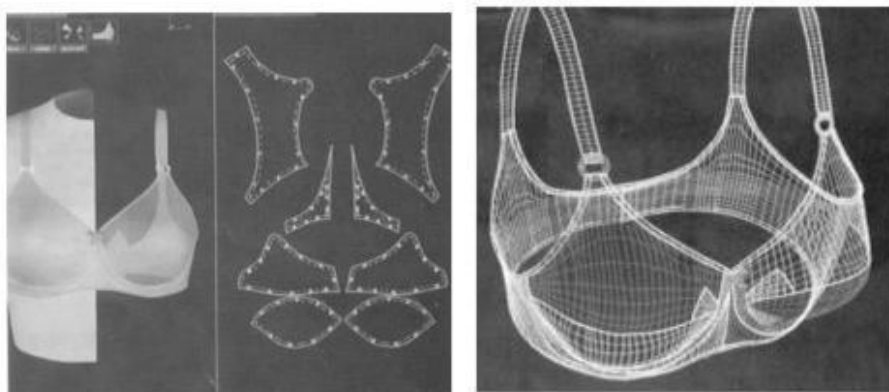
Vďaka nedostatočnému popísaniu súvislosti medzi rôznymi časťami dielov podprsenky, je ťažké diely podprseniek automaticky vytvoriť. K akejkoľvek modifikácii tvaru alebo štýlu je potrebná opakovaná práca, ktorá sa odrazí v predĺžení času potrebného pre vývoj výrobku. Preto je nutné využiť potenciál CAD systémov k skráteniu produkcie výrobku a na zlepšenie presnosti padnutia strihových dielov. Počas posledných rokov veľa spoločností vyvinulo CAD 3D návrhové systémy, ktoré virtuálne šijú dohromady 2D diely, tak aby bolo vidieť padnutie oblečenia na 3D osobe alebo figuríne. Následne je potrebné oveľa menej úprav, než je potrebná pri 2D postupe.

Na základe pracovného postupu vytvorenia 3D navrhovaného oblečenia možno rozdeliť 3D CAD systémy do nasledujúcich troch skupín [8]:

- Interaktívny systém 3D
- 2D do 3D simulovaný systém
- 3D do 2D systém rozvíjania

1.1.1 Technológia CDI

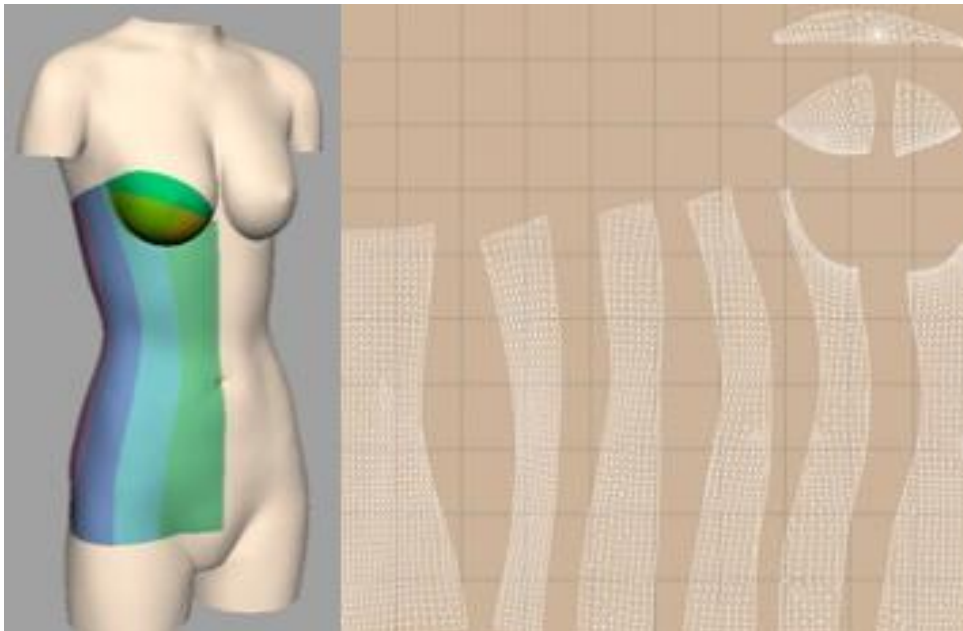
CDI ako prvá spoločnosť ukázala možnosť použitia počítačových nástrojov na generovanie, analýzu a vizualizáciu 3D povrchu podprseniek oblečených na figuríne. Pomocou polygonálnych výpočtov NURB. Tento systém zahŕňa automatické funkcie, ktoré sú určené pre intímne oblečenie s ohľadom na osovú zmeny pri relaxácii materiálu a jeho predĺžení pri zaťažení. NURB zobrazuje 3D krivky s premennými bodmi ktoré môžu byť tiež vložené neskôr, presunuté alebo odstránené [9].



Obr. 1: CDI virtuálny model podprsenky [10].

1.1.2 TPC 3D Interactive Software

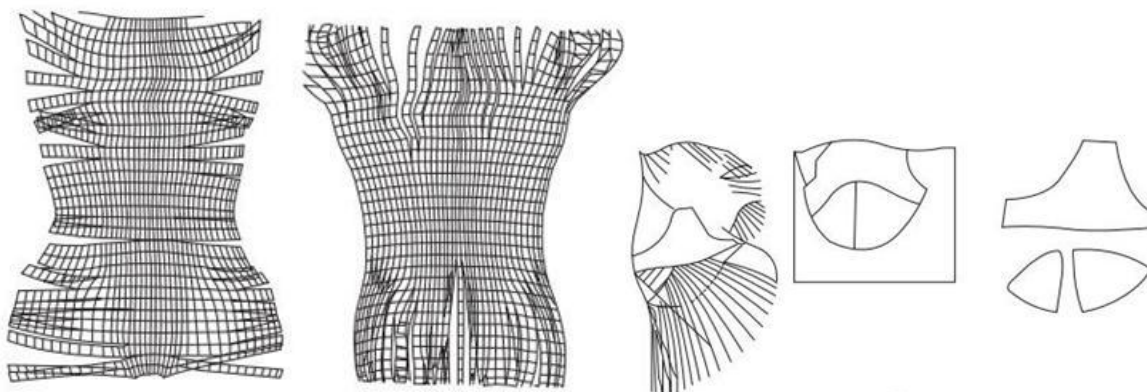
Inštitút TPC v Paríži získava dáta pre model ľudského tela pomocou 3D skenera ľudského tela a spracováva tento obraz ako "virtuálnu figurínu". Referenčné línie sú použité na vytvorenie odevných dielov vymodelovaných na 3D modeloch. 3D geometria je použitá k automatickému prevodu štruktúry 3D vzorov na 2D diely. Takto vytvorené strihy sú podobné dielom prevzatých z oblečenia 3D siluety. S 3D vizualizácie je možné vytvárať štruktúrovaný odev na virtuálnej figuríne, alebo vďaka 3D interakčnému systému manipulovať súčasne s dielami a obrysmi dielov. Virtuálny model umožňuje morfológicky vývoj vo virtuálnom priestore s transformáciou držania tela a postoja. Pomocou funkcie základnej konštrukcie môže užívateľ vytvoriť 3D odev priamo na určenom virtuálnom tele [11].



Obr. 2: strihový diel vyzlečený z povrchu 3D odevu do 2D vzorového formátu [11].

1.1.3 Kurokawa a Nishimura model

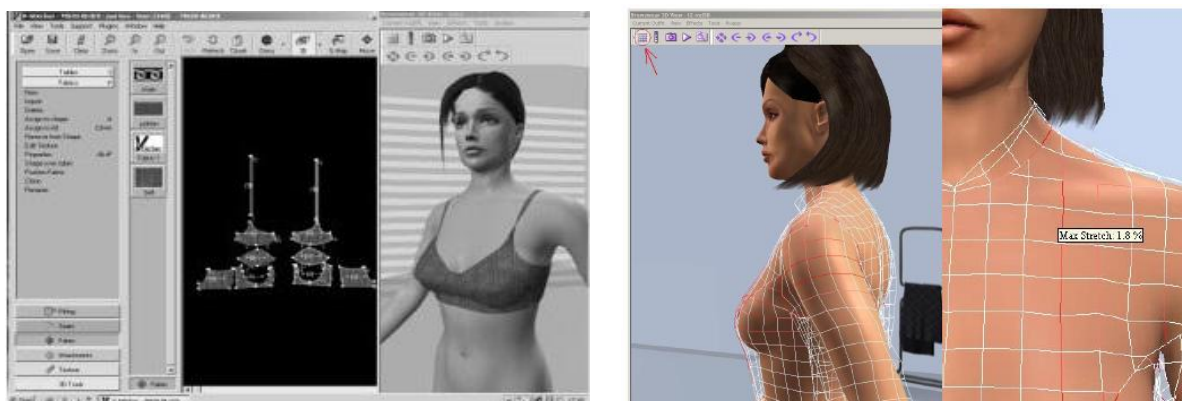
Kurokawa a Nishimura predstavili možnosť vytvoriť vzor podprsenky založený na nakreslených líniách z 3D digitálneho ľudského modelu. Tento model používa B-spline krivky, ktoré tvoria povrch spájajúcich štvorcových dielov do pásov z povrchu modelu. Tento spôsob ukázal nový smer pre vytvorenie lepšieho CAD systému, ktorý dovoľuje detailne vytvoriť odev [12].



Obr. 3: Príklad rovinného rozvinutia povrchu tela. Rovinné rozvinutie podprsenky [10].

1.1.4 V-stitcher

V-stitcher od firmy Browzwer používa virtuálne telo (avatar), ktoré môže byť zmenené z teenager na dospelú dokonca tehotnú ženu tým že sa manuálne vložia rozmery tela. 2D vzory z CAD systému je možné virtuálne zošít dohromady tým že sa identifikujú zodpovedajúce švy a inštrukcie krokov na zošitie. Mechanické vlastnosti tkaniny je možné tiež špecifikovať, tak aby rozloženie tlaku medzi telom a odevom bolo zobrazené na virtuálnom modeli pre vyhodnotenie (obr. 4) [13].

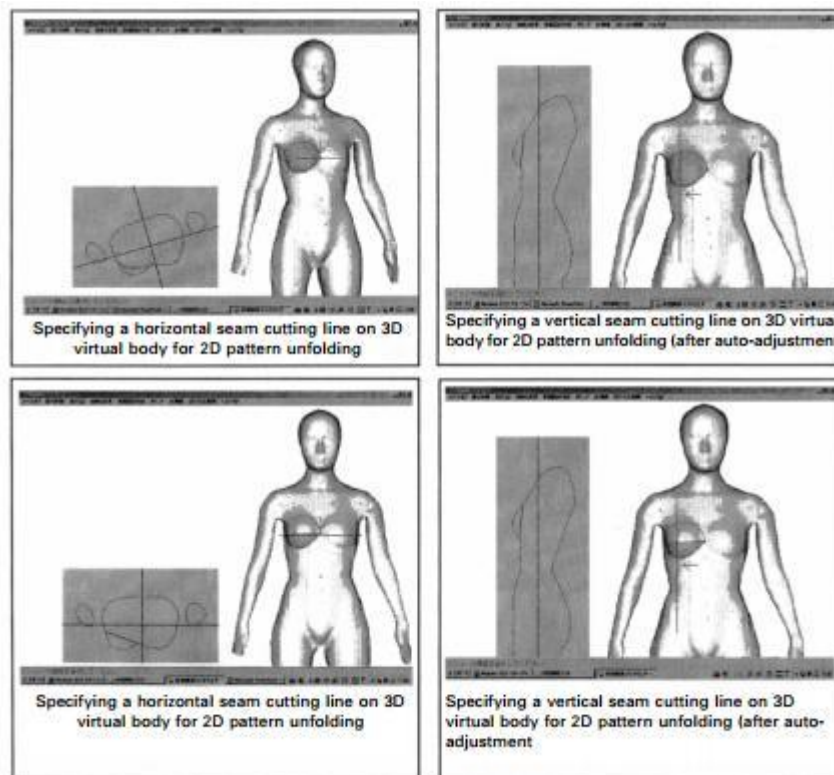


Obr. 4: Modelovanie z 2D do 3D [13], Overenie tesnosti odevu [14]

1.1.5 Software AGM

AGM 3D software dokáže importovať dáta vo formáte DXF z naskenovanej postavy v 3D a zobrazí virtuálnu postavu na obrazovke počítača. Umožňuje nakresliť obrysy a tvary línií na postave. Vytvorený povrch na postave je automaticky uložený do formátu plochého vzoru. Prehliadnutie dizajnového oblečenia je možné z akéhokoľvek uhlu, je možné použiť

rôzne materiály a štruktúry na vytvorenie vzoru v 2D z 3D modelu. V prípade nejakých chýb a nezhôd sú úpravy jednoduché [10].



Obr. 5: AGM 3D software - modelovanie ľudského tela [10].

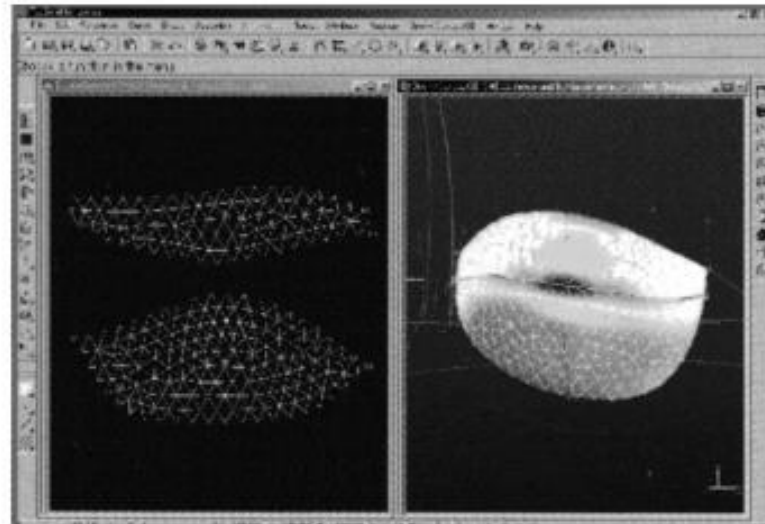
1.1.6 Vidya

Vidya je Nemeckom vyvinutý 3D software, ktorý ponúka kompletnú integráciu naskenovaného ľudského tela k vytvoreniu vlastnej virtuálnej figuríny. Ponuka aj rad hotových, ale prispôsobiteľných figurín, ktoré sú pružné pokiaľ ide o zmeny veľkosti a tvaru. Funguje na základe princípu z 2D do 3D navrhovania. Rozvinuté strihové diely vypracované v 2D CAD systéme môžu byť jednoducho spojené na trojrozmernú virtuálnu figurínu pre virtuálne zobrazenie hotového odevu. Dáta mechanických vlastností textílií získava z testovacích prístrojov ako sú napríklad Kawabata a FAST. Integrované dáta je možné odovzdať materiálu pre realistickú simuláciu padnutia materiálu na virtuálnom odevu [8].

1.1.7 Design Concept

V Design Concept 3D technológii od firmy Lectra je možné konštrukčne riešiť aj spodnú bielizeň. Tento softvér obsahuje parametricky presné nástroje 3D generovaného

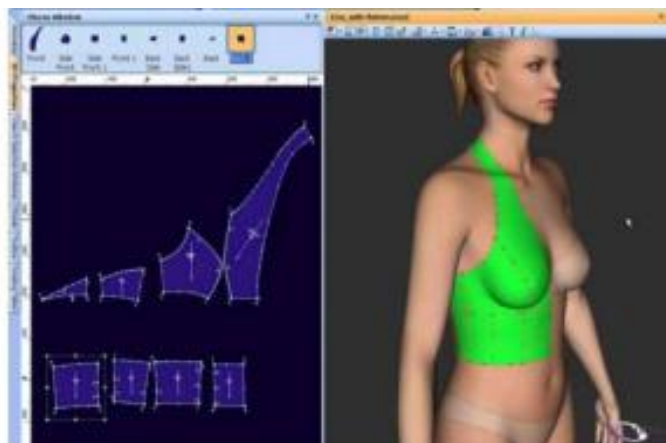
povrchu, analýzu povrchu, vizualizáciu a plánovanie. S Design Concept 3D je možné kreslenie vzoru podprsenky na 3D modeli a potom jej automatické rozvinutie do 2D tvaru. Použitie je hlavne pre vývoj parametricky virtuálnych modelov a vytváranie 3D návrhov priliehavého oblečenia. 2D vzory je možné zlúčiť alebo modelovať z navrhovaného 3D vzoru, alebo automaticky aktualizovať, ak dôjde k zmenám na 3D modeli [15].



Obr. 6: Lectra 3D DesignConcept [10].

1.1.8 Opti Tex

Opti Tex 3D software od spoločnosti Berzon poskytuje súpravu nástrojov, ktoré simulujú všetky pred sériové aktivity súvisiace s montážou, vizualizáciou, štruktúrou a farebnou variáciou. Zahŕňa parametricky veľmi detailnú postavu z viac ako 80 presne nastaviteľnými mierami postavy a taktiež držania tela. Technológia softvéru umožňuje transformáciu povrchu 3D objektu vytvoreného na virtuálnej postave do 2D jednotlivých dielov [24]. Mechanické a vizuálne vlastnosti textílií môžu byť definované manuálne, alebo prevedené z laboratórnych výsledkov. Opti Tex software umožňuje vstup laboratórnych výsledkov pre FAST a Kawabata systém [16,17].



Obr. 7: 2D vzor z 3D návrhu od Opti Tex 3D software [16].

2 Komfort tlaku oblečenia

Pocit tlaku odevu na telesa je dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje pocit pohodlia, pretože príliš vysoký tlak jednoznačne vedie k nepohodliu.

Komfortný tlak je úzko spojený s pohodlím a funkčnosťou priliehavého oblečenia. V dôsledku toho povolený tlak pod oblečením je potrebný pre každú časť tela zvlášť. Pre konštrukciu strihu to musí byť efektívne opatrené najmä pre špeciálne odevy. Základne dáta kompresného tlaku môžu znamenať problém v konštrukcii. V opačnom prípade môžu byť použité pre zhodnotenie kvality navrhovaného odevu a tým by sa zlepšili parametri kvantitatívnych digitálnych dát. Toto spojenie by zlepšilo funkčnosť komfortu jednoduchou a pochopiteľnou technológiou na meranie tlaku oblečenia na figuríne [18].

Makabe sledoval vplyv tlaku korzetu na ľudské telo. Snímaný tlak sa pohyboval v rozsahu 0-1,47 kPa, kedy probandi (testujúce osoby) necítili žiadne známky nepohodlia. Pri tlaku 1,47-2,46 kPa dochádzalo k miernemu nepohodliu a v prípade že tlak je vyšší ako 2,46 kPa bolo dosiahnuté nepohodlie [19].

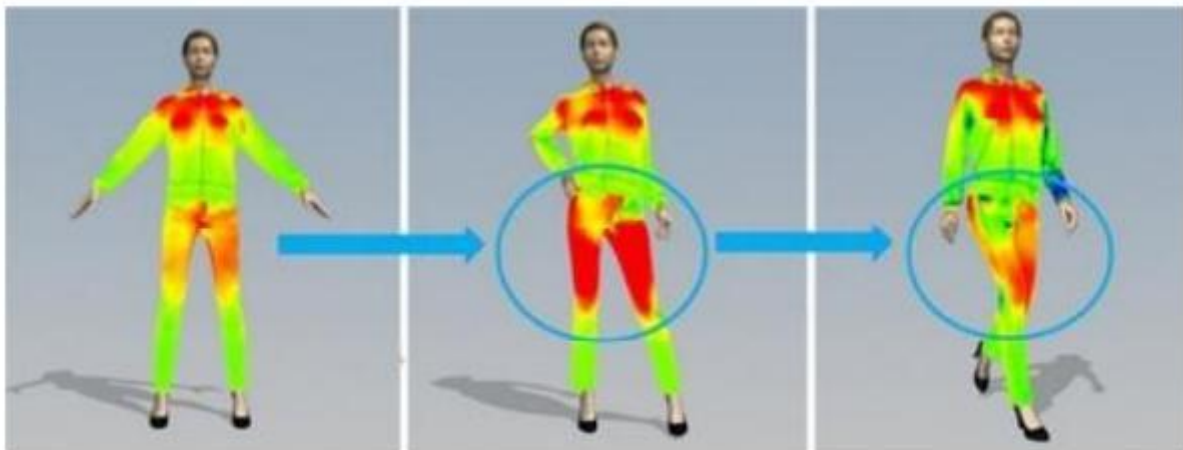
G.I.Surikova skúmala povolenú hranicu úpletového oblečenia, v ktorom tlak na telo neprekročí prípustnú hodnotu. Za normálnych podmienok pod oblečením namerala tlak 1600 N/m², ktorý môže byť kritériom na posúdenie komfortu. Surinova zdôvodnila, že predĺženie pletených odevov spôsobené pohybom predĺži pleteninu na hrudi o 15 % až 20% a na chrbte o 30 % až 35% [20]. Pomocou snímačov sa meria tlak, ktorých dáta sú vložené do rovnice na výpočet celkového tlaku z pleteného materiálu na mäkké tkanivá tela:

$$P = f_v / r_v + f_h / r_h \quad (1)$$

kde: P – tlak pleteného oblečenia na telo
 f_v, f_h - intenzita zaťaženia (sila na 1 cm plochy), v priečnom aj pozdĺžnom smere
 r_v, r_h - vertikálne a horizontálne polomery zakrivenia povrchu tela

Pri roztiahnutí úpletového povrchu o 10 % až 50 % je materiál pod tlakom, pri jednoosom natiahnutí to je 0,001- 0,029 kPa, pri dvojosom natiahnutí 0,002- 0,327 kPa a na celkovom povrchu vznikajú ťahové sily 0,166 - 15,29 N.

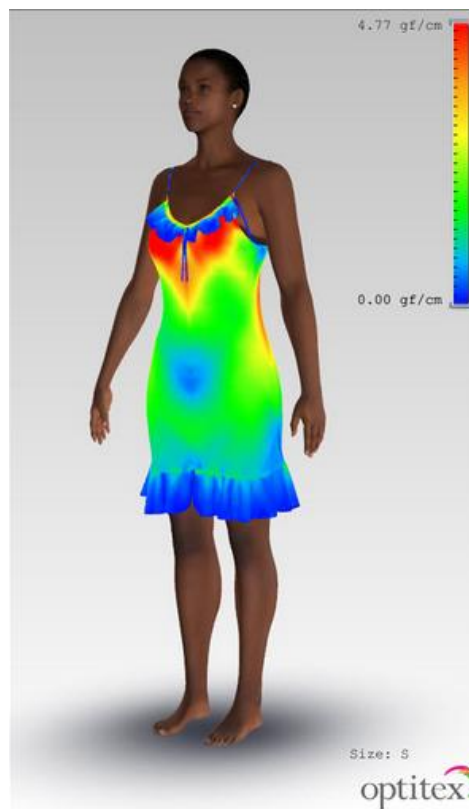
Simulácia tlaku odevu na figurínu v moderných CAD systémoch je rozhodujúcim faktorom padnutia a navrhovania pohodlného a funkčného oblečenia. V súčasnej dobe už majú CAD (Gerber Technology, Lectra, Optitex) modely pre 3D virtuálne simulácie a kontrolné padnutie oblečenia pre 3D virtuálny model postavy. Vďaka virtuálnemu oblečeniu sa voľnosť a rozmiestnenie natiahnutia materiálu analyzuje spoločne, aby sa vyšlo skúšania materiálu na postave [21]. Používa dve hlavné metódy simulovania tlaku: prvá: priama - ukazuje tlak priamo, druhá: nepriama – prenáša tlak prostredníctvom deformácie textilného materiálu. V prvom spôsobe, po zavedení mechanických vlastností alebo iných vlastností materiálov sa vypočíta potenciálna energia, tvarový vzťah oblečenia, 3D projekcia voľnosti a rozloženie tlaku (obr. 8)



Obr. 8: 3D simulácia a 3D animácia v programe Marvelous Designer [22]

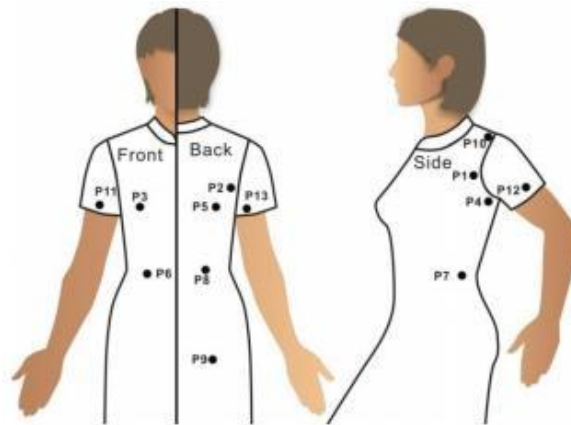
Priamy spôsob identifikácie kompresného tlaku je samozrejme výhodnejší, avšak jeho realizácia do existujúcich systémov nie je podporený spoľahlivou databázou a podmienky sú považované za približné.

Vo väčšine prípadov sa využívajú 3D virtuálne predpoklady tlaku identifikované druhou metódou. Napätie v materiáli je rozdelené dôsledkom rozdielu medzi rozmerovými rysmi avatara a dĺžkam odpovedajúcim častiam oblečenia (obr. 9). Samozrejme že tento postup je podmienený rozťažnosťou materiálu. Vznikajúci kompresný tlak v tkanine alebo v pletenine sa mení nie len z dôvodu rozdielných vlastností, ale aj z dôvodu stavby tela a citlivosti jednotlivých častí. Použitie tejto metódy je možné v prípade, že bude vopred vytvorená databáza, ktorá preukáže závislosť medzi napätím materiálu a poskytovaným tlakom na rôznych častiach tela [22].



Obr. 9: Identifikácia rozťažnosti materiálu v programe Runway Designer OptiTex [16].

V práci Kuzmicheva bol hodnotený komfort šiat v rôznych dynamických pózach (napr. predklon, záklon predpaženie, apod.) . Podľa zákona citlivosti, ako ľudské telo znesie tlak je daných 13 základných bodov (obr.10.), ktoré sú testované na tlak oblečenia a jeho vnímanie nepohodlia. Hodnotenie komfortu sa zameriava na tieto základné body.



Obr. 10: Oblasti merania tlaku šiat na povrchu tela v prednej, zadnej a bočnej strane [22].

Kompresný tlak pod oblečením úzko súvisí s priestorom medzi figúrou a odevom vytvorený zmenou pri vykonanom pohybe. Preto padnutie oblečenia a pohodlie tlaku hrá dôležitú úlohu pri vytváraní pohodlného oblečenia a funkčného odevu, najmä tesne priliehajúceho. Bez ohľadu na očividné výsledky systému 3D virtuálneho skúšania a analýzy kompresného tlaku, stále existujú problémy, ktoré musia byť riešené pred ich použitím.

Projekčné medzery medzi figúrou a oblečením a ich rozloženie v systéme sú hlavnou prekážkou predvídania tlaku [23]. V procese 3D virtuálneho modelovania by mali byť riešené tri typy týchto medzier:

- konštrukčné pridávanie (z 2D výkresov)
- dynamické pridávanie (sloboda pohybu)
- pridávanie v závislosti na vlastnostiach textilných materiálov

3 Športové podprsenky

Podprsenka je jedným zo základných ženských odevov slúžiacich na uspokojenie estetických potrieb, fyziologického zdravia a pohodlia. Všeobecne platí, že športová aktivita kladie obrovský dôraz na prsia a tkanivá, ktoré ich obklopujú. Dobrá podprsenka ponúka podporu a ochranu pred poškodením prsného tkaniva. Väčšina žien nosí podprsenky denne 10 až 12 hodín od puberty až do smrti, preto je dôležité nosiť podprsenku, ktorá padne a je pohodlná ako na podporu tak aj na tlak.

V zásade existujú dva rôzne typy športových podprseniek. Jedná sa o podprsenky s kompresným štýlom a podprsenky s puzdrovým štýlom. Kompresné športové podprsenky sú navrhnuté tak, aby stlačili prsia k hrudi a tým sa minimalizoval pohyb prsníkov. Puzdrové

športové podprsenky sú podobné vzhľadom klasických podprseniek so samostatnými ramienkami, nastaviteľným zapínaním na háčiky a výstuhami. Avšak ponúkajú oveľa väčšiu podporu tým že využívajú zapuzdrenie každého prsníka individuálne namiesto kompresie. Každá časť puzdrovej športovej podprsenky musí prispieť k podpore prsov. Požadovaná hustota tkaniny a tuhosť musí byť konkrétne daná.

Pre optimálne navrhnutie podprsenky s mechanickými vlastnosťami, ktoré sa podieľajú na dynamickom kontakte medzi prsiami a podprsenkou by mali byť študovaný komfort podprseniek experimentálne aj teoreticky. Pričom literatúry je veľmi obmedzené množstvo a to najmä v teoretickom výskume. Rada prác bola zverejnená predovšetkým v Japonsku na meranie tlaku odevu a testovanie subjektívnych pocitov probandov. Makabe a kolektív študoval tlak podprseniek tak, že nechal probandov nosiť vzorové podprsenky, ktoré boli navrhnuté v rôznych tvaroch, materiáloch a strihoch. Tlaky boli merané v 6 bodoch pod podprsenkou. Tlak z najpohodlivejších vzorových podprseniek bol 24 mm Hg (32,40 gf/cm²) v mieste kde sa ramienko a ramenná línia krížia a 11-16 mm Hg (14,85-21,60 gf/cm²) v mieste pod prsnej línie a bočnej oblasti košíka [24].

Správny designe podprsenky je pravdepodobne najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim funkčný výkon podprsenky a dynamický komfort pri nosení. Musia byť konštruované s vhodnou štruktúrou, ktorá vyvoláva základne rozloženie zaťaženia v podprsenke. Predné ramienka by mali byť umiestnené tak, aby ležali v priamej línii cez bradavky, čo umožňuje optimálny zdvih prsníka. Textilné ramienka by mali byť široké aby umožnili väčšie rozloženie síl. Všetky tieto faktory by mali byť zvážené pri 3D štruktúrnom designe podprsenky.

Ťažnosť textílie je ďalším dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje efektívnosť podpory. Podprsenka by mala mať dostatočnú pružnosť pre správne uloženie hrudníku, aby nedošlo k pohybu prsníkov. Tá by mala byť dostatočne pružná vodorovne, aby bolo možné rozšírenie hrudi pri dýchaní. Avšak, elasticita v zvislej rovine by mala byť obmedzená, aby sa minimalizoval vertikálny pohyb prsníkov [25].

3.1 Mechanické pôsobenie medzi prsiami a podprsenkou

Pre optimalizáciu designu športových podprseniek bol vyvinutý biomechanický model pre numerické simulácie mechanických interakcií podprsenky a prsníka. Na základe analýzy mechanických vlastností prsníka a podprsenky, bol mechanický model vyvinutý na teórii kontaktu podprsenky s prsiami. Metódy konečných prvkov sa používajú v časovom rozmedzí pre odvodenie numerického riešenia kontaktného dynamického modelu. Pri chôdzi sa prsia

odrážajú pri každom kroku, kedy pôsobí mechanická deformácia v prsníkoch. Medzi tým dochádza k mechanickému pôsobeniu na kontaktnom povrchu medzi prsníkom a podprsenkou, ktoré podporuje a stláča prsia. Vonkajšie sily pôsobiace na prsníky zahŕňajú gravitáciu, prítláče sily v kontaktnej ploche a trenie podprsenky na povrchu prsníkov. Kontaktná sila, a trenie sú interakčné sily medzi prsiami a podprsenkou [26].

4 Kawabata Evaluation System Of Fabric

KES-FB systém umožňuje s vysokou presnosťou testovanie šiestich základných mechanických vlastností plošných textílií (ťah, šmyk, ohyb, stlačiteľnosť, koeficient trenia a geometrická drsnosť) [27].

KES-FB sa skladá zo štyroch prístrojov

- KES-FB1 (Ťah, Šmyk)
- KES-FB2 (Ohyb)
- KES-FB3 (Tlak)
- KES-FB4 (Trenie, Drsnosť)

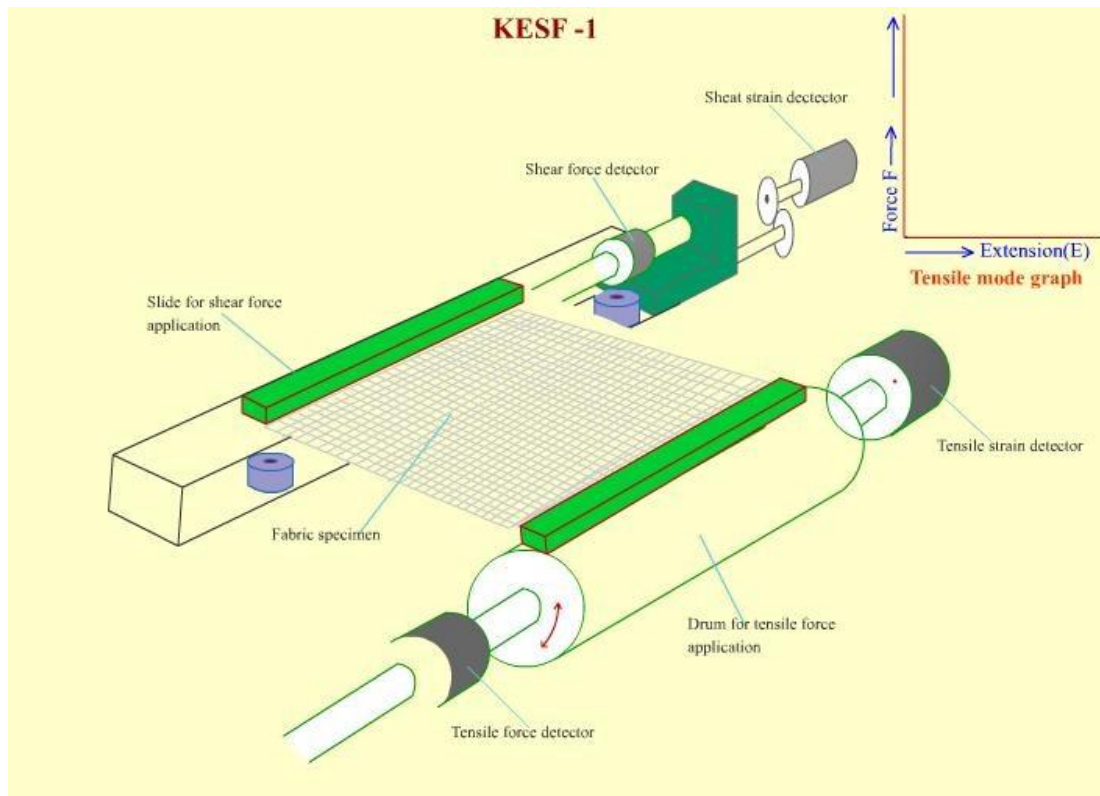
Celkom 16 parametrov, ktoré sú uvedené v tabuľke 1. je možné v systémoch poukázať.

Tabuľka 1: Mechanické vlastnosti systému KES [28]

KES-FB1	Ťah	LT	Ťahová linearita
		WT	Ťahová energia
		RT	Ťahová pružnosť
		EM	Ťahová deformácia
	Šmyk	G	Šmyková tuhosť
		2HG	Hysterézia šmykovej sily na 0.5°
		2HG5	Hysterézia šmykovej sily na 5°
KES-FB2	Ohybanie	B	Ohybová tuhosť
		2HB	Hysterézia ohybového momentu
KES-FB3	Tlak	LC	Kompresná linearita
		WC	Tlaková energie
		RC	Tlaková pružnosť
		To	Hrúbka textílie
KES-FB4	Trenie	MIU	Koeficient trenia
		MMD	Priemerná odchýlka MIU
		SMD	Geometrické drsnosť

4.1 KES-FB1

Tento testovací stroj je automatizovaný model pre meranie vlastnosti tkanín v ťahu a šmyku textílií tkaných a pletených na jednom stroji. Automatizovaný model zlepšuje presnosť údajov tým, že eliminuje chyby ľudskej prevádzky [29].



Obr. 11: Testovací prístroj KES-FB1[30]

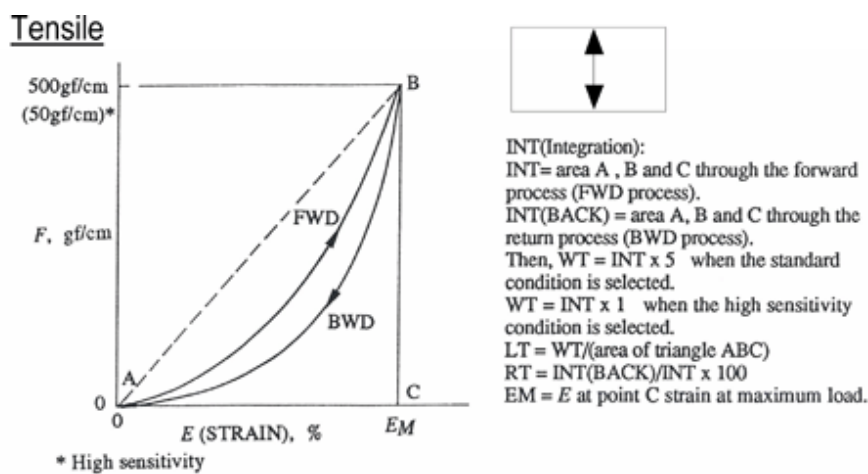
4.1.1 Ťahová skúška

Ťahová skúška je vykonaná pôsobením ťahovej deformačnej sily na vzorku pripevnenom dvoma upínacími čelust'ami. Predná čelusť je fixovaná na mieste a zadná upínacia čelusť sa posúva. Začiatočná vzdialenosť medzi čelust'ami je 5 cm. Ťahové napätie je snímane meračom krútiaceho momentu. Ťahová deformácia je sledovaná potenciometrom, ktorý sníma pohyb zadnej upínacej čeluste.

V ťahovej skúške je testovaná vzorka o veľkosti 20 x 20 cm, bez pokrčenia a záhybov (strihaný presne po niti a naznačený smer osnovy a útku). Meranie sa vykoná, keď vzorka testovanej textílie je upnutá medzi dvoma čelust'ami dlhé 20 cm a vzdialené od seba 5 cm, ktorá je napínaná jednosmerne až k hornej medzi F_m (horná medza – deformačná ťahová sila).

Potom je vzorka sledovaná pri zotavovacom procese. Závislosť sily a deformácie zobrazenej na (obr. 13.) sa obvykle sleduje pre osnovu aj útok [29].

Ťahový test dokáže zaznamenať pri štandardnej senzitivite až 490 N/m (500 gf/cm) zaťaženia. Doporučené štandardné podmienky nevyhovujú pre meranie a vyhodnotenie vysoko ťažných pletenín, pretože v dôsledku vysokej ťažnosti nevyhovuje existujúci upínací mechanizmus. Podmienky merania ťahových vlastností pletenín sú upravené experimentálnym znížením deformačnej ťahovej sily kde limitným faktorom je hodnota ťažnosti 30%. Pri meraní je doporučená High senzitivita, pri ktorej je hodnota deformačnej ťahovej sily 49 N/m (50 gf/cm) [31].



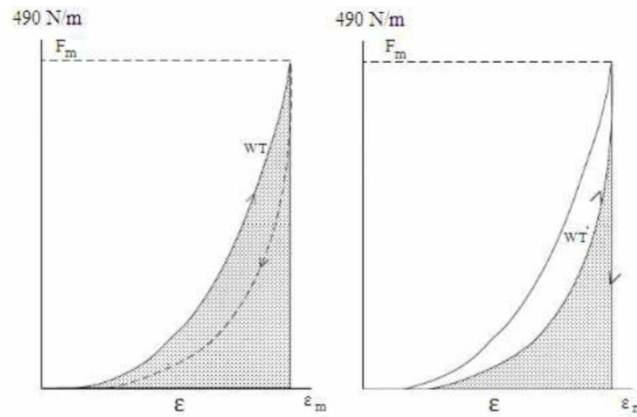
Obr. 12: Krivka namáhania v ťahu [29]

LT, WT a RT sú automatický vypočítavané.

WT = Ťahová energia na jednotku plochy [Nm/m²]. Predstavuje energiu potrebnú k predĺženiu textílie pri stanovenej maximálnej záťaži.

$$\int_0^B F(E) dE \quad (2)$$

kde: E...ťahová deformácia
 B...horná medza deformácie pri zaťažení (F=500 gf/cm²)
 F...zaťaženie



Obr. 13: Plocha trojuholníkov pri namáhaní v ťahu [29]

LT = Linearita krivky zaťaženia – pretáženia [-]

$$\frac{WT}{0,5 \cdot F \cdot E} = \frac{\int_0^B F(E) dE}{0,5 \cdot F \cdot E} \quad (3)$$

RT = Ťahová pružnosť (elastické zotavenie) [%]

$$\frac{WT}{WT} * 100 \quad (4)$$

kde: WT ...zotavena práca

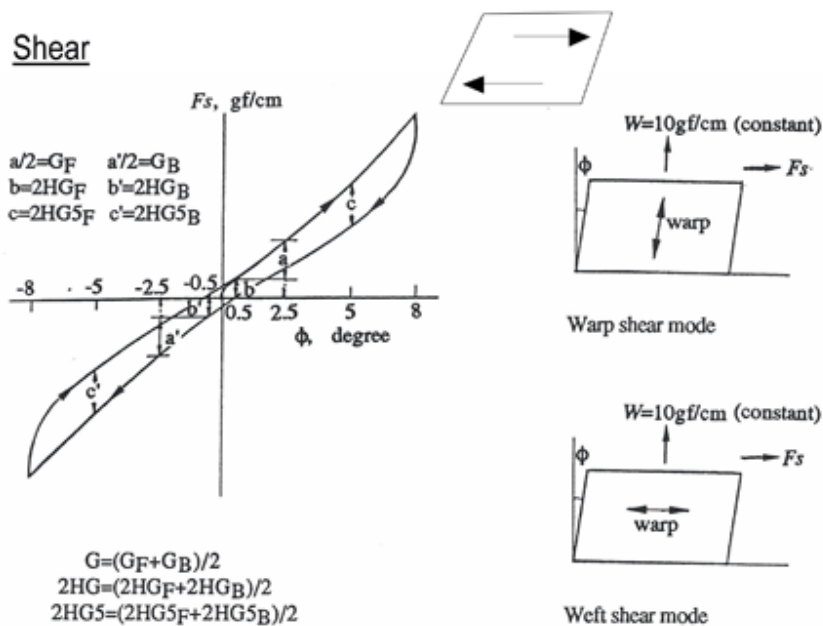
$$WT = \int_0^B F(E) dE$$

$F(E)$...ťahová sila pri zotavovacom procese

EM = Ťahová deformácia [%] (ťažnosť pri maximálnej ťahovej sile) – odčítajú sa hodnoty na ose x z pracovnej krivky ťahovej skúšky.

4.1.2 Šmyková skúška

Šmykový test je vykonávaný pri konštantnom napätí 10 gf/cm. Šmyková sila sa meria snímačom pripojeným k zadnej čeľusti, ktorá do bočných strán presúva textíliu. Šmyková deformácia a šmykové napätie je snímané pomocou potenciometru. Keď sa zadná čeľusť vychýli o 8° doľava, motor sa automaticky začne otáčať späť a meria sa vychýlenie o 8° doprava. Horná medza šmykovej deformácie môže byť prispôsobená v rozhraní od 1° do 8° (štandardne 8°).



Obr. 14: Krivka šmykovej tuhosti [29]

G = Šmyková tuhosť = sklon krivky pri šmykovom uhle medzi 0.5° a 2.5°

$2HG$ = Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle $0,5^\circ$

$2HG5$ = Hysterézia šmykovej sily pri šmykovom uhle 5°

5 Charakteristika odevov z elastických materiálov

V závislosti na hodnote ťažnosti a module tuhosti pri preťahovaní je možné všetky výrobky rozdeliť do troch skupín: komfortné, kompenzačné, kompresné.

Komfortné výrobky

Bývajú najčastejšie ťažné v rozsahu od 15% do 30%. Výrobky s touto ťažnosťou sú pohodlné pri nosení, dobre priliehavé k telu a tým zvyraznia čiastočne tvary ľudského tela, ale zároveň na človeka nepôsobí takmer žiaden tlak. Textilie použité v tejto skupine majú najčastejšie vo svojom zložení 2 až 5% elastomerových nití.

Kompenzačné výrobky

Bývajú najčastejšie ťažné od 30% do 50%. Výrobky z tohto materiálu umožňujú človeku voľnosť pohybu a zároveň dobre tvarujú ľudské telo. Do tejto skupiny patria športové výrobky pre ktoré sa používajú textilie identické s materiálmi pre bežné denné nosenie, avšak

najčastejšie s rozťažnosťou v oboch smeroch, tzv. biaxiálne namáhanie. Preto pri navrhovaní športových výrobkov je potreba určiť, v akom smere vyžadujeme väčšiu ťažnosť materiálu a v akom smere sa dá ťažnosť takmer zanedbať. To znamená, ak požadujeme väčšiu rozťažnosť materiálu po obvode alebo po dĺžke.

Kompresné výrobky

Vyznačujú sa ťažnosťou vyššou než 50%. Výrobky s touto ťažnosťou majú za úlohu držať požadovaný tvar tela a pôsobiť na telo primeraným tlakom. Do tejto skupiny patria napríklad korzety. Pre tieto výrobky sa používajú textilie najčastejšie s ťažnosťou v priečnom smere.

5.1 Základné mechanické vlastnosti pletenín

Ťažnosť

Je schopnosť pleteniny poddať sa vplyvu namáhania v ťahu, a to do dĺžky, šírky a uhlopriečne. Pletenina môže mať ťažnosť rôznu, čo závisí na druhu materiálu, hustote a väzbe.

Pružnosť

Je schopnosť pleteniny vrátiť sa po deformácií do pôvodného tvaru. Ide o deformáciu tvaru a deformáciu v ťahu vo všetkých smeroch. Schopnosť vrátiť sa do pôvodného tvaru je u pletenín rôzna. Táto schopnosť závisí tiež na druhu materiálu, hustote a väzbe.

Elastickosť je daná pružnosťou a ťažnosťou, ktorá má dobrú prispôsobivosť na tvar tela, hlavne pri pohybu a častom namáhaní. Ak je pletený výrobok pri nosení namáhaný a stále sa vracia do pôvodného tvaru, má dobrú relaxačnú schopnosť.

Rozťažnosť textílií je charakterizovaná pomerným rozťahnutím pri stanovenom zaťažení a ich elasticnosť pomerným zotavením po uvoľnení ťahovej sily.

K stanoveniu ťažnosti a elasticnosti slúži elektronický trhací prístroj s konštantnou rýchlosťou deformácie. Stanoví sa pri danom zaťažení (empiricky, podľa normy apod.) [32].

Ťažnosť textílie v percentách sa stanoví zo zaznamenatej krivky predĺženia-zotavenia (obr. 15) podľa celkového predĺženia vzorku pri treťom alebo piatom cykle predĺženia.

Elasticita:
$$E = \frac{\varepsilon_p - \Delta\varepsilon}{\varepsilon_p} * 100[\%] \quad (5)$$

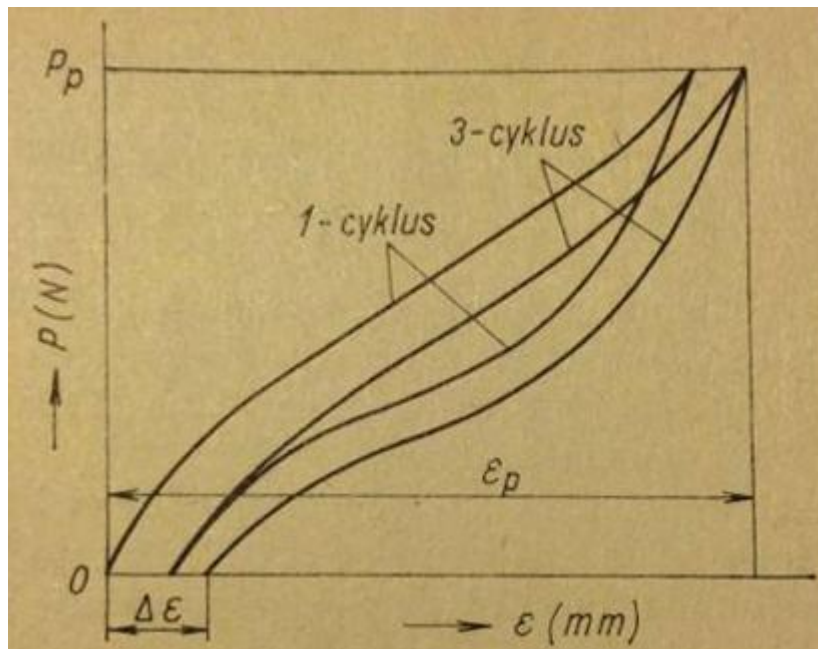
kde: ε_p - je predĺženie textílie [mm]

$\Delta\varepsilon$ - zvyšné predĺženie prúžku [mm]

Na diagrame (obr.15) to odpovedá vzdialenosti od 0 do konca tretieho cyklu deformácie.

Ťažnosť

$$\text{Ťažnosť} = \frac{\text{šírkanatiahnutejpleteniny} - \text{šírkavolnejpleteniny}}{\text{šírkavolnejpleteniny}} * 100[\%] \quad (6)$$



Obr. 15: Krivka: pretiahnutie – zotavenie (hysterézna slučka) [33]

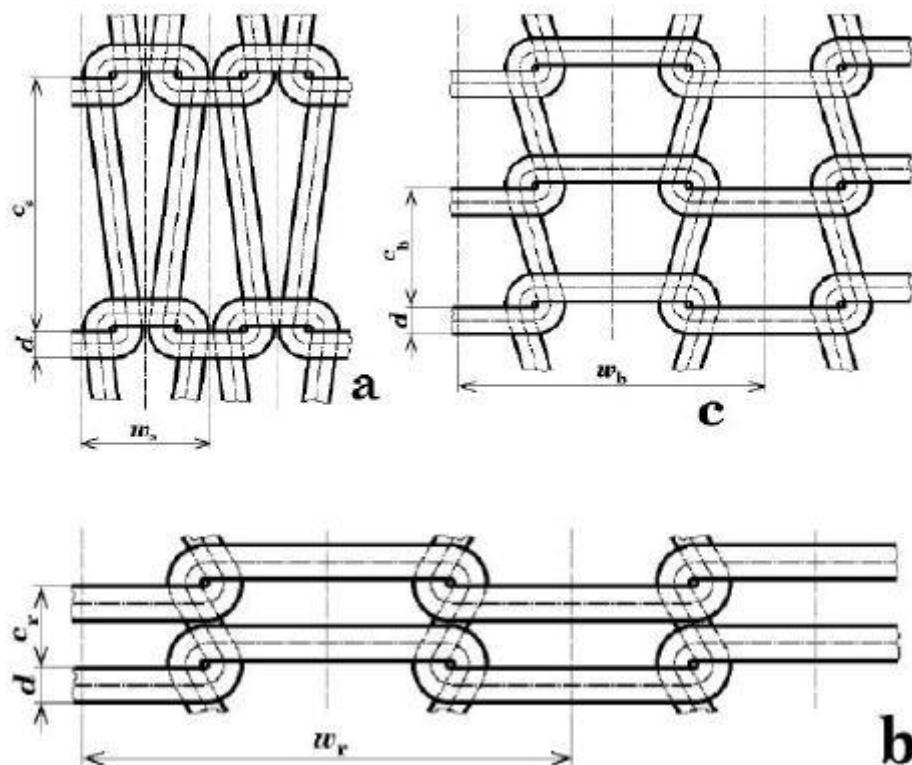
5.2 Vplyvy na ťažnosť pleteniny

Zátážné pleteniny sú rôzne ťažné. Vplyvy, ktoré výrazne ovplyvňujú ťažnosť pleteniny sú najmä:

- Materiál
- Použitý stroj
- Vlastnosti pleteniny
- Vonkajšie podmienky

Deformačné modely pletenín

Pre stanovenie ťažnosti vychádzame z modelu maximálne deformovanej pleteniny (obr.16). Na obrázku (a) je zobrazená maximálna pozdĺžna deformácia, na obrázku (b) je zobrazená maximálna priečna deformácia a na obrázku (c) je biaxiálna deformácia pleteniny. Ak zaťažíme pleteninu v hlavných smeroch, potom sa zmení rozteč stĺpikov z w na w_r a rozostúp riadkov z c na c_s . Kde w_r je maximálna deformácia v smere stĺpikov a c_s maximálna deformácia v smere riadkov.



Obr. 16: Maximálna deformácia pleteniny[34]

Pre výpočet smerovej ťažnosti možno použiť tieto vzorce:

$$\varepsilon_s = \frac{c_s - c}{c} \quad \text{alebo} \quad \varepsilon_r = \frac{w_r - w}{w} \quad (7)$$

kde: ε_s ťažnosť pleteniny v smere riadku [mm]

ε_r ťažnosť pleteniny v smere stĺpiku [mm]

C rozteč stĺpikov [mm]

W rozteč riadkov [mm]

Pri namáhaní pleteniny na ťah sa nemení len rozostúp riadkov a stĺpikov, ale tiež sa predĺži dĺžka nite l o ťažnosť na l' . Zmena dĺžky nite zapríčiní aj zmenu prierezu nite d , ktorý sa zmení na efektný priemer d_{ef} . Určenie efektného priemeru nite pri modeli maximálnej deformácie pri zaťažení, býva často problém. Ale možno u tohto modelu predpokladať, že v dobe pretrhnutia pleteniny budú mať voľné úseky tvar priamky a krížové body budú mať tvar pol zákrutu dvoch nití. Ak namáhame pleteninu až do maximálneho stavu deformácie, než dôjde k pretrhnutiu, je tiež namáhaná niť do maximálneho stavu deformácie. Efektný priemer nite dosahuje len veľmi malých hodnôt [34].

Vychádzajúce vzťahy:

$$\begin{aligned} l' &= 2(c_S - d_{ef}) + 2d_{ef} + 4,222d_{ef} \rightarrow c_S = \frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef} \\ l' &= 2d_{ef} + w_r - d_{ef} + 4,181d_{ef} \rightarrow w_r = l' - 8,24d_{ef} \end{aligned} \quad (8)$$

kde: l' dĺžka nite v očku pri maximálnej deformácii [mm]
 c_S rozteč riadkov pri maximálnej deformácii [mm]
 w_r rozteč stĺpikov pri maximálnej deformácii [mm]
 d_{ef} priemer nite pri maximálnej deformácii- efektný priemer nite [mm]

Ak dosadíme c_S a w_r do vzorcov pre výpočet smerovej ťažnosti, dostaneme ťažnosť maximálne deformované pleteniny v smere riadkov a stĺpikov:

$$\varepsilon_S = \frac{\frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef} - C}{c} \quad \text{alebo} \quad \varepsilon_r = \frac{l' - 8,24d_{ef} - W}{w} \quad (9)$$

6 Projektovanie športových elastických odevov

6.1 Ergonomické požiadavky športovej činnosti a telesné rozmery

Dôležitými parametrami pre projektovanie športových odevov sú tieto rozmery:

- Statické telesné rozmery
- Dynamické telesné rozmery (rozmery ľudského tela merané pri pohybe)

Dynamický efekt telesného rozmeru – hodnota x uplatnená pri modifikácií konštrukčných úsečiek:

$$d = x^{(d)} - x^{(s)} \quad (10)$$

kde: $x^{(s)}$ - telesný rozmer v statickej polohe
 $x^{(d)}$ - telesný rozmer pri stanovenom pohybu

Podiel dynamického efektu z nameraného telesného rozmeru:

$$x = \frac{d}{x^{(s)}} * 100 [\%] \quad (11)$$

Kde: $x^{(s)}$ - výberový priemer statického znaku
 d - výberový priemer dynamického efektu

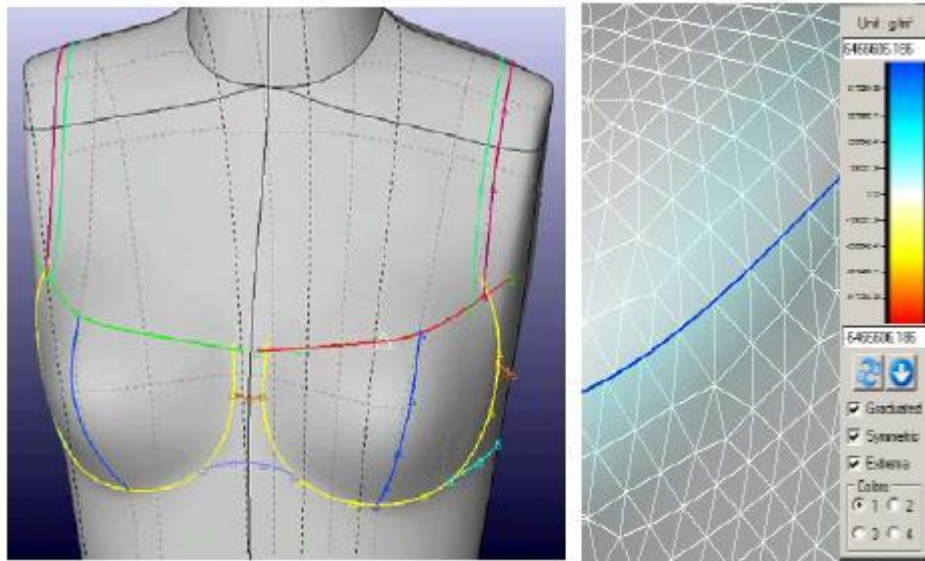
6.2 Vstupné parametre pre konštrukciu strihu

Mechanické vlastnosti textílie

Padnutie odevu a jeho prijateľné zvieracie účinky na ľudské telo hrajú veľkú úlohu v celkovom odevnom komforte, špeciálne u veľmi priliehavých športových odevoch zhotovených z pleteniny [14].

Tri faktory ovplyvňujúce veľkosť tlaku, ktorý vyvíja odev na ľudské telo

- Tvar ľudského tela
- Druh odevného materiálu
-hodnotia sa predovšetkým mechanické vlastnosti textílií ako vstupné konštrukčné parametre
- Konštrukcia odevu



Obr. 17: Ťažnosť kriviek v Design Concept 3D [14]

6.3 Vlastnosti kompresných výrobkov a modifikácia konštrukčných úsečiek

Prídavky ku konštrukčným úsečkám modifikujú veľkosť úsečky:

- U elastických materiáloch môžu nadobúdať záporné hodnoty
- Hodnoty sú dané ťahovými vlastnosťami elastických materiáloch.



Obr. 18: Varianty tvarového riešenia strihu trička so zápornými prídavkami ku konštrukčným úsečkám [32]

6.3.1 Kompresia

Kompresia predstavuje tlak, ktorý aplikujú odevy vďaka svojej ťažnosti a pružnosti na ľudské telo a svaly. Kompresia zabezpečuje pri správnom a vyváženom tlaku povzbudenie činnosti krvného obehu a tým rýchlejšie vyplavenie kyseliny mliečnej z tela, okysličovanie, podporu, redukciu vibrácií svalov, zníženie nechcených pohybov svalov a tukov a ochranu svalov pred poškodením [35].

Na druhú stranu môže byť príliš vysoký tlak nebezpečný. Ak pôsobí neúmerne, môže spôsobiť nežiaduce obmedzenia biologických funkcií organizmu. Ak by takto nevyhovujúci odev bol použitý dlhšie, mohlo by dôjsť k zdravotným problémom.

Pre správne kompresné oblečenia sú najdôležitejší mechanické vlastnosti (predovšetkým zaistenie požadovaného zvierania), a rozmery (prispôsobenie výrobku rozmerom tela, zmena rozmeru pri pohybe).

Podľa normy: ČSN P ENV 12718: Zdravotné kompresné pančuchy je stanovených päť kompresných stupňov (Tabuľka 2). Kompresnú triedu A je možné využiť ako hranicu pre stanovenie optimálnych prídavkov ku konštrukčným úsečkám.

Tabuľka 2: Kompresná triedy normy ČSN P ENV 12718 [36]

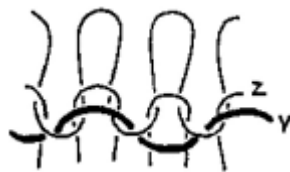
Kompresná trieda	Kompresia	
	hPa	mmHg
A – veľmi slabé	13-19	10-14
I – slabé	20-28	15-21
II – stredné	31-43	23-32
III - silné	45-61	34-46
IV – veľmi silné	65 a viac	49 a viac
1 mmHg = 1,333 hPa		

Na základe Laplaceovho pravidla bol skúmaný vzťah medzi stupňom pružnosti kože a stupňom pružnosti textílie v spojení s priliehavosťou odevu na telo za predpokladu že napätie je konštantné a tlak sa mení len krivkou tela. To znamená čím menšia krivka je tým väčší tlak pôsobí na telo a opačne.

$$\text{Laplaceho vzorec} \quad P = \frac{1,047 * F}{l_{max}} [hPa] \quad (12)$$

kde: Fsila pri 6. zaťažení [cN]
 l_{max} ...celková dĺžka vzorku po 6. zaťažení [cm]

Pre výrobu kompresných výrobkov sa najčastejšie používa záťažná jednolícna výplňová pletenina s elastickou výplnkovou nit'ou (obr. 19). Pri pletení na okrúhlych strojoch závisí priečny rozmer výrobku predovšetkým na dĺžke vloženej pružnej nite. Preto sú stroje vybavené kvalitným podávačom pružnej nite, ovládaný programovaným zariadením. Výhodou použite väzby je relatívne malá závislosť medzi dĺžkou a priečnou deformáciou [37].



Obr. 19: Výplňová pletenina, Z- základná nit', Y- výplňová nit' [38].

V prípade, že kompresia je presahujúca alebo nedostatočná je nutné upraviť parametre pletacie stroja [39]. Na stroji sa zredujú alebo pridajú hodnoty troch kľúčových parametroch pre výrobu športového kompresného oblečenia. Základné parametre sú:

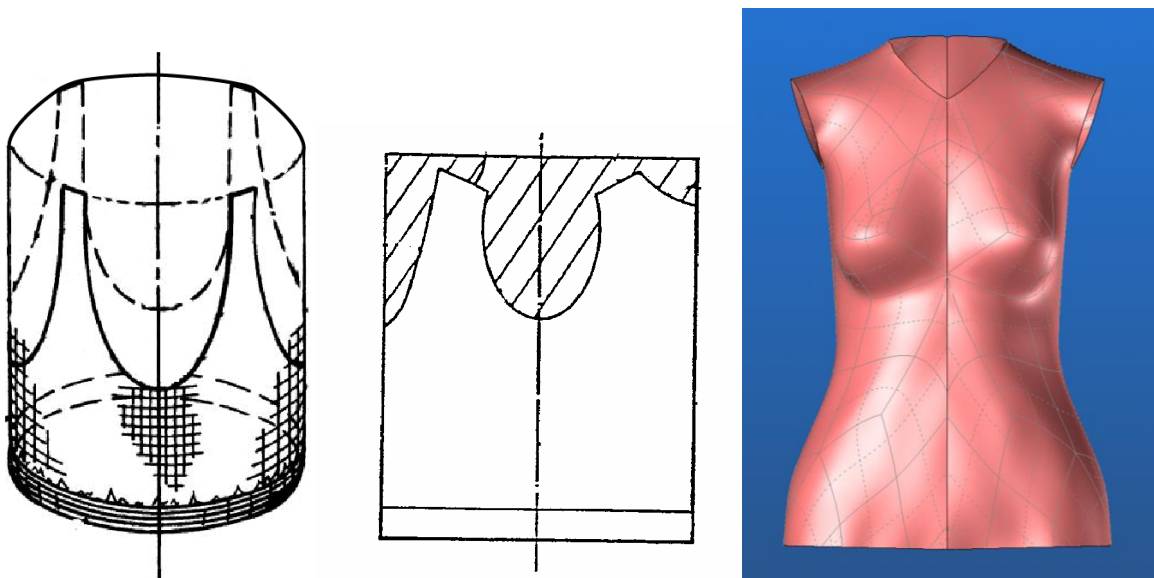
- Väzba – najme odvodené záťažné väzby.
- Hustota pleteniny – veľkosť očka a priestorové usporiadanie očiek.
- Rýchlosť podávania elastanu (Predpätie) – ovplyvnená je pritom zrážanlivosť.

7 Experimentálna časť

Cieľom experimentu je pokúsiť sa využiť software Design Concept 3D pre navrhovanie bezšvových odevných výrobkov. V prvej časti je zisťovanie možnosti software, ako by bolo teda možné najefektívnejšie navrhnúť bezšvovú podprsenku. Veľkou prednosťou software je možné vloženie mechanických vlastností textílií. Namerané dáta sú získane z meracieho prístroja KES-FB1 (ťahová skúška), ktorý je prístupný na katedre odevníctva . Do software Design Concept 3D sú dáta vložené manuálne. Mechanické vlastnosti textílií môžu byť merané pri štandardnej senzitivite 480 N/m, alebo veľmi vysokej senzitivite ako je napríklad 24 N/m, čo ako sa ukáže môže byť vo výsledku nevýhodou.

7.1 Práca v DesignConcept

Pre prácu navrhnutia bezšvového oblečenia v tomto software, bolo niekoľko variant druhu oblečenia, ako napríklad pančuchy, legíny, nohavičky, tielka, športové trička, podprsenky atď. Pre svoj experiment som zvolila návrh bezšvovej podprsenky, ktorá by bola vyrobená na okrúhlom pletacom stroji od firmy SANTONI. Jediným spojovacím švom na podprsenke by boli ramená (obr.20). Ako základný model pre navrhnutie podprsenky sa použilo torzo dámskej figuríny z katedry odevníctva, ktoré je digitálne naskenované 3D skenerom do programu CATIA a importovaná do programu Design Concept 3D (obr.20).

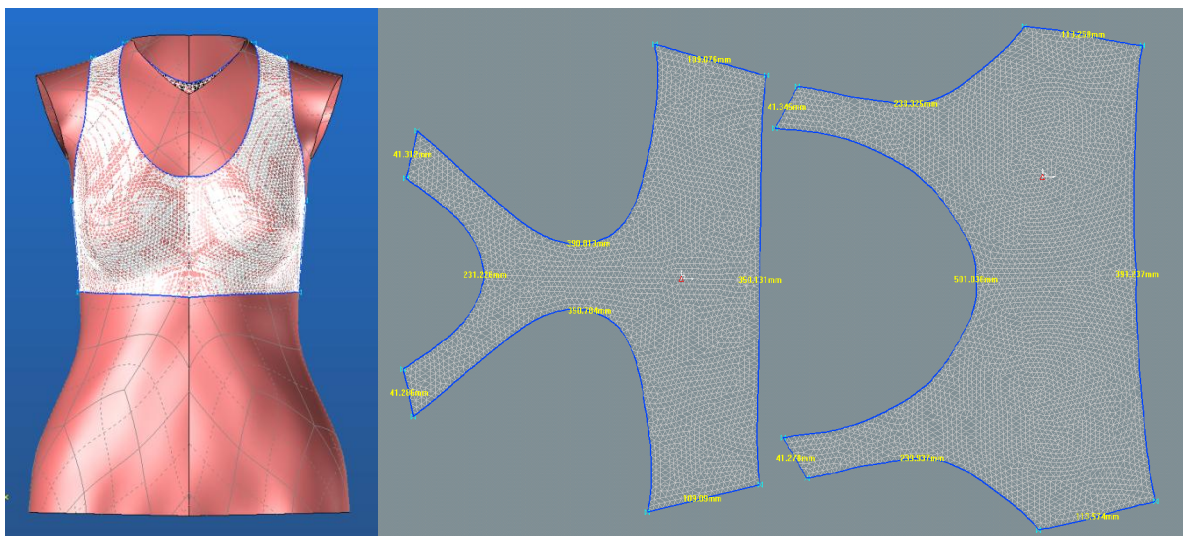


Obr. 20: Konštrukcia podprsenky na okrúhlom pletacom stroji, Torzo figuríny v DC3D

7.1.1 Návrh podprsenky

Návrh podprsenky bol inšpirovaný športovými podprsenkami, ktoré sú typické zbiehajúcimi sa ramienkami do stredu zadného diela. Podľa doporučených zdrojov je najpohodlnejšia šírka ramienok zvolená cca 4 cm z dôvodu aby sa nezarezávali do ramien. Ostatné rozmery sú zobrazené na obrázku (obr.21).

Strih podprsenky je vytvorený najprv na 3D objekte a až potom rozvinutý do 2D dokumentu. Prvým krokom je vytvorenie švových línií na 3D objekte, nasleduje vytvorenie siete (mesh), kontrola kvality siete, a nakoniec vytvorenie rozvinutého strihu v 2D dokumente. Pri vytvorení strihu dochádzalo ku komplikáciám pri rozvíňovaní. Tento problém sa prejavoval spadnutím celého software. Vyriešením tohto problému bolo zmenšenie veľkosti trojuholníkov, ktoré tvoria sieť (mesh). Strih v 2D dokumente je následne upravený, aby bolo možné previesť analýzu.



Obr. 21: Návrh športovej podprsenky a jej rozmery

7.1.2 Úprava strihu

Ako už bolo spomenuté podprsenka je vyrábaná na okrúhlym pletacom stroji, tým pádom by mali byť bočné kraje predného a zadného dielu rovnobežné. To však nie je možné na povrchu objektu torza, ale až po jeho rozvinutí.

Predtým ako sa začnú upravovať jednotlivé krivky je nutné vytvoriť referenčné krivky. Jednotlivé strihové krivky sú upravované následovne:

- V okne **2D pattern** odstrániť mriežku pomocou ikony **Display edges**

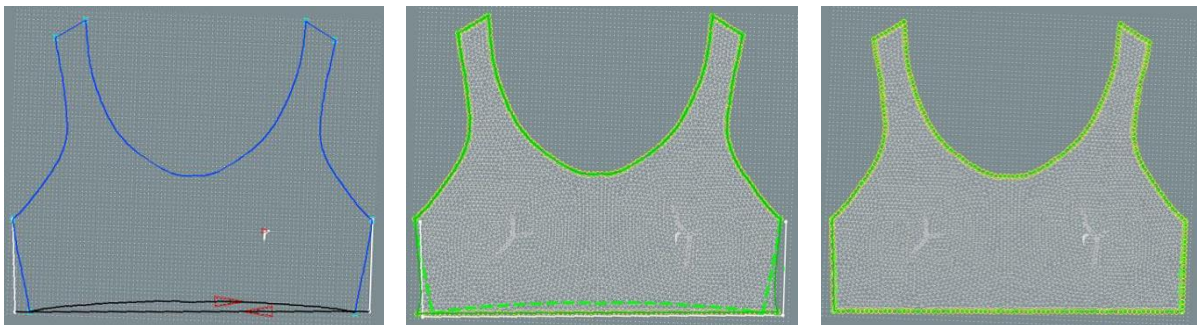
- Aktivovať funkciu **Curve**
- V rozbalenom menu aktivovať **Contour**, vykresliť referenčne krivky
- Aktivovať funkciu **Optimize pattern**
- **Replace pattern edge**
- **Select referenc curve** – vybrať krivku podľa ktorej sa budeme riadiť
- **Select pattern edge** – vybrať krivku ktorá sa bude meniť
- Aktivovať v príkazovej lište **INVERT** - červené šípky na krivkách sa otočia

CONFIRM DIRECTION - červené šípky ostávajú nezmenené

Šípky musia byť v jednom smere, preto v tomto prípade volíme INVERT (obr.22, prvý zľava)

- Aktivovať v príkazovej lište **Distribution mode = curve length**
- Potvrdiť **OK**
- Potvrdiť **OK**
- Vystúpiť z funkcie klávesnicou **Esc**

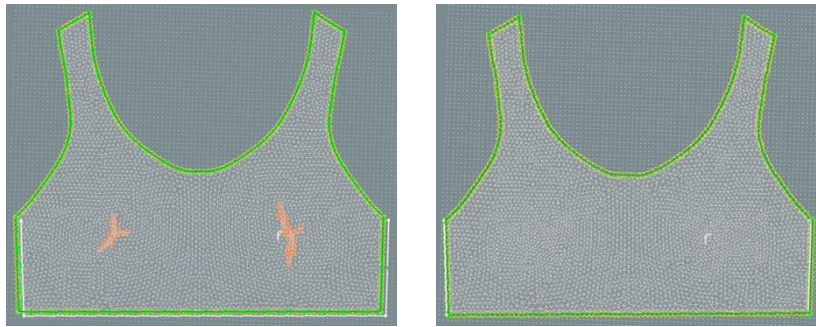
V prvom kroku bola vytvorená len krivka dolného kraja predného dielu. Na obrázku číslo 22 uprostred je upravená krivka dolného kraja na prednom diely. Cely postup sa opakuje aj pre bočné kraje, najprv pre jednu stranu potom pre druhu. Pomocne krivky sú po upravení strihu postupne vymazané. Rovnaký postup platí aj pre zadný diel.



Obr. 22: Úprava dolného kraja, Úprava bočných krajov, Upravený PD

V okne 2D pattern je nutné siete (mesh) dielov opraviť (obr. 23).

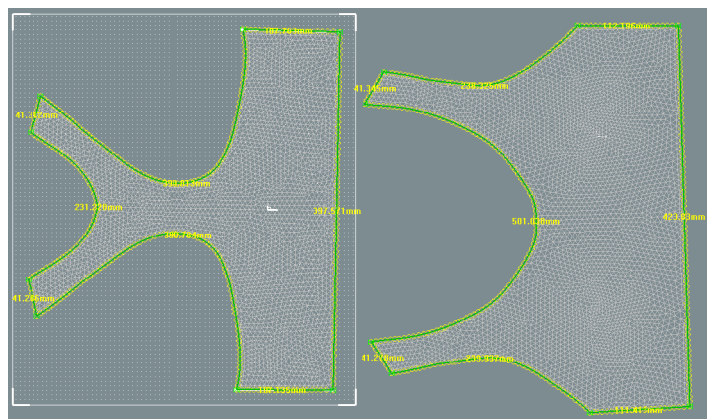
- Aktivovať funkciu **Regenerate patterns**
- Označiť diel v okne



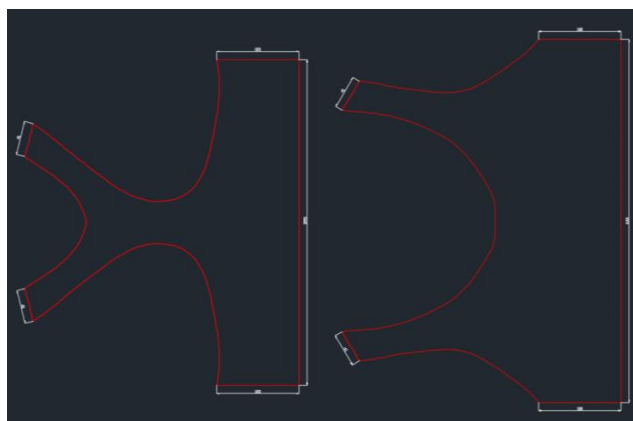
Obr. 23: Sieť po zmene bočného a dolného kraju, Sieť po úprave Regenerate

Prenesenie upravených dielov z 2D pattern do 3D design

- Aktivovať funkciu **Transfer curves in 3D**
- Označiť diel v okne
- Vystúpiť z funkcie klávesnicou **Esc**



Obr. 24: Rozmery predného a zadného dielu podprsenky v DC3D



Obr. 25: Do upravený strih v AutoCad

Predný a zadný diel podprsenky má bočné kraje kolmé na dolný kraj a zároveň sú bočné kraje na seba rovnobežné. Rozmery bočných krajov sú rozdielne, maximálny rozdiel je 5 mm, to je možné upraviť v Auto CAD (obr.25). Upravené diely sú pripravené pre analýzu.

7.1.3 Prevedenie strihu do DXF

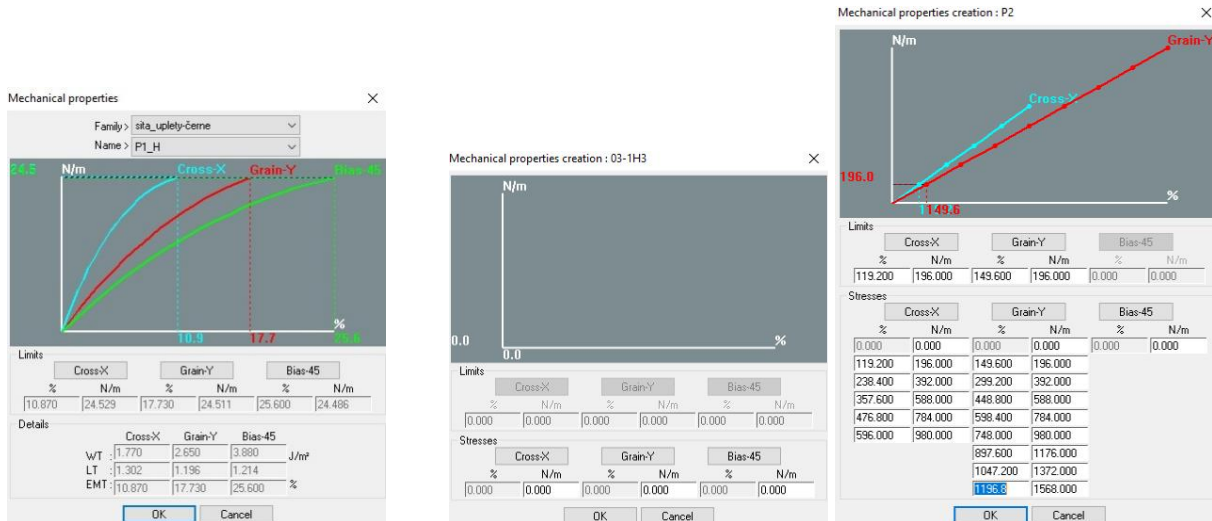
- Otvoriť nový **2D Product**
- Aktivovať **Design Patrns**
- Aktivovať **Create seamline part**
- Vybrať súbor s dielmi 2D Pattern
- Označiť všetky diely v 2D Pattern
- V príkazovej lište vybrať **Create parts**
- Umiestniť diely do nového 2D Product
- Esc
- Uložiť dokument v menu zvoliť **File**
- V rozbaľovanom okne zvoliť **Save as**
- Uložiť ako **dxf**
- **OK**
- Označiť všetky diely v 2D Product
- **OK**
- **ANO**

7.1.4 Vloženie mechanických vlastností

V tejto práci boli do softwaru Design Concept 3D vložené dáta z ťahovej skúšky získane meraním na prístroji KES – FB1 (obr.26, prvý zľava). Ďalšou možnosťou vloženia dát je skúška pevnosti v ťahu na trhacom prístroji. Je možné zadávať ľubovoľné množstvo dát podľa potreby (obr.26, prvé dva sprava). Treťou a poslednou možnosťou vloženia dát je ručný záznam ťahovej krivky.

Vďaka týmto hodnotám, ktoré udávajú mechanické vlastnosti materiálu je možné previesť analýzu. Pri manuálnom zadávaní je dôležité vždy pri vytvorení nového materiálu vynulovať všetky hodnoty. Keďže pri zadávaní každej hodnoty sa automaticky prepočítava graf je možné že nám software zle prepočíta priebeh krivky. Pri zadávaní hodnôt sa nepoužívajú čiarky ale bodky.

V Design Concept 3D je možné touto aplikáciou posudzovať ťažnosť [%] (strain), zakrivenie [1/m] (curvature), ťahovú silu [N/m] (stress), a tlak [kPa] (pressure). Všetky tieto mechanické vlastnosti sa posudzujú zvlášť v smere x, y a v uhlopriečnom smere 45°, len tlak je možné analyzovať globálne.

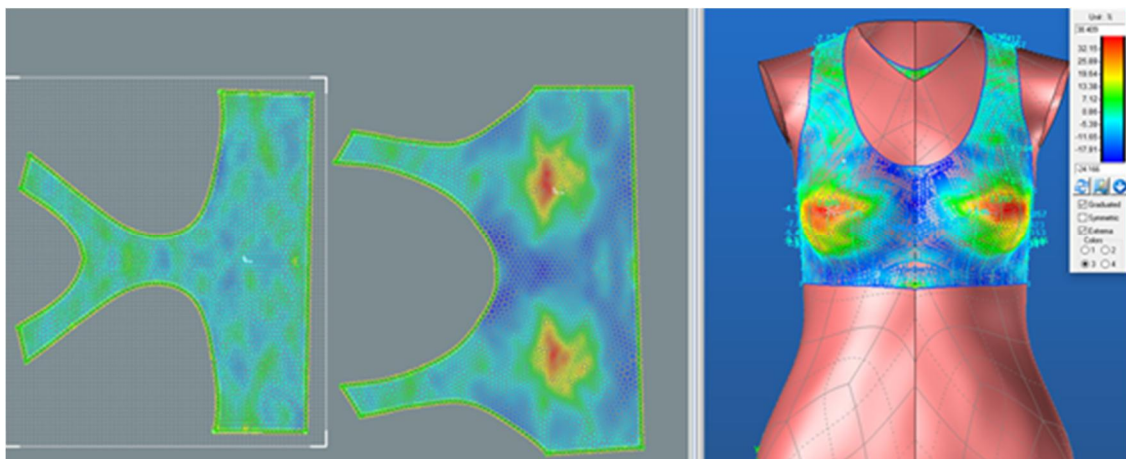


Obr. 26: Tabuľka mechanických vlastností materiálov pomocou KES-FB1, Tabuľky mechanických vlastností materiálov pomocou trhacieho prístroja.

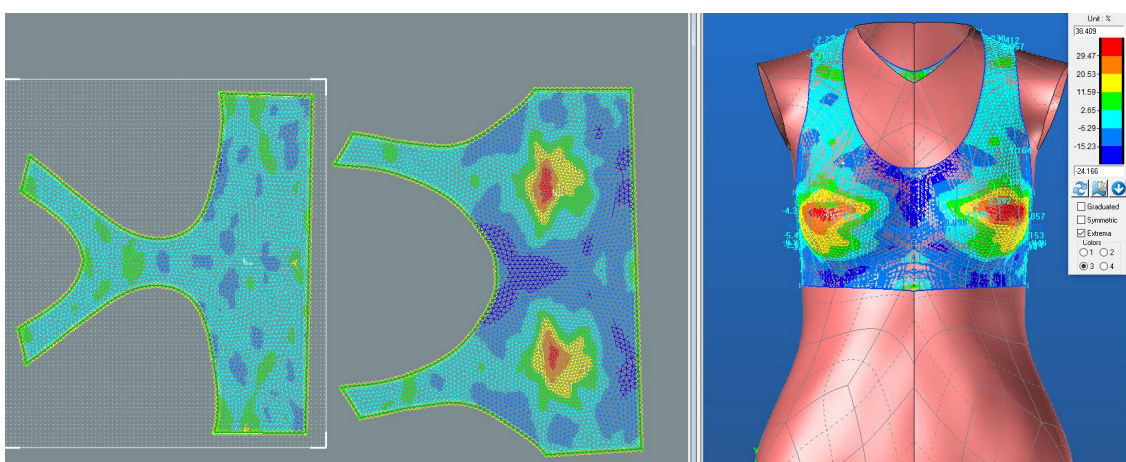
7.1.5 Aplikácia mechanických vlastností

Pri analýze akejkoľvek vlastnosti sa nám zobrazí farebná mapa s tabuľkou Limit na pravo. Táto tabuľka Limit je základným ukazovateľom, aká je maximálna a minimálna hodnota pre danú mechanickú vlastnosť materiálu.

Pre lepšiu orientáciu bola tabuľka funkcie Limit upravená pomocou nezaškrtnutia **Graduated**. Takto zobrazená mapa nám presnejšie ohraničuje zobrazujúcu ťažnosť jednotlivých miest, ako aj ich presne hodnoty v % (obr.27, obr.28). Celá plocha strihu je presne nadefinovaná konkrétnou ťažnosťou. Takto farebne zobrazený strih s vlastnosťami materiálu umožňuje presnejšie určenie zón.



Obr. 27: Limitná tabuľka so zaškrtnutia graduated



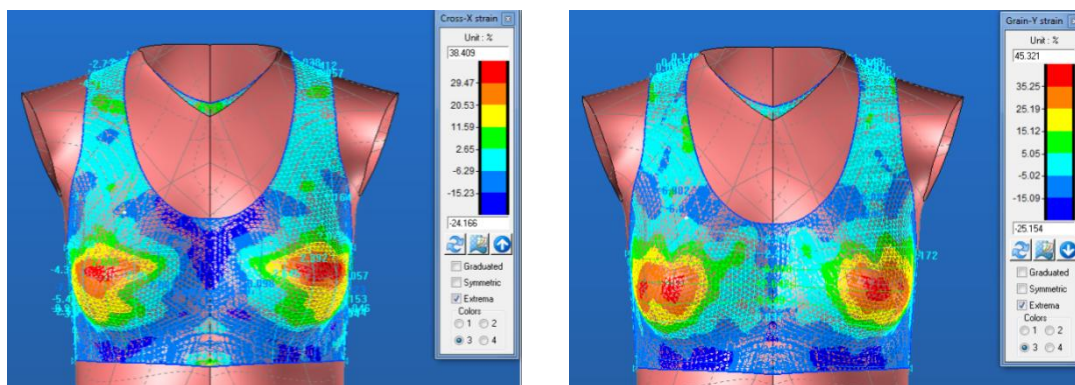
Obr. 28: Limitná tabuľka bez zaškrtnutia graduated

V tejto práci je použitá analýza ťažnosti materiálu v % (strain) (obr.29). Pri tejto analýze nie je možné posudzovať materiál globálne ale zvlášť v smere osy x a v smere osy y. V uhlopriečnom smere 45°nie je analýza potrebná pre túto prácu.

Zobrazená farebná sieť nám presne určuje hodnoty jednotlivých zón.

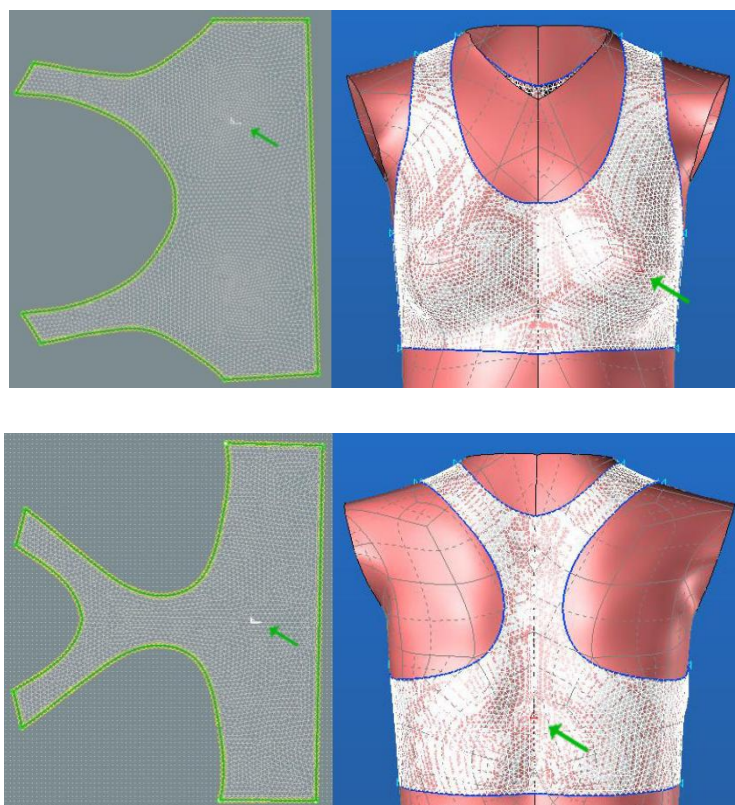
- Červená oblasť nám zobrazuje rozťažnosť materiálu medzi 29 % až 38 % v smere stĺpca a 35 % až 45 % v smere riadku.
- Svetlo modrá nám predstavuje oblasť priemerne s 0 % rozťažnosťou
- Tmavomodrá oblasť je oblasť, kde sa materiál vrásni, tým pádom vôbec neprilieha k objektu, v tomto prípade sú percenta záporne.

Tieto hodnoty nám pre navrhnutie bezšvovej podprsenky presne definujú zóny, ktoré sú charakteristické rôznymi ťažnosťami textilného materiálu.



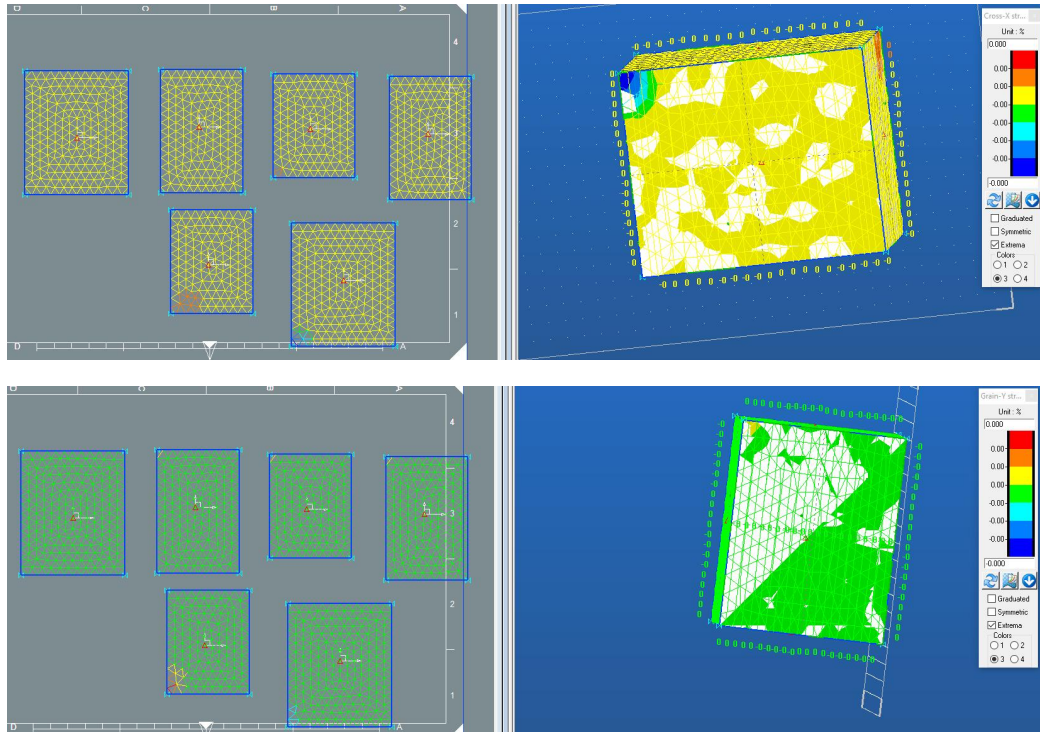
Obr. 29: Analysis feasibility- strain X v smere stĺpca na ľavo a strain Y v smere riadku na pravo

Ako je možné si všimnúť medzi ľavou a pravou stranou strihu je istá nesymetrickosť. Nesymetrickosť je tu z dôvodu toho, že strihové polohovanie vychádza z koordinačného bodu zobrazeného malým červeným trojuholníkom (obr. 30), ktorý nie je možné upraviť ľubovoľne. Software si ho vygeneruje sám podľa daného strihového dielu. V tomto prípade je nesymetrickosť ľavej a pravej strany na oboch dieloch minimálna. Avšak pre výrobu bezšvovej podprsenky by stačila aj polovica predného a zadného dielu.



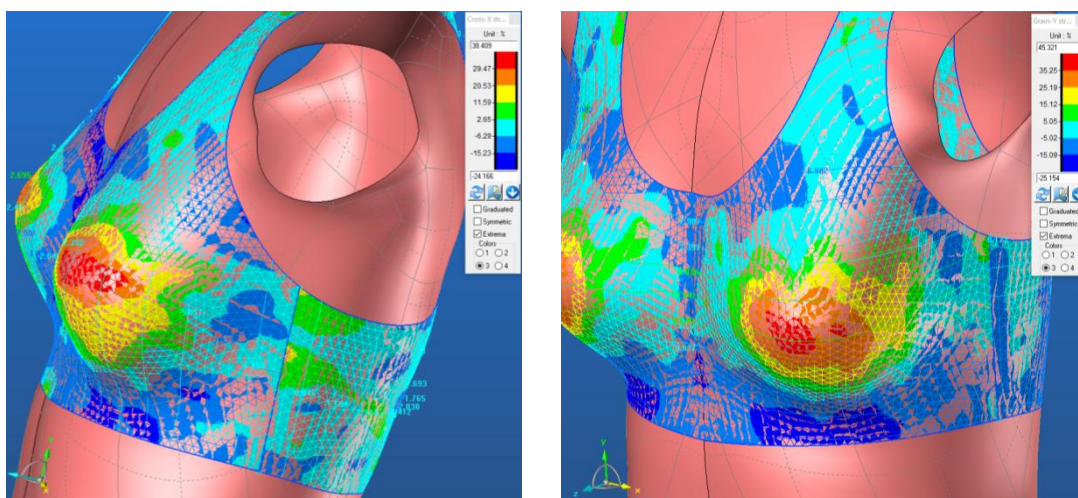
Obr. 30: Koordinačné body na prednom a zadnom diele

Pre potvrdenie že je možná aj nulová ťažnosť, bola prevedená analýza na kváder. Analýzou sa na 99,9 % potvrdilo že v smere X a Y je ťažnosť 0 %. Tým sa potvrdilo že čím viac je plocha rovná tým sa ťažnosť viac približuje 0 % (obr.31).



Obr. 31: Ťažnosť v smere x hore a v smere y dole

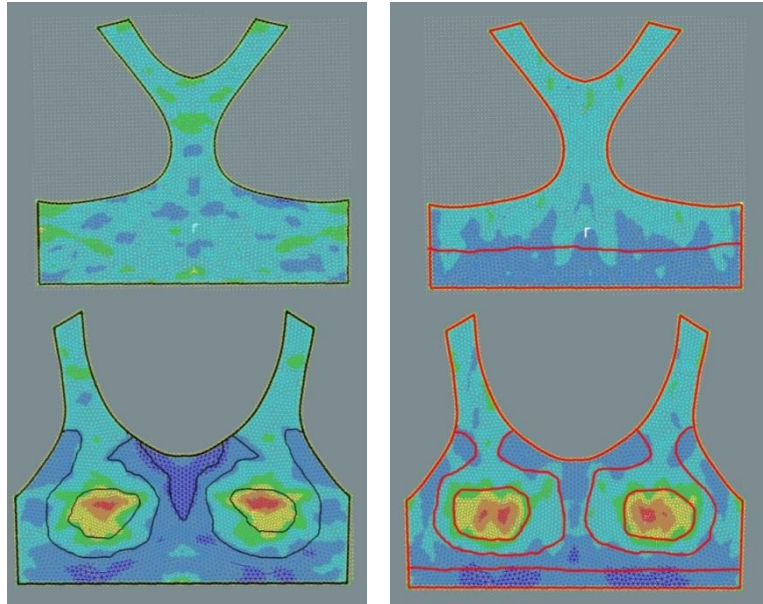
Design Concept 3D pri analýze strain neukazuje nie len farebnú mapu trojuholníkov zobrazujúcich hodnoty ťažnosti, ale aj niekoľko línií pravidelne rozostúpených v smere riadku a stĺpca. Tieto línie sú ohraničené strihom a každá jedna línia má nadefinovanú ťažnosť. Línie sú farebne rozlíšené podľa limitnej tabuľky.



Obr. 32: Ťažnosť línií v smere stĺpca na ľavo a v smere riadku na pravo

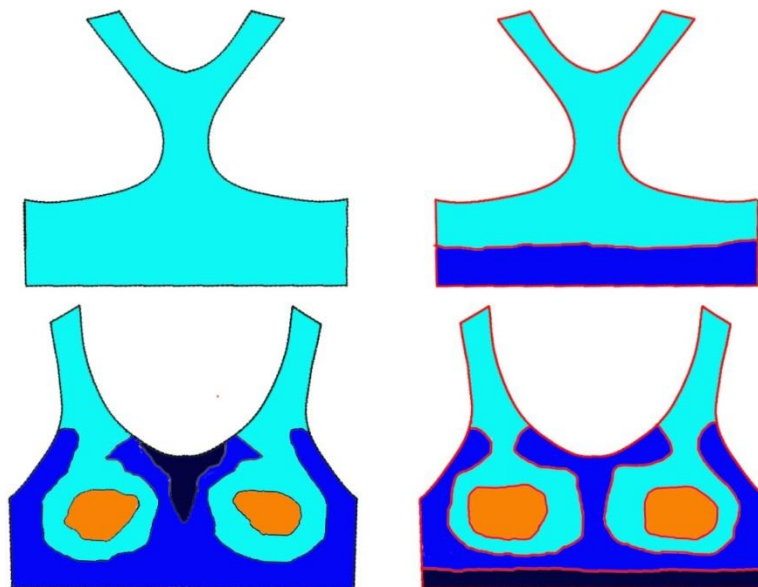
7.2 Vyčlenenie jednotlivých zón na strihových dieloch podprsenky

Získaná analýza strihových dielov podprsenky bola následne v programe Photoshop upravovaná. Podľa farebnej siete získanej trianguláciou sa vyčlenili jednotlivé zóny zvlášť v smere stĺpca čiernou farbou a v smere riadku červenou farbou (obr. 33).

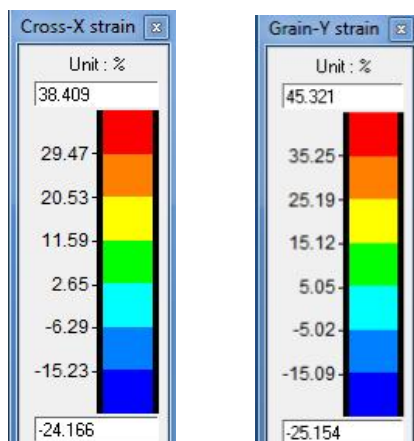


Obr. 33: Vyčlenenie zón rozťažnosti v smere stĺpca na ľavo a riadku na pravo.

Po vykreslení zón boli jednotlivé zóny pre lepšie zobrazenie zafarbene (obr. 34). Každá farba predstavuje inú ťažnosť. Rozmedzia ťažnosti zón sú získane z limitnej tabuľky software Design Concept 3D (obr. 35), ktoré sú v tabuľke 3 spriemerované.







Obr. 34: Farebné zobrazenie zón rozťažnosti v smere stĺpca na ľavo a riadku na pravo.



Obr. 35: Limitné tabuľky rozťažnosti pre strain X a Y

Tabuľka 3: Rozdiely v rozťažnosti jednotlivých oblastí podľa limitnej tabuľky.





Farebné zóny	Hodnoty ťažnosti v smere stĺpca	Priemerná hodnota	Hodnoty ťažnosti v smere riadku	Priemerná hodnota
Tmavo modrá 	-24 % do -15 %	-19	-2.5 % do -15 %	-20
Modrá 	-15 % do 0 %	-7	-15 % do 0 %	-7
Tyrkysová 	0 % do 11 %	5	0 % do 15 %	7
Oranžová 	11 % do 38 %	24	15 % do 45 %	30

V tabuľke 4 je určené rozmedzie medzi jednotlivými zónami a rozmedzie medzi najnižšou a najvyššou hodnotou, zvlášť pre ťažnosť v smere stĺpca a zvlášť v smere riadku. Tieto rozmedzia sú dôležité pre zvolenie správnych pletení. Zóny musia mať približne tieto rozmedzia aby mohli správne tvarovať telo objektu.

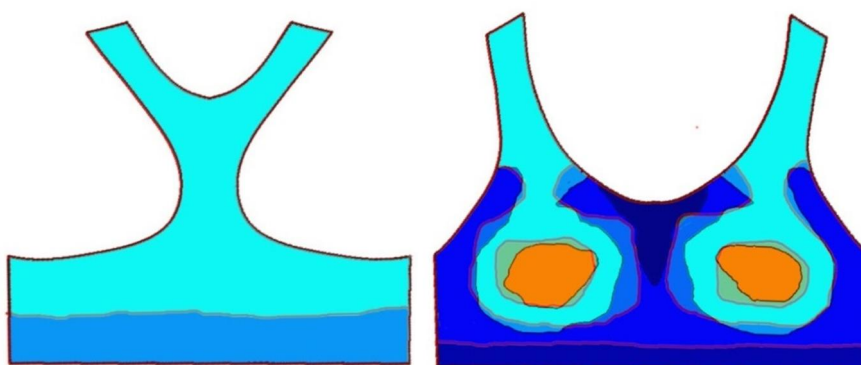
Pri analýze sa tak tiež počíta že tvar ktorý ma teleso je ideálny a nechceme ho nijak viac deformovať.

Rozdiely medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti sú orientačnou hodnotou pre porovnanie ťažnosti textilných materiálov pri správnej sile natiahnutia.

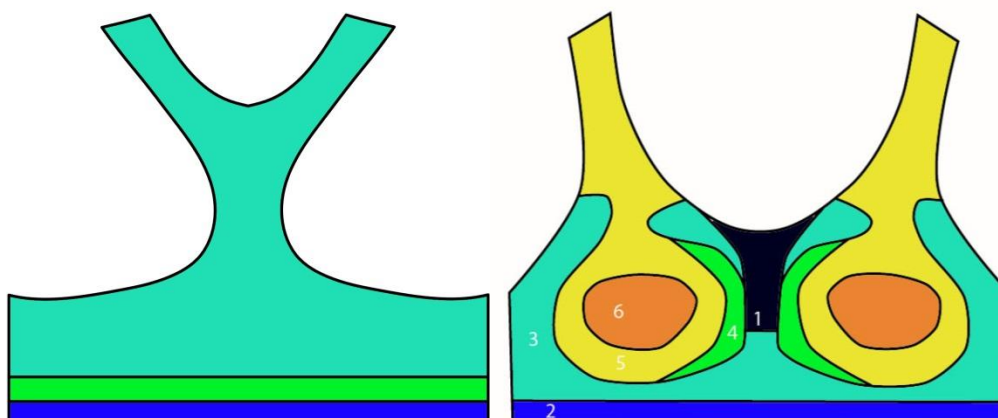
Tabuľka 4: Rozmedzia rozťažnosti medzi zónami

	Hodnoty ťažnosti v smere stĺpca podľa DC3D	Rozmedzie	Hodnoty ťažnosti v smere riadku podľa DC3D	Rozmedzie
tmavo modrá oblasť 	-19 %		-20 %	
		12		13
modrá oblasť 	-7 %		-7 %	
		12		14
tyrkysová oblasť 	5 %		7 %	
		19		23
oranžová oblasť 	24 %		30 %	
	Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti		Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti	
	43		50	

Spojením ťažnosti v smere stĺpca a v smere riadku sa získalo nadefinovanie všetkých potrebných zón s ťažnosťou v oboch smeroch (obr.36). Týmto spôsobom sa v programe Ilustrátor znova vykreslili jednotlivé zóny (obr.37).









Obr. 36: Spojene obidvoch rozťažnosti v smere riadku a stĺpca (v smere osy X a Y)



Obr. 37: Optimálne navrhnutie jednotlivých zón rozťažnosti

Všetky zóny majú nadefinovanú ťažnosť v smere stĺpca a v smere riadku. Hodnoty ťažnosti sú dosadené z priemerných hodnôt získaných z limitnej tabuľky. V tabuľke 5 sú zobrazené povolené rozmedzia od priemernej hodnoty.

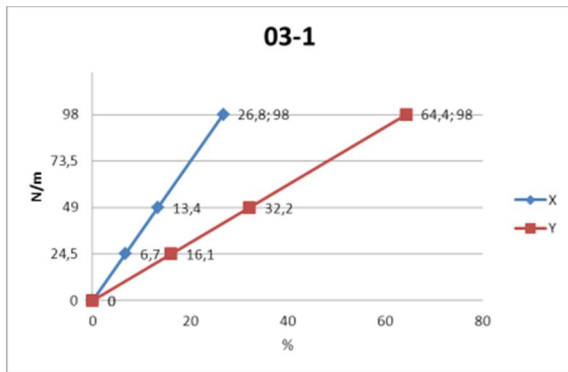
Tabuľka 5: Priemerná rozťažnosť jednotlivých zón podľa DC3D

ZONY	Hodnoty v smere stĺpca	Rozmedzie	Hodnoty v smere riadku	Rozmedzie
1. zóna 	-19 %	±5	-7 %	±7
2. zóna 	-7 %	±7	-20 %	±5
3. zóna 	-7 %	±7	-7 %	±7
4. zóna 	-7 %	±7	7 %	±7
5. zóna 	5 %	±5	7 %	±7
6. zóna 	24 %	±13	30 %	±15

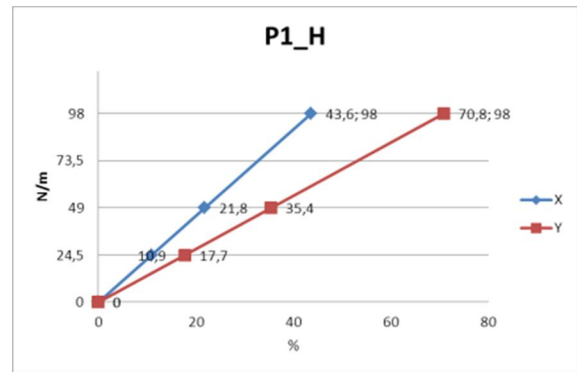
7.3 Definovanie pletení pre zóny

Pre analýzu ťažnosti materiálov boli firmou Pumax poskytnuté štyri druhy pletení, ktorých mechanické vlastnosti boli merane na prístroji KES-FB1. Keď že KES-FB1 je prístroj na meranie ťažnosti hlavne tkaných textilných materiálov, bolo nutne pri meraní zvoliť vyššiu senzitivitu. Štandardná senzitivita (maximálna ťahová sila) je 490 N/m. Pri meraní vysoko ťažných materiálov, ako sú materiály 03-1, P1_H, P2_H a P3_H, bolo nutne senzitivitu zvýšiť až na 24,5 N/m. Pri maximálnej vzdialenosti upínacích čelustí bola potrebná ťahová sila $F_m = 24,5$ N/m.

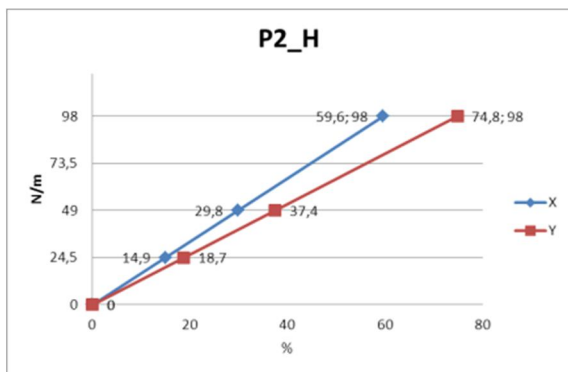
Pri tak malej sile je aj ťažnosť pleteniny veľmi nízka. Pri definovaní pletení by pravdepodobne bolo najvhodnejšie mať hodnoty ťažnosti pri ich maximálnej pevnosti. Preto prístroj KES-FB1 je možno vhodný pre vyčlenenie jednotlivých zón, ale nie je vhodný pre definovanie pletení pre konkrétne zóny. Ak by sme mali hodnoty ťažnosti pletení napr. aspoň pri sile 49 N/m alebo 98 N/m je možné, že by to bolo dostačujúce na definovanie pletení pre zóny. Ako už bolo spomenuté pri analýze ťažnosti zón je nutne rozmedzie v smere stĺpca 43 a v smere riadku 50 medzi najmenej ťažným materiálom a najviac ťažným materiálom. Preto sú hodnoty ťažnosti pletení nutné posúdiť aj pri sile 49 N/m a 98 N/m, ktoré sú len lineárne dopočítaných pre ďalšie teoretické hodnotenie (grafy 1. až 4.).



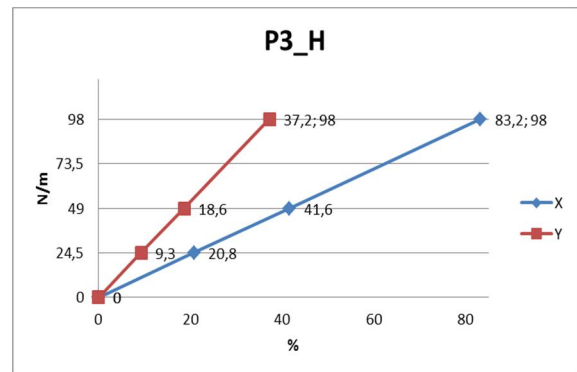
Graf 1: Lineárna ťažnosť pleteniny 03-1



Graf 2: Lineárna ťažnosť pleteniny P1_H

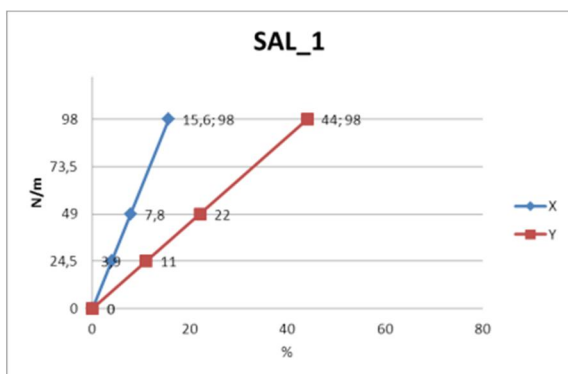


Graf 3: Lineárna ťažnosť pleteniny P2_H

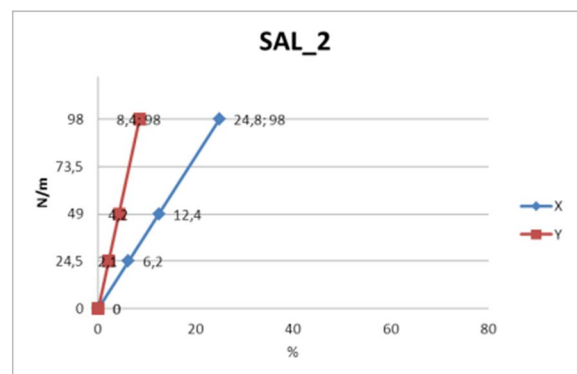


Graf 4: Lineárna ťažnosť pleteniny P3_H

Keď že pri analýze ťažnosti sa došlo k potrebe 6 ťažných zón, je potreba aj 6 rôznych pletenín. Preto sa použili pre porovnávanie ďalšie materiály merané na prístroji KES-FB1. Tieto materiáli neboli poskytnuté firmou Pumax a nie sú to záťažné pleteniny, ako prvé štyri materiály ale osnovné. Pri maximálnej vzdialenosti upínacích čelústí bola potrebná ťahová sila $F_m = 49$ N/m. Tak tiež ich hodnoty ťažnosti boli dopočítané lineárne pre ostatné sily (grafy 5. až 6).



Graf 5: Lineárna ťažnosť pleteniny SAL_1



Graf 6: Lineárna ťažnosť pleteniny SAL_2

Ako sa ukázalo v tabuľkách 6, 7, 8 pleteniny majú stále väčšie rozmedzie medzi najmenej a najviac ťažnou pleteninou zvyšujúcou sa pôsobiacou silou. V sivých okienkach sú

skutočné namerané hodnoty z prístroja KES-FB1, ostatné hodnoty sú lineárne dopočítané. Ako sa získalo analýzou „strain“ zo software Design Concept 3D optimálne rozmedzie, ktorého sa má dosiahnuť sa pohybuje minimálne 43 v smere stĺpca a 50 v smere riadku. Nie je presne dané pri akej sile toto rozmedzie má byť. Rozmedzie definuje, že najmenej ťažná pletenina by sa na objekte nemala vôbec rozťahovať, ale mala by priliehať. To znamená že jej rozťažnosť bude 0% a tým najviac ťažná pletenina by sa mala rozťahovať okolo 50 %. Sily 24,5 N/m a 49 N/m neposkytujú dostatočné rozmedzie (tabuľka 6, 7). Pri sile 98 N/m sú výsledky najvhodnejšie, rozmedzia sú väčšie o niečo málo viac ako optimálne rozmedzia (tabuľka 8). V tomto prípade pri sile 98 N/m je možné porovnávať pleteniny pre jednotlivé zóny.

Tabuľka 6: Ťažnosti pletení pri sile 24,5 N/m

			Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti
Stĺpec	SAL_1	3,9 %	11
	SAL_2	6,2 %	
	P3_H	20,8 %	
	03-1	6,7 %	
	P1_H	10,9 %	
	P2_H	14,9 %	
Riadok	SAL_2	2,1 %	16,6
	SAL_1	11 %	
	P3_H	20,8 %	
	03-1	16,1 %	
	P1_H	17,7 %	
	P2_H	18,7 %	

Tabuľka 7: Ťažnosti pletení pri sile 49 N/m

			Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti
Stĺpec	SAL_1	7,8 %	22
	SAL_2	12,4 %	
	P3_H	41,6 %	
	03-1	13,4 %	
	P1_H	21,8 %	
	P2_H	29,8 %	
Riadok	SAL_2	4,2 %	33,2
	SAL_1	22 %	
	P3_H	18,6 %	
	03-1	32,2 %	
	P1_H	35,4 %	
	P2_H	37,4 %	

Tabuľka 8: Ťažnosti pletení pri sile 98 N/m

			Rozdiel medzi najnižšou a najvyššou hodnotou ťažnosti
Stĺpec	SAL_1	15,6 %	44
	SAL_2	24,8 %	
	P3_H	83,2 %	
	03-1	26,8 %	
	P1_H	43,6 %	
	P2_H	59,6 %	
Riadok	SAL_2	8,4 %	66,4
	SAL_1	44 %	
	P3_H	37,2 %	
	03-1	64,4 %	
	P1_H	70,8 %	
	P2_H	74,8 %	

Pre posúdenie či sú pleteniny vhodné pre jednotlivé zóny je nutné ich porovnať. Ťažnosti pleteninových materiálov by sa mali zhodovať so zónami. To je možné urobiť tak, že ťažnosť všetkých zón z predošlej analýzy získanej softwarom Design Concept 3D zvýšime o konkrétnu hodnotu. Tato hodnota musí vychádzať z rozmedzia medzi pleteninou a zónou ku ktorej je určená. V tejto práci je určené že pletenina P2_H bude použitá v 6.zóne. Rozmedzie vychádza z hodnoty ktorú dostaneme ak ťažnosť pleteniny po riadku pri sile 98 N/m odčítame od ťažnosti zóny získanej zo software Design Concept 3D.

$$\text{ťažnosť pleteniny po riadku} - \text{ťažnosť zóny po riadku} = \text{zvýšenie}$$

$$\text{pletenina P2}_H - 6.\text{zóna} = \text{zvýšenie}$$

$$74,8 - 30 = 45$$







Všetky hodnoty ťažnosti z analýzy sú zvýšené o 45 (tabuľka 9). Takto upravené hodnoty ťažnosti zón je možné porovnávať s reálnymi materiálmi meranými pri sile 98 N/m. Možné je porovnávať rozmedzie z akejkoľvek pleteniny, len musí byť určené v akej zóne bude tato pletenina použitá.

Tabuľka 9: Zobrazenie rozťažnosti zón zvýšených o 45

ZONY	Priemer rozťažnosti v smere stĺpca	Rozmedzie	Priemer rozťažnosti v smere riadku	Rozmedzie
1. zóna 	26 %	±5	38 %	±7
2. zóna 	38 %	±7	25 %	±5
3. zóna 	38 %	±7	38 %	±7
4. zóna 	38 %	±7	52 %	±7
5. zóna 	50 %	±5	52 %	±7
6. zóna 	69 %	±13	75 %	±15

Tabuľka 9 predstavuje ideálnu ťažnosť pletení pre zóny pri sile 98 N/m. V ďalšej tabuľke 10 sa posudzujú či sú všetky pleteniny akceptovateľné a priradené k zóne. V prílohe 8 je zobrazené i porovnávanie pri sile menšej 49 N/m a väčšej 196 N/m, pri oboch je overené, že primerané posudzovanie už nie je možné.

Tabuľka 10: Dosadenie jednotlivých strihových zón ku konkrétnej pletenine

Rozťažnosť zón zvýšená o 45				Rozťažnosť pletení pri sile 98 N/m	
Zóny	Smer	Hodnota	Rozmedzie		
1 	stĺpec	26 %	(21 % - 31 %)	03-1	stĺpec – 26,8 %
	riadok	38 %	(31 % - 45 %)		riadok – 64,4 %
2 	stĺpec	38 %	(32 % - 45 %)		
	riadok	25 %	(20 % - 30 %)		
3. 	stĺpec	38 %	(32 % - 45 %)	P3_H	stĺpec – 83,2 %
	riadok	38 %	(31 % - 45 %)		riadok – 37,2 %
4. 	stĺpec	38 %	(32 % - 45 %)	P1_H	stĺpec – 43,6 %
	riadok	52 %	(46 % - 59 %)		riadok – 70,8 %
5. 	stĺpec	50 %	(46 % - 55 %)		
	riadok	52 %	(46 % - 59 %)		
6 	stĺpec	69 %	(56 % - 82 %)	P2_H	stĺpec – 59,6 %
	riadok	75 %	(60 % - 90 %)		riadok – 74,8 %

Modrou farbou označené rozťažnosti nevyhovujú v danom smere pre konkrétnu zónu. Vyhovujúca pletenina je P2_H pre 6.zónu ako bolo na začiatku určené. Ostatné pleteniny vyhovujú aspoň v jednom smere v danom rozmedzí ale v druhom už nie, preto sú celkovo nevyhovujúce. Pleteniny SAL_1 a SAL_2 by tiež vyhovovali aspoň v jednom smere ale iné

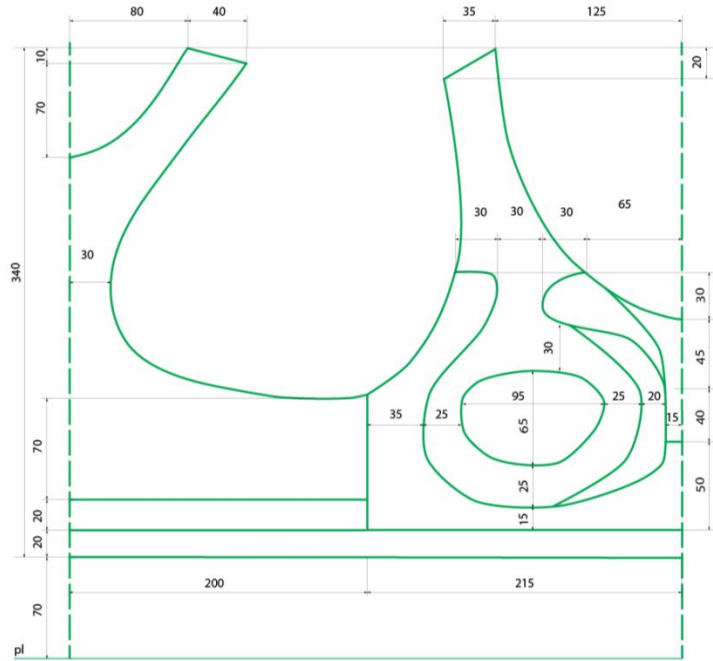
materiáli by boli optimálnejšie preto sú označené zelenou farbou. Pre 2.zónu a 5.zónu ani v jednom smere nebola vhodná žiadna pletenina.

7.4 Konštrukcia strihu a porovnávanie

Tabuľka 11: Rozmery figuríny

Telesné rozmery figuríny	
Trupová časť	
Obvod hrudníku	84 cm
Obvod hrudníka pod prsiami	72 cm
Obvod hrudníka nad prsiami	78 cm
Obvod pásu	70 cm
Obvod krku	36 cm
Šírka chrbta	35 cm
Hrudná šírka	32 cm
Dĺžka ramena	12 cm
Medzi prsná šírka	18 cm
Dĺžka chrbta	42 cm
Zadná hĺbka podpazušia	21 cm
Dĺžka od 7. krč. stavca k prsu	34 cm
Hĺbka prs	27 cm

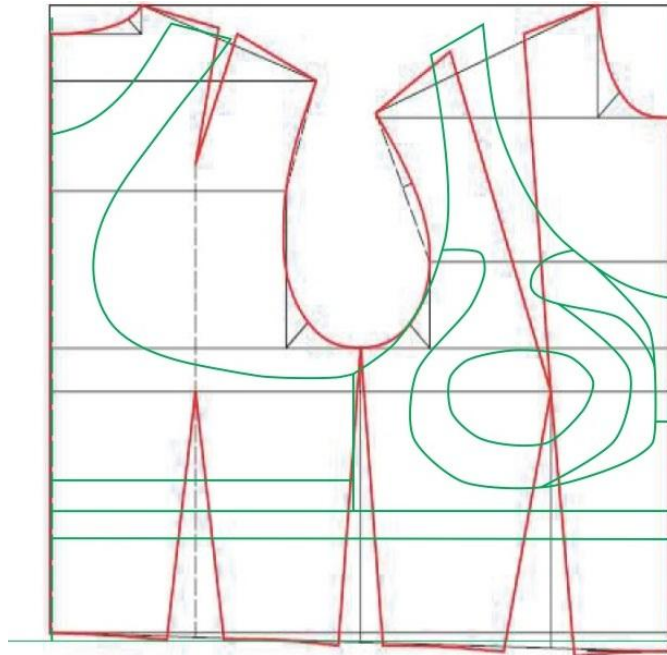
Figurína importovaná do Design Concept 3D je skonštruovaná podľa veľkosti 38 veľkostného sortimentu DOB. Rozmery strihu športovej podprsenky teda vychádzajú z rozmerov figuríny (obr.40).



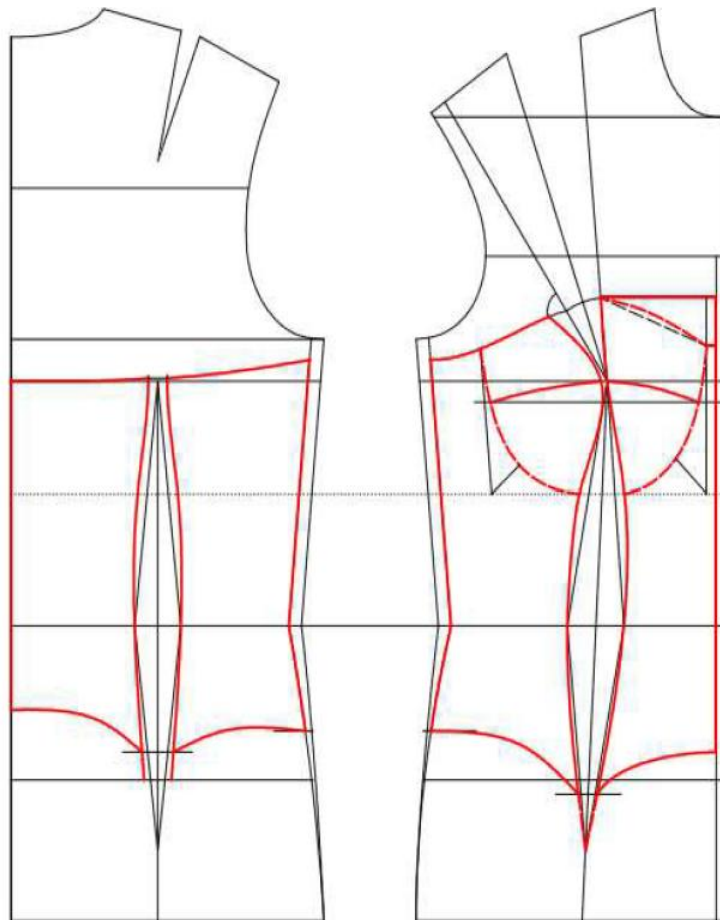
pl- pásová línia

Obr. 38: Konštrukčný strih zón športovej podprsenky v mierke 1:5

Pre kontrolu správnosti konštrukcie športovej podprsenky sa vychádzalo z porovnania základného strihu blúzky podľa Ann Haggara (obr. 41). Rozdiely sú viditeľné na pleciach, ale táto zmena sa dá upraviť bez narušenia akejkoľvek zóny. Ďalším rozdielom je hlbší vykroj prieramku podprsenky oproti základnému strihu blúzky podľa Haggara. Keď že je to základný strih môžeme si všimnúť, že pri ďalšej modelácii korzetu Hagar znížil hĺbku prieramku rovnako ako pri konštrukcii športovej podprsenky (obr.42). Môžeme tvrdiť, že podprsenka je kompatibilná so somatometrickými bodmi základných konštrukcií trupových strihov.



Obr. 39: Porovnanie strihu športovej podprsenky so základným strihom podľa Ann Haggara v mierke 1:5



Obr. 40: Konštrukcia korzetu podľa Ann Haggara a jeho modelová úprava v mierke 1:5 [40]

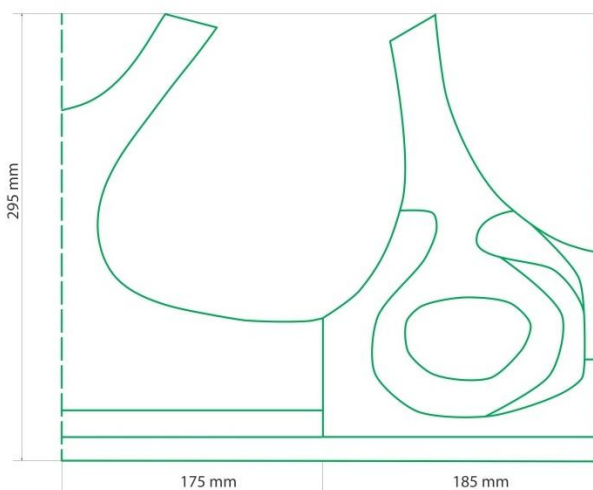
Pri konštrukcii strihu pre tvorbu športovej podprsenky z pleteniny s kompresnými vlastnosťami musíme vziať v úvahu, že strih ako taký nebude priliehať po celej ploche. Keďže strih ma teraz obvod po šírke 83 cm bude priliehať na hrudnej časti, ale pod prsiami kde je obvod 72 cm bude v tomto prípade odštvávať. Preto je nutné strih, ktorý sa bude zadávať pre software určený pre okrúhli pletací stroj Santoni zmenšiť.

1.zmenšenie bude vychádzať z porovnania rozmeru najväčšieho obvodu hrudníku a rozmeru obvodu hrudníku pod prsiami. Pre výpočet bude stačiť len polovica strihu.

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{2} \text{ obvod hrude} & 41,5 \text{ cm} = 100\% \\ \frac{1}{2} \text{ obvod pod prsiami} & 36 \text{ cm} = 86,5\% \end{array}$$

$$100\% - 86,5\% = \underline{13,5\%}$$

Základný strih by sa zmenšil o 13,5 % ,tým by celá podprsenka priliehala na telo. Najmenej ťažný materiál by priliehal pod prsiami bez akéhokoľvek roztiahnutia pleteniny, ťažnosť by bola 0 % (obr. 43).



Obr. 41: Základný strih podprsenky zmenšený o 13,5 % v mierke 1:5

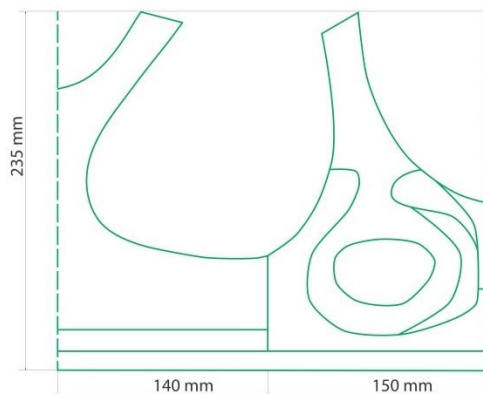
2.zmenšenie by vychádzalo s ťažnosti zón pri sile 98 N/m. V tomto prípade budeme vychádzať z najmenej ťažnej zóny v smere riadku (2.zóna). Ťažnosť tejto zóny je 25 % pri sile 98 N/m. To znamená ak proband oblečie podprsenku, najužšia časť s najmenšou ťažnosťou sa roztiahne o 25 % svojej dĺžky. Polovica obvodu hrudníku pod prsiami je 36 cm, to predstavuje rozmer zvýšený o 25 % od rozmeru polovice dolného kraja podprsenky. Je nutné dopočítať aký by bol rozmer ak by materiál nebol roztiahnutý o 25 %.

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{2} \text{ obvod pod prsiami} & 36 \text{ cm} = 125\% \\ \frac{1}{2} \text{ dolného obvodu podprsenky} & 29 \text{ cm} = 100\% \end{array}$$

Týmto sa vypočítalo aký široký by mal byť dolný kraj podprsenky, keď naň nie je pôsobená žiadna sila. Rozmer 29 cm sa potom porovnáva so skutočným obvodom hrudníka a vypočíta sa o koľko % sa strih zmenší.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ obvod hrude} & \quad 41,5 \text{ cm} = 100 \% \\ \frac{1}{2} \text{ dolného obvodu podprsenky} & \quad 29 \text{ cm} = 69,5 \% \\ 100 \% - 69,5 \% & = \underline{30,5 \%} \end{aligned}$$

Základný strih by sa v tomto prípade zmenšil o 30,5 %. Športová podprsenka by už s takým zmenšením vytvárala na veľkosť 38 v každom mieste určitý povolený tlak (obr. 43).



Obr. 42: Základný strih podprsenky zmenšený o 30,5 % v mierke 1:5

7.5 Analýza tlaku vyvíjajúci podprsenka na povrch figuríny

Analýzou tlaku v software Design Concept 3D je možné si overiť aký vysoký by bol vyvíjajúci tlak na povrch figuríny, ktorý je tak dôležitý pre pohodlnosť a funkčnosť podprsenky. Ako už bolo v rešeršnej časti spomenuté najpohodlnejší tlak na hrudi sa pohybuje v rozmedzí 1,456 kPa až 2,118 kPa [24]. Analýza sa posudzuje pri mechanických vlastnostiach úpletov meraných pri maximálnej sile 98 N/m. Keď že pri sile 24,5 N/m nedosahuje pletenina dostatočnú rozťažnosť, nie je ani schopný presne definovať tlak na celom povrchu figuríny. Podprsenka na niektorých miesta vyžaduje väčšiu rozťažnosť akú pletenina pri sile 24 N/m nedosiahne. Program prepočítava len dáta ktoré sú zadané. Analýza tlaku pletenín meraných pri sile 24,5 N/m nám poskytuje len maximálny tlak 1,528 kPa vždy pri každom zmenšení strihu. Pre overenie limitná tabuľka a mapa tlaku sú zobrazené v prílohe 7.

V rešeršnej časti sa stretávame s množstvom rozdielnych jednotiek pre tlak, preto je nutné vedieť ich vzájomné vzťahy.

Výpočet tlaku:

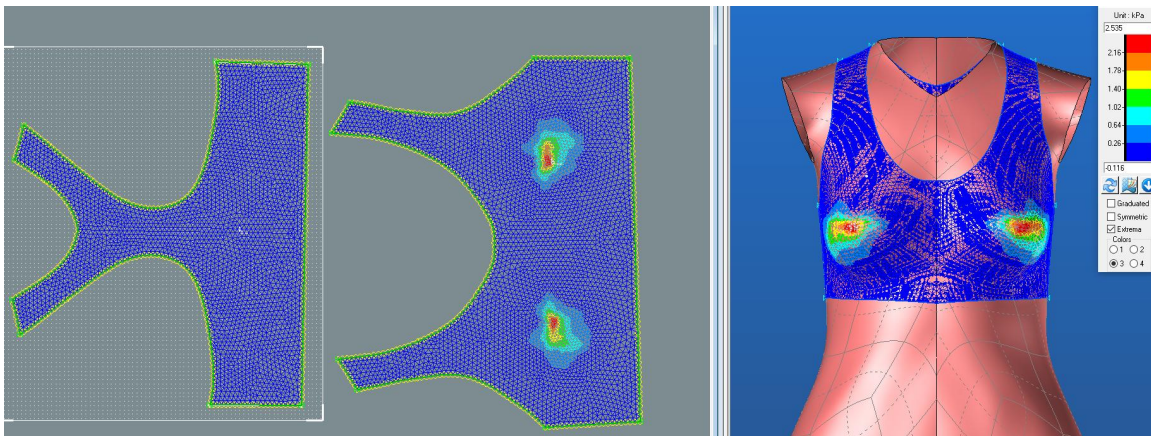
$$P[Pa] = \frac{F}{S} \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad (13)$$

Prevod jednotiek:

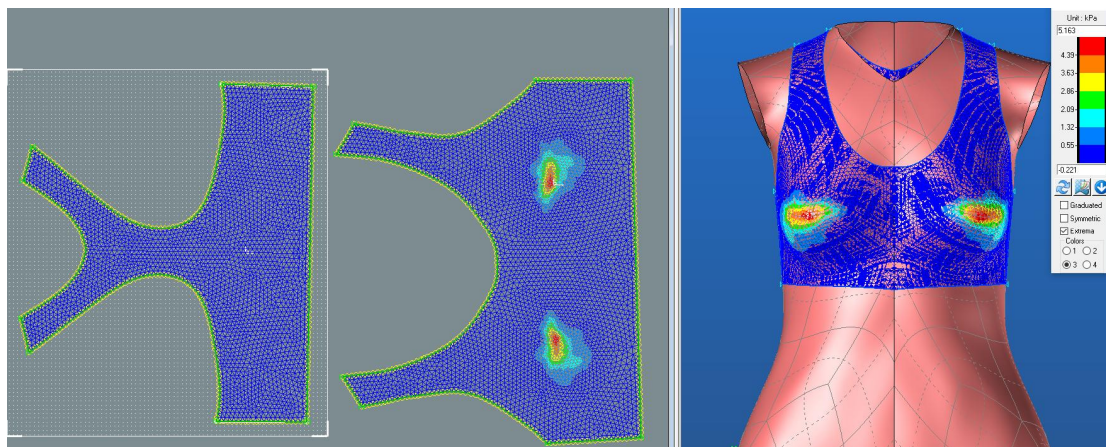
1 Pa = 0.001 kPa;	1 kPa = 1000 Pa
1 kPa = 7.500617 mm Hg;	1 mm Hg = 0.133322 kPa
1 kPa = 1000 N/m ² ;	1 N/m ² = 0.001 kPa
1 kPa = 10.197162 gf/cm ² ;	1 gf/cm ² = 0.098067 kPa

Pre analýzu tlaku sa v tejto časti analyzujú len 2 pleteniny, najviac ťažná pletenina P2_H a najmenej ťažná pletenina zvolená vo výbere zón je pletenina 03-1. Keď že ostatné pleteniny by mali veľmi blízke hodnoty nie je nutné analyzovať všetky.

Rozvinutý a upravený strih zobrazuje na väčšine plochy u obidvoch pletenín 0 kPa (tmavomodrá farba). Rozmedzie tlaku u pleteniny P2_H je -0,116 kPa až 2,535 kPa. Rozmedzie tlaku u pleteniny 03-1 je -0,221 kPa až 5,163 kPa.

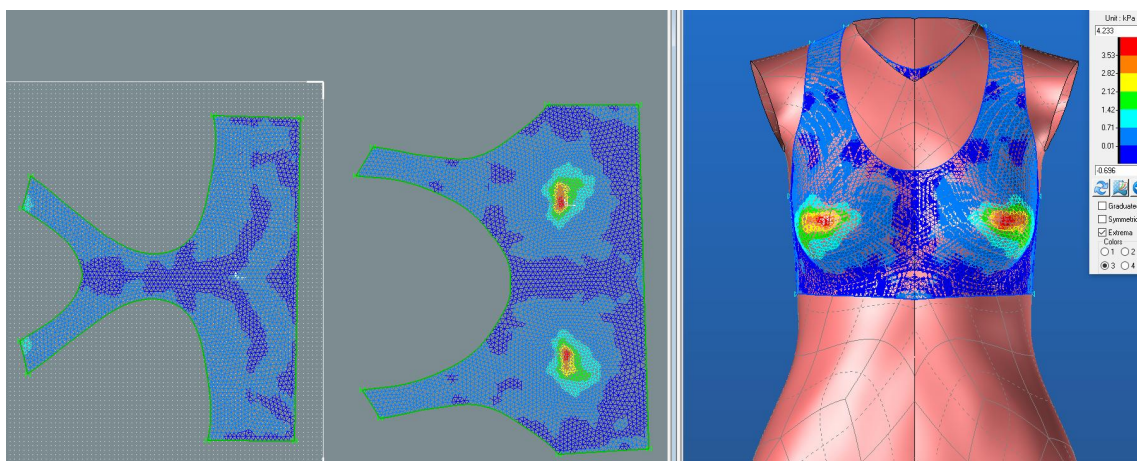


Obr. 43: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (rozvinutý strih)

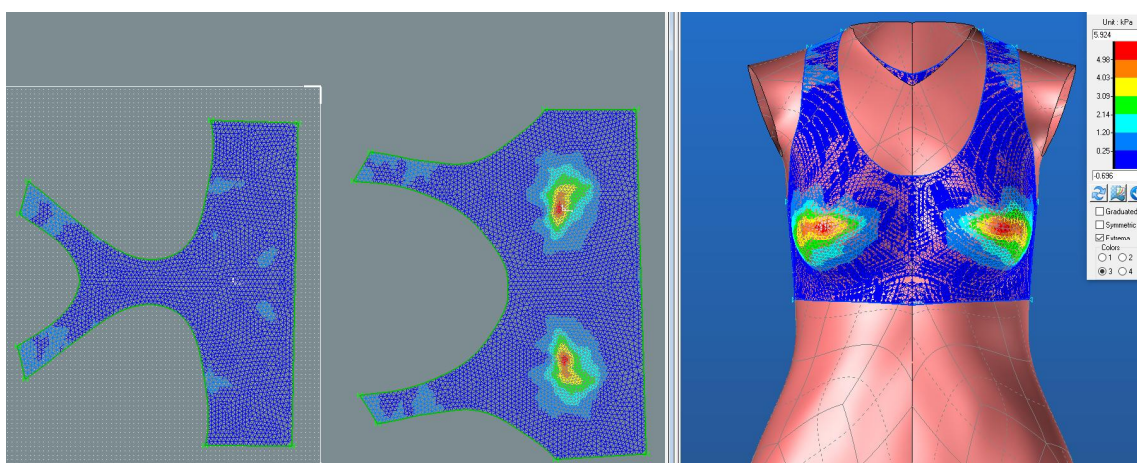


Obr. 44: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (rozvinutý strih)

Pri konštrukcii strihu bola jednou variantov zmenšenia strihu o 13,5 %. Takto zmenšený strih má hodnoty tlaku pre pleteninu P2_H v rozmedzí -0,696 kPa až 4,233 kPa a pre pleteninu 03-1 má tlak rozmedzie -0,696 kPa až 5,924 kPa. Najväčšia plocha predstavuje tlak pre obe pleteniny od 0 kPa do 0,71 kPa, ako je ukázané na limitnej tabuľke. Takto nízky tlak je stále nedostačujúci pre požadovaný kompresný tlak na hrudnej časti tela.

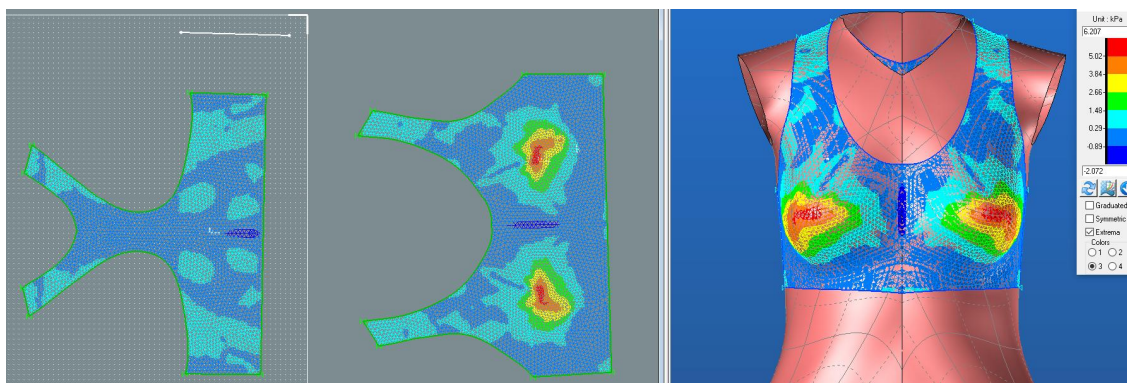


Obr. 45: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 13,5 %)

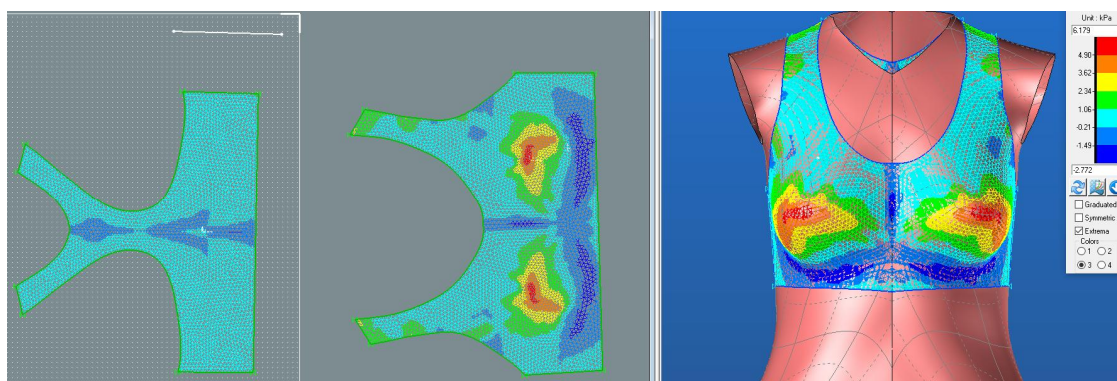


Obr. 46: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 13,5 %)

Pri zmenšení o 30,5% má väčšina plochy tlak od 0 kPa do 1,48 kPa. Týmto zmenšením sa dosiahli približujúce sa výsledky pohodlného kompresného tlaku. Pletenina P2_H pôsobí na povrch figuríny tlakom v rozmedzí -2,072 kPa až 6,207 kPa. Pletenina 03-1 pôsobí tlakom v rozmedzí -2,772 kPa až 6,179 kPa.



Obr. 47: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 30,5 %)



Obr. 48: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 30,5 %)

Záver

Cieľom práce bolo ukázať možnosť navrhovania bezšvovej podprsenky v software Design Concept 3D. Ako sa ukázalo software vďaka tomu že umožňuje modelovať 3D objekty dokáže aj prijímať importované dáta nasnímaného objektu vo formáte iges, alebo prevziať model z iných softwaru ako je CATIA, Auto CAD a podobne. Vďaka metóde konečných prvkov je schopný vypočítavať ťažnosť v každom smere zvlášť a tlak globálne. Vďaka týmto funkcia je možné analyzovať akýkoľvek strih na povrchu objektu. Vďaka ťažnosti bolo možné v smere riadku a stĺpca vyčleniť jednotlivé zóny a vďaka limitnej tabuľke, bolo možné presne určiť ťažnosť. S takto vyčlenenými zónami sa potom pracovalo s navrhovaním finálnej športovej podprsenky v softwaru Phothoshop a Ilustrátor. Čo sa týka analýzy tlaku, ten je dôležitým ukazovateľom pre pohodlie a komfort nositeľa, preto bol tak tiež hodnotený.

Pre vyhodnotenie analýzy ťažnosti a tlaku boli mechanické vlastnosti pletenín zamerané na prístroji KES-FB1.

Strihové riešenie športovej podprsenky bolo inšpirované z naštudovaných informácií z rešeršnej časti tejto diplomovej práce. Tak ako aj doporučený tlak na ramenách maximálne 3,2 kPa a na hrudi medzi 1,5 kPa až 2,1 kPa, ktorý má pôsobiť na povrch objektu. Konštrukcia strihu v Design Concept 3D je náročná a nie úplne presná ak objekt nie je vytvorený v tomto software, alebo ak nie je povrch objektu pri importovaní dostatočne upravený.

Na základe experimentu je do istej miery možné pomocou Design Concept 3D navrhnuť bezšvové oblečenie pre akúkoľvek časť tela človeka alebo objektu. Čo sa týka tela človek musí byť v ideálnom tvare pri skenovaní. Software ukazuje tlak pôsobiaci na povrch, nepočíta sa zo žiadnymi ďalšími fyzikálnymi veličinami, ako je napríklad gravitačná sila (F_g), alebo tlak vyvíjajúci pri pohybe.

Pre väčšiu objektívnosť experimentu by bolo potrebné otestovať väčšie množstvo pletenín a zmerať ich skutočnú maximálnu ťažnosť pri väčšej sile ako je 24,5 N/m. Ako už bolo spomenuté možnosťou merania by bola skúška pevnosti v ťahu na trhacom prístroji napr. dynamometer (trhačka).

K tejto práci sa ponúkajú ďalšie analýzy v software Design Concept 3D a to ako analýza zakrivenia (curvature [m^{-1}]) tak aj napätia (stress [N/m]) v danom smere. Analýzou zakrivenia pozdĺž zadaného smeru by sa mohla overiť zlučiteľnosť strihu so schopnosťou ohybu daného materiálu. Analýzou napätia by sa posúdilo namáhanie oblasti pozdĺž

vybraného smeru na základe mechanických vlastností daného materiálu. Pri globálnej analýze by sa mohli posudzovať šmykové zóny (shear angle [°]) ktoré kontrolujú kompatibilitu strihu z daným materiálom. Ďalšími globálnymi analýzami (3D strain [%], 2D strain [%]) by sa vyhľadávalo narušenie väzieb medzi trojuholníkmi mesh, ktoré by zobrazovali napnuté alebo kompresné zóny. Na základe týchto analýz je možné navrhnúť bezšvové oblečenie.

Výsledky štúdia môžu byť využité pre skutočnú realizáciu športovej podprsenky a overenia jej funkčnosti na postave. Ak by výsledky boli kompatibilné, bola by to veľká výhoda pre výrobné podniky, ktorých finálne výrobky prechádzajú niekoľkými strihovými a zónovými experimentmi. Skracovala by sa doba navrhovania pre konfekčne veľkosti ale hlavne aj pre atypické postavy alebo telesá.

LITERATÚRA

- [1] 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 2011, International conference on Innovative methods in Product Design, June 15th -17th , 2011, Venice, Italy, pp.463-468.
- [2] LEE, S.E., CHEN, C.: *Mass-customization, methodology for an apparel industry with a future*, Journal of Industrial Technology, Vol. 16, No. 1, 2000, pp. 2-7.
- [3] XIU, Y., LI, C-F.: *Cloth 3D simulation based on mass-rod model*, China Textile Journal 2007; pp. 112-116.
- [4] WANG, C., TANG, K., YEUNG, B.: *Freeform surface flattening based on fitting a woven mesh model*, Computer-aided design, Vol. 37, Iss. 8, 2005; pp. 799-814.
- [5] NAM, J., BRANSON, D.H., CAO, H., JIN, B., PEKSOZ, S., FARR, C., ASHDOWN, S.: *Fit analysis of liquid cooled vest prototypes using 3D body scanning technology*, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management 4, 3, 2005.
- [6] BYE, E., MCKINNEY, E.: *Fit analysis using live and 3D scan models*, International Journal of Clothing Science and Technology 22, 2010, pp.88-100.
- [7] GUO, M., KUZMICHEV, V.E., ADOLPHE, D.C.: *Human-friendly design of virtual system “female body–dress”*, Autex Research Journal, Vol. 15, Iss. 1, 2015, ISSN 2300-0929, pp.19-29
- [8] MUHAMMAD, A. S. S.: *Resizable outerwear templates for virtual design and pattern flattening*, School of Materials, Faculty of Engineering and Physical Science, 2012, pp. 50-58
- [9] MAGLOTH, A.H.: *Virtual 3-D Design of Close-Fitting Clothing*, ITB International Textile Bulletin, 1998, pp. 30–31.
- [10] YU, W., WANG, J.- P., SHING, K.: *Bra pattern technology*, Innovation and technology of women’s intimate apparel, Woodhead Publishing Limited, 2006, pp.104-112, ISBN-1-84569-169-5

- [11] TPC SOFTWARE: *Concept a Functionality*, [online], [vid. 24. 9. 2015], Dostupné z: <http://www.tpc-intl.com/software.asp>
- [12] KUROKAWA, T., NISHIMURA, T.: *Apparel Pattern Making Using Three-dimensional Model of Human Body Shape – part 1: Derivation of Patterns from Plenary Developed Body Surface*, Bulletin of the Apparel Science Research Center, 1990, pp.148–154.
- [13] BROWZWEAR: *Vstitcher 3D fashion development*, [online], [vid. 24. 9. 2015], 2014, Dostupné z: <http://www.browzwear.com/products/v-stitcher/#2>
- [14] KONSTRUKCE A MODELOVÁNÍ ODĚVŮ: *Projektování sportovních oděvů*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Katedra oděvnictví [online]. [vid. 24. 9. 2015]. Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/info_predmety/kmo/Prednasky%20KMO/Prednasky/prednaska_3/Projektovani%20sprort%20odevu.pdf
- [15] LECTRA: *Fashion and apparel*, [online], [vid. 24. 9. 2015], 2015, Dostupné z: <http://www.lectra.com/en>
- [16] OPTITEX: *Virtual product Development*, [online], [vid. 24. 9. 2015], 2014, Dostupné z: <http://www.optitex.com/>
- [17] MUHAMMAD, A. I.: *Virtual Product Development and Management Opportunities in Fashion Industry*, Tampere University of Technology, 2013, pp. 34-51
- [18] YEJIN, L., KYUNGHI, H.: *Development of indirect method for clothing pressure measurement using three-dimensional images*, Textile Research Journal, 2013, pp.1594-1605.
- [19] MAKABE, H., MOMANA, H., MITSUNO, T., et al.: *Effect of covered area at the waist on clothing pressure*, Sen I Gakkaishi, Vol 49, 1993, pp.513-521.
- [20] Сурикова, Г.И.: *Исследование свойств полотна для конструирования трикотажных изделий с учетом их растяжения в носке*, Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн.наук, Научная специальности 05.19.04 Технология швейного производства. Москва, МТИЛП, 1971, с. 141

- [21] LIU, Y.J., et al.: *Survey on CAD Methods in 3D Garment Design*, Computers in Industry, 2010, pp. 576-593.
- [22] КУЗЬМИЧЕВ, В. Е.: *Разработка технологии виртуального проектирования одежды с элементами симуляции комфортности* Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Научная специальность 05.19.04 Технология швейных изделий, Иваново, 2015, с. 27-47, с. 143-146
- [23] ZHANG, X., YEUNG, K.W., LI, Y.: *Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure*, Textile Research Journal, 2002, pp.245-252.
- [24] МАКАБЕ, Н.: *A Study of Clothing Pressure Developed by the Brassiere*, Journal of the Japan Research Association for Textile End-uses, 1991. pp. 416– 423.
- [25] LI, Y., ZHANG, X., YEUNG, K. W.: *Biomechanical engineering of a sports bra*, Biomechanical Engineering of Textiles and Clothing, A volume in Woodhead Publishing Series in Textiles, 2006, pp. 320-331, ISBN: 978-1-84569-052-6
- [26] ZHENG, X.Y.: *Advances in Sports Biomechanics*, Beijing: Guo Fang Gong Ye Press, 1998, pp. 145–147.
- [27] LABORATOŘE KATEDRY ODĚVNICTVÍ: *Hodnocení omaku textilií*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Katedra oděvnictví [online]. [vid. 24. 9. 2015], 2011, Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/Laboratore/letaky/KES_cesky.pdf
- [28] ZPRACOVATELSKÉ A UŽITNÉ VLASTNOSTI ODĚVNÍCH MATERIÁLU: *Senzorický komfort, Omak*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví [online]. [vid. 24. 9. 2015], 2013, Dostupné z: http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska8_2013.pdf
- [29] KES KATO TECH CO., LTD.: *KES-FBI-AUTO-A Tensile and Shear Tester*, [online]. [vid. 24. 9. 2015], 2007, Dostupné z: http://english.keskato.co.jp/products/kes_fb1.html
- [30] NPTEL: *Kawabata evaluation system of fabric (kesf)*, [online]. [vid. 24. 9. 2015], 2011, Dostupné z: <http://nptel.ac.in/courses/116102029/55>
- [31] KOLDINSKÁ, M.: *Dílčí správa k projektu TA01011253 FYZIO-PROTECH*, Liberec, 2013, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví, st. 1-5

- [32] KONSTRUKCE A MODELOVÁNÍ ODĚVŮ: *Teorie tvorby střihu oděvů z pružných plošných textilií*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví [online]. [vid. 24. 9. 2015]. Dostupné z:
http://www.kod.tul.cz/info_predmety/kmo/Prednasky%20KMO/Prednasky/prednaska_2/2_KMO_pruzne.pdf
- [33] FILATOV, V.N.: *Navrhování pružných textilních výrobků*, SNTL, Praha, 1984
- [34] KOVÁŘ, R.: *Struktura a vlastnosti textilií 2, Struktura a vlastnosti pletení*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních struktur, Liberec, 1998, (st. 38-41), ISBN 80-7083-266-5
- [35] CHUNDELA, L: *Ergonomie. Vyd. 2.*, Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, (st. 173), ISBN 978-80-01-03802-4
- [36] ČSN P ENV 12718 (84 1080) (2002), *Zdravotní kompresivní punčochy*, Praha, Český normalizační inštitut
- [37] KOVÁŘ, R.: *Pletení*, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních struktur, Liberec, 2005, (st. 92-96), ISBN 80-7083-812-4
- [38] PLETENINY: *Vzory vytvořené vazbou pleteniny*, [online]. [vid. 24.9.2015]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/elearning/327/textilni-terminologie-zboziznalstvi/pleteniny/Nazvy-vzoru-pletenin.html>
- [39] JENDRICHOVSKÝ, P.: *Vývoj metodiky navrhování a konstrukce pružných textilních výrobků určených pro sport*, Liberec, 2015. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví.
- [40] HAGGAR, A.: *Pattern cutting for lingerie, beachwear and leisurewear*. 2nd ed. Malden, MA: Blackwell Pub., 2004, 279 s. ISBN 14-051-1858-X

Zoznam obrázkov

- Obr. 1: *CDI virtuálny model podprsenky [10].17*
- Obr. 2: *strihový diel vyzlečený z povrchu 3D odevu do 2D vzorového formátu [11].18*
- Obr. 3: *Príklad rovinného rozvinutia povrchu tela. Rovinné rozvinutie podprsenky [10].19*
- Obr. 4: *Modelovanie z 2D do 3D [13], Overenie tesnosti odevu [14]19*
- Obr. 5: *AGM 3D software - modelovanie ľudského tela [10].20*
- Obr. 6: *Lectra 3D DesignConcept [10].21*
- Obr. 7: *2D vzor z 3D návrhu od Opti Tex 3D software [16].22*
- Obr. 8: *3D simulácia a 3D animácia v programe Marvelous Designer [22]23*
- Obr. 9: *Identifikácia rozťažnosti materiálu v programe Runway Designer OptiTex [16].24*
- Obr. 10: *Oblasti merania tlaku šiat na povrchu tela v prednej, zadnej a bočnej strane [22].25*
- Obr. 11: *Testovací prístroj KES-FB1[30]28*
- Obr. 12: *Krivka namáhania v ťahu [29]29*
- Obr. 13: *Plocha trojuholníkov pri namáhaní v ťahu [29]30*
- Obr. 14: *Krivka šmykovej tuhosti [29]31*
- Obr. 15: *Krivka: pretiahnutie – zotavenie (hysterézná slučka) [33]33*
- Obr. 16: *Maximálna deformácia pleteniny[34]34*
- Obr. 17: *Ťažnosť kriviek v Design Concept 3D [14]37*
- Obr. 18: *Varianty tvarového riešenia strihu trička so zápornými prídavkami ku konštrukčným úsečkám [32]37*
- Obr. 19: *Výplňová pletenina, Z- základná niť, Y- výplňová niť [38].39*
- Obr. 20: *Konštrukcia podprsenky na okrúhlym pletacom stroji, Torzo figuríny v DC3D40*
- Obr. 21: *Návrh športovej podprsenky a jej rozmery41*
- Obr. 22: *Úprava dolného kraju, Úprava bočných krajov, Upravený PD42*
- Obr. 23: *Sieť po zmene bočného a dolného kraju, Sieť po úprave Regenerate43*
- Obr. 24: *Rozmery predného a zadného dielu podprsenky v DC3D43*
- Obr. 25: *Do upravený strih v AutoCad43*
- Obr. 26: *Tabuľka mechanických vlastností materiálov pomocou KES-FB1, Tabuľky mechanických vlastností materiálov pomocou trhacieho prístroja.45*
- Obr. 27: *Limitná tabuľka so zaškrtnutia graduated46*
- Obr. 28: *Limitná tabuľka bez zaškrtnutia graduated46*
- Obr. 29: *Analysis feasibility- strain X v smere stĺpca na ľavo a strain Y v smere riadku na pravo47*
- Obr. 30: *Koordináčne body na prednom a zadnom diele47*
- Obr. 31: *Ťažnosť v smere x hore a v smere y dole48*
- Obr. 32: *Ťažnosť línií v smere stĺpca na ľavo a v smere riadku na pravo48*
- Obr. 33: *Vyčlenenie zón rozťažnosti v smere stĺpca na ľavo a riadku na pravo.49*

- Obr. 34: Farebné zobrazenie zón rozťažnosti v smere stĺpca na ľavo a riadku na pravo.49
- Obr. 35: Limitné tabuľky rozťažnosti pre strain X a Y50
- Obr. 36: Spojene obidvoch rozťažnosti v smere riadku a stĺpcu (v smere osy X a Y)51
- Obr. 37: Optimálne navrhnutie jednotlivých zón rozťažnosti51
- Obr. 38: Konštrukčný strih zón športovej podprsenky v mierke 1:558
- Obr. 39: Porovnanie strihu športovej podprsenky so základným strihom podľa Ann Haggara v mierke 1:559
- Obr. 40: Konštrukcia korzetu podľa Ann Haggara a jeho modelová úprava v mierke 1:5 [40]59
- Obr. 41: Základný strih podprsenky zmenšený o 13,5 % v mierke 1:560
- Obr. 42: Základný strih podprsenky zmenšený o 30,5 % v mierke 1:561
- Obr. 43: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (rozvinutý strih)62
- Obr. 44: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (rozvinutý strih)62
- Obr. 45: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 13,5 %)63
- Obr. 46: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 13,5 %)63
- Obr. 47: Materiál P2_H meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 30,5 %)64
- Obr. 48: Materiál 03-1 meraný pri sile 98 N/m (strih zmenšený o 30,5 %)64

Zoznam tabuliek

- Tabuľka 1: Mechanické vlastnosti systému KES [28]27
- Tabuľka 2: Kompresná triedy normy ČSN P ENV 12718 [36]38
- Tabuľka 3: Rozdiely v rozťažnosti jednotlivých oblastí podľa limitnej tabuľky.50
- Tabuľka 4: Rozmedzia rozťažnosti medzi zónami51
- Tabuľka 5: Priemerná rozťažnosť jednotlivých zón podľa DC3D52
- Tabuľka 6: Rozťažnosť materiálov pri sile 24,5 N/m54
- Tabuľka 7: Rozťažnosť materiálov pri sile 49 N/m54
- Tabuľka 8: Rozťažnosť materiálov pri sile 98 N/m **Chyba! Záložka není definována.**
- Tabuľka 9: Zobrazenie rozťažnosti zón zvýšených o 4555
- Tabuľka 10: Dosadenie jednotlivých strihových zón ku konkrétnemu materiálu56
- Tabuľka 11: Rozmery figuríny57

Zoznam Grafov

- Graf 1: Lineárna ťažnosť pleteniny 03-1 53
- Graf 1: Lineárna ťažnosť pleteniny 03-153

<i>Graf 3: Lineárna ťažnosť pleteniny P2_H</i>	53
<i>Graf 4: Lineárna ťažnosť pleteniny P3_H</i>	53
<i>Graf 5: Lineárna ťažnosť pleteniny SAL_1</i>	53
<i>Graf 6: Lineárna ťažnosť pleteniny SAL_2</i> PAGEREF _Toc469514939 \h53	

Príloha 1: Charakteristika textilných materiálov

Materiál	SAL_1	
Druh	Osnovná pletenina	
Zloženie	82% Polyamid 18% Elastan	

Materiál	SAL_2	
Druh	Osnovná pletenina	
Zloženie	74% Polyamid 26% Elastan	

Materiál	03-1	
Druh	Zát'ažná pletenina jednolícna	
Zloženie	POLYPROPYLEN 84/25/2 S+Z Spandex 22+PAD 22/18/1SCY 100%=84+84+22+22	

Materiál	P1_H	
Druh	Zát'ažná pletenina jednolícna	
Zloženie	PA66 78/68/1 S+Z Spandex 17+PA6 20/7/1SCY 100%=78+78+22+20	

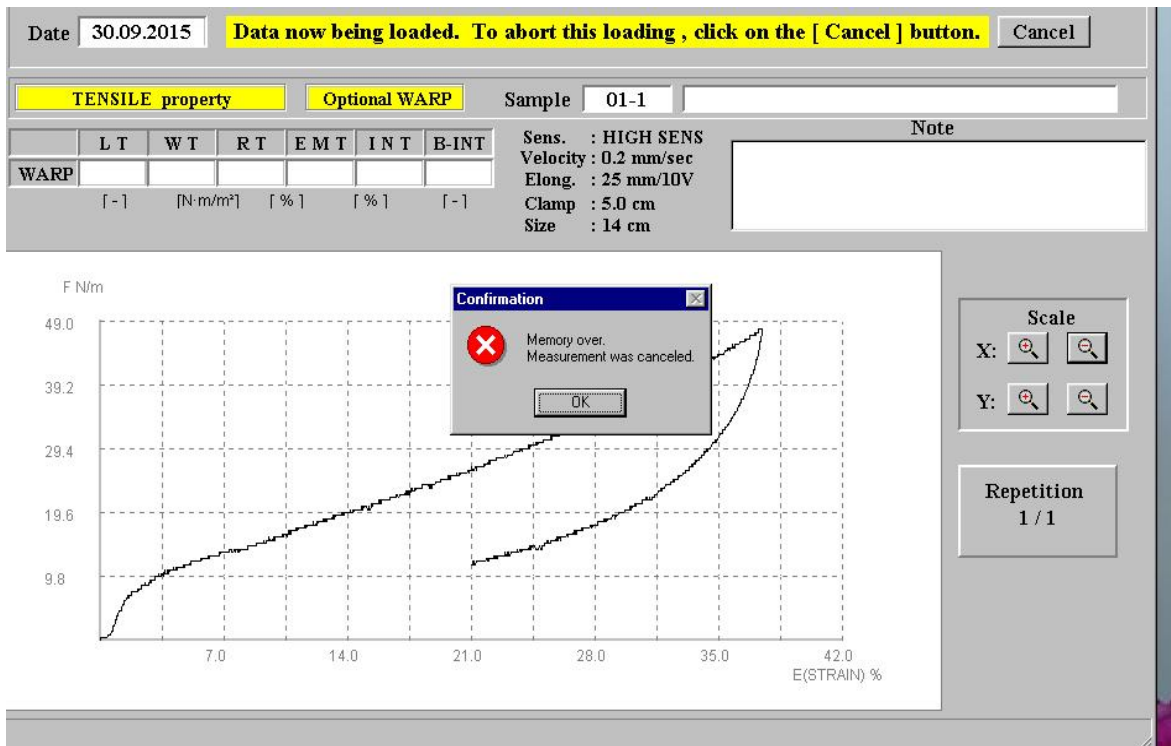
Materiál	P2_H	
Druh	Zát'ažná pletenina jednolícna	
Zloženie	PA66 78/68/1 S+Z Spandex 17+PA6 20/7/1SCY 100%=78+78+22+20	

Materiál	P3_H	
Druh	Zát'ažná pletenina jednolícna	
Zloženie	PA66 78/68/1 S+Z Spandex 17+PA6 20/7/1SCY 100%=78+78+22+20	

Príloha 2: Meranie na prístroji KES-FB1

Pri ťahovej deformačnej sile 49N/m nie je možné merať z dôvodu vysokej ťažnosti pletenín.

Ďalšie merania je nutné realizovať pri ťahovej sile 24,9 N/m.



Podmienky merania pletenín

After setting the condition in Electronic unit as stated in the bellow table, Click Enter

[Tensile property optional condition table]

Tensile-preset dial : Set at the maximum load value

Sample <input checked="" type="radio"/> Fabrics, Films <input type="radio"/> Yarn	Sensitivity <input type="radio"/> HIGH SENS <input checked="" type="radio"/> STD	Velocity <input type="radio"/> 0.1 <input checked="" type="radio"/> 0.2 (mm/sec)	Elongation <input checked="" type="radio"/> 25 <input type="radio"/> 50 (mm/10V)	Clamp <input type="radio"/> 2.5 <input checked="" type="radio"/> 5.0 (cm)	Processing rate <input checked="" type="radio"/> 0.1 (Standard) <input type="radio"/> 0.5 <input type="radio"/> 2.5 (sec)
---	--	---	---	--	---

Sample width: cm (1 ~ 20)

Maximum load: g/cm (0 ~ 2452)

Repetition: (1 ~ 10)

Shortcut

Saved Sample No. table

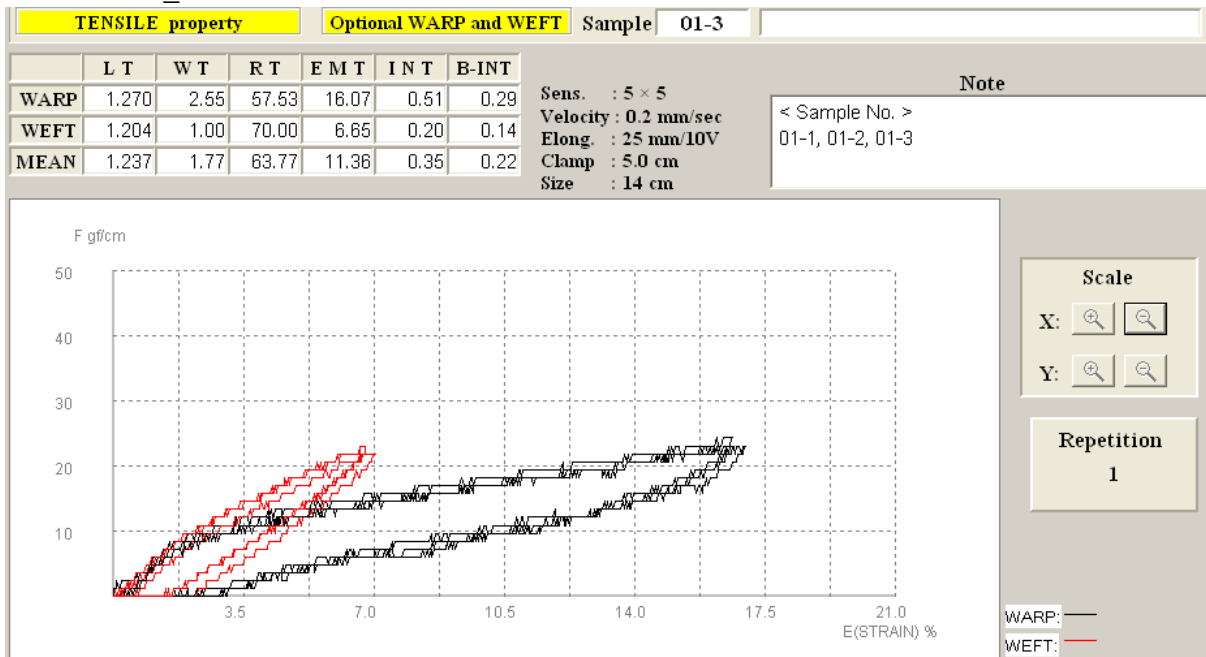
01-1.dph
01-2.dph
01-3.dph
01-4.dph

Sample No. - Comment:

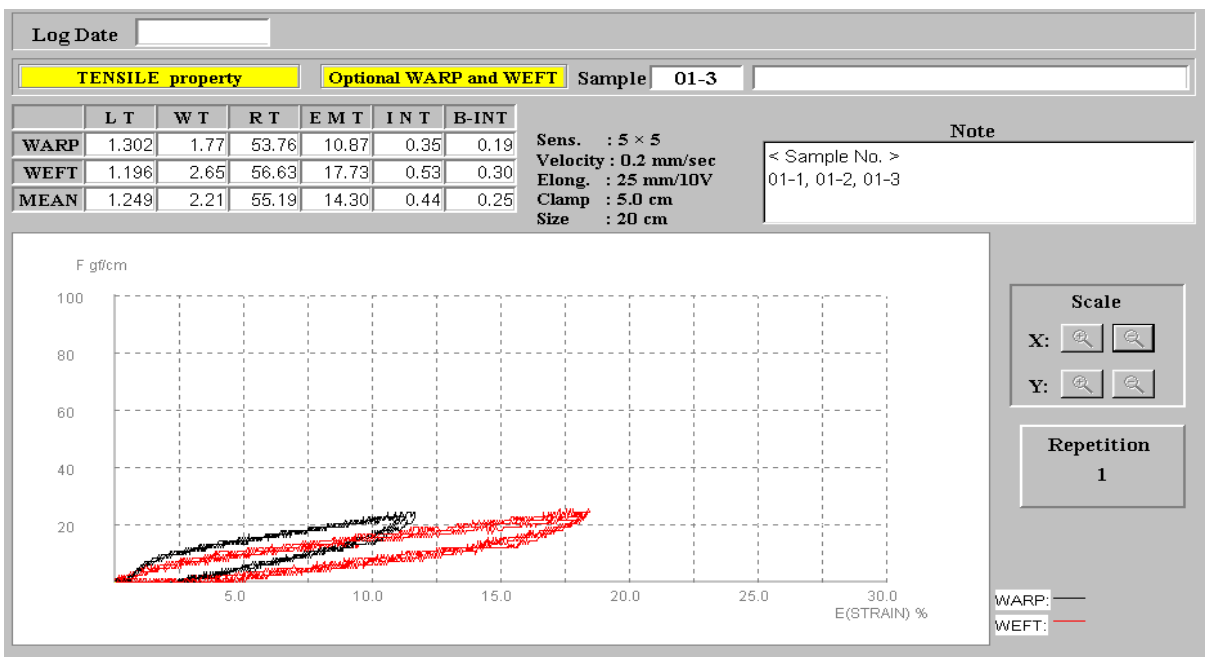
Item to item : Tab or Ret
Shift in the Item : Use cursor

Directions
 WARP
 WEFT

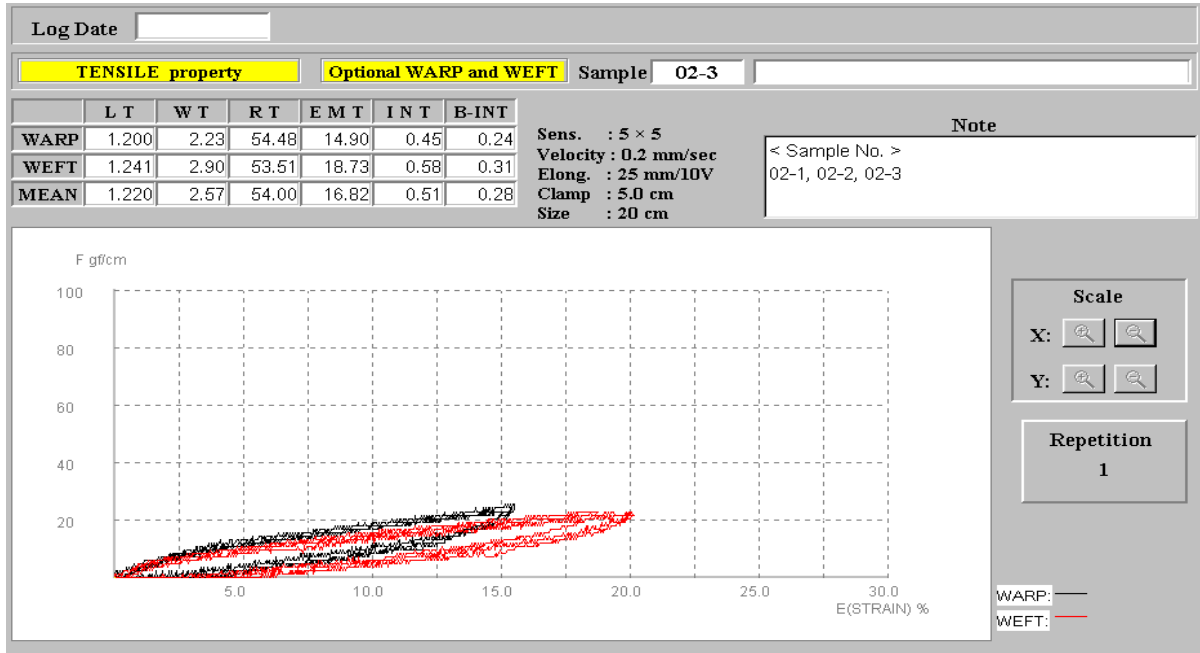
Pletenina 03_1



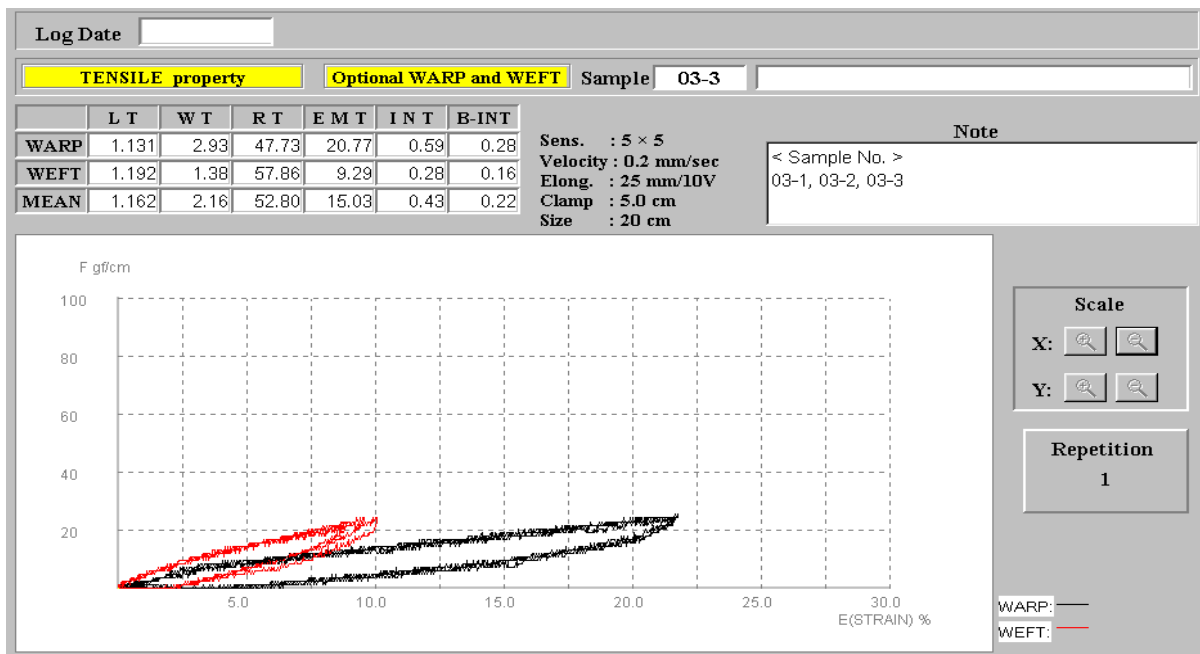
Pletenina P1_H



Pletenina P2_H

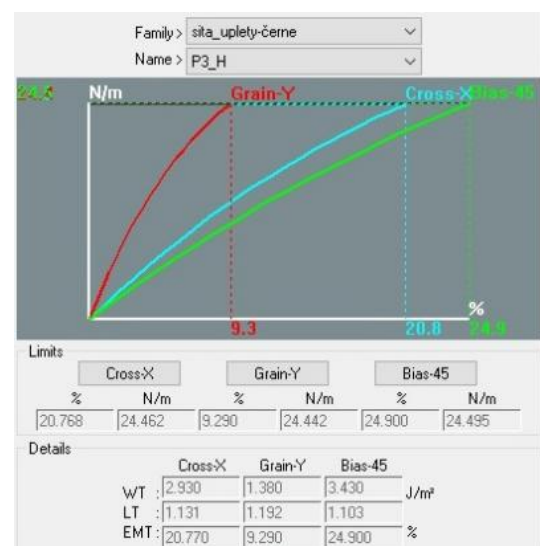
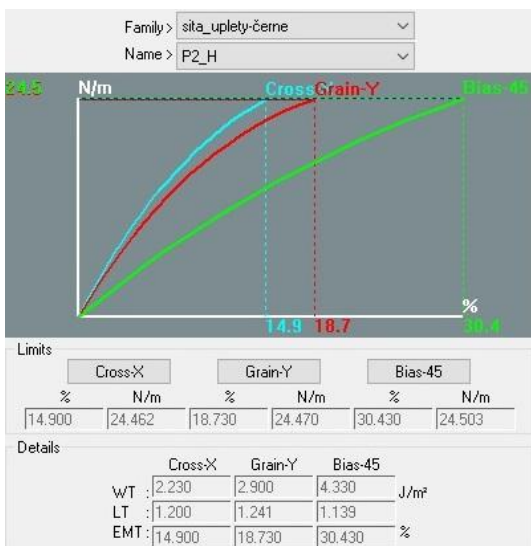
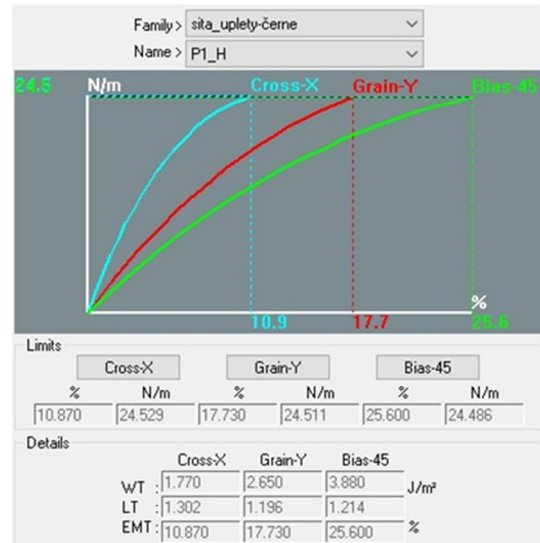
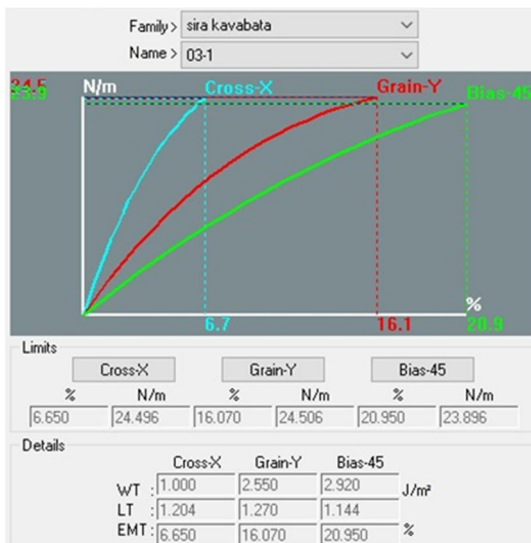


Pletenina P3_H

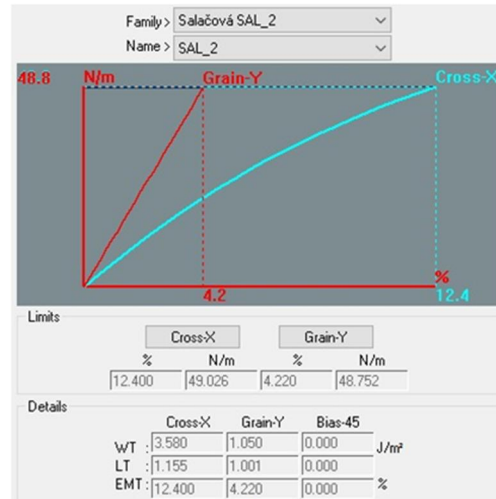
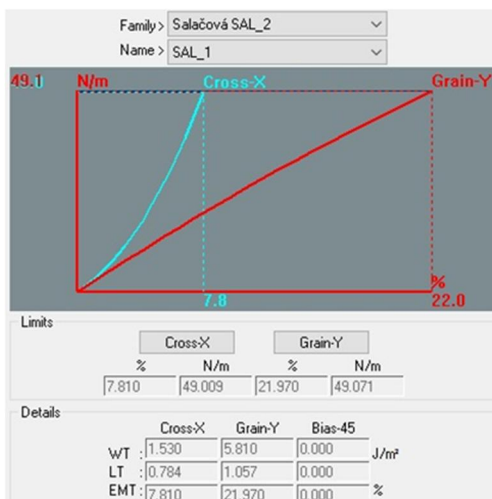


Príloha 3: Zobrazenie mechanických vlastností pletení v DesignConcept 3D

Pleteniny merané pri sile 24,5N/m



Pleteniny merané pri sile 49 N/m



Hodnoty sú správne len vtedy ak predpokladáme že deformácia bude lineárna.

Prepočítanie nameraných hodnôt pri sile 24,5 N/m na hodnoty pri sile 98 N/m:

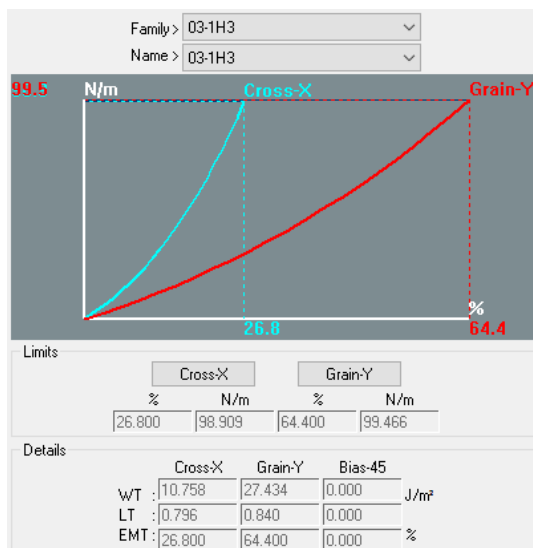
Materiál 03-1

	Pri sile 24,5N/m		Prepočítanie	Pri sile 98N/m	
	X	Y		X	Y
WT	1,000	2,550	*10,755	10,75	27,43
LT	1,204	1,270	/1,513	0,796	0,840
EMT	6,650	16,070	*4	26,600	64,280

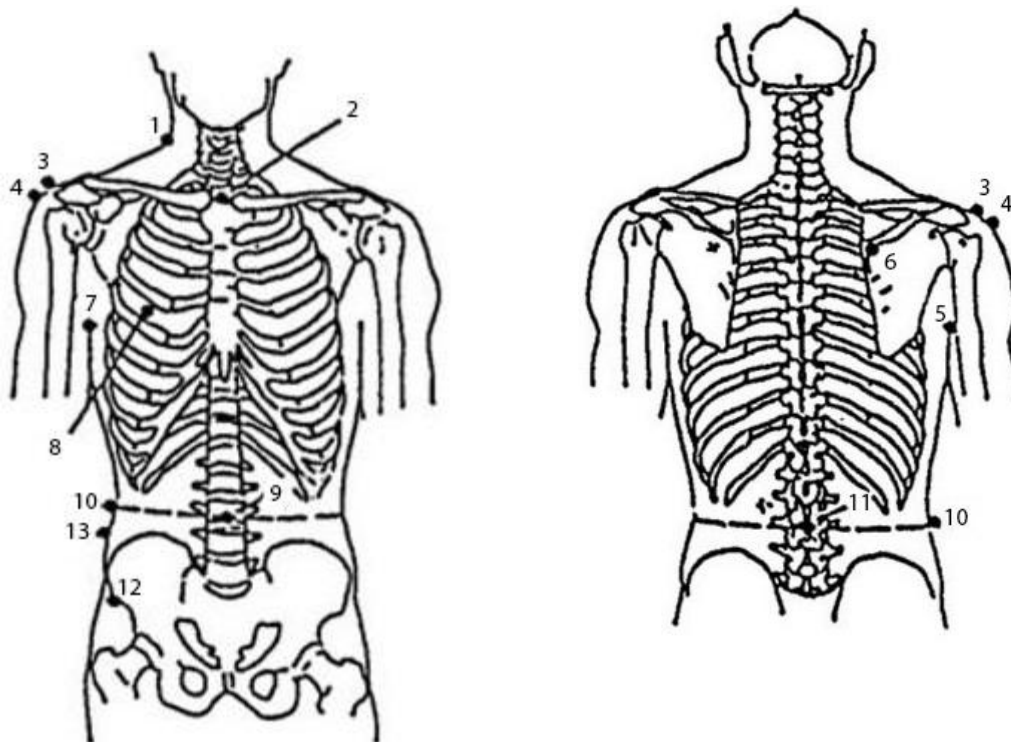
Materiál P2_H

	Pri sile 24,5N/m		Prepočítanie	Pri sile 98N/m	
	X	Y		X	Y
WT	2,230	2,900	*10,755	23,98	31,19
LT	1,200	1,241	/1,513	0,793	0,820
EMT	14,900	18,730	*4	59,6	74,8

Pleteniny prepočítavané na silu 98 N/m



Príloha 4: Somatometrické body na hornej časti tela



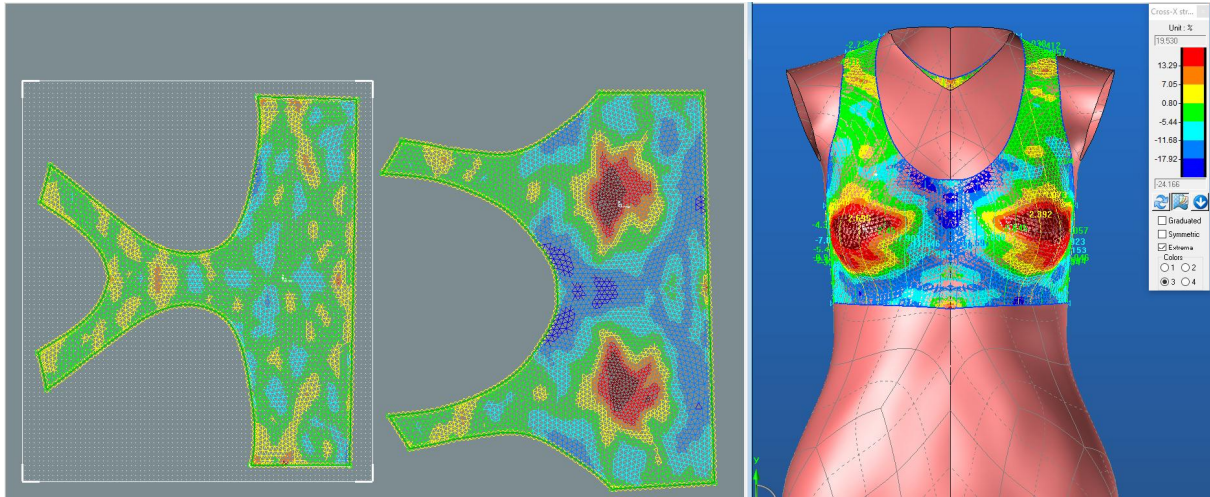
- 1- **bočný krčný bod**- bod na korení krku v polovici ramena
- 2- **horný hrudný bod**- bod na hornom okraji hrudnej kosti v strede krčnej jamky
- 3- **nadramenný bod**- najviac do strany vystupujúci nadramenný výbežok lopatky
- 4- **ramenný bod**- bod v strede šírky ramenného kĺbu
- 5- **zadný podpazušný bod**- vrchol uhlu, vytvoreného rukou a bočnou stranou hrudníku
v mieste zadného okraja podpazušia
- 6- **lopatkový bod**- najvyššie miesto chrbta v oblasti lopatky
- 7- **predný podpazušný bod**- vrchol uhlu, vytvoreného rukou a bočnou stranou hrudníku
v mieste predného okraja podpazušia
- 8- **prsny bod**- stred bradavky, u žien oblečených v podprsenke najvyššie miesto prsu
- 9- **predný pásový bod**- bod ležiaci v páse v strede najviac vpredu
- 10- **bočný pásový bod**- bod ležiaci v páse najviac z boku
- 11- **zadný pásový bod**- bod ležiaci v páse v strede na chrbte
- 12- **predný horný bedrový trň**- najvyššie miesto trňa bedrovej kosti
- 13- **horný vonkajší bod bedrového hrebeňa**- najvyššie miesto na hornej vonkajšej hrane hrebeňa bedrovej kosti

Príloha 5: Analýza rozťažnosti (strain) pre aktívnu pleteninu:

Strain v smere X

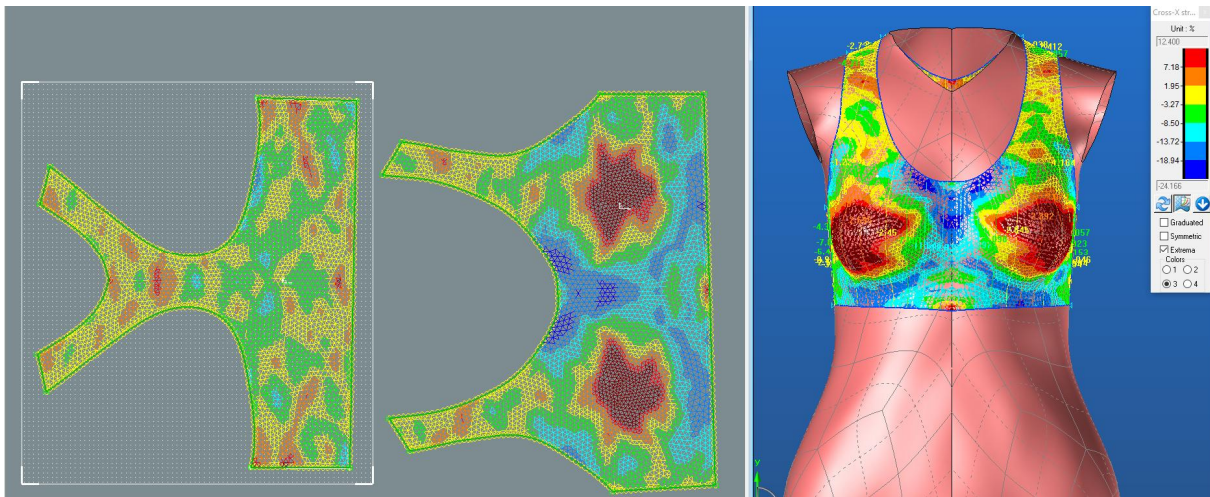
SAL_1

meraný pri sile 49 N/m



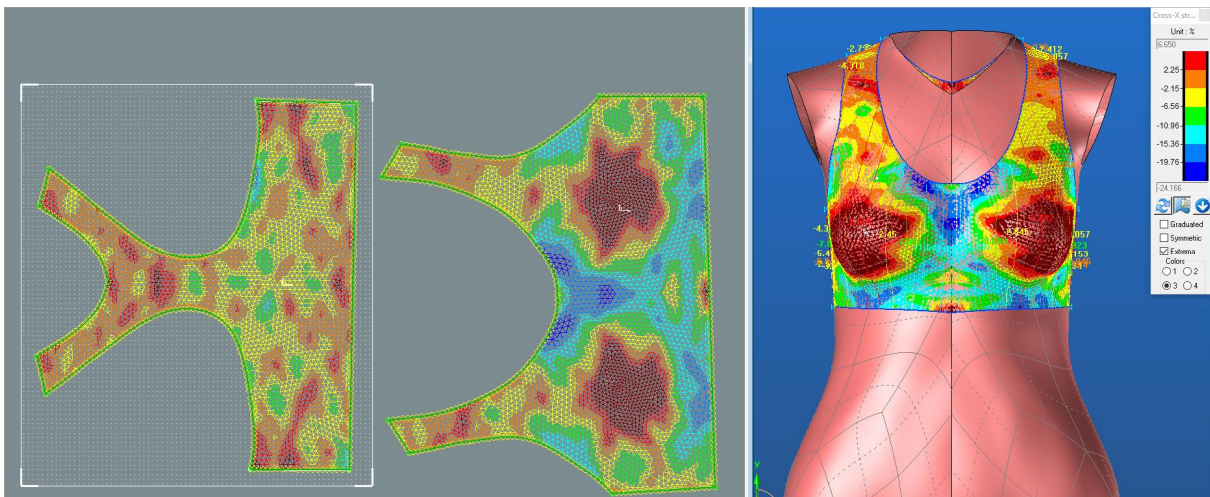
SAL_2

meraný pri sile 49 N/m



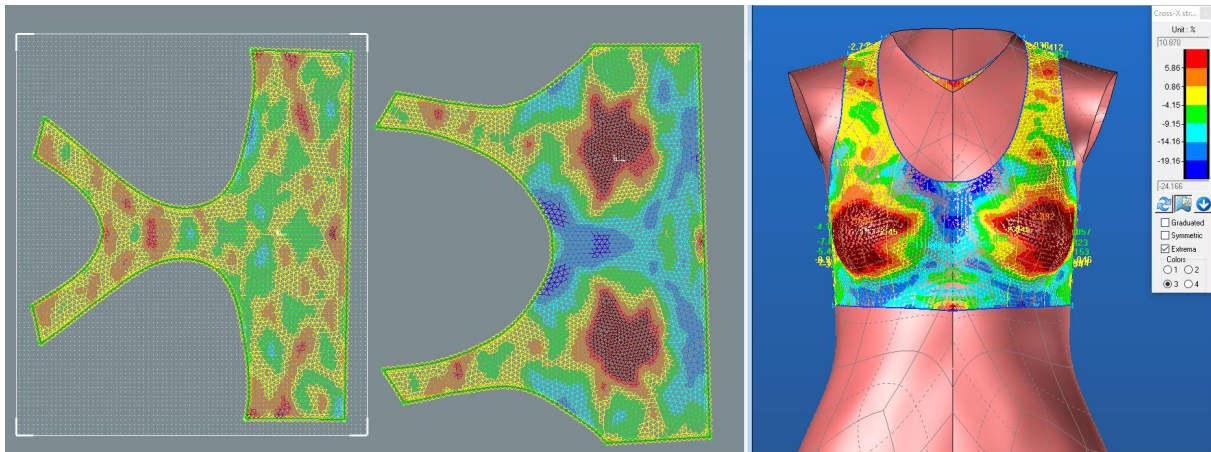
03-1

meraný pri sile 24,5 N/m



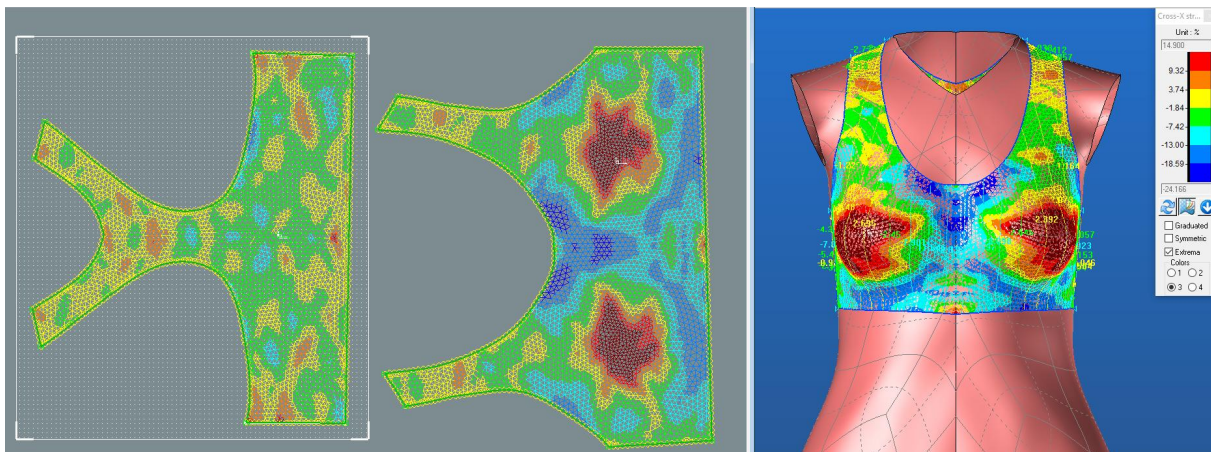
P1_H

meraný pri sile 24,5 N/m



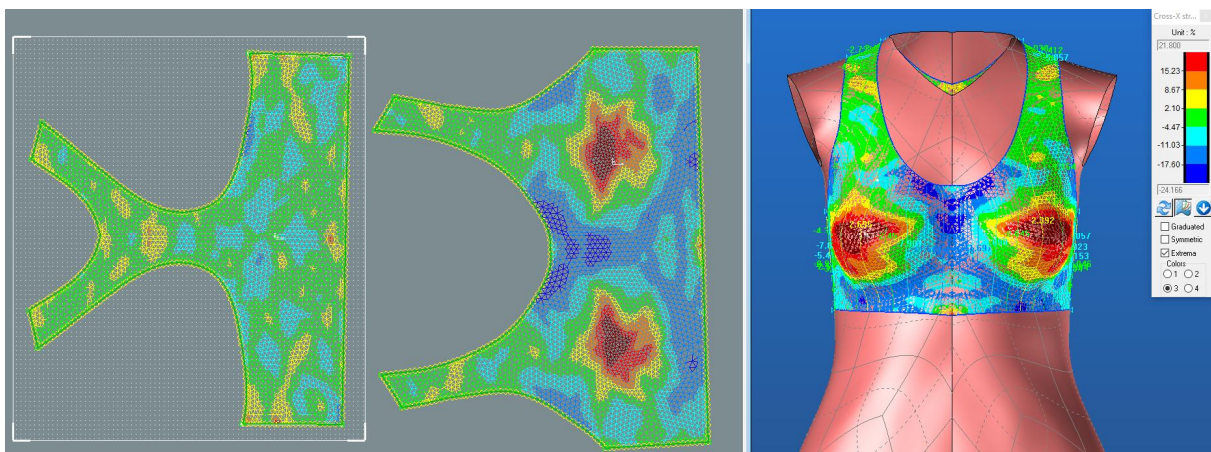
P2_H

meraný pri sile 24,5 N/m



P3_H

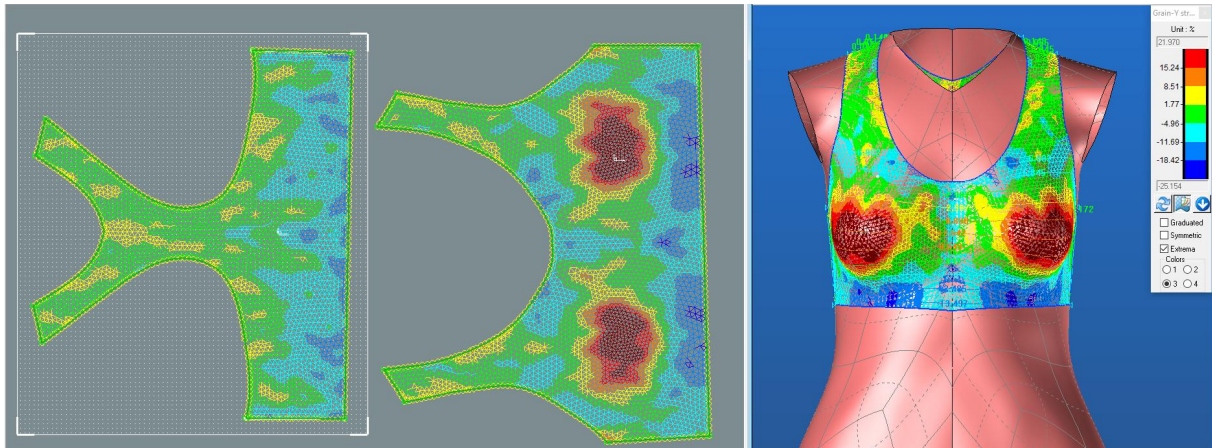
meraný pri sile 24,5 N/m



Strain v smere Y

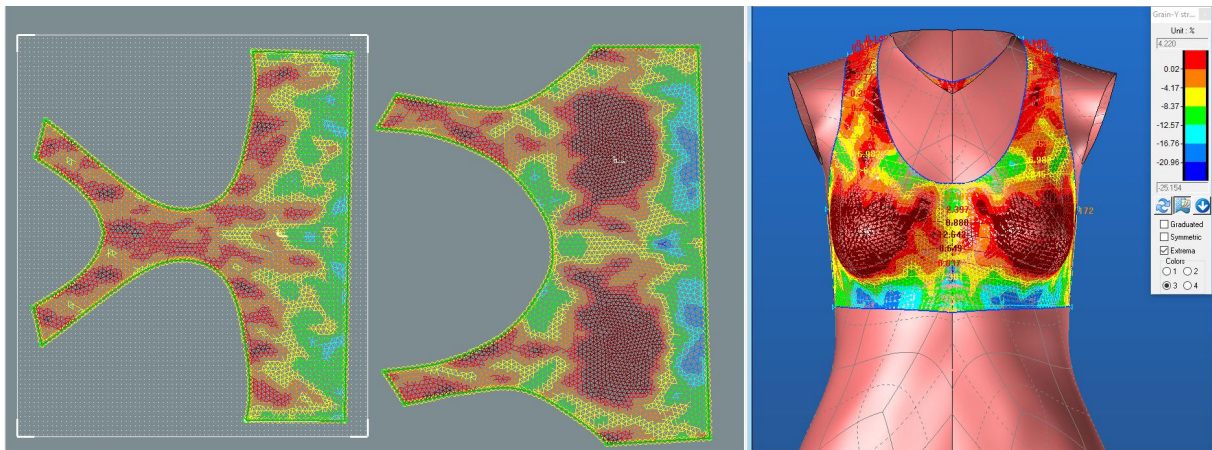
SAL_1

meraný pri sile 49 N/m



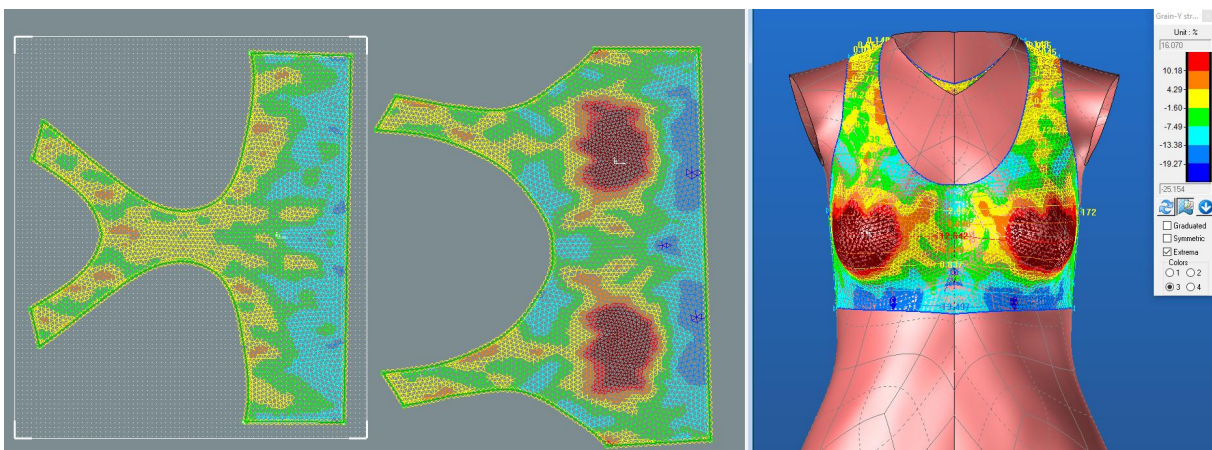
SAL_2

meraný pri sile 49 N/m



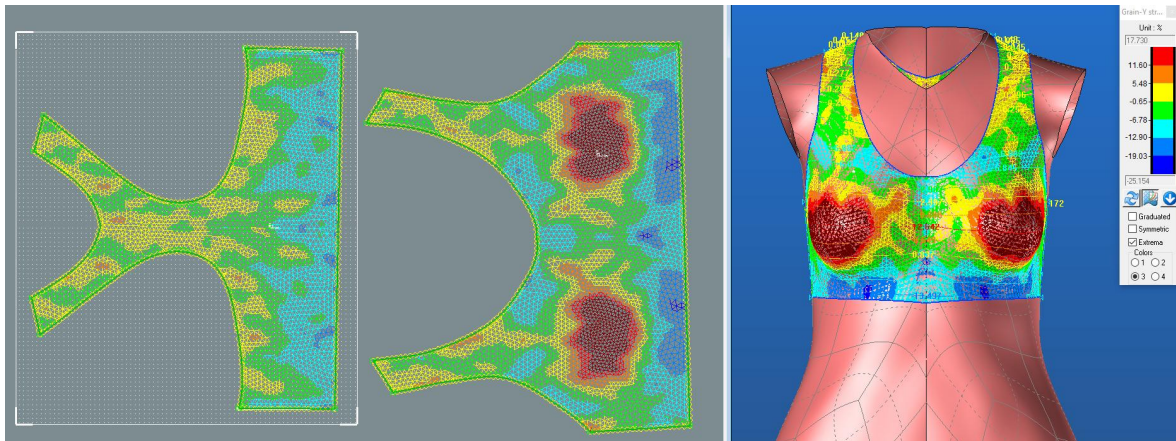
03-1

meraný pri sile 24,5 N/m



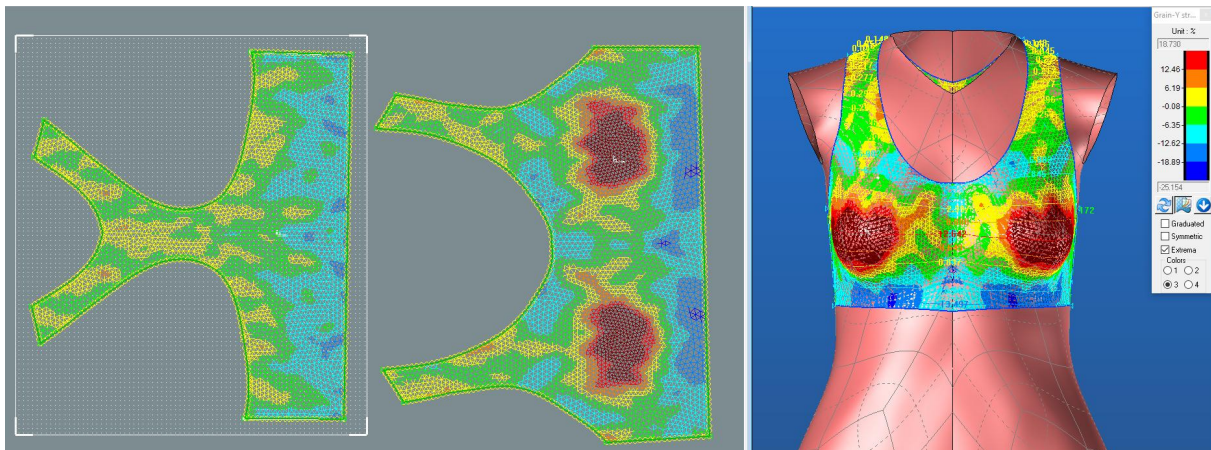
P1_H

meraný pri sile 24,5 N/m



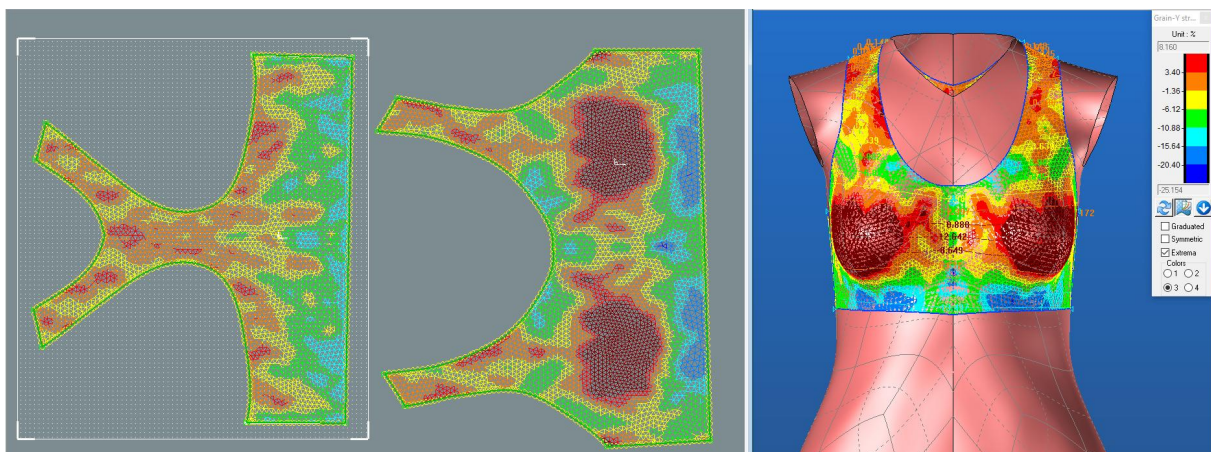
P2_H

meraný pri sile 24,5 N/m



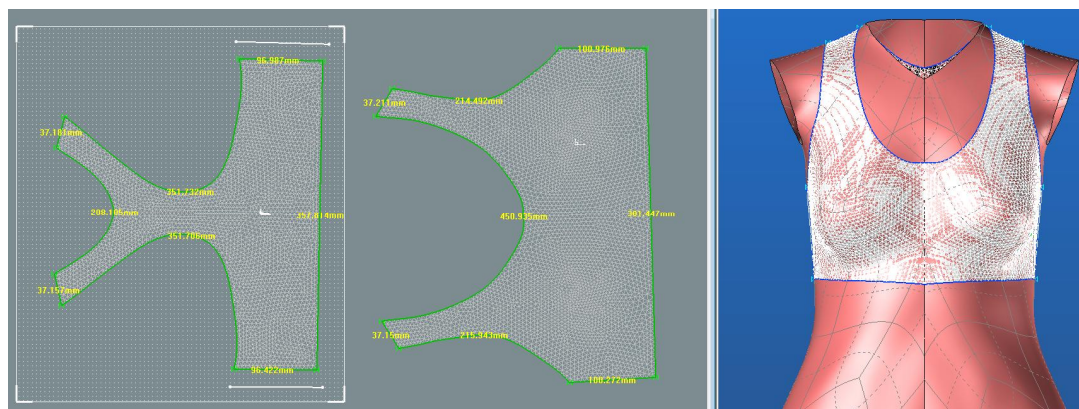
P3_H

meraný pri sile 24,5 N/m



Príloha 6: Rozmery zmenšených strihov v Design Concept 3D

Rozmery strihu zmenšeného o 13,5 % v software Design Concept 3D

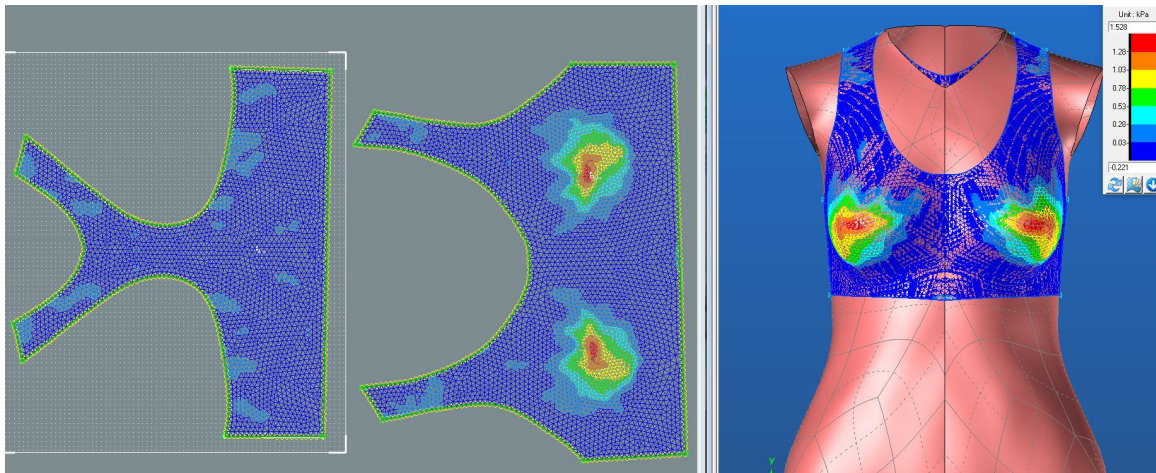


Rozmery strihu zmenšeného o 30,5 % v software Design Concept 3D

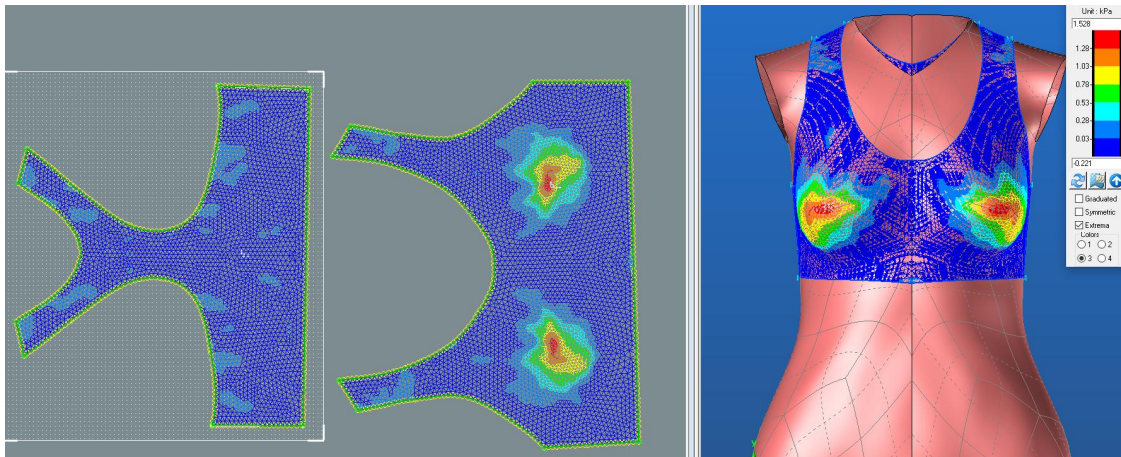


Príloha 7: Tlak pletenín meraný pri sile 24,5 N/m:

Rozvinutý a upravený strih:

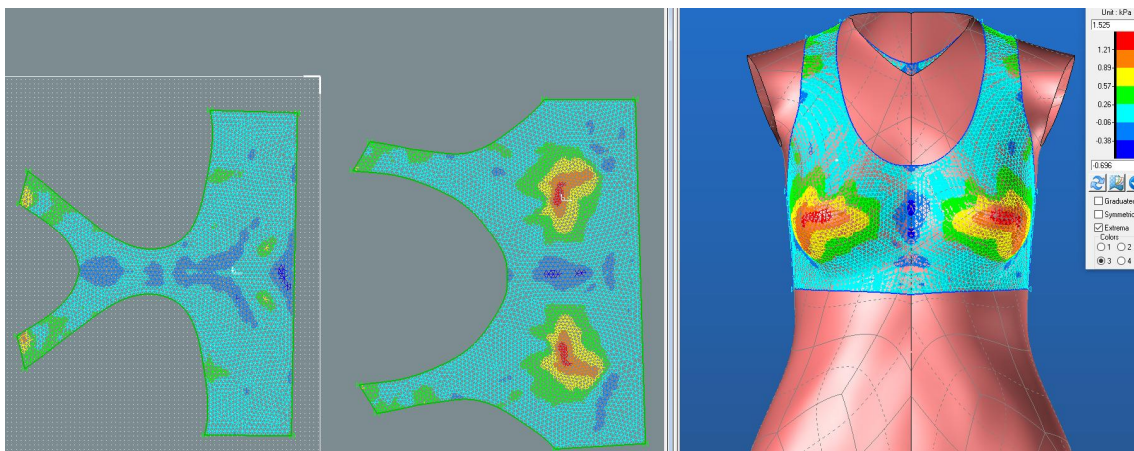


Materiál P2_H

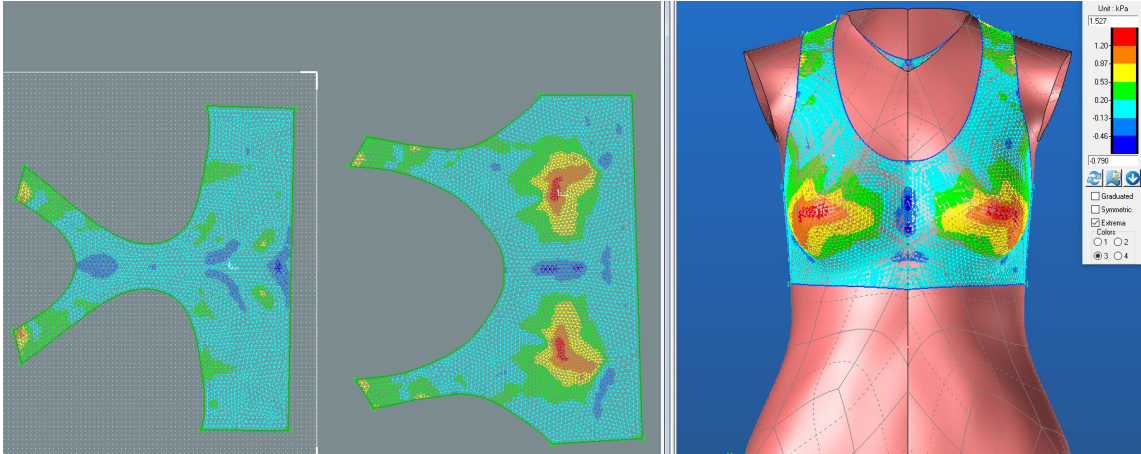


Materiál 03-1

Strih zmenšený o 13,5 %:

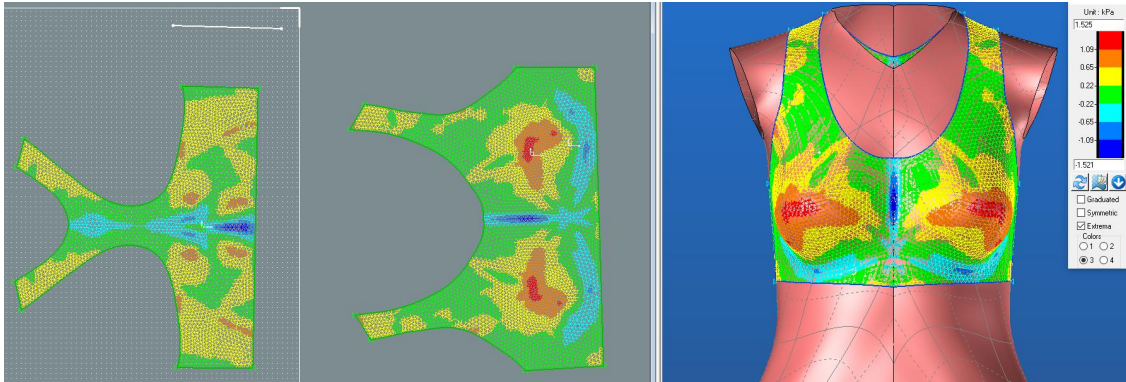


Materiál P2_H

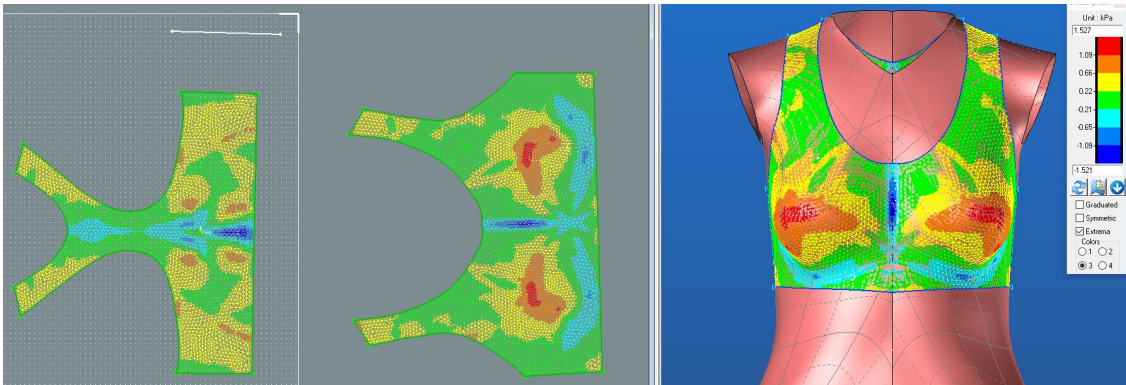


Materiál 03-1

Strih zmenšený o 30,5%:



Materiál P2_H



Materiál 03-1







Príloha 8: Priradzovanie rozťažnosti pletenín meraných pri sile 49 N/m a 196 N/m

Priradzovanie rozťažnosti pletenín meraných pri sile 49 N/m k zóna:

rozťažnosť pleteniny po riadku – rozťažnosť zóny po riadku = zvýšenie

pletenina P2_H – 6.zóna = zvýšenie

$$37,4 - 30 = 7$$

Rozťažnosť zón zvýšená o 7				Rozťažnosť pletenín pri sile 49 N/m	
Zóny	Smer	Hodnota	Rozmedzie		
1 	stĺpec riadok	-12 % 0 %	-0 % (0 % - 7 %)		
2 	stĺpec riadok	0 % -13 %	(0 % - 7 %) -0 %		
3. 	stĺpec riadok	0 % 0 %	(0 % - 7 %) (0 % - 7 %)	SAL_2	stĺpec – 12,4 % riadok – 4,2 %
4. 	stĺpec riadok	0 % 14 %	(0 % - 7 %) (8 % - 21 %)	P3_H	stĺpec – 41,6 % riadok – 18,6 %
5. 	stĺpec riadok	12 % 14 %	(8 % - 17 %) (8 % - 21 %)	03-1	stĺpec – 13,4 % riadok – 32,2 %
				SAL_1	stĺpec – 7,8% riadok – 22 %
6 	stĺpec riadok	31 % 37 %	(18 % - 44 %) (22 % - 52 %)	P1_H	stĺpec – 21,8 % riadok – 35,4 %
				P2_H	stĺpec – 29,8 % riadok – 37,4 %

Červene zobrazené okienka sú zóny so zápornými hodnotami – nevyhovujúce zóny pre žiadnu pleteninu. Pri sile 49 N/m sa pleteniny medzi sebou dostatočne neroztiahnu a tým ich rozmedzie nie je dostatočné.







Modro zvýraznené hodnoty nie sú vhodné v danom smere.

Priradzovanie rozťažnosti pletenín meraných pri sile 196 N/m k zóna:

rozťažnosť pleteniny po riadku – rozťažnosť zóny po riadku = zvýšenie

pletšina P2_H – 6.zóna = zvýšenie

$$149 - 30 = 119$$

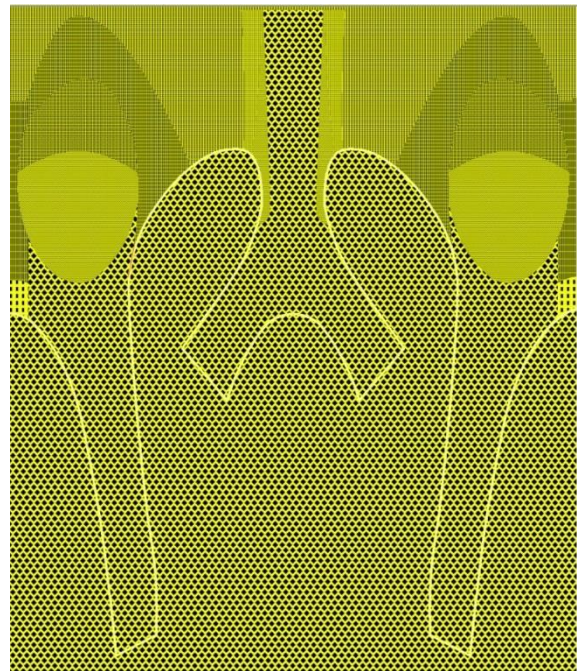
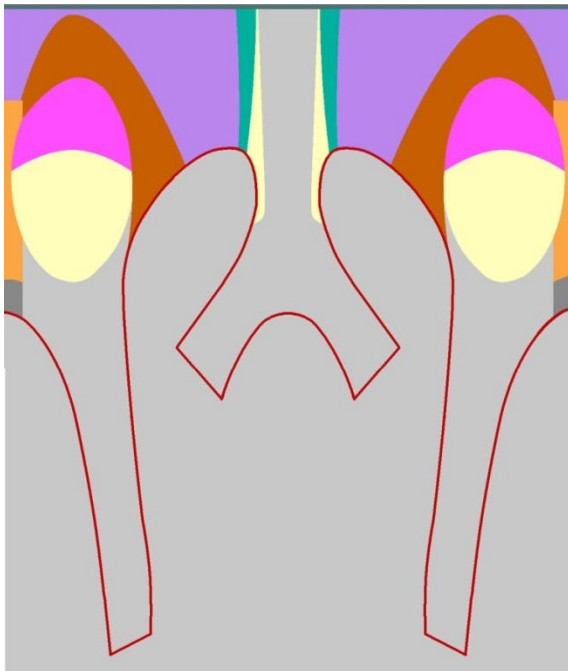
Rozťažnosť zón zvýšená o 119				Rozťažnosť pletenín pri sile 196N/m	
Zóny	Smer	Hodnota	Rozmedzie		
1 	stĺpec riadok	100 % 112 %	(95 % - 105 %) (105 % - 119 %)		
2 	stĺpec riadok	112 % 99 %	(105 % - 119 %) (94 % - 104 %)		
3. 	stĺpec riadok	112 % 112 %	(105 % - 119 %) (105 % - 119 %)		
4. 	stĺpec riadok	112 % 126 %	(105 % - 119 %) (120 % - 133 %)	03-1	stĺpec – 53,6 % riadok – 128,8 %
5. 	stĺpec riadok	124 % 126 %	(120 % - 131 %) (120 % - 133 %)	03-1	stĺpec – 53,6 % riadok – 128,8 %
6 	stĺpec	143 %	(132 % - 156 %)	P1_H	stĺpec – 87,2 %
	riadok	149 %	(134 % - 164 %)	P2_H	riadok – 141,6 % stĺpec – 119,2 % riadok – 149 %

SAL_2	stĺpec – 49,6 % riadok – 16,8 %
P3_H	stĺpec – 166,4 % riadok – 74,4 %
SAL_1	stĺpec – 31,2 % riadok – 88 %

Červene zobrazené okienka sú pleteniny nevyhovujúce pre žiadnu zónu. Ich ťažnosť je príliš malá.

Príloha 9: Software pre okrúhli pletací stroj Santoni:

Príklad navrhovania podprsenky.



The screenshot shows the Quasar software interface for bra design. The main window displays a 'Step' table with the following data:

Step	Type	State	Degree	Description
1	EJECTION BLOWER	☑	1	EJECTION BLOWER
	Valve closed	☑	1	Valve closed [Parameter: 1 Position: 0]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 1 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 2 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 3 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 4 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 5 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 6 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 7 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	Macro Sel.	☑	300	Macro Sel. [Feed n.: 8 Actuators n.1-2: OFF_OFF - Actuators n.3-4: OFF_OFF]
	(Sid 1) Speed 20 Ramp 0			
	LOAD DIAL JACKS sequence			
	Feed 1 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 1 - LATCH OPENER
	Feed 2 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 2 - LATCH OPENER
	Feed 3 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 3 - LATCH OPENER
	Feed 4 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 4 - LATCH OPENER
	Feed 5 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 5 - LATCH OPENER
	Feed 6 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 6 - LATCH OPENER
	Feed 7 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 7 - LATCH OPENER
	Feed 8 - LATCH OPENER	☑	1	Feed 8 - LATCH OPENER
	EJECTION BLOWER	☑	1	EJECTION BLOWER
	Mp05 - INCREMENTAL movement (Large stitch) [Position: 25]			
	Feed 3 - YARNFINGER 6 -> E [MACRO: E]	☑	85	Feed 3 - YARNFINGER 6 -> E [MACRO: E]
	Macro Sel.	☑	85	Macro Sel. [Feed n.: 3 Actuators n.1-2: 1X1_1X1 - Actuators n.3-4: 1X1_1X1]

The 'Layout' table at the bottom shows the sequence of zones:

Zone	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
PVF management																																									
Elastic management																																									
Graduation management																																									
KCF management																																									
FFC management																																									
Block programming																																									
Messages																																									
Clipboard																																									